



Regione Siciliana



Azienda Ospedaliera  
di rilievo nazionale e di alta specializzazione "Garibaldi"  
Catania

Oggetto:

Opere occorrenti per la riqualificazione del Pronto Soccorso e delle connesse attività sanitarie del presidio ospedaliero Garibaldi centro - Catania

### PROGETTO PRELIMINARE

Approvato in Conferenza dei Servizi con verbale del 20 settembre 2013  
posizione 109309

Elaborato:

CSP

Capitolato speciale prestazionale

Committente:

Azienda Ospedaliera Garibaldi  
Piazza Santa Maria di Gesù, 5 - 95124 Catania

Scala:

-

Data:

28 Gennaio 2013

Aggiornamenti:

Progettista:

Dott. Ing. Maurizio SANTAGATI  
viale Giuseppe Lainò, 6 - 95126 Catania

Il Direttore Generale:

Dott. Giorgio Giulio SANTONOCITO

Il R.U.P.:

Ing. Salvatore VITALE

REVISIONE	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
DISEGNATO DA:	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	
VERIFICATO DA:	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	
ARCHIVIO FILE:											

Il presente elaborato tecnico e' di nostra esclusiva proprieta'; esso non puo' essere riprodotto, neanche parzialmente, ne' puo' essere ceduto ad altri senza esplicita preventiva autorizzazione scritta.



*Regione Siciliana*



*Azienda Ospedaliera  
di rilievo nazionale e di alta specializzazione  
GARIBALDI*

**“Opere occorrenti per la riqualificazione del pronto Soccorso e delle connesse attività sanitarie del presidio ospedaliero Garibaldi centro”**

**CAPITOLATO SPECIALE PRESTAZIONALE**

Catania, 20 settembre 2013 (agg.)

Il Progettista

Dott. Ing. Maurizio Santagati

---

# INDICE

## PARTE I°

### CAPITOLO 1 - OGGETTO E IMPORTO DELL'APPALTO

Art. 1 – Oggetto dell'appalto

Art. 2 – Importo dei lavori in appalto

2.1. Importo dell'appalto

2.2. Variazione degli importi

Art. 3 – Descrizione sommaria dei lavori da eseguirsi

3.1. Descrizione dei lavori

3.1.1 categorie delle opere

3.2. Opere escluse dall'appalto

Art. 4 – Norme contrattuali

Art. 4.1 - Funzioni, compiti e responsabilità dell'Appaltatore

Art. 4.2 - Funzioni, compiti e responsabilità del Committente

Art. 4.3 - Funzioni, compiti e responsabilità del Responsabile dei lavori

Art. 4.4 - Direzione dei lavori

Art. 4.5 - Funzioni, compiti e responsabilità del Direttore dei Lavori

Art. 4.6 - Funzioni, compiti e responsabilità del Direttore Operativo

Art. 4.7 - Funzioni, compiti e responsabilità dell'Ispettore di Cantiere

Art. 4.8 - Funzioni, compiti e responsabilità del Coordinatore della sicurezza in fase di progettazione

Art. 4.9 - Funzioni, compiti e responsabilità del Coordinatore della sicurezza in fase di esecuzione

Art. 4.10 - Funzioni, compiti e responsabilità del Direttore Tecnico di cantiere

Art. 4.11 - Funzioni, compiti e responsabilità dei lavoratori autonomi e delle ditte subappaltatrici

Art. 4.12 - Riservatezza del contratto

Art. 4.13 - Trattamento dei dati personali

Art. 4.14 - Cauzione definitiva e assicurazione

Art. 4.15 - Progetto esecutivo

Art. 4.16 - Consegna, inizio ed esecuzione dei lavori

Art. 4.17 - Impianto del cantiere - Programma dei lavori

Art. 4.18 - Norme di sicurezza

Art. 4.19 - Ordini di servizio

Art. 4.20 - Sospensioni, riprese, proroghe dei lavori

Art. 4.21 - Sospensione dei lavori per pericolo grave e immediato  
e per mancanza dei requisiti minimi di sicurezza

Art. 4.22 - Accettazione dei materiali

Art. 4.23 - Accettazione degli impianti

Art. 4.24 - Variazioni dei lavori e nuovi prezzi

Art. 4.25 - Disposizioni generali relative ai prezzi contrattuali - Invariabilità dei prezzi

Art. 4.26 - Valutazione dei lavori

Art. 4.27 - Lavori a misura

Art. 4.28 - Lavori a corpo

Art. 4.29 - Lavori in economia

Art. 4.30 - Manodopera

Art. 4.31 - Materiali a piè d'opera

Art. 4.32 - Noleggi

Art. 4.33 - Trasporti

Art. 4.34 - Lavoro notturno e festivo

- Art. 4.35 - Personale dell'appaltatore
- Art. 4.36 - Disciplina di cantiere
- Art. 4.37 - Disciplina di subappalti
- Art. 4.38 - Rinvenimento di oggetti
- Art. 4.39 - Difesa ambientale
- Art. 4.40 - Contabilità dei lavori
- Art. 4.41 - Eccezioni dell'Appaltatore
- Art. 4.42 - Prove e verifiche dei lavori , riserve dell'appaltatore
- Art. 4.43 - Pagamenti in acconto
- Art. 4.44 - Tempo utile per la consegna del progetto esecutivo e per l'ultimazione dei lavori
- Art. 4.45 - Proroghe per l'ultimazione dei lavori
- Art. 4.46 - Certificato di ultimazione dei lavori
- Art. 4.47 - Penale per ritardata consegna del progetto esecutivo e per ritardata ultimazione dei lavori
- Art. 4.48 - Conto finale
- Art. 4.49 - Modalità e termini del collaudo
- Art. 4.50 - Collaudo statico delle opere strutturali
- Art. 4.51 - Consegna anticipata delle opere
- Art. 4.52 - Garanzie
- Art. 4.53 - Danni alle opere
- Art. 4.54 - Morte o fallimento dei contraenti
- Art. 4.55 - Accordo bonario
- Art. 4.56 - Cause di forza maggiore
- Art. 4.57 - Definizione delle controversie

## **PARTE II°**

### **CAPITOLO 2 – QUALITA', PROVENIENZA E NORME DI ACCETTAZIONE DEI MATERIALI E DELLE FONITURE**

- Art. 5 – Accettazione, qualità e impiego dei materiali
- Art. 6 – Provvista dei materiali
- Art. 7 – Sostituzione dei luoghi di provenienza dei materiali previsti in contratto
- Art. 8 – Norme di riferimento
- Art. 9 – Ghiaia e pietrisco
  - 9.1. Requisiti per l'accettazione
  - 9.2. Norme per gli aggregati per confezione di calcestruzzi
  - 9.3. Norme per gli aggregati leggeri
- Art. 10 – Sabbia
- Art. 11 – Acqua
- Art. 12 – Additivi per impasti cementizi
  - 12.1. Generalità
  - 12.2. Calcestruzzo
    - 12.2.1. Additivi acceleranti
    - 12.2.2. Additivi ritardanti

- 12.2.3. Additivi antigelo
- 12.2.4. Additivi fluidificanti e superfluidificanti
- 12.2.5. Additivi aeranti
- 12.2.6. Agenti espansivi

12.3. Metodi di prova

Art. 13 – Malte

- 13.1. Malte tradizionali
- 13.2. Malte speciali
- 13.3. Metodi di prova delle malte cementizie

Art. 14 – Gesso

Art. 15 – Calci

Art. 16 – Cemento

- 16.1. Fornitura
- 16.2. Marchio di conformità
- 16.3. Metodi di prova

Art. 17 – Laterizi

- 17.1. Generalità
- 17.2. Requisiti
- 17.3. Accettazione e prove
- 17.4. Prove fisiche e prove chimiche
- 17.5. Elementi per murature
- 17.6. Elementi per solai
  - 17.6.1. Tavelle e tavelloni
  - 17.6.2. Tegole

Art. 18 – Manufatti di pietre naturali o ricostruite

- 18.1. Generalità
- 18.2. Marmo
- 18.3. Granito
- 18.4. Travertino
- 18.5. Pietra
- 18.6. Requisiti d'accettazione
- 18.7. Manufatti da lastre
- 18.8. Manufatti in spessore
- 18.9. Manufatti a spacco e sfaldo
- 18.10. Manufatti lapidei stradali
- 18.11. Prove d'accettazione

Art. 19 – Prodotti per pavimentazione

- 19.1. Generalità
- 19.2. Caratteristiche dei prodotti in legno per pavimentazione
- 19.3. Classificazione su metodo di formatura e assorbimento d'acqua delle piastrelle in ceramica
- 19.4. Prodotti in gomma per pavimentazioni
- 19.5. Prescrizioni dei prodotti in vinile
- 19.6. Prodotti di resina
- 19.7. Prodotti di calcestruzzo per pavimentazioni
  - 19.7.1. Mattonelle di cemento
  - 19.7.2. Masselli di calcestruzzo
- 19.8. Prodotti in pietre naturali
- 19.9. I prodotti tessili per pavimenti (moquettes)
- 19.10. Mattonelle di asfalto
- 19.11. Conglomerati bituminosi per pavimentazioni esterne

- 19.12. Prove di accettazione
- 19.13. Pavimenti sopraelevati modulari
- 19.14. Pavimentazioni sportive sintetiche
- 19.15. Rivestimenti resinosi
- 19.16. Accessibilità
- Art. 20 - Prodotti per rivestimenti interni ed esterni
  - 20.1. Caratteristiche
  - 20.2. Prodotti rigidi
    - 20.2.1. Piastrelle di ceramica
    - 20.2.2. Lastre di pietra naturale
    - 20.2.3. Elementi di metallo o materia plastica
    - 20.2.4. Lastre di cartongesso
    - 20.2.5. Lastre di fibrocemento ecologico
    - 20.2.6. Lastre di calcestruzzo
  - 20.3. Prodotti flessibili
    - 20.3.1. Carte da parati
    - 20.3.2. Rivestimenti tessili
    - 20.3.3. Norme di riferimento
  - 20.4. Prodotti fluidi o in pasta
    - 20.4.1. Intonaci
    - 20.4.2. Prodotti vernicianti
- Art. 21 – Sigillanti, adesivi e geotessili
  - 21.1. Sigillanti
  - 21.2. Adesivi
    - 21.2.1. Adesivi per strutture portanti in legno
    - 21.2.2. Adesivi per piastrelle
    - 21.2.3. Adesivi per rivestimenti ceramici
    - 21.2.4. Metodi di prova
  - 21.3. Geotessili
    - 21.3.1. Geotessili. Norme di riferimento
    - 21.3.2. Nontessuti. Norme di riferimento
- Art. 22 – Prodotti e materiali per pareti esterne e partizioni interne
  - 22.1. Generalità
  - 22.2. Prodotti a base di laterizio, calcestruzzo e similari
  - 22.3. Prodotti e i componenti per facciate continue
  - 22.4. Prodotti e componenti per partizioni interne prefabbricate
  - 22.5. Prodotti a base di cartongesso
  - 22.6. Blocchi di gesso
  - 22.7. Norme di riferimento
- Art. 23 – Prodotti per coperture discontinue (a falda)
  - 23.1. Definizioni
  - 23.2. Tegole e coppi in laterizio
  - 23.3. Tegole in cemento
  - 23.4. Le lastre di fibrocemento ecologico
  - 23.5. Lastre di materia plastica rinforzata
  - 23.6. Lastre di metallo
  - 23.7. Prodotti di pietra
  - 23.8. Normativa di riferimento
- Art. 24 – Impermeabilizzazioni e coperture piane
  - 24.1. Generalità
  - 24.2. Membrane
  - 24.3. Prodotti forniti in contenitori
  - 24.4. Membrane destinate a formare strati di schermo e/o barriera al vapore

#### 24.4.1. Caratteristiche di accettazione

- 24.5. Membrane destinate a formare strati di continuità, di diffusione o di egualizzazione della pressione di vapore
- 24.6. Membrane destinate a formare strati di tenuta all'aria
- 24.7. Membrane destinate a formare strati di tenuta all'acqua
- 24.8. Membrane destinate a formare strati di protezione
- 24.9. Membrane a base di elastomeri e di plastomeri
- 24.10. Prodotti forniti sotto forma di liquidi o paste
  - 24.10.1. Bitumi da spalmatura per impermeabilizzazioni
  - 24.10.2. Malte asfaltiche
  - 24.10.3. Asfalti colati
  - 24.10.4. Mastice di rocce asfaltiche
  - 24.10.5. Mastice di asfalto sintetico
  - 24.10.6. Prodotti fluidi o in pasta a base di polimeri organici
- 24.11. Altre norme di riferimento

#### Art. 25 – Acciaio per cemento armato

- 25.1. Requisiti principali
- 25.2. Acciai in barre tonde lisce
- 25.3. Acciai in barre ad aderenza migliorata
- 25.4. Caratteristiche meccaniche e tecnologiche
- 25.5. Prova di aderenza
- 25.6. Fili di acciaio trafilato o laminato a freddo di diametro compreso fra 5 e 12 mm
- 25.7. Reti e tralicci di acciaio elettrosaldati
- 25.8. Saldature
- 25.9. Deroga alle limitazioni dimensionali
- 25.10. Norme di riferimento

#### Art. 26 – Acciaio per cemento armato precompresso

- 26.1. Generalità
- 26.2. Composizione chimica
- 26.3. Controlli
- 26.4. Controlli in stabilimento
- 26.5. Controlli in cantiere o nel luogo di formazione dei cavi
- 26.6. Prodotti provenienti dall'estero
- 26.7. Requisiti
- 26.8. Condizioni degli acciai all'atto della posa in opera
- 26.9. Prelievo dei saggi
- 26.10. Marchiatura per identificazione
- 26.11. Cadute di tensione per rilassamento
- 26.12. Norme di riferimento

#### Art. 27 – Acciaio per strutture

- 27.1. Generalità
- 27.2. Acciaio laminato
- 27.3. Caratteristiche meccaniche
- 27.4. Controlli sui prodotti laminati
- 27.5. Acciaio per getti
- 27.6. Acciaio per strutture saldate
  - 27.6.1. Composizione chimica e grado di ossidazione degli acciai
  - 27.6.2. Fragilità alle basse temperature
- 27.7. Saldature
  - 27.7.1. Procedimenti di saldature
  - 27.7.2. Prove preliminari di qualifica dei procedimenti di saldatura
  - 27.7.3. Classi delle saldature
  - 27.7.4. Bulloni

27.7.5. Bulloni per giunzioni ad attrito

27.7.6. Chiodi

Art. 28 – Vetri

28.1. Norme di riferimento

28.2. Vetri di sicurezza. Prove

28.2.1. Prova d'urto

28.2.2. Prova di flessione

28.3. Applicazione delle lastre di vetro di sicurezza

Art. 29 – Prodotti a base di legno e strutture in legno

29.1. Generalità

29.2. Segati di legno

29.3. Pannelli a base di fibra di legno

29.4. Pannelli a base di particelle di legno

29.5. Pannelli di legno compensato e paniforti

29.6. Strutture in legno

29.6.1. Generalità

29.6.2. Prodotti e componenti

29.7. Legno lamellare incollato

29.8. Compensato

29.9. Altri pannelli derivati dal legno

Art. 30 – Infissi in legno e in metallo

30.1. Generalità. Definizioni

30.2. Forme. Luci fisse

30.3. Serramenti interni ed esterni

30.4. Schermi (tapparelle, persiane, antoni)

30.5. Accessibilità

30.6. Infissi esterni

30.7. Serramenti in acciaio

30.7.1. Materiali e norme di riferimento per l'accettazione

30.7.2. Finitura superficiale e verniciatura

30.7.3. Guarnizioni

30.7.4. Sigillanti

Art. 31 – Prodotti per assorbimento acustico

31.1. Definizioni

31.2. Classificazione dei materiali

31.3. Caratteristiche costruttive

31.4. Materiali fonoassorbenti che assumono la forma definitiva in opera

Art. 32 – Prodotti per isolamento acustico

32.1. Definizioni

32.2. Caratteristiche costruttive

32.3. Materiali fonoisolanti che assumono la forma definitiva in opera

32.4. Idoneità all'impiego

Art. 33 – Apparecchi sanitari

33.1. Terminologia, classificazione e limiti di accettazione

33.2. Requisiti

33.3. Rispondenza alle norme UNI

33.3.1. Lavabi, lavamani e lavelli da cucina

33.3.2. Vasi

- 33.3.3. Orinatoi
- 33.3.4. Bidè
- 33.3.5. Vasche da bagno
- 33.3.6. Piatti doccia e cabine doccia
- 33.4. Spazi minimi di rispetto degli apparecchi sanitari
  - 33.4.1. Spazi minimi
  - 33.4.2. Spazi minimi per soggetti portatori di handicap deambulanti e su sedia a ruote
  - 33.4.3. Avvolgimenti per la collocazione degli apparecchi sanitari
  - 33.4.4. Impugnature di sicurezza
  - 33.4.5. Casi di adeguamento
  - 33.4.6. Visitabilità

Art. 34 – Rubinetti sanitari

- 34.1. Categorie
- 34.2. Caratteristiche
- 34.3. Fornitura e stoccaggio
- 34.4. Tubi di raccordo rigidi e flessibili (per il collegamento tra i tubi di adduzione e la rubinetteria sanitaria)
- 34.5. Portatori di handicap
- 34.6. Norme di riferimento

Art. 35 – Scarichi di apparecchi sanitari

- 35.1. Generalità
- 35.2. Rubinetti a passo rapido, flussometri (per orinatoi, vasi e vuotatoi)
- 35.3. Cassette per l'acqua (per vasi, orinatoi e vuotatoi)

Art. 36 – Tubazioni gli impianti di adduzione dell'acqua e gas, fognature, ecc.

- 36.1. Tubazioni e raccordi
- 36.2. Tubi in acciaio
- 36.3. Tubi in rame
- 36.4. Tubi in policloruro di vinile PVC
- 36.5. Tubi in polietilene ad alta densità (PEAD)
- 36.6. Tubi in polietilene reticolato (PE-X)
- 36.7. Tubi in polipropilene (PP)
- 36.8. Tubi di piombo
- 36.9. Tubi in ghisa
- 36.10. Tubi ed elementi complementari di grès
- 36.11. Tubi in fibrocemento
- 36.12. Tubi in alluminio
- 36.13. Valvolame, valvole di non ritorno, pompe

### **CAPITOLO 3 – MODALITA' DI ESECUZIONE DELLE OPERE**

Art. 37 – Osservanza di leggi e norme tecniche

Art. 38 – Programma esecutivo dei lavori

Art. 39 – Oneri a carico dell'appaltatore. Impianto del cantiere, ordine dei lavori

- 39.1. Impianto del cantiere
- 39.2. Vigilanza del cantiere
- 39.3. Capisaldi di livellazione
- 39.4. Locali per uffici e per le maestranze
- 39.5. Attrezzature di pronto soccorso
- 39.6. Ordine dell'esecuzione dei lavori
- 39.7. Fornitura di notizie statistiche sull'andamento dei lavori
- 39.8. Cartelli indicatori
- 39.9. Oneri per pratiche amministrative

**Art. 40 – Prevenzione infortuni**

- 40.1. Norme vigenti
- 40.2. Accorgimenti antinfortunistici e viabilità
- 40.3. Dispositivi di protezione

**Art. 41 – Demolizioni**

- 41.1. Interventi preliminari
- 41.2. Sbarramento della zona di demolizione
- 41.3. Idoneità delle opere provvisoriale
- 41.4. Ordine delle demolizioni. Programma di demolizione
- 41.5. Allontanamento e /o deposito delle materie di risulta
- 41.6. Proprietà degli oggetti ritrovati
- 41.7. Proprietà dei materiali da demolizione
- 41.8. Demolizione per rovesciamento

**Art. 42 – Scavi e sbancamenti in generale**

- 42.1. Ricognizione
- 42.2. Viabilità nei cantieri
- 42.3. Splanteamento e sbancamento
- 42.4. Scavo a sezione obbligata: pozzi, scavi e cunicoli
- 42.5. Scavi in presenza d'acqua. Prosciugamento
- 42.6. Impiego di esplosivi
- 42.7. Deposito di materiali in prossimità degli scavi
- 42.8. Presenza di gas negli scavi
- 42.9. Sistemazione di strade, accessi e ripristino passaggi
- 42.10. Smacchiamento dell'area
- 42.11. Allontanamento delle acque superficiali o di infiltrazione

**Art. 43 – Divieti per l'appaltatore dopo l'esecuzione degli scavi****Art. 44 – Riparazione di sottoservizi****Art. 45 – Rilevati e rinterri****Art. 46 – Paratie e diaframmi**

- 46.1. Generalità
- 46.2. Palancole infisse
  - 46.2.1. Paratie a palancole metalliche infisse
  - 46.2.2. Paratia a palancole prefabbricate in calcestruzzo armato centrifugato
- 46.3. Paratie costruite in opera
  - 46.3.1. Paratie a pali in calcestruzzo armato di grosso diametro accostati
  - 46.3.2. Diaframmi in calcestruzzo armato
  - 46.3.3. Prove e verifiche sul diaframma

**Art. 47 – Fondazioni dirette**

- 47.1. Scavi di fondazione
- 47.2. Controllo della rispondenza tra la caratterizzazione geotecnica assunta in progetto e la situazione effettiva

**Art. 48 – Pali**

- 48.1. Pali di legno infissi
- 48.2. Pali di conglomerato cementizio armato
- 48.3. Pali costruiti in opera
  - 48.3.1. Pali speciali di conglomerato cementizio costruiti in opera (tipo Simplex, Franki, ecc.)
  - 48.3.2. Pali trivellati in cemento armato
  - 48.3.3. Pali trivellati di piccolo diametro di malta cementizia iniettata e armatura metallica
  - 48.3.4. Pali jet grouting

**Art. 49 – Opere e strutture di muratura**

- 49.1. Malte per murature
- 49.2. Criteri generali per l'esecuzione
- 49.3. Tipologie e caratteristiche tecniche
- 49.4. Facce a vista delle murature di pietrame
- 49.5. Spessore minimo dei muri
- 49.6. Cordoli di piano
- 49.7. Muratura armata
  - 49.7.1. Oggetto e ambito di applicazione
  - 49.7.2. Concezione strutturale dell'edificio
  - 49.7.3. Dettagli costruttivi
- 49.8. Murature e riempimenti in pietrame a secco – Vespai
  - 49.8.1. Murature in pietrame a secco
  - 49.8.2. Vespai e intercapedini
- 49.9. Murature formate da elementi resistenti artificiali
  - 49.9.1. Caratteristiche meccaniche della muratura
  - 49.9.2. Resistenza caratteristica a compressione
  - 49.9.3. Determinazione della resistenza caratteristica a compressione in base alle caratteristiche dei componenti
  - 49.9.4. Resistenza caratteristica a taglio
  - 49.9.5. Determinazione della resistenza caratteristica a taglio in base alle caratteristiche dei componenti
- 49.10. Murature formate da elementi resistenti naturali
  - 49.10.1. Resistenza caratteristica a compressione della muratura
- 49.11. Incatenamenti orizzontali interni
- 49.12. Collegamenti

**Art. 50 – Costruzione delle volte****Art. 51 – Calcestruzzo leggero strutturale e per strutture in c.a. normale. Calcestruzzo aerato autoclavato**

- 51.1. Calcestruzzo leggero strutturale
  - 51.1.1. Definizioni
  - 51.1.2. Aggregato leggero
  - 51.1.3. Composizione del calcestruzzo
  - 51.1.4. Confezione e posa del calcestruzzo
  - 51.1.5. Proprietà del calcestruzzo indurito
- 51.2. Calcestruzzo per strutture in c.a. normale
  - 51.2.1. Trasporto e consegna
  - 51.2.2. Getto
  - 51.2.3. Vibrazione e compattazione
  - 51.2.4. Stagionatura e protezione – Fessurazione superficiale
  - 51.2.5. Maturazione accelerata a vapore
  - 51.2.6. Disarmo delle strutture
  - 51.2.7. Casseforme e puntelli

**Tabella 51.2 - Legname per carpenteria**

- 51.2.8. Disarmanti
- 51.3. Protezione dei materiali metallici contro la corrosione

**Art. 52 – Cemento armato precompresso**

- 52.1. Compattazione dei getti
- 52.2. Spessore di ricoprimento delle armature di precompressione
- 52.3. Testate di ancoraggio dell'armatura di precompressione
- 52.4. Posa delle barre, dei cavi e loro messa in opera
  - 52.4.1. Operazioni di tiro
  - 52.4.2. Protezione dei cavi e iniezioni

**Art. 53 – Armature minime degli elementi strutturali in c.a**

- 53.1. Pilastri

- 53.2. Travi normali di strutture intelaiate
- 53.3. Nodi trave-pilastro
- 53.4. Pareti
- 53.5. Travi di collegamento tra pareti
- 53.6. Solai

Art. 54 – Dimensioni minime degli elementi strutturali in c.a

- 54.1. Riferimenti normativi
  - 54.1.1. Pilastri
  - 54.1.2. Travi normali di strutture intelaiate
  - 54.1.3. Nodi trave-pilastro
  - 54.1.4. Pareti
  - 54.1.5. Travi di collegamento tra pareti
  - 54.1.6. Solai (D.M. 9 gennaio 1996)

Art. 55 – Solai misti di c.a. e c.a.p. e blocchi forati in laterizio

- 55.1. Classificazione
- 55.2. Prescrizioni generali
- 55.3. Requisiti di accettazione prove e controlli
  - 55.3.1. Spessore delle pareti e dei setti
  - 55.3.2. Caratteristiche fisico-meccaniche
  - 55.3.3. Integrità dei blocchi
  - 55.3.4. Controlli di qualità dei blocchi in laterizio
- 55.4. Progettazione (prescrizioni regolamentari)
  - 55.4.1. Spessore minimo dei solai
  - 55.4.2. Spessore minimo della soletta
  - 55.4.3. Larghezza e interasse delle nervature
  - 55.4.4. Armatura trasversale
  - 55.4.5. Armatura longitudinale
  - 55.4.6. Armatura per il taglio
- 55.5. Esecuzione (prescrizioni regolamentari)
  - 55.5.1. Protezione delle armature
  - 55.5.2. Bagnatura degli elementi
  - 55.5.3. Caratteristiche degli impasti per elementi prefabbricati
  - 55.5.4. Blocchi
  - 55.5.5. Allineamenti e forzature
  - 55.5.6. Conglomerati per i getti in opera
  - 55.5.7. Modalità di getto
  - 55.5.8. Solidarizzazione tra intonaci e superfici di intradosso
- 55.6. Disposizioni aggiuntive per travetti di solaio precompressi prefabbricati per la realizzazione di solai con blocchi di laterizio
  - 55.6.1. Elementi con armatura pre-tesa
  - 55.6.2. Getti in opera

Art. 56 – Solai misti di c.a. e c.a.p. e blocchi diversi dal laterizio

- 56.1. Classificazione e prescrizioni generali
- 56.2. Blocchi collaboranti
- 56.3. Blocchi non collaboranti
- 56.4. Verifiche di rispondenza
- 56.5. Spessori minimi

Art. 57 – Solai realizzati con l'associazione di elementi

in c.a. e c.a.p. prefabbricati con unioni e/o getti di completamento

- 57.1. Solidarizzazione tra gli elementi del solaio
- 57.2. Altezza minima del solaio
- 57.3. Solai alveolari
- 57.4. Solai con getto di completamento

**Art. 58 – Solai in legno**

- 58.1. Generalità
  - 58.1.1. Solai a orditura semplice
  - 58.1.2. Solai a orditura composta
- 58.2. Interventi di consolidamento dei solai in legno
  - 58.2.1. Interventi di irrigidimento
  - 58.2.2. Interventi sulle travi portanti
  - 58.2.3. Interventi sugli appoggi
  - 58.2.4. Consolidamento delle travi

**Art. 59 – Solai in ferro e tavelloni**

- 59.1. Solai con tavelloni
- 59.2. Tavelle e tavelloni
- 59.3. Solai a orditura semplice
- 59.4. Solai a orditura composta
- 59.5. Consolidamento di solai in acciaio e laterizio
  - 59.5.1. Sostituzione degli elementi in laterizio
  - 59.5.2. Irrigidimento e rafforzamento mediante soletta in calcestruzzo armato
  - 59.5.3. Irrigidimento e rafforzamento del solaio mediante intervento sulle travi
  - 59.5.4. Intervento sull'ancoraggio delle travi nei muri perimetrali
  - 59.5.5. Inserimento di solaio con la tecnica grip-round

**Art. 60 – Esecuzione coperture continue (piane)**

- 60.1. Definizioni
- 60.2. Realizzazione degli strati
- 60.3. Compiti del direttore dei lavori

**Art. 61 – Esecuzione coperture discontinue (a falda)**

- 61.1. Generalità
- 61.2. Strati funzionali
- 61.3. Realizzazione degli strati
- 61.4. Compiti del direttore dei lavori

**Art. 62 – Opere di impermeabilizzazione**

- 62.1. Definizioni
- 62.2. Categorie di impermeabilizzazioni
- 62.3. Realizzazione
- 62.4. Compiti del direttore dei lavori

**Art. 63 – Esecuzione delle pareti esterne e partizioni interne**

- 63.1. Definizioni
- 63.2. Strati funzionali

**Art. 64 – Sistemi per rivestimenti interni ed esterni**

- 64.1. Definizioni
- 64.2. Sistemi realizzati con prodotti rigidi
- 64.3. Sistemi realizzati con prodotti flessibili
- 64.4. Sistemi realizzati con prodotti fluidi
- 64.5. Compiti del direttore dei lavori

**Art. 65 – Opere di vetratura e serramentistica**

- 65.1. Definizioni
- 65.2. Realizzazione
- 65.3. Posa in opera dei serramenti
- 65.4. Compiti del direttore dei lavori

Art. 66 – Esecuzione delle pavimentazioni

- 66.1. Definizioni
- 66.2. Strati funzionali
- 66.3. Realizzazione degli strati
- 66.4. Materiali
- 66.5. Compiti del direttore dei lavori

Art. 67 – Regole pratiche di progettazione ed esecuzione per le strutture in acciaio

- 67.1. Composizione degli elementi strutturali
  - 67.1.1. Spessori limite
  - 67.1.2. Impiego di ferri piatti
  - 67.1.3. Variazioni di sezione
  - 67.1.4. Giunti di tipo misto
- 67.2. Unioni chiodate
  - 67.2.1. Chiodi e forni normali
  - 67.2.2. Diametri normali
  - 67.2.3. Scelta dei chiodi in relazione agli spessori da unire
  - 67.2.4. Interasse dei chiodi e distanza dai margini

Art. 68 – Unioni con bulloni normali e saldate

- 68.1. Bulloni
- 68.2. Diametri normali
- 68.3. Interasse dei bulloni e distanza dai margini
- 68.4. Unioni ad attrito
- 68.5. Diametri normali
- 68.6. Interasse dei bulloni e distanza dai margini
- 68.7. Unioni saldate

Art. 69 – Modalità esecutive per le unioni di strutture in acciaio

- 69.1. Unioni chiodate
- 69.2. Unioni ad attrito
- 69.3. Unioni saldate
- 69.4. Unioni per contatto
- 69.5. Prescrizioni particolari

Art. 70 – Piastre o apparecchi di appoggio

- 70.1. Basi di colonne
- 70.2. Appoggi metallici (fissi e scorrevoli)
- 70.3. Appoggi di gomma
- 70.4. Appoggio delle piastre di base

Art. 71 – Travi a parete piena e reticolari

- 71.1. Travi chiodate
- 71.2. Travi saldate
- 71.3. Nervature dell'anima
- 71.4. Travi reticolari

Art. 72 – Verniciatura e zincatura di strutture in acciaio

Art. 73 – Strutture in legno

- 73.1. Adesivi
- 73.2. Elementi di collegamento meccanici
- 73.3. Disposizioni costruttive e controllo dell'esecuzione
  - 73.3.1. Generalità

Art. 74 – Dimensioni minime delle unità ambientali per l'accessibilità e la visitabilità

- 74.1. Balconi e terrazze
- 74.2. Percorsi orizzontali e corridoi
- 74.3. Rampe
- 74.4. Marciapiedi
- 74.5. Scale

Art. 75 – Edifici in muratura. Provvedimenti tecnici di intervento

- 75.1. Generalità
- 75.2. Pareti murarie
- 75.3. Applicazione di tiranti
- 75.4. Iniezioni di miscele leganti
- 75.5. Applicazione di lastre e reti metalliche elettrosaldate
- 75.6. Inserimento di cordoli e pilastri
- 75.7. Archi e volte
- 75.8. Solai
- 75.9. Scale
- 75.10. Coperture
- 75.11. Fondazioni

Art. 76 – Consolidamenti di edifici in cemento armato. Provvedimenti tecnici d'intervento

- 76.1. Generalità
- 76.2. Strutture in elevazione
  - 76.2.1. Iniezioni con miscele leganti
  - 76.2.2. Ripristino localizzato con conglomerati
  - 76.2.3. Ripristino e rinforzo dell'armatura metallica
  - 76.2.4. Cerchiature di elementi strutturali
  - 76.2.5. Integrazioni di armatura con l'applicazione di lamiera metalliche
- 76.3. Fondazioni

Art. 77 – Decorazioni, tinteggiature, verniciature, tappezzerie

- 77.1. Decorazioni
- 77.2. Tinteggiature e verniciature
- 77.3. Tappezzerie

## **CAPITOLO 4 - IMPIANTI**

Art. 78 – Impianti idrico sanitari

- 78.1. Prescrizioni normative
- 78.2. Contatori per acqua
  - 78.2.1. Contatori per acqua fredda
  - 78.2.2. Contatori per acqua calda
- 78.3. Criteri di esecuzione
  - 78.3.1. Posa in opera delle tubazioni
  - 78.3.2. Ancoraggi delle tubazioni a vista
  - 78.3.3. Pulizia e disinfezione della rete idrica e dei serbatoi
- 78.4. Isolamento termico
  - 78.4.1. Materiali isolanti
- 78.5. Protezione contro le corrosioni
  - 78.5.1. Generalità
  - 78.5.2. Mezzi impiegabili per la protezione passiva
  - 78.5.3. Mezzi impiegabili per la protezione attiva
  - 78.5.4. Protezione passiva e attiva
- 78.6. Rete di ventilazione
  - 78.6.1. Sistemi di aerazione delle reti di ventilazione
  - 78.6.2. Materiali ammessi
  - 78.6.3. Requisiti minimi delle tubazioni di ventilazione

- 78.7. Rete di scarico delle acque di rifiuto
  - 78.7.1. Generalità. Classificazioni
  - 78.7.2. Materiali
  - 78.7.3. Criteri di esecuzione
  - 78.7.4. Diramazioni di scarico
- Max numero unità di scarico con pendenza
  - 78.7.5. Colonne di scarico
  - 78.7.6. Collettori di scarico
  - 78.7.7. Dispositivo a chiusura idraulica
  - 78.7.8. Pozzetti di ispezioni
- 78.8. Rete di scarico delle acque piovane. Canali di gronda e pluviali
  - 78.8.1. Generalità
  - 78.8.2. Materiali e criteri di esecuzione
  - 78.8.3. Canali di gronda
  - 78.8.4. Pluviali
  - 78.8.5. Collettori di scarico
- Pendenza del collettore
  - 78.8.6. Pozzetto a chiusura idraulica
  - 78.8.7. Compiti del direttore dei lavori
  - 78.8.8. Norme di riferimento
  - 78.8.9. Pompe
- 78.9. Prove e verifiche
  - 78.9.1. Generalità
  - 78.9.2. Prova di tenuta idraulica delle reti di distribuzione
  - 78.9.3. Prova di portata rete acqua fredda
  - 78.9.4. Prova idraulica a caldo
  - 78.9.5. Prova di erogazione di acqua calda
  - 78.9.6. Prova di circolazione e coibentazione delle reti di distribuzione di acqua calda a erogazione nulla
  - 78.9.7. Prova di efficienza della rete di ventilazione secondaria
  - 78.9.8. Verifica del livello del rumore
- Art. 79 – Impianti di adduzione del gas
  - 79.1. Generalità
  - 79.2. Norme per impianti a gas di rete: progettazione, installazione, manutenzione
  - 79.3. Condotte di distribuzione del gas. Tubi
  - 79.4. Tubi di acciaio
  - 79.5. Tubi di rame
  - 79.6. Tubi di polietilene
  - 79.7. Giunzioni, raccordi e pezzi speciali, valvole
    - 79.7.1. Tubazioni in acciaio
    - 79.7.2. Tubazioni in rame
    - 79.7.3. Tubazioni in polietilene
  - 79.8. Posa in opera
  - 79.9. Particolarità costruttive e divieti
  - 79.10. Modalità di posa in opera all'esterno dei fabbricati
    - 79.10.1. Posa in opera interrata
    - 79.10.2. Posa in opera in vista
    - 79.10.3. Posa in opera in canaletta
  - 79.11. Modalità di posa in opera all'interno dei fabbricati
    - 79.11.1. Posa in opera in appositi alloggiamenti
  
    - 79.11.2. Posa in opera in guaina
  - 79.12. Gruppo di misurazione. Contatore
  - 79.13. Prova di tenuta idraulica

**Art. 80 – Impianti termici**

- 80.1. Impianti termici alimentati con gas combustibile
  - 80.1.1. Norme di riferimento
  - 80.1.2. Norme per impianti a gas di rete: progettazione, installazione, manutenzione
  - 80.1.3. Dispositivi di sorveglianza di fiamma. Termostati. Norme UNI
  - 80.1.4. Bruciatori e caldaie
  - 80.1.5. Valvole automatiche di sezionamento Rubinetti. Norme UNI
  - 80.1.6. Criteri di verifica dei requisiti di sicurezza e sistemi di sicurezza
  - 80.1.7. Locali di installazione di apparecchi per la climatizzazione di edifici e ambienti, per la produzione centralizzata di acqua calda, acqua surriscaldata e/o vapore
  - 80.1.8. Locali di installazione di impianti cucina e lavaggio stoviglie
- 80.2. Impianti di riscaldamento alimentati a combustibile liquido
  - 80.2.1. Definizioni
  - 80.2.2. Bruciatori
  - 80.2.3. Sistema di alimentazione del bruciatore
  - 80.2.4. Serbatoi per combustibili liquidi (gasolio e olio combustibile)
  - 80.2.5. Dispositivi di dotazione
- 80.3. Generatori di calore ad acqua calda
  - 80.3.1. Norme di riferimento
  - 80.3.2. Dispositivi di sicurezza

**Art. 81 - Requisiti, dimensionamento e caratteristiche degli impianti termici e dei locali**

- 81.1. Generalità
- 81.2. Requisiti dei locali della centrale termica e del deposito combustibili
- 81.3. Pompe di circolazione
- 81.4. Apparecchi indicatori
- 81.5. Coibentazione delle reti di distribuzione dei fluidi caldi
- 81.6. Sistema di termoregolazione
- 81.7. Camini
  - 81.7.1. Caratteristiche geometriche
  - 81.7.2. Caratteristiche costruttive
  - 81.7.3. Canali da fumo
  - 81.7.4. Dispositivi accessori per camini e canali da fumo. Depuratori di fumo
- 81.8. Sistemi di espansione
  - 81.8.1. Vaso di espansione aperto
  - 81.8.2. Vaso di espansione chiuso
- 81.9. Unità terminali a convenzione naturale
  - 81.9.1. Radiatori
  - 81.9.2. Piastre radianti
  - 81.9.3. Tubi alettati
  - 81.9.4. Termoconvettori
  - 81.9.5. Pannelli radianti
- 81.10. Verifiche e prove
  - 81.10.1. Verifiche preliminari e prove
  - 81.10.2. Tempi di collaudo
  - 81.10.3. Caratteristiche dei locali
  - 81.10.4. Valore della temperatura esterna. Misurazioni
  - 81.10.5. Valore della temperatura interna. Misurazioni. Sfasamento tra le misurazioni delle temperature esterna e interna
  - 81.10.6. Temperatura media di mandata e di ritorno dell'acqua
- 81.11. Collaudo del generatore di calore
  - 81.11.1. Controllo del grado di fumosità. Limiti delle emissioni
  - 81.11.2. Misura della percentuale di anidride carbonica (CO<sub>2</sub>)
  - 81.11.3. Temperatura dei fumi
  - 81.11.4. Rendimento della combustione

**Art. 82 – Impianti di climatizzazione**

- 82.1. Riferimenti legislativi e normativi
- 82.2. Requisiti dell'impianto di climatizzazione
- 82.3. Sistemi di climatizzazione
- 82.4. Componenti degli impianti climatizzazione
- 82.5. Gruppi frigoriferi
- 82.6. Raffreddamento del gruppo frigorifero
- 82.7. Circolazione dei fluidi
  - 82.7.1. Pompe di circolazione
  - 82.7.2. Ventilatori
- 82.8. Distribuzioni dei fluidi termovettori
  - 82.8.1. Tubazioni
  - 82.8.2. Canalizzazioni
- 82.9. Apparecchi per la climatizzazione
  - 82.9.1. Gruppi di trattamento dell'aria (condizionatori)
  - 82.9.2. Unità terminali a convezione forzata – Ventilconvettori
  - 82.9.3. Induttori
  - 82.9.4. Espansione dell'acqua dell'impianto
  - 82.9.5. Regolazioni automatiche. Tolleranze massime
  - 82.9.6. Alimentazione e scarico dell'impianto
  - 82.9.7. Verifiche del direttore dei lavori

**Art. 83 – Impianti elettrici**

- 83.1. Materiali e prescrizione di qualità dei materiali elettrici
  - 83.1.1. Oneri specifici per l'appaltatore
  - 83.1.2. Modalità di esecuzione degli impianti
- 83.2. Conduttori degli impianti elettrici
- 83.3. Tubazioni, cavidotti, scatole e pozzetti
- 83.4. Isolamento e sezioni minime dei conduttori
- 83.5. Parti dell'impianto di terra
  - 83.5.1. Raccomandazioni
  - 83.5.2. Prescrizioni particolari per locali da bagno. Divisione in zone e apparecchi ammessi
  - 83.5.3. Protezioni contro i contatti diretti in ambienti pericolosi
  - 83.5.4. Coordinamento dell'impianto di terra con dispositivi di interruzione
  - 83.5.5. Impianto di protezione contro le scariche atmosferiche
  - 83.5.6. Protezione delle condutture elettriche
  - 83.5.7. Protezione dal fuoco
  - 83.5.8. Problemi connessi allo sviluppo di gas tossici e corrosivi
- 83.6. Apparecchi e componenti
  - 83.6.1. Norme relative agli interruttori automatici a bassa tensione
  - 83.6.2. Interruttori differenziali (“salvavita”)
  - 83.6.3. Fusibili e portafusibili
  - 83.6.4. Quadri elettrici di distribuzione principale
- 83.7. Verifiche dell'impianto
  - 83.7.1. Generalità
  - 83.7.2. Esame a vista
- 83.8. Prove di verifica e controlli
  - 83.8.1. Prova della continuità dei conduttori di protezione
  - 83.8.2. Prova di funzionamento alla tensione nominale
  - 83.8.3. Prova d'intervento dei dispositivi di sicurezza e di riserva
  - 83.8.4. Prova d'intervento degli interruttori differenziali
  - 83.8.5. Misura della resistenza d'isolamento dell'impianto
  - 83.8.6. Misura della resistenza del dispersore
  - 83.8.7. Misura dell'impedenza totale dell'anello di guasto
  - 83.8.8. Misura della resistenza di corto circuito tra fase e neutro
  - 83.8.9. Misura della caduta di tensione

83.8.10. Misura dei segnali in uscita alle prese TV

83.8.11. Calcoli di controllo

83.9. Generalità sulle condizioni di integrazione degli impianti elettrici, ausiliari e telefonici nell'edificio

Art. 84 – Impianti di illuminazione. Verifiche illuminotecniche

84.1. Esami a vista

84.2. Impianti di illuminazione interna

84.2.1. Misura dell'illuminamento medio e dell'uniformità

84.2.2. Misura di luminanza nel campo visivo

84.2.3. Abbagliamento

84.2.4. Misura del contrasto

84.3. Impianti di illuminazione esterna

84.3.1. Misura dell'abbagliamento

84.3.2. Misura del colore della luce

Art. 85 – Ascensori e piattaforme elevatrici

85.1. Norme sugli ascensori

85.2. Considerazioni generali e osservazioni preliminari

85.2.1. Considerazioni generali

85.2.2. Osservazioni preliminari

85.3. Cabina

85.4. Elementi di sospensione e elementi di sostegno

85.5. Controllo delle sollecitazioni (compresa la velocità eccessiva)

85.6. Motore

85.7. Comandi

85.8. Rischi per le persone al di fuori della cabina

85.9. Rischi per le persone nella cabina

85.10. Altri rischi

85.11. Marcatura

85.12. Istruzioni per l'uso

85.13. Marcatura CE di conformità

85.14. Componenti di sicurezza

85.15. Requisiti degli ascensori per i soggetti portatori di handicap

85.16. Piattaforme elevatrici

Art. 86 – Impianti di antieffrazione e antintrusione

86.1. Norme di riferimento

86.2. Prove sulle apparecchiature

86.3. Caratteristiche tecniche degli impianti

86.4. Verifiche

86.5. Istruzioni per la manutenzione

## **CAPITOLO 5 – SISTEMAZIONI ESTERNE**

Art. 87 – Opere stradali

87.1. Carreggiate

87.1.1. Preparazione del sottofondo

87.1.2. Costipamento del terreno in sito

87.1.3. Modificazione della umidità in sito

87.2. Fondazioni

87.2.1. Fondazione in pietrame e ciottolati

87.2.2. Fondazione in ghiaia o pietrisco e sabbia

87.3. Massicciata

87.3.1. Cilindratura delle massicciate

87.4. Massicciata in misto granulometrico a stabilizzazione meccanica

87.5. Norme per la costruzione di sovrastrutture in terra stabilizzata con cemento

87.6. Norme per la costruzione di sovrastrutture in terra stabilizzata con legante bituminoso

87.7. Rete a maglie saldate in acciaio per armature di fondazioni o pavimentazioni in conglomerato cementizio

Art. 88 – Studi preliminari e modalità delle prove di laboratorio e in sito

Art. 89 – Fondazioni stradali in conglomerato cementizio

Art. 90 – Bitumi

90.1. Trattamento superficiale con bitume a caldo

90.2. Trattamenti superficiali a semipenetrazione con catrame

90.3. Trattamento a semipenetrazione con due mani di bitume a caldo

90.4. Trattamento a penetrazione con bitume a caldo

90.5. Manti eseguiti mediante conglomerati bituminosi semiaperti

90.6. Manti sottili eseguiti mediante conglomerati bituminosi chiusi

Art. 91 – Pavimentazione in conglomerato cementizio

91.1. Generalità

91.2. Cordoli in calcestruzzo

91.3. Cordoni in pietra

Art. 92 – Lastricati e pavimentazioni in blocchetti di porfido

92.1. Lastricati

92.2. Pavimenti in cubetti di porfido

Art. 93 – Pavimentazioni diverse

93.1. Generalità

93.2. Acciottolati e selciati

93.2.1. Acciottolati

93.2.2. Selciati

Art. 94 – Pozzetti per la raccolta delle acque stradali. Caditoie

94.1. Pozzetti per la raccolta delle acque stradali

94.2. Caditoie stradali

Art. 95 – Barriere stradali di sicurezza

95.1. Generalità

95.2. Classificazione

95.3. Conformità delle barriere e dei dispositivi

95.4. Classificazione delle barriere e dei dispositivi di ritenuta speciali

95.5. Barriere di sicurezza in acciaio zincato

Art. 96 – Opere a verde

96.1. Preparazione delle buche e dei fossi

96.2. Terra da coltivo riportata

96.3. Substrati di coltivazione

96.4. Concimi organici e minerali

96.4.1. Concimi organici

96.4.2. Concimi minerali

96.5. Acqua per innaffiamento

96.6. Messa a dimora di piante

96.6.1. Generalità

96.6.2. Pali di sostegno, ancoraggi e legature

- 96.6.3. Protezione delle piante
- 96.7. Tappeti erbosi in strisce e zolle

## **CAPITOLO 6 – PROVE E VERIFICHE**

### Art. 97 – Controlli regolamentari sul conglomerato cementizio

- 97.1. Resistenza caratteristica
- 97.2. Controlli di qualità del conglomerato
- 97.3. Valutazione preliminare della resistenza caratteristica
- 97.4. Controllo di accettazione
  - 97.4.1. Controllo Tipo A.
  - 97.4.2. Controllo Tipo B
  - 97.4.3. Prescrizioni comuni per entrambi i criteri di controllo
- 97.5. Prove complementari
- 97.6. Prelievo ed esecuzione della prova a compressione
  - 97.6.1. Prelievo di campioni
  - 97.6.2. Dimensioni dei provini
  - 97.6.3. Confezionamento dei provini
  - 97.6.4. Caratteristiche delle casseformi calibrate per provini
  - 97.6.5. Marcatura dei provini
  - 97.6.6. Stagionatura
  - 97.6.7. Verbale di prelievo di campioni di calcestruzzo in cantiere
  - 97.6.8. Domanda di prova al laboratorio ufficiale prove
  - 97.6.9. Resoconto della prova di compressione

### Art. 98 – Controlli sul calcestruzzo fresco

- 98.1. Prove per la misura della consistenza
- 98.2. Controllo della composizione del calcestruzzo fresco
- 98.3. Determinazione della quantità d'acqua d'impasto essudata (Bleeding)

### Art. 99 – Altri controlli sul calcestruzzo in corso d'opera

- 99.1. Misura dell'indice di maturità del calcestruzzo
- 99.2. Prova BRE (Building Research Establishment)
- 99.3. Misura del ritiro idraulico/rigonfiamento del calcestruzzo
- 99.4. Valori ammissibili per il ritiro
- 99.5. Misura della permeabilità

### Art. 100 – Altri controlli sul calcestruzzo indurito

- 100.1. Controlli distruttivi
  - 100.1.1. Prove di trazione diretta
  - 100.1.2. Prova di trazione indiretta o prova brasiliana
  - 100.1.3. Prova a trazione per flessione
  - 100.1.4. Misura del modulo di elasticità
  - 100.1.5. Carotaggio
  - 100.1.6. Metodo di estrazione (Pull-Out)
  - 100.1.7. Prova di aderenza (Pull-Off)
  - 100.1.8. Metodo di penetrazione (Sonda Windsor)
- 100.2. Controlli non distruttivi
  - 100.2.1. Prove sclerometriche
  - 100.2.2. Rilievi microsismici o a ultrasuoni
  - 100.2.3. Controlli con ultrasuoni
  - 100.2.4. Metodo delle correnti indotte
- 100.3. Prodotti e sistemi per la protezione e la riparazione delle strutture di calcestruzzo

### Art. 101 – Rilevazione del copriferro, posizione e diametro dei ferri in strutture in c.a.

Art. 102 – Controlli sulle armature per strutture in c.a.

- 102.1. Modalità di prelievo e metodi di prova
- 102.2. Controlli in stabilimento
- 102.3. Prodotti provenienti dall'estero
- 102.4. Controlli in cantiere o nel luogo di lavorazione delle barre
- 102.5. Tolleranze.
- 102.6. Marchiatura per identificazione

Art. 103 – Collaudo statico di strutture in c.a

Art. 104 – Murature

- 104.1. Determinazione sperimentale della resistenza a compressione degli elementi resistenti artificiali
- 104.2. Determinazione sperimentale della resistenza a compressione degli elementi resistenti naturali
- 104.3. Modalità per la determinazione della resistenza a compressione degli elementi resistenti artificiali
  - 104.3.1. Resistenza a compressione nella direzione dei carichi verticali.
  - 104.3.2. Resistenza a compressione nella dir. ortogonale a quella dei carichi verticali e nel piano della muratura.
- 104.4. Resistenza a compressione degli elementi in pietra
- 104.5. Determinazione sperimentale della resistenza a compressione e della resistenza a taglio della muratura
  - 104.5.1. Generalità
  - 104.5.2. Resistenza a compressione della muratura
  - 104.5.3. Caratteristiche dei provini
  - 104.5.4. Resistenza a taglio della muratura in assenza di carichi verticali.
- 104.6. Prove non distruttive sulle murature in situ
  - 104.6.1. Generalità
  - 104.6.2. Termografia
  - 104.6.3. Indagine radar
  - 104.6.4. Metodi vibrazionali per la verifica dello stato tensionale nelle catene
  - 104.6.5. Determinazione delle caratteristiche meccaniche delle murature mediante martinetti piatti

Art. 105 – Collaudo statico degli edifici in muratura

Art. 106 – Prove e controlli su opere di sostegno e di fondazione

- 106.1. Prove di carico su pali di fondazione
  - 106.1.1. Prove di carico orizzontale
  - 106.1.2. Prove di carico verticale
- 106.2. Controlli non distruttivi sui pali di fondazione
  - 106.2.1. Prova di ammettenza meccanica verticale
  - 106.2.2. Prove di eco sonico
  - 106.2.3. Metodo cross-hole
  - 106.2.4. Carotaggio sonico
  - 106.2.5. Metodo CASE
  - 106.2.6. Metodo SIMBAT
  - 106.2.7. Metodo del profilo di impedenza
  - 106.2.8. Metodo microsismico di trasparenza (MST)

Art. 107 – Controlli non distruttivi sulle strutture in acciaio

- 107.1. Generalità
- 107.2. Prove preliminari di qualifica dei procedimenti di saldatura
- 107.3. Classi delle saldature
- 107.4. Controllo di qualità delle strutture saldate
- 107.5. Difetti delle saldature
  - 107.5.1. Cricche
  - 107.5.2. Difetti esterni o di profilo
  - 107.5.3. Pericolosità e criteri di accettabilità dei difetti
- 107.6. Controlli non distruttivi

- 107.6.1. Metodo dei liquidi penetranti
- 107.6.2. Metodo magnetico
- 107.6.3. Metodo ultrasonico
- 107.6.4. Metodo radiografico
- 107.7. Strutture imbullonate
  - 107.7.1. Esecuzione e controllo delle unioni

Art. 108 – Controllo sulle strutture in legno massiccio e lamellare

- 108.1. Prove
- 108.2. Controlli non distruttivi
- 108.3. Norme di riferimento

Art. 109 – Prove su infissi

- 109.1. Infissi in legno
- 109.2. Infissi in metallo

## **CAPITOLO 7 – NORME PER LA MISURAZIONE E VALUTAZIONE DEI LAVORI**

Art. 110 – Scavi

- 110.1. Scavi di sbancamento
- 110.2. Scavi di fondazione o in trincea
- 110.3. Scavi subacquei
- 110.4. Scavi di gallerie, cunicoli e pozzi
- 110.5. Oneri aggiunti per gli scavi
- 110.6. Misurazione degli scavi
- 110.7. Disfacimenti e ripristini di massicciate e pavimentazioni stradali

Art. 111 – Rilevati, rinterri e vespai

- 111.1. Rilevati
- 111.2. Rinterri
- 111.3. Preparazione del piani di posa dei rilevati
- 111.4. Riempimento con misto granulare
- 111.5. Paratie di calcestruzzo armato
- 111.6. Vespai

Art. 112 – Demolizioni, dismissioni e rimozioni

- 112.1. Demolizioni di tramezzi
- 112.2. Demolizioni di murature
- 112.3. Taglio a sezione obbligata di muratura per la realizzazione di vani porte e/o finestre
- 112.4. Taglio a sezione obbligata di tramezzi per la realizzazione di vani porta e simili
- 112.5. Demolizione di elementi strutturali in conglomerato cementizio armato o non armato
- 112.6. Demolizioni totali di solaio
- 112.7. Taglio a sezione obbligata di solaio
- 112.8. Demolizione di controsoffitti
- 112.9. Dismissione di pavimenti e rivestimenti
- 112.10. Dismissione di lastre di marmo per soglie, davanzali di finestre, ecc.
- 112.11. Rimozione di infissi
- 112.12. Rimozione di infissi da riutilizzare
- 112.13. Rimozione di ringhiere, grate, cancelli, ecc.
  
- 112.14. Sostituzione di parti di ringhiere, grate, cancelli, ecc.
- 112.15. Dismissione e rimontaggio di strutture in alluminio

Art. 113 – Murature, calcestruzzi, solai, impermeabilizzazioni

- 113.1. Murature e tramezzi

- 113.2. Murature
  - 113.2.1. Tramezzi
  - 113.2.2. Sagome, cornici, cornicioni, lesene, pilastri
- 113.3. Calcestruzzi
  - 113.3.1. Casseformi
- 113.4. Acciaio per armature e reti elettrosaldate
  - 113.4.1. Acciaio per c.a.
- 113.5. Solai, impermeabilizzazioni, rivestimenti, ecc.
  - 113.5.1. Solai
  - 113.5.2. Impermeabilizzazioni
  - 113.5.3. Isolamento termo-acustico di pareti verticali o intercapedini di murature, solai, terrazzi, ecc.
  - 113.5.4. Massetto isolante
  - 113.5.5. Misurazione delle coibentazioni
- 113.6. Lavori in metallo
  - 113.6.1. Ringhiere e cancellate semplici
  - 113.6.2. Ringhiere e cancellate con ornati
- 113.7. Controsoffitti e soppalchi
  - 113.7.1. Soppalchi
  - 113.7.2. Controsoffitti piani
  - 113.7.3. Lavorazioni particolari sui controsoffitti
- 113.8. Pavimenti e rivestimenti
  - 113.8.1. Pavimenti
  - 113.8.2. Zoccolino battiscopa
  - 113.8.3. Rivestimenti di pareti
- 113.9. Intonaci
- 113.10. Tinteggiature, coloriture e verniciature
  - 113.10.1. Pareti interne ed esterne
  - 113.10.2. Infissi e simili
  - 113.10.3. Opere in ferro semplici e senza ornati
  - 113.10.4. Opere in ferro con ornati
  - 113.10.5. Serrande metalliche
- 113.11. Infissi
  - 113.11.1. Modalità di misurazione delle superfici
  - 113.11.2. Porte in legno
  - 113.11.3. Infissi in metallo
- 113.12. Pluviali e grondaie
  - 113.12.1. Tubi pluviali
  - 113.12.2. Grondaie

Art. 114 – Impianti elettrici

- 114.1. Quadri elettrici relativi alle centrali, tubi protettivi, ecc.
- 114.2. Canalizzazioni e cavi
- 114.3. Apparecchiature in generale e quadri elettrici
- 114.4. Opere di assistenza agli impianti

Art. 115 – Tubazioni, pozzetti prefabbricati, pezzi speciali, apparecchiature e impianti

- 115.1. Posa in opera di tubazioni
- 115.2. Pezzi speciali per tubazioni
- 115.3. Valvole, saracinesche
- 115.4. Pozzetti prefabbricati
- 115.5. Caditoie prefabbricate

- 115.6. Apparecchiature impianti
- 115.7. Impianti d'ascensore

Art. 116 – Opere stradali e pavimentazioni varie

- 116.1. Cigli e cunette

- 116.2. Carreggiata
  - 116.2.1. Compattazione meccanica dei rilevati
  - 116.2.2. Massicciata
  - 116.2.3. Impietramento od ossatura
- 116.3. Cilindratura di massicciata e sottofondi
- 116.4. Fondazioni e pavimentazioni in conglomerato cementizio; fondazioni in terra stabilizzata
- 116.5. Trattamenti protettivi delle pavimentazioni – manti di conglomerato – pavimentazioni di cemento
- 116.6. Acciottolati, selciati, lastricati, pavimentazioni in cemento, di porfido
- 116.7. Pavimentazioni di marciapiedi
- 116.8. Soprastrutture stabilizzate
- 116.9. Conglomerati bituminosi

Art. 117 – Opere a verde

- 117.1. Prati
- 117.2. Seminagioni e piantagioni

## **CAPITOLO 8 – INTEGRAZIONE AL CAPITOLO 4**

Art. 118 – Impianti gas medicinali

- 118.1 – Definizioni relative agli impianti gas medicinali
- 118.2 – Caratteristiche tecniche degli impianti – Prescrizioni tecniche generali
  - Requisiti di rispondenza a norme leggi e regolamenti
- 118.3 – Norme per la prevenzione degli infortuni sul lavoro
- 118.4 – Prescrizioni riguardanti le tubazioni
- 118.5 – Caratteristiche principali dei locali adibiti a centrali
- 118.6 – Componenti e impianti accessori; reti di distribuzione
- 118.7 – Centrale di alimentazione dell'ossigeno
- 118.8 – Centrale del Vuoto
- 118.9 – Qualità e caratteristiche dei materiali
- 118.10 – Modo di esecuzione e ordine dei lavori
- 118.11 – Gestione dei lavori
- 118.12 – Verifiche e prove in corso d'opera degli impianti
- 118.13 – Verifica provvisoria e consegna degli impianti
- 118.14 – Norme per il calcolo definitivo degli impianti
  - 118.14.1 – Esame a vista

Art. 119 – Impianto di condizionamento e ricambi dell'aria

- 119.1 – Impianto di condizionamento dell'aria – Parte descrittiva e dati di progetto
- 119.2 – Prescrizioni tecniche generali di macchinari e impianti
  - 119.2.1 – Tabella spessori canali a sezione rettangolare per bassa velocità e bassa pressione
  - 119.2.2 – Tabella indicativa del peso delle tubazioni per metro lineare e per vari diametri
  - 119.2.3 – Tabella distanza massima fra supporti in funzione dei diametri
- 119.3 – Prove e verifiche in corso d'opera ed in sede di collaudo
- 119.4 – Provvedimenti contro la trasmissione delle vibrazioni
- 119.5 – Livelli di pressione sonora

Art. 120 – Impianti elettrici e di illuminazione

- 120.1 – Osservanza di leggi e norme per impianti elettrici
- 120.2 – Modo di esecuzione degli impianti elettrici
- 120.3 – Materiali ed apparecchiature per impianti elettrici
  - 120.3.1. Cabine di trasformazione MT/BT
  - 120.3.2. Trasformatori in resina
  - 120.3.3. Rifasamento degli impianti
  - 120.3.4. Gruppo elettrogeno

- 120.3.5. Gruppo di continuità
- 120.3.6. Quadri elettrici BT
- 120.3.7. Interruttori BT
- 120.3.8. Scatole di derivazione
- 120.3.9. Tubi – condotti – canali
- 120.3.10. Cavi
- 120.3.11. Serie civile componibile da incasso
- 120.3.12. Morsetti
- 120.3.13. Apparecchi di illuminazione
- 120.3.14. Apparecchi autonomi
- 120.4 – Consegna provvisoria e dichiarazione di conformità

Art. 121 – Impianti elettrici speciali

- 121.1 – Impianto telefonico
- 121.2 – Impianto trasmissione dati
- 121.3 – Impianto chiamata infermieri
- 121.4 – Impianto TV
- 121.5 – Impianto rivelazione incendi

### **CAPITOLO 9 – ARREDI E ATTREZZATURE SANITARIE**

Art.122 – Fornitura, verifiche, garanzie

- 122.1 - Oggetto e Caratteristiche Generali
- 122.2 - Oneri speciali a carico della Ditta
- 122.3 – Garanzia della fornitura
- 122.4 – Verifiche e prove preliminari

Art.123 – Caratteristiche prestazionali arredi

Art.124 – Caratteristiche prestazionali e funzionali locali operatori

- 124.1 – Pareti modulari in acciaio inox
- 124.2 – Struttura per parete modulare
- 124.3 – Porta automatica scorrevole
- 124.4 - Porta automatica a battente
- 124.5 – Porta manuale a battente
- 124.6 – Controsoffitto a tenuta in acciaio inox

### **CAPITOLO 10 – NORMATIVA DI RIFERIMENTO**

Art.125 - Requisiti e prescrizioni sanitarie - Decreto Assessorato Regionale Sanità 17.06.2002

Art.126 – Riepilogo normativa generale di riferimento

Art.127 – Progetto definitivo ed esecutivo. Indicazione prescrizioni, condizioni, requisiti tecnici inderogabili

#### **- ALLEGATI -**

“Allegato 1” - Lavori a corpo - tabella di scomposizione del forfait

“Allegato 2” - Cronoprogramma dei lavori

“Allegato 3” - Tabella dei criteri e sub-criteri in cui è suddivisibile l'intervento

## PARTE I°

### CAPITOLO 1 – OGGETTO E IMPORTO DELL'APPALTO - NORME CONTRATTUALI

#### Art. 1 – Modalità e oggetto dell'appalto

L'appalto, ai sensi dell'art. 53 comma 2 lettera c) del Decreto Legislativo 12 Aprile 2006 n.163 come modificato dal Decreto Legislativo 13 Maggio 2011 n.70, ha per oggetto la progettazione esecutiva dell'opera in conformità al progetto preliminare posto a base d'appalto e l'esecuzione di tutte le opere, forniture e prestazioni necessarie, per la *realizzazione di un edificio da destinare a Pronto Soccorso con relativi servizi ospedalieri e degenze presso il Presidio Ospedaliero Garibaldi di Catania centro.*

Il contenuto dei documenti del progetto preliminare allegato al presente Capitolato Prestazionale è esplicativo per consentire all'Appaltatore di valutare l'oggetto dei lavori e di elaborare il progetto esecutivo dell'opera con tutti gli allegati richiesti dal D.P.R.207/2010 e s.m.i.. Deve pertanto intendersi compreso nell'Appalto anche quanto non espressamente indicato ma comunque necessario per la realizzazione delle diverse opere.

Le opere saranno eseguite a perfetta regola d'arte, saranno finite in ogni parte e dovranno risultare atte allo scopo cui sono destinate, scopo del quale l'Appaltatore dichiara di essere a perfetta conoscenza.

Faranno parte dell'Appalto anche eventuali varianti, modifiche o aggiunte, a quanto previsto nei documenti sopracitati, che potranno essere richiesti all'Appaltatore in corso d'opera per mezzo di altri disegni complementari ed integrativi o per mezzo di istruzioni espresse sia dal Direttore dei Lavori che dal Committente.

Faranno inoltre parte dell'Appalto il coordinamento delle procedure esecutive e la fornitura degli apprestamenti e delle attrezzature atti a garantire, durante le fasi lavorative, la conformità a tutte le norme di prevenzione degli infortuni e di tutela della salute dei lavoratori, nel rispetto dell'art. 3 – Misure generali di tutela – del d.lgs. 81/2008 e s.m.i. e dei documenti allegati.

Il contratto d'appalto sarà stipulato a corpo ai sensi dell'art. 53 comma 4 del Decreto Legislativo 12 Aprile 2006 n.163 come modificato dal Decreto Legislativo 13 Maggio 2011 n.70.

#### Art. 2 – Importo dei lavori

##### 2.1. Importo dell'appalto

L'importo complessivo a base d'asta dei lavori compresi nel presente appalto ammonta presuntivamente ad Euro 11.583.162,00 (Undicimilionicinquecentoottantatremilacentosessantadue/00), di cui:

	Descrizione	Importo (Euro)
a)	per lavori a misura	
b)	per lavori a corpo	11.583.162,00
c)	per lavori in economia	
	Sommano	11.583.162,00
	di cui per oneri della sicurezza non soggetti a ribasso d'asta	289.262,00
d)	per progetto definitivo	176.274,07
e)	per progetto esecutivo	178.365,19
f)	per piano di sicurezza e coordinamento in fase di progettazione	97.033,27

Con riferimento all'importo di cui al comma 2.1, lettere a) e b), la distribuzione relativa alle varie categorie d'ordine di lavoro e oneri di lavoro da realizzare compensati a corpo e a misura risulta riassunta nel seguente prospetto:

**Tab. 2.1 – Importo per le categorie di lavoro a misura**

N.	Descrizione	Importo (Euro)

		Totale lavori a misura

**Tab. 2.2 – Importo per le categorie di lavori a corpo**

N.	Descrizione	Importo (Euro)	Aliquota (%) su importo totale lavori in appalto
A	Opere propedeutiche e sistemazioni esterne	911.200,00	7,87
B.01	Strutture portanti e solai	1.803.546,00	15,57
B.02	Opere edili e finiture	3.005.910,00	25,95
B.03	Impianti elettrici e speciali	1.536.354,00	13,26
B.04	Impianti di climatizzazione	1.557.296,00	13,44
B.05	Impianti idrico sanitario, solare termico, fognario, antincendio	359.376,00	3,10
B.06	Rete distribuzione gas medicinali	299.480,00	2,59
B.07	Impianta scensori e montaletti	340.000,00	2,94
B.08	Impianti fotovoltaico	200.000,00	1,73
C.01	Attrezzature sale operatorie	1.200.000,00	10,36
C.02	Attrezzature locali preparazione paziente e chirurgo	120.000,00	1,04
C.03	Attrezzature locale sub-sterilizzazione	80.000,00	0,69
C.04	Attrezzature trauma center pronto soccorso	170.000,00	1,47
	Totale lavori a corpo	11.583.162,00	100

Con riferimento alla soprastante Tab. 2.2 in coda al presente capitolato si riporta la tabella di scomposizione del forfait in partite e sottopartite contabili in base alla quale saranno pagati i lavori a corpo (Allegato 1).

### 2.2. Variazione degli importi

L'importo della parte di lavori a corpo resta fisso e invariabile, senza che possa essere invocata da alcuna delle parti contraenti, per tali lavori, alcuna successiva verifica sulla misura o sul valore attribuito alla quantità di detti lavori.

L'importo del contratto può variare, in aumento o in diminuzione, esclusivamente per la parte di lavori previsti a misura negli atti progettuali e nella "lista delle categorie di lavoro e forniture" previste per l'esecuzione dell'appalto, in base alle quantità effettivamente eseguite, fermi restando i limiti di cui all'art. 161 e 162 del D.Lgs 163/2006 e s.m.i., e le condizioni previste dagli artt. 10, 11, 12 del capitolato generale d'appalto dei lavori pubblici.

Il corrispettivo dell'appalto erogato a misura e/o a corpo, è dato dal prezzo complessivo offerto dall'impresa aggiudicataria in sede di gara al netto dell'I.V.A.

## Art. 3 – Descrizione dei lavori da eseguirsi

### 3.1. Descrizione dei lavori in appalto

I lavori oggetto del presente appalto consistono nella realizzazione di un edificio di tipo ospedaliero da destinare a Pronto Soccorso con relativi servizi ospedalieri e degenze presso il Presidio Ospedaliero Garibaldi di Catania centro, in un'area pressoché rettangolare estesa circa 10.000 mq confinante ad ovest con via Fabio Filzi, a sud con via Mogadiscio, ad est con aree del P.O., a nord in parte con aree del P.O. ed in parte con una clinica privata. In detta area insistono tre vecchi fabbricati ospedalieri già parzialmente dimessi dei quali è prevista in progetto la demolizione con trasporto a rifiuto a discarica autorizzata dei materiali di risulta.

Il nuovo edificio si presenta a pianta rettangolare con tipologia a corpo quintuplo, con quattro elevazioni fuori terra oltre un piano interrato, con strade di accesso e pazzali circostanti, dotato di nuove centrali tecnologiche e impianti, il tutto con dimensioni e caratteristiche tecniche e funzionali come indicate nel progetto approvato.

Avrà una superficie coperta (impronta a terra) pari a circa mq 1.686,00 ed una superficie utile (lorda) totale pari a mq 6.679,80 circa, un'altezza massima (dal marciapiede all'estradosso copertura) di mt 16,60 nel piazzale su via Fabio Filzi e di mt 20,60 nel piazzale retrostante che si affaccia su aree dello stesso P.O., la cubatura totale del nuovo edificio risulterà pertanto pari a mc 28.278,00 circa dei quali in particolare mc 21.831,00 fuori terra (compresi locali tecnici in copertura) e mc 6.447,00 circa a livello seminterrato.

Le destinazioni d'uso e funzioni del nuovo edificio ospedaliero distribuite per i vari livelli sono:

- al livello 1 (piano terra): locali del Pronto Soccorso oltre due ampie sale di ingresso-attesa (una dedicata al P.S. ed una dedicata alle degenze poste ai livelli superiori) ed una camera calda per l'arrivo di pazienti mediante autoambulanze;
- al livello -1 (piano seminterrato): locali di diagnostica per immagini con ulteriore attesa disimpegnata oltre spogliatoi per il personale sanitario ed alcuni locali tecnici;
- al livello 2 (piano primo): reparto operatorio dotato di n°4 sale operatorie con relativi servizi e reparto di terapia intensiva dotato di n°16 posti letto di cui due isolati con relativi servizi;
- al livello 3 (piano secondo): due reparti di degenza ognuno dotato di n°16 posti letto con relativi servizi;
- al livello 4 (piano copertura): locali tecnici ascensori e montaletti, centrali impianti di climatizzazione con relativa sottocentrale idraulica, unità di trattamento dell'aria, pannelli solari e pannelli fotovoltaici con impianti.

I lavori previsti consistono sinteticamente in:

- a) demolizione di fabbricati e manufatti insistenti nell'area in progetto e scavi a sezione obbligata con trasporti a rifiuto a discarica autorizzata dei materiali di risulta;
- b) realizzazione di strutture in cemento armato in fondazione ed in elevazione, di solai, di muri di contenimento, di parapetti, di scale, massetti in calcestruzzo armato, ecc... e realizzazione di strutture in elevazione in acciaio;
- c) drenaggi e vespai in pietrame, massetti in calcestruzzo, tamponature in laterizi forati del tipo a cassa vuota, tramezzature in laterizi forati o in cartongesso, intonaco civile per interni e tipo terranova per esterni, rivestimenti di pareti esterne con elementi prefabbricati o lastre, tinteggiature interne con pitture bicomponenti all'acqua a base di resine epossidiche idonee per ambienti sanitari e con idropittura, tinteggiatura delle superfici in c.a. con apposite pitture acriliche, rivestimenti di pareti con teli in vinilici e con piastrelle di ceramica, pavimentazioni interne in gomma o in vinile antistatico ed in gres porcellanato prima scelta, collocazione di lastre di marmo ed in pietra lavica, ringhiere in ferro verniciato, porte interne in profili di alluminio verniciati e pannelli tamburati in laminati plastico, porte antincendio REI anche con visive, serramenti esterni in profili di alluminio verniciati con vetrocamera, controsoffitti con pannelli modulari in gesso alleggerito ed in fibra minerale con lamina di alluminio, fasce di protezione delle pareti e paraspigoli, coibentazioni con pannelli di polistirolo e/o lana di roccia, impermeabilizzazioni con guaine prefabbricate, pluviali e scossaline in lamiera zincata preverniciata;
- d) realizzazione di impianto idrico sanitario con tubazioni in acciaio zincato mannesmann o in polietilene e con tubazioni in rame coibentate, serbatoi autoclave, gruppi di pressurizzazione, addolcitore acqua, tubazioni in pvc rigido con anello elastico e serie pesante, pezzi sanitari anche per disabili (vasi igienici, bidet, lavabi, buttatoi, docce, corrimano, piantane, specchi, seggiolini ribaltabili), generatore di calore per acqua calda sanitaria;
- e) rete di smaltimento acque bianche e nere tramite pozzetti, caditoie, griglie, tubazioni sottotraccia e/o interrate ed allacciamenti alla rete fognaria esistente;
- f) realizzazione di impianto di condizionamento estivo/invernale e di ricambi dell'aria del tipo a "tutt'aria", in particolare con impianto a fan-coil con aria primaria nelle degenze, costituito da gruppi frigoriferi con condensazione ad aria, generatori di calore a gas metano, unità di trattamento dell'aria, ventilconvettori a quattro tubi, tubazioni in acciaio nero a saldare isolate con materassino di lana di vetro e/o coppelle, tubazioni di rame coibentate, canali in lamiera zincata isolati con incollate lastre di polietilene espanso e canali flessibili, bocchette e diffusori immissione aria, griglie di transito, bocchette di ripresa, griglie di espulsione e presa aria esterna, serrande tagliafuoco e di regolazione, torrini estrattori, collettori, vasi di espansione, scambiatore di calore, elettropompe, valvole, saracinesche, filtri, giunti antivibranti, apparecchiature a corredo, ecc...
- g) impianto idrico antincendio con naspi UNI 25, attacchi autopompa UNI 70, tubazioni in acciaio zincato, gruppo di sovrappressione, estintori, segnaletica;
- h) impianto elettrico e di illuminazione costituito da impianti di trasformazione MT/BT, cavo tripolare armato MT, quadri generali, quadro di rifasamento, gruppo elettrogeno, quadri elettrici di piano, interruttori generali e secondari, sezionatori, contattori, strumenti di misura, ecc..., canali portacavi in acciaio zincato e in pvc, tubazioni in pvc, cavi unipolari e multipolari, punti luce e punti presa, apparecchi illuminanti, travi testatetto con servizi elettrici e gas medicali, illuminazione normale e di sicurezza, corpi illuminanti per esterni, impianto di terra e collegamenti equipotenziali;
- i) impianti elettrici speciali costituiti da impianto di rilevazione incendi, impianto di chiamata infermieri, impianto telefonico e rete trasmissione dati, impianto TV;
- j) impianti gas medicinali costituiti da quadri di riduzione di secondo stadio, centralina di segnalazione allarmi, rete di distribuzione con tubi di rame e prese gas, predisposti per allacciamento alle centrali di produzione ossigeno, aspirazione, protossido di azoto, aria compressa;

k) pavimentazioni di marciapiedi con piastrelle idonee per esterni, con cordoli e orlature in pietra lavica, pavimentazioni stradali in conglomerato bituminoso su fondazione in tout venant lavico, realizzazione di aiuole; il tutto come dettagliatamente indicato negli elaborati grafici e tecnici allegati al progetto preliminare in appalto.

Le indicazioni riportate nel presente Capitolato Prestazionale nonché quelle contenute negli elaborati grafici e tecnici di progetto allegati al contratto debbono ritenersi idonei ad individuare la consistenza qualitativa e quantitativa delle varie specie di opere comprese nell'Appalto.

Il Committente si riserva comunque l'insindacabile facoltà di introdurre nelle opere stesse, sia all'atto della consegna dei lavori sia in sede di esecuzione del progetto definitivo ed esecutivo, quelle varianti che riterrà opportune nell'interesse della buona riuscita e dell'economia dei lavori senza che l'Appaltatore possa da ciò trarre motivi per avanzare pretese di compensi e indennizzi di qualsiasi natura e specie non stabiliti nel presente Capitolato e sempre che l'importo complessivo dei lavori rimanga nei limiti di cui al precedente art.2.

Poiché il nuovo edificio verrà inserito nell'ambito di un presidio ospedaliero esistente si precisa che rimarranno a carico dell'Appaltatore, sia in fase di progettazione che di realizzazione dei lavori, tutte le indagini, verifiche e accertamenti, soprasuolo e sottosuolo, inerenti in particolare la presenza nell'area di intervento di sottoservizi idrici, fognari, elettrici, gas, ecc....., al fine di garantire la corretta esecuzione dei lavori in progetto e la continuità dei servizi negli edifici del presidio ospedaliero. Rimarranno pertanto a carico dell'Appaltatore l'individuazione dei punti e le modalità di allacciamento dei sottoservizi da sottoporre all'approvazione del Committente.

### 3.1.1 - Categorie delle opere

Le categorie di opere previste, la cui realizzazione dovrà essere effettuata nel rispetto dei materiali d'uso, delle modalità esecutive e delle prescrizioni di Capitolato, sono qui in sintesi riepilogate:

- Demolizione di fabbricati e manufatti con trasporto a rifiuto dei materiali di risulta.
- Movimentazione terre per sistemazione planivolumetrica dell'area destinata all'opera, scavi di sbancamento, scavi a sezione, riporti, equalizzazioni, integrazioni con materiali di cava, trasporti a rifiuto.
- Opere di sottofondo e di drenaggio, nonché di canalizzazione delle acque meteoriche.
- Opere strutturali (gettate in opera o prefabbricate in calcestruzzo o in acciaio) di fondazione, di elevazione, di presidio terre, siano esse in c. a., in c. a. p., lapidee, lignee, metalliche.
- Solai di calpestio o di copertura (gettati in opera o prefabbricati) del tipo in laterocemento o a piastra in c. a.
- Opere di tamponamento e di tramezzo in laterizi o in materiali lapidei o in altri materiali prefabbricati.
- Opere di impermeabilizzazione, sia di fondazione che di elevazione.
- Opere di coibentazione termica, acustica e termoacustica su superfici piane o di diversa geometria, nonché su condotte e canalizzazioni.
- Rivestimenti esterni realizzati in materiali lapidei, ceramici, metallici, con elementi prefabbricati anche ad elevato contenuto estetico architettonico e tecnologico.
- Intonaci e coloriture d'interni o d'esterni.
- Pavimentazioni di interni e di aree esterne.
- Serramenti esterni, vetrocamere di sicurezza, porte interne.
- Impianti di condizionamento estivo/invernale e ricambi aria
- Impianti elettrici e di illuminazione
- Impianti elettrici speciali (rilevazione incendi e allarmi, chiamata infermieri, TV, telefonico e trasmissione dati)
- Impianti fognari per acque nere e per acque bianche
- Impianti idrico sanitario e di irrigazione
- Impianto idrico antincendio
- Impianto protezione scariche atmosferiche
- Impianti gas medicinali e gas metano

### Art. 3.2 – Opere escluse dall'appalto

Restano escluse dall'appalto le seguenti opere e/o forniture, che la stazione appaltante si riserva di affidare ad altre ditte, senza che l'appaltatore possa sollevare eccezione o pretesa alcuna o richiedere particolari compensi:

- a) .....
- b) .....
- c) .....

**Art. 4 – Norme contrattuali****Art. 4.1 - Funzioni, compiti e responsabilità dell'Appaltatore**

L'Appaltatore è colui che assume il compimento dell'opera appaltata con l'organizzazione di tutti i mezzi necessari; pertanto ad esso compete, con le conseguenti responsabilità:

- redazione del progetto esecutivo completo degli allegati previsti dal D.P.R. 207/2010 e s.m.i. e di quant'altro occorrente per l'approvazione del progetto da parte delle Autorità competenti;
- nominare il Direttore tecnico di cantiere e comunicarlo al Committente ovvero al Responsabile dei Lavori, al Coordinatore per la sicurezza in fase di progettazione ed al Coordinatore per la sicurezza in fase di esecuzione;
- comunicare al Committente ovvero al Responsabile dei Lavori, al Coordinatore per la sicurezza in fase di progettazione ed al Coordinatore per la sicurezza in fase di esecuzione il nominativo del Responsabile del Servizio di Prevenzione e Protezione;
- redigere il Piano operativo di sicurezza conformemente a quanto indicato e prescritto all'art. 2 comma 1 lettera f-ter del d.lgs. 494/96 e s.m.i. da considerare quale piano complementare e di dettaglio del Piano di sicurezza e coordinamento per quanto attiene alle proprie scelte autonome e relative responsabilità nell'organizzazione del cantiere e nell'esecuzione dei lavori;
- predisporre gli impianti, le attrezzature ed i mezzi d'opera per l'esecuzione dei lavori, nonché gli strumenti ed il personale necessari per tracciamenti, rilievi, misurazioni e controlli;
- lo smacchiamento generale della zona interessata ai lavori, ivi incluso il taglio di alberi, siepi e l'asportazione delle ceppaie. I movimenti di terra ed ogni altro onere relativo alla formazione del cantiere attrezzato, in relazione all'entità dell'opera, con tutti i più moderni e perfezionati impianti per assicurare una perfetta e rapida esecuzione di tutte le opere prestabilite, la recinzione del cantiere stesso con solido stecconato in legno, in muratura, o metallico, secondo la richiesta della Direzione dei lavori, nonché la pulizia e la manutenzione del cantiere, l'inghiaiamento e la sistemazione delle sue strade, interne ed esterne, in modo da rendere sicuri il transito e la circolazione dei veicoli e delle persone addette ai lavori tutti. Nonché la collocazione, ove necessario, di ponticelli, andatoie, scalette di adeguata portanza e sicurezza e tutte le opere provvisorie occorrenti e la loro manutenzione;
- la conservazione ed il ripristino delle vie, dei passaggi e dei servizi, pubblici e/o privati, che venissero interrotti per l'esecuzione dei lavori, provvedendosi a proprie spese con opportune opere provvisorie;
- il risarcimento dei danni che in dipendenza del modo di esecuzione dei lavori arrecati a proprietà pubbliche e private od a persone restando liberi ed indenni l'Amministrazione appaltante ed il suo personale;
- la riparazione dei danni, dipendenti anche da forza maggiore, che si verificassero negli scavi, nei rintocchi, agli attrezzi ed a tutte le opere provvisorie;
- il mantenimento, fino al collaudo, della continuità degli scoli delle acque e del transito sulle vie o sentieri pubblici o privati latitanti alle opere da eseguire;
- predisporre le occorrenti opere provvisorie, quali ponteggi, cesate con relativa illuminazione notturna, recinzioni, baracche per il deposito materiale e per gli altri usi di cantiere, nonché le strade interne occorrenti alla agibilità del cantiere ed in generale quanto previsto dal progetto di intervento relativo alla sicurezza contenuto nel Piano di sicurezza e coordinamento;
- predisporre per le esigenze del Committente e della Direzione dei Lavori, un locale illuminato e riscaldato con attrezzatura minima da ufficio;
- provvedere agli allacciamenti provvisori, in mancanza di quelli definitivi, per i servizi di acqua, energia elettrica, telefono e fognatura di cantiere;
- le spese per gli allacciamenti provvisori, e relativi contributi e diritti, dei servizi di acqua, elettricità, gas, telefono e fognature necessari per il funzionamento del cantiere e l'esecuzione dei lavori, nonché le spese di utenza e consumo relative ai predetti servizi e l'onere per la realizzazione di eventuali opere necessarie al loro allaccio e funzionamento;
- le pratiche presso Amministrazioni ed Enti per permessi, licenze, concessioni, autorizzazioni per: opere di presidio, occupazioni temporanee di suoli pubblici o privati, apertura di cave di prestito, uso di discariche, interruzioni provvisorie di pubblici servizi, attraversamenti, cautelamenti, trasporti speciali nonché le spese a qualsiasi titolo ad esse relative. Ogni eventuale multa o contravvenzione per inottemperanza resta a totale carico dell'Appaltatore, compreso il risarcimento di eventuali danni;
- il pagamento delle tasse e l'accollo di altri oneri per concessioni comunali (licenza di costruzione, di occupazione temporanea di suolo pubblico, di passi carrabili, ecc.), nonché il pagamento di ogni tassa presente e futura inerente ai materiali e mezzi d'opera da impiegarsi, ovvero alle stesse opere finite, esclusi, nei Comuni in cui essi sono dovuti, i diritti per l'allacciamento alla fognatura comunale. Si intendono compresi e compensati gli oneri, a qualsiasi

titolo richiesti, per la discarica a rifiuto dei materiali di risulta;

- provvedere al conseguimento dei permessi di scarico dei materiali e di occupazione del suolo pubblico per le cesate e gli altri usi;
- provvedere all'installazione, all'ingresso del cantiere del regolamentare cartello con le indicazioni relative al progetto, al Committente, all'Impresa esecutrice delle opere, al Progettista, al Direttore dei Lavori;
- provvedere all'esecuzione dei rilievi delle situazioni di fatto ed ai tracciamenti delle opere in progetto, alla verifica ed alla conservazione dei capisaldi e qualsivoglia rilievo e/o tracciato di dettaglio richiesto dal D.L.;
- provvedere all'esecuzione dei disegni concernenti lo sviluppo di dettaglio delle opere da eseguire (casellari, tabelle ferri per c.a., sketches, elenchi materiali, schede di lavorazione, schemi di officina, ecc.);
- la riproduzione di grafici, disegni ed allegati vari relativi alle opere in esecuzione;
- l'esecuzione di modelli e campionature di lavori, materiali e forniture che venissero richiesti dalla D.L.;
- le indagini geognostiche e lo studio della portanza dei terreni a verifica delle soluzioni strutturali e del dimensionamento delle opere di fondazione o di sostegno;
- l'approntamento di un laboratorio in cantiere, fisso o mobile e con le necessarie attrezzature, che l'Amministrazione ritenesse di istituire, nonché le spese per il personale addetto;
- l'esecuzione, presso gli Istituti incaricati, di tutte le esperienze e saggi che verranno in ogni tempo ordinati dalla Direzione dei lavori, sui materiali impiegati o da impiegarsi nella costruzione, in correlazione a quanto prescritto circa l'accettazione dei materiali stessi. Dei campioni potrà essere ordinata la conservazione nel competente ufficio direttivo munendoli di suggelli a firma del D.L. e dell'Impresa nei modi più adatti a garantirne l'autenticità;
- l'esecuzione di ogni prova di carico che sia ordinata dalla Direzione dei lavori su pali di fondazione, solai, balconi, e qualsiasi altra struttura portante, di notevole importanza statica;
- le spese per la fornitura di fotografie delle opere in corso nei vari periodi dell'appalto, nel numero e dimensioni che saranno di volta in volta indicati dalla Direzione dei lavori;
- le spese di collaudazione per tutte le indagini, prove e controlli che i Collaudatori riterranno opportuno disporre, a loro insindacabile giudizio, e per gli eventuali ripristini;
- le spese occorrenti per la redazione del conto finale nonché l'assistenza all'espletamento del collaudo tecnico-amministrativo;
- le spese di contratto ed accessorie quali tasse, nessuna esclusa, bolli ed altro inerenti e conseguenti alla stipula del contratto e degli eventuali atti complementari, le spese per le copie esecutive, le tasse di registro e di bollo principali e complementari;
- le spese accessorie quali tasse, nessuna esclusa, bolli ed altro inerenti e conseguenti alla esecuzione dei lavori ed alla loro contabilizzazione e degli eventuali atti complementari, le spese per le copie esecutive, le tasse di registro e di bollo principali e complementari;
- l'esecuzione e la consegna alla Direzione dei lavori degli elaborati grafici quotati riproducenti la situazione effettiva di quanto eseguito e i libretti di uso e manutenzione di ogni apparecchiatura fornita;
- l'esecuzione, ove necessario, di corsi di formazione, da far eseguire al personale addetto alla manutenzione, per il mantenimento in esercizio delle apparecchiature installate;
- provvedere all'assicurazione con un massimale di € \_\_\_\_\_ (euro \_\_\_\_\_), contro i danni dell'incendio, dello scoppio del gas e del fulmine per gli impianti e attrezzature di cantiere, per i materiali a piè d'opera e per le opere già eseguite o in corso di esecuzione;
- provvedere all'assicurazione con un massimale di € (euro \_\_\_\_\_), di responsabilità civile per danni causati anche a terze persone ed a cose di terzi;
- provvedere alla sorveglianza di cantiere ed alla assicurazione contro il furto tanto per le cose proprie che dei fornitori, alla sua pulizia quotidiana, allo sgombero, a lavori ultimati, delle attrezzature, dei materiali residuati e di quant'altro non utilizzato nelle opere; tale sorveglianza si intende estesa anche ai periodi di sospensione dei lavori ed al periodo intercorrente tra l'ultimazione ed il collaudo, salva l'anticipata consegna delle opere all'Amm.ne appaltante;
- approvvigionare tempestivamente i materiali necessari per l'esecuzione delle opere;
- disporre in cantiere di idonee e qualificate maestranze in funzione delle necessità delle singole fasi dei lavori, segnalando al D.L. l'eventuale personale tecnico ed amministrativo alle sue dipendenze destinato a coadiuvarlo;
- corrispondere ai propri dipendenti le retribuzioni dovute e rilasciare dichiarazione di aver provveduto nei loro confronti alle assistenze, assicurazioni e previdenze secondo le norme di legge e dei contratti collettivi di lavoro;
- provvedere alla fedele esecuzione del progetto esecutivo delle opere date in Appalto, integrato dalle prescrizioni tecniche impartite dal Direttore dei Lavori, in modo che l'esecuzione risulti conforme alle pattuizioni contrattuali ed a perfetta regola d'arte;
- richiedere tempestivamente al Direttore dei Lavori disposizioni per quanto risulti omissivo, inesatto o di-

scordante nelle tavole grafiche o nella descrizione dei lavori;

- tenere a disposizione del Direttore dei Lavori i disegni, le tavole ed i casellari di ordinazione per gli opportuni raffronti e controlli, con divieto di darne visione ad estranei e con formale impegno di astenersi dal riprodurre o contraffare i disegni ed i modelli avuti in consegna dal Direttore dei Lavori;
- provvedere alla tenuta delle scritture di cantiere, a norma di contratto;
- osservare le prescrizioni delle vigenti leggi in materia di esecuzione di opere in conglomerato cemento-zio, di accettazione dei materiali da costruzione e provvedere alla eventuale denuncia delle opere in c.a. ai sensi della legge 1086/71; provvedere alla confezione ed all'invio di campioni di legante idraulico, ferro tondo e cubetti di prova del calcestruzzo agli Istituti autorizzati dalla legge, per le normali prove di laboratorio;
- provvedere i materiali, i mezzi e la mano d'opera occorrenti per le prove di collaudo;
- prestarsi, qualora nel corso dell'opera si manifestino palesi fenomeni che paiano compromettere i risultati finali, agli accertamenti sperimentali necessari per constatare le condizioni di fatto anche ai fini dell'accertamento delle eventuali responsabilità;
- promuovere ed istituire nel cantiere oggetto del presente capitolato, un sistema gestionale permanente ed organico diretto alla individuazione, valutazione, riduzione e controllo costante dei rischi per la sicurezza e la salute dei dipendenti e dei terzi operanti nell'ambito dell'impresa;
- promuovere le attività di prevenzione, in coerenza a principi e misure predeterminati;
- promuovere un programma di informazione e formazione dei lavoratori, individuando i momenti di consultazione dei dipendenti e dei loro rappresentanti;
- mantenere in efficienza i servizi logistici di cantiere (uffici, mensa, spogliatoi, servizi igienici, docce, ecc.);
- la gratuita assistenza medica nonché prevenzione delle malattie e degli infortuni con l'adozione di ogni necessario provvedimento e predisposizione inerente all'igiene e sicurezza del lavoro, essendo l'Appaltatore obbligato ad attenersi a tutte le disposizioni e norme di Legge vigenti in materia, compresa la distribuzione del chinino agli operai che siano colpiti da febbri palustri;
- assicurare:
  - il mantenimento del cantiere in condizioni ordinate e di soddisfacente salubrità;
  - la fornitura di acqua potabile per gli operai addetti ai lavori;
  - la più idonea ubicazione delle postazioni di lavoro;
  - le più idonee condizioni di movimentazione dei materiali;
  - il controllo e la manutenzione di ogni impianto che possa determinare situazioni di pericolo per la sicurezza e la salute dei lavoratori;
  - la più idonea sistemazione delle aree di stoccaggio e di deposito;
  - il tempestivo approntamento in cantiere delle attrezzature, degli apprestamenti e delle procedure esecutive previste dai piani di sicurezza ovvero richieste dal Coordinatore in fase di esecuzione dei lavori;
- rilasciare dichiarazione al Committente di aver sottoposto tutti i lavoratori presenti in cantiere a sorveglianza sanitaria secondo quanto previsto dalla normativa vigente e/o qualora le condizioni di lavoro lo richiedano;
- provvedere alla fedele esecuzione delle attrezzature e degli apprestamenti conformemente alle norme contenute nel piano per la sicurezza e nei documenti di progettazione della sicurezza;
- richiedere tempestivamente disposizioni per quanto risulti omesso, inesatto o discordante nelle tavole grafiche o nel piano di sicurezza ovvero proporre modifiche ai piani di sicurezza nel caso in cui tali modifiche assicurino un maggiore grado di sicurezza;
- l'autorizzazione al libero accesso alla Direzione dei lavori ed al suo personale di assistenza e sorveglianza, in qualsiasi momento, nei cantieri di lavoro o di produzione dei materiali, per prove, controlli, misurazioni e verifiche;
- il libero accesso al cantiere ed il passaggio, nello stesso e sulle opere eseguite od in corso d'esecuzione, alle persone addette a qualunque altra Impresa alla quale siano stati affidati lavori non compresi nel presente appalto, e alle persone che eseguono lavori per conto diretto dell'Amministrazione appaltante, nonché, a richiesta della Direzione dei lavori, l'uso parziale o totale, da parte di dette Imprese o persone, dei ponti di servizio, impalcature, costruzioni provvisorie, e degli apparecchi di sollevamento, per tutto il tempo occorrente alla esecuzione dei lavori che l'Amministrazione appaltante intenderà eseguire direttamente ovvero a mezzo di altre Ditte, dalle quali, come dall'Amministrazione appaltante, l'Appaltatore non potrà pretendere compensi di sorta;
- consentire l'uso anticipato dei locali che venissero richiesti dalla Direzione dei lavori, senza che l'Appaltatore abbia perciò diritto a speciali compensi. Esso potrà, però, richiedere che sia redatto apposito verbale circa lo stato delle opere, per essere garantito dai possibili danni che potessero derivare ad esse. Entro cinque giorni dal verbale di ultimazione l'Appaltatore dovrà completamente sgombrare il cantiere dei materiali, mezzi d'opera ed impianti di sua proprietà;

- tenere a disposizione dei Coordinatori per la sicurezza, del Committente ovvero del Responsabile dei Lavori e degli Organi di Vigilanza, copia controfirmata della documentazione relativa alla progettazione e al piano di sicurezza;
- fornire alle imprese subappaltanti e ai lavoratori autonomi presenti in cantiere:
  - adeguata documentazione, informazione e supporto tecnico-organizzativo;
  - le informazioni relative ai rischi derivanti dalle condizioni ambientali nelle immediate vicinanze del cantiere, dalle condizioni logistiche all'interno del cantiere, dalle lavorazioni da eseguire, dall'interferenza con altre imprese secondo quanto previsto dal D.L. 81/2008;
  - le informazioni relative all'utilizzo di attrezzature, apprestamenti, macchinari e dispositivi di protezione collettiva ed individuale;
- mettere a disposizione di tutti i Responsabili del Servizio di Prevenzione e Protezione delle imprese subappaltanti e dei lavoratori autonomi il progetto della sicurezza ed il Piano di sicurezza e coordinamento;
- informare il Committente ovvero il Responsabile dei Lavori e i Coordinatori per la sicurezza delle proposte di modifica al Piano di sicurezza e coordinamento formulate dalle imprese subappaltanti e dai lavoratori autonomi;
- organizzare il servizio di pronto soccorso, antincendio ed evacuazione dei lavoratori in funzione delle caratteristiche morfologiche, tecniche e procedurali del cantiere oggetto del presente Appalto;
- affiggere e custodire in cantiere una copia della notifica preliminare;
- fornire al Committente o al Responsabile dei Lavori i nominativi di tutte le imprese e i lavoratori autonomi ai quali intende affidarsi per l'esecuzione di particolari lavorazioni, previa verifica della loro idoneità tecnico-professionale.

Per effetto di tale situazione ogni e qualsiasi danno o responsabilità che dovesse derivare dal mancato rispetto delle disposizioni sopra richiamate, sarà a carico esclusivamente all'Appaltatore con esonero totale della stazione Appaltante.

L'Appaltatore è l'unico responsabile dell'esecuzione delle opere appaltate in conformità a quanto prescritto dalla normativa vigente in materia, della rispondenza di dette opere e parti di esse alle condizioni contrattuali, dei danni direttamente o indirettamente causati durante lo svolgimento dell'appalto.

Nel caso di inosservanza da parte dell'Appaltatore delle disposizioni di cui sopra, la Direzione dei Lavori, a suo insindacabile giudizio, potrà, previa diffida a mettersi in regola, sospendere i lavori restando l'Appaltatore tenuto a risarcire i danni direttamente o indirettamente derivati al Committente in conseguenza della sospensione.

L'Appaltatore ha diritto di muovere obiezioni agli ordini del D.L. qualora possa dimostrarli contrastanti col buon esito tecnico e con l'economia della costruzione e di subordinare l'obbedienza alla espressa liberazione dalle conseguenti responsabilità, a meno che non sia presumibile un pericolo, nel qual caso ha diritto a rifiutare.

Qualora nella costruzione si verificassero assestamenti, lesioni, difetti od altri inconvenienti, l'Appaltatore deve segnalarli immediatamente al Direttore dei Lavori e prestarsi agli accertamenti sperimentali necessari per riconoscere se egli abbia in qualche modo trasgredito le abituali buone regole di lavoro.

Per le opere escluse dall'Appalto, l'Appaltatore sarà tenuto ad eseguire:

- lo scarico in cantiere ed il trasporto a deposito, l'accatastamento, l'immagazzinamento e la custodia nell'ambito del cantiere dei materiali e manufatti siano essi approvvigionati dal Committente che dai fornitori da lui prescelti;
- il sollevamento ed il trasporto al luogo di impiego dei materiali e dei manufatti;
- in generale la fornitura di materiali e di mano d'opera edili ed il noleggio di attrezzature e macchine occorrenti per la posa in opera e per le assistenze murarie alle Ditte fornitrici.

Per tutte le suddette prestazioni l'Appaltatore verrà compensato in economia secondo quanto stabilito nell'«Elenco dei prezzi unitari» allegato al contratto.

#### **Art. 4.2 – Funzioni, compiti e responsabilità del Committente**

Il Committente è il soggetto per conto del quale viene realizzata l'intera opera, soggetto titolare del potere decisionale e di spesa relativo alla gestione dell'appalto.

Al Committente competono le conseguenti responsabilità:

- nominare il Direttore dei Lavori ed eventuali Assistenti coadiutori;
- nominare il Collaudatore delle opere;
- svolgere le pratiche di carattere tecnico-amministrativo, concernenti in particolare lo svolgimento delle pratiche e le relative spese per l'ottenimento, da parte delle Autorità competenti, dei permessi, concessioni, autorizzazioni, licenze, ecc., necessari per la costruzione ed il successivo esercizio delle opere realizzate;
- le competenze professionali del Progettista, del Direttore Lavori ed eventuali coadiutori e dei Collaudatori;
- nominare il Responsabile dei Lavori (nel caso in cui intenda avvalersi di tale figura);

- nominare il Coordinatore per la sicurezza in fase di progettazione ed il Coordinatore per la sicurezza in fase di esecuzione dei lavori;
  - svolgere le pratiche di carattere tecnico-amministrativo, concernenti le competenze professionali del Responsabile dei Lavori ed eventuali coadiutori, del Coordinatore per la progettazione e del Coordinatore per l'esecuzione dei lavori;
  - provvedere a comunicare all'Impresa appaltatrice i nominativi dei coordinatori in materia di sicurezza e salute per la progettazione e per l'esecuzione dei lavori;
  - sostituire, nei casi in cui lo ritenga necessario, i coordinatori per la progettazione e per l'esecuzione dei lavori;
  - chiedere all'Appaltatore di attestare l'iscrizione alla Camera di commercio, industria e artigianato ovvero di fornire altra attestazione di professionalità oltre ad una dichiarazione relativa all'organico medio annuo, distinto per qualifica, corredata dagli estremi delle denunce dei lavoratori effettuate all'INPS, all'INAIL e alle Casse edili;
  - chiedere all'Appaltatore di attestare la professionalità delle imprese e dei progettisti a cui intende affidare rispettivamente dei lavori in subappalto e la redazione del progetto esecutivo;
  - chiedere all'Appaltatore una dichiarazione contenente l'indicazione dei contratti collettivi applicati ai lavoratori dipendenti e il rispetto degli obblighi assicurativi e previdenziali di legge;
  - trasmettere all'organo di vigilanza competente, prima dell'inizio dei lavori, la notifica preliminare.
- Nel caso in cui il Committente nomini un Responsabile dei Lavori, non viene per questo esonerato dalle responsabilità connesse alla verifica degli adempimenti in materia di igiene e sicurezza.

#### **Art. 4.3 – Funzioni, compiti e responsabilità del Responsabile dei lavori**

Il Responsabile dei Lavori è il soggetto che può essere incaricato dal Committente ai fini della progettazione, o della esecuzione o del controllo dell'esecuzione dell'opera. È il responsabile unico del procedimento ai sensi dell'art. 10 del D.lgs 163/2006 e s.m.i..

Nel caso in cui il Responsabile dei Lavori venga nominato dal Committente, la designazione deve contenere l'indicazione degli adempimenti di legge oggetto dell'incarico. Il responsabile dei lavori assume un ruolo sostitutivo del Committente e assume ogni competenza in merito alla effettiva organizzazione delle varie nomine e dei documenti già indicati, oltre alla verifica della messa in atto delle misure predisposte, con la facoltà di autonome valutazioni per eventuali miglioramenti legati ad aggiornamenti tecnologici.

Il grado di responsabilità che il Responsabile dei Lavori viene ad avere nello svolgimento delle sue mansioni connesse all'attuazione delle direttive del Committente è diretto ed equivalente a quello del Committente.

#### **Art. 4.4 – Direzione dei lavori**

Il Committente dichiara di aver istituito un ufficio di direzione dei lavori per il coordinamento, la direzione ed il controllo tecnico-contabile dell'esecuzione dell'intervento costituito da un Direttore dei Lavori e da assistenti con compiti di Direttore Operativo e di Ispettore di cantiere.

In particolare il Committente dichiara:

- di aver affidato l'incarico della Direzione Lavori al .....iscritto all'Albo degli ..... della Provincia di ..... al n.....;
- di aver affidato l'incarico di Direttore Operativo al..... iscritto all'Albo degli ..... della Provincia di..... al n.....;
- di aver affidato l'incarico di Ispettore di cantiere al ..... iscritto all'Albo degli ..... della Provincia di..... al n.....

Il Committente dichiara inoltre di riconoscere l'operato del Direttore dei Lavori, quale Suo rappresentante, per tutto quanto attiene all'esecuzione dell'Appalto.

#### **Art. 4.5 – Funzioni, compiti e responsabilità del Direttore dei Lavori**

Il Direttore dei Lavori è un ausiliario del Committente e ne assume la rappresentanza in un ambito strettamente tecnico vigilando sulla buona esecuzione delle opere e sulla loro corrispondenza alle norme contrattuali con funzione, per l'Appaltatore, di interlocutore esclusivo relativamente agli aspetti tecnici ed economici del contratto.

Il Direttore dei Lavori ha la responsabilità del coordinamento e della supervisione di quanto svolto dall'ufficio della Direzione dei Lavori ed in particolare relativamente alle attività dei suoi assistenti con funzione di Direttore Operativo e di Ispettore di cantiere.

In particolare il Direttore dei Lavori è tenuto a:

- accertare che, all'atto dell'inizio dei lavori, siano messi a disposizione dell'Appaltatore, da parte del Committente, gli elementi grafici e descrittivi di progetto necessari per la regolare esecuzione delle opere in relazione al programma dei lavori;
- vigilare perché i lavori siano eseguiti a perfetta regola d'arte ed in conformità al progetto, al contratto ed al programma dei lavori, verificandone lo stato e richiamando formalmente l'Appaltatore al rispetto delle disposizioni contrattuali in caso di difformità o negligenza;
- effettuare controlli, quando lo ritenga necessario, sulla quantità e qualità dei materiali impiegati ed approvigionati, avendone la specifica responsabilità dell'accettazione degli stessi;
- trasmettere tempestivamente, durante il corso dei lavori, ulteriori elementi particolari di progetto necessari al regolare ed ordinato andamento dei lavori; dare le necessarie istruzioni nel caso che l'Appaltatore abbia a rilevare omissioni, inesattezze o discordanze nelle tavole grafiche o nella descrizione dei lavori;
- sollecitare l'accordo fra il Committente e l'Appaltatore in ordine ad eventuali variazioni del progetto;
- coordinare l'avanzamento delle opere, la consegna e la posa in opera delle forniture e l'installazione degli impianti affidati dal Committente ad altre Ditte in conformità al programma dei lavori;
- fare osservare, per quanto di sua competenza, le prescrizioni vigenti in materia di costruzioni in conglomerato cementizio armato ed in acciaio;
- svolgere l'alto controllo della contabilizzazione delle opere, provvedendo all'emissione dei certificati di pagamento ed alla liquidazione finale delle opere;
- redigere in contraddittorio con l'Appaltatore, il verbale di ultimazione dei lavori ed il verbale di verifica provvisoria dei lavori ultimati;
- redigere la relazione finale sull'andamento dei lavori e sullo stato delle opere, comprendente il giudizio sulle riserve e la proposta di liquidazione;
- assistere ai collaudi;
- controllare e verificare con continuità la validità, ed in particolare al termine dei lavori con gli eventuali aggiornamenti resisi necessari in corso d'opera, del programma di manutenzione, del manuale d'uso e del manuale di manutenzione.

Il Direttore dei Lavori si assume ogni responsabilità civile e penale per i vizi e le difformità dell'opera derivanti dall'omissione dei doveri di alta sorveglianza, funzionali alla realizzazione dell'opera in conformità al progetto.

#### **Art. 4.6 - Funzioni, compiti e responsabilità del Direttore Operativo**

Il Direttore Operativo, eventualmente nominato dal Committente, è un assistente del Direttore dei Lavori ed a lui risponde direttamente in relazione all'attività svolta relativamente alla verifica ed al controllo della regolarità e della corrispondenza di quanto realizzato alle clausole contrattuali.

Al Direttore Operativo compete, con le conseguenti responsabilità, i compiti espressamente affidatigli dal Direttore dei Lavori. In particolare:

- verificare che l'Appaltatore svolga tutte le pratiche di legge relative alla denuncia dei calcoli delle strutture;
- programmare e coordinare le attività dell'Ispettore di cantiere;
- verificare e controllare l'aggiornamento del programma dei lavori, segnalando eventuali slittamenti e difformità rispetto alle previsioni contrattuali, proponendo i necessari interventi correttivi al Direttore dei Lavori;
- assistere il D.L. nell'identificare gli interventi necessari ad eliminare difetti di progetto ovvero esecutivi;
- individuare ed analizzare le cause che influiscono negativamente sulla qualità dei lavori, proponendo al Direttore dei Lavori adeguate azioni correttive;
- assistere ai collaudi;
- esaminare ed approvare il programma delle prove di collaudo e di messa in servizio degli impianti;
- collaborare alla tenuta dei libri contabili.

#### **Art. 4.7 - Funzioni, compiti e responsabilità dell'Ispettore di Cantiere**

L'Ispettore di cantiere, eventualmente nominato dal Committente, è un assistente del Direttore dei Lavori ed a lui risponde direttamente in relazione all'attività svolta relativamente alla sorveglianza dei lavori in conformità alle prescrizioni contenute nel presente Capitolato speciale d'appalto.

All'Ispettore di cantiere compete, con le conseguenti responsabilità, i compiti espressamente affidatigli dal Direttore dei Lavori. In particolare:

- verificare che la fornitura dei materiali siano conformi alle prescrizioni;
- verificare, prima della messa in opera, che materiali, apparecchiature e impianti abbiano superato i collaudi;
- controllare l'attività dei subappaltatori;
- controllare la regolare esecuzione dei lavori relativamente alla conformità ai progetti ed alle specifiche tecniche;
- garantire l'assistenza alle prove di laboratorio sui materiali;
- garantire l'assistenza ai collaudi dei lavori ed alle prove di messa in esercizio ed accettazione degli impianti;

#### **Art. 4.8 - Funzioni, compiti e responsabilità del Coordinatore della sicurezza in fase di progettazione**

Il Coordinatore della sicurezza per la progettazione deve essere in possesso dei requisiti professionali di cui all'art. 10 d.lgs. 494/96 e s.m.i.. Ad esso compete, con le conseguenti responsabilità:

- redigere il piano di sicurezza e coordinamento ai sensi dell'art. 12 d.lgs. 494/96 e s.m.i.;
- predisporre un fascicolo con le informazioni utili ai fini della prevenzione e protezione dai rischi cui sono esposti i lavoratori, che dovrà essere considerato anche all'atto di eventuali lavori successivi sull'opera.

#### **Art. 4.9 - Funzioni, compiti e responsabilità del Coordinatore della sicurezza in fase di esecuzione**

Il Coordinatore della sicurezza per l'esecuzione dei lavori, designato dal Committente o dal Responsabile dei Lavori, è il soggetto incaricato dell'esecuzione dei compiti di cui all'art. 5 del d. lgs. 494/96 e s.m.i. e deve essere in possesso dei requisiti professionali di cui all'art. 10 dello stesso decreto.

Ad esso compete, con le conseguenti responsabilità:

- verificare, tramite opportune azioni di coordinamento e controllo, l'applicazione, da parte delle imprese esecutrici e dei lavoratori autonomi, delle disposizioni loro pertinenti contenute nel Piano di sicurezza e di coordinamento e la corretta applicazione delle relative procedure di lavoro;
- verificare l'idoneità del Piano operativo di sicurezza, da considerare come piano complementare e di dettaglio del Piano di sicurezza e coordinamento assicurandone la coerenza con quest'ultimo e adeguare il piano di sicurezza e coordinamento ed i fascicoli informativi in relazione all'evoluzione dei lavori ed alle eventuali modifiche intervenute, valutando le proposte delle imprese esecutrici dirette a migliorare la sicurezza in cantiere, nonché verificare che le imprese esecutrici adeguino, se necessario, i rispettivi Piani operativi di sicurezza;
- organizzare tra i datori di lavoro, ivi compresi i lavoratori autonomi, la cooperazione ed il coordinamento delle attività nonché la loro reciproca informazione;
- verificare quanto previsto dagli accordi tra le parti sociali al fine di assicurare il coordinamento tra i rappresentanti per la sicurezza al fine di migliorare le condizioni di sicurezza nel cantiere;
- segnalare e proporre al Committente od al Responsabile dei Lavori, previa contestazione scritta alle imprese ed ai lavoratori autonomi interessati, in caso di gravi inosservanze delle norme di sicurezza, la sospensione dei lavori, l'allontanamento delle imprese o dei lavoratori autonomi dal cantiere o la risoluzione del contratto. Qualora il Committente o il Responsabile dei Lavori non adotti alcun provvedimento in merito alla segnalazione, senza fornire idonea motivazione, il Coordinatore per l'esecuzione provvede a dare comunicazione dell'inadempienza all'ASL territorialmente competente e alla Direzione provinciale del lavoro;
- opendere, in caso di pericolo grave ed imminente, le singole lavorazioni fino alla comunicazione scritta degli avvenuti adeguamenti effettuati dalle imprese interessate.

#### **Art. 4.10 – Funzioni, compiti e responsabilità del Direttore Tecnico di cantiere**

Il Direttore tecnico di cantiere, nella persona di un tecnico professionalmente abilitato, regolarmente iscritto all'albo di categoria e di competenza professionale estesa ai lavori da eseguire, viene nominato dall'Appaltatore, affinché in nome e per conto suo curi lo svolgimento delle opere, assumendo effettivi poteri dirigenziali e la responsabilità dell'organizzazione dei lavori, pertanto ad esso compete con le conseguenti responsabilità:

- gestire ed organizzare il cantiere in modo da garantire la sicurezza e la salute dei lavoratori;
- osservare e far osservare a tutte le maestranze presenti in cantiere, le prescrizioni contenute nei piani della sicurezza, le norme di coordinamento del presente capitolato contrattuali e le indicazioni ricevute dal Coordinatore per l'esecuzione dei lavori;
- allontanare dal cantiere coloro che risultassero in condizioni psico-fisiche tali o che si comportassero in modo tale da compromettere la propria sicurezza e quella degli altri addetti presenti in cantiere o che si rendessero colpevoli di insubordinazione o disonestà;

– vietare l'ingresso alle persone non addette ai lavori e non espressamente autorizzate dal Responsabile dei Lavori.  
L'Appaltatore è in ogni caso responsabile dei danni cagionati dalla inosservanza e trasgressione delle prescrizioni tecniche e delle norme di vigilanza e di sicurezza disposte dalle leggi e dai regolamenti vigenti.

#### **Art. 4.11 – Funzioni, compiti e responsabilità dei lavoratori autonomi e delle ditte subappaltatrici**

Al lavoratore autonomo ovvero all'impresa subappaltatrice competono con le conseguenti responsabilità:

- rispettare tutte le indicazioni contenute nei piani di sicurezza e tutte le richieste del Direttore tecnico dell'Appaltatore;
- utilizzare le attrezzature di lavoro ed i dispositivi di protezione individuale in conformità alle norme vigenti;
- collaborare e cooperare con le imprese coinvolte nel processo costruttivo;
- non pregiudicare con le proprie lavorazioni la sicurezza delle altre imprese presenti in cantiere;
- informare l'Appaltatore sui possibili rischi per gli addetti presenti in cantiere derivanti dalle attività lavorative.

#### **Art. 4.12 – Riservatezza del contratto**

Il Contratto con tutti i suoi allegati devono essere considerati riservati fra le Parti.

Ogni informazione o documento che divenga noto in conseguenza o in occasione dell'esecuzione del Contratto non potrà essere rivelato a terzi senza il preventivo accordo fra le Parti. In particolare l'Appaltatore non può divulgare notizie, disegni e fotografie, riguardanti le opere oggetto dell'Appalto né autorizzare terzi a farlo.

#### **Art. 4.13 - Trattamento dei dati personali**

Ai fini e per gli effetti della legge 675/96 il Committente si riserva il diritto di inserire il nominativo dell'Impresa appaltatrice nell'elenco dei propri clienti ai fini dello svolgimento dei futuri rapporti contrattuali e commerciali, in base all'art. 12, comma 1, lett. b) della legge citata.

L'Appaltatore potrà in ogni momento esercitare i diritti previsti dall'art. 13 della legge citata; in particolare potrà chiedere la modifica e la cancellazione dei propri dati.

#### **Art. 4.14 - Cauzione definitiva e assicurazione**

Al momento della stipulazione del contratto, l'Appaltatore, ai sensi dell'art.113 del D.Lgs 163/2006 Legge n.10 e s.m.i. deve prestare una garanzia fideiussoria (cauzione) nella misura del \_\_\_\_\_% dell'importo netto dell'Appalto.

Tale garanzia può essere prestata, a scelta dell'appaltatore, in contanti, in titoli di Stato o garantiti dallo Stato al corso del giorno del deposito, presso una Sezione di Tesoreria Provinciale o presso le aziende di credito autorizzate. La cauzione può essere costituita mediante fideiussione bancaria o mediante polizza assicurativa fideiussoria prestata da istituti di credito o da banche, autorizzati all'esercizio dell'attività bancaria ai sensi del d.lgs. 1 settembre 1993, n. 385.

La cauzione definitiva deve permanere fino alla data di emissione del certificato di collaudo provvisorio o del certificato di regolare esecuzione, ovvero decorsi dodici mesi dalla data di ultimazione dei lavori risultante dal relativo certificato. La cauzione viene prestata a garanzia dell'adempimento di tutte le obbligazioni del contratto e del risarcimento dei danni derivanti dall'eventuale inadempimento delle obbligazioni stesse, nonché a garanzia del rimborso delle somme pagate in più all'Appaltatore rispetto alle risultanze della liquidazione finale, salva comunque la risarcibilità del maggior danno.

Il Committente ha il diritto di valersi della cauzione per l'eventuale maggior spesa sostenuta per il completamento dei lavori in caso di risoluzione del contratto disposta in danno dell'Appaltatore. Il Committente ha inoltre il diritto di valersi della cauzione per provvedere al pagamento di quanto dovuto dall'Appaltatore per le inadempienze derivanti dall'inosservanza di norme e prescrizioni dei contratti collettivi, delle leggi e dei regolamenti sulla tutela, protezione, assicurazione, assistenza e sicurezza fisica dei lavoratori comunque presenti in cantiere.

Il Committente può inoltre richiedere all'Appaltatore la reintegrazione della cauzione nel caso in cui questa sia venuta meno in tutto o in parte; in caso di inottemperanza, la reintegrazione si effettua a valere sui ratei di prezzo da corrispondere all'appaltatore. L'Appaltatore altresì, ai sensi dell'art. 129 del D.lgs 163/2006 e s.m.i. è obbligato a stipulare una polizza di assicurazione che copra i danni eventualmente subiti dal Committente a causa del danneggiamento o della distruzione totale o parziale di impianti ed opere, anche preesistenti, verificatisi nel corso dell'esecuzione dei lavori. La polizza deve inoltre coprire le responsabilità civili del Committente per danni causati da terzi nel corso dell'esecuzione dei lavori.

La copertura assicurativa decorre dalla data di consegna dei lavori e cessa alla data di emissione del certificato di collaudo provvisorio o del certificato di regolare esecuzione ovvero decorsi dodici mesi dalla data di ultimazione dei lavori risultante dal relativo certificato.

#### **Art. 4.15 - Progetto esecutivo**

Il progetto esecutivo, redatto con riferimento al progetto definitivo approvato ed allegato al contratto d'appalto, dovrà essere completo di tutti gli elaborati grafici e tecnici previsti dall'art.33 del D.P.R. 207/2010 e necessari ed utili per l'ottenimento di tutte le approvazioni e/o autorizzazioni per l'esecuzione dei lavori (Uffici competenti del Comune di Catania, Genio Civile, Vigili del Fuoco, Azienda Sanitaria Provinciale, ecc...).

Detto progetto dovrà essere consegnato nelle copie originali necessarie per l'ottenimento dei pareri richiesti, e su supporto elettronico, all'Azienda Ospedaliera entro 60 (sessanta) giorni naturali e consecutivi decorrenti dalla data di comunicazione dell'aggiudicazione definitiva da parte del Responsabile Unico del Procedimento.

L'Impresa appaltatrice rimane obbligata a seguire l'iter di approvazione del progetto presso tutti gli Uffici Tecnici competenti, a prestare la dovuta assistenza all'Azienda Ospedaliera, ad eseguire tutte le modifiche e/o integrazioni del progetto esecutivo eventualmente richieste per le approvazioni.

In aggiunta agli elaborati progettuali caratterizzanti il progetto esecutivo prescritti dal D.P.R. 5 Ottobre 2010 n.207 sono richiesti all'Appaltatore i seguenti ulteriori elaborati grafici esplicativi descrittivi:

- Elaborato grafico esplicativo sui percorsi pedonali indoor con riferimento ai percorsi logici di ottimizzazione delle funzioni per l'immissione dell'utenza nel reparto oltre che del personale medico e paramedico.
- Elaborato grafico esplicativo dell'uso del colore indoor con riferimento alle funzioni dei vari ambienti, siano essi sanitari che di servizio.
- Elaborati grafici esplicativi del posizionamento delle attrezzature sanitarie nel reparto operatorio, nel reparto di terapia intensiva, nel reparto di diagnostica, nel reparto di degenza.
- Elaborato grafico esplicativo dei percorsi carrabili di collegamento outdoor con riferimento all'ottimizzazione dello smaltimento dei volumi di traffico previsti in accesso ed in uscita, nonché dalle zone a parcheggio.
- Analisi di dettaglio in termini di risparmio e recupero energetico per le soluzioni proposte, siano esse di tipo edilizio che di tipo tecnologico e/o impiantistico.
- Analisi delle soluzioni innovative proposte per l'abbattimento degli inquinanti aerei e dell'inquinamento acustico.

#### **Art. 4.16 - Consegna, inizio ed esecuzione dei lavori**

Dopo l'approvazione del progetto esecutivo da parte degli Uffici Tecnici competenti e dell'Azienda Ospedaliera, a seguito comunicazione autorizzazione del Responsabile Unico del Procedimento ed ai sensi degli artt 153 e 154 del D.P.R. 207/2010 e s.m.i. il Direttore Lavori procederà alla consegna dei lavori.

Il Direttore dei Lavori comunica all'Appaltatore il giorno ed il luogo in cui deve presentarsi per ricevere la consegna dei lavori munito del personale idoneo nonché delle attrezzature e dei materiali necessari per eseguire, ove occorra, il tracciamento dei lavori secondo i piani, profili e disegni di progetto. Sono a carico dell'Appaltatore gli oneri per le spese relative alla consegna, alla verifica ed al completamento del tracciamento. Su indicazione del D.L. devono essere collocati a cura dell'Appaltatore, picchetti, capisaldi, sagome, termini, ovunque si riconoscano necessari.

Il Direttore dei Lavori procederà alla consegna dell'area redigendo un verbale in contraddittorio con l'Appaltatore in duplice copia ai sensi del D.P.R. 207/2010 e s.m.i. firmato dal Direttore dei Lavori e dall'Appaltatore. Dalla data del verbale di consegna decorre il termine utile per il compimento dei lavori.

Il verbale di consegna contiene l'indicazione delle condizioni e delle circostanze speciali locali riconosciute e le operazioni eseguite, come i tracciamenti, gli accertamenti di misura, i collocamenti di sagome e capisaldi. Contiene inoltre l'indicazione delle aree, delle eventuali cave, dei locali e quant'altro concesso all'Appaltatore per l'esecuzione dei lavori oltre alla dichiarazione che l'area oggetto dei lavori è libera da persone e cose e che lo stato attuale è tale da non impedire l'avvio e la prosecuzione dei lavori. Il Direttore dei Lavori è responsabile della corrispondenza del verbale di consegna dei lavori all'effettivo stato dei luoghi.

L'Amministrazione si riserva in ogni modo il diritto di ordinare l'esecuzione di un determinato lavoro entro un prestabilito termine di tempo o di disporre l'ordine di esecuzione dei lavori nel modo che riterrà più conveniente, senza che l'Appaltatore possa rifiutarsi o fame oggetto di richiesta di speciali compensi.

L'Appaltatore sarà tenuto a realizzare i lavori secondo il programma indicato in progetto e secondo le priorità che verranno indicate dalla Direzione dei lavori. Sarà altresì tenuto a realizzare tutte quelle opere che pur non inserite nel programma anzidetto, saranno reputati urgenti ed improcrastinabili dall'Amministrazione.

Ove per esigenze dell'Amministrazione la consegna dei luoghi debba avvenire in modo parziale, seguiranno

verbali parziali di consegna che terranno conto delle opere eseguite nel computo dei tempi contrattuali residui.

Nel caso di subentro di un Appaltatore ad un altro nell'esecuzione dell'appalto, il Direttore dei Lavori redige apposito verbale in contraddittorio con entrambi gli appaltatori per accertare la reale consistenza dei materiali, dei mezzi d'opera e di quant'altro il nuovo Appaltatore deve assumere dal precedente, oltre ad indicare eventuali indennità da corrispondersi.

#### **Art. 4.17 - Impianto del cantiere - Programma dei lavori**

L'Appaltatore dovrà provvedere, entro quindici giorni dalla data di consegna, all'impianto del cantiere che dovrà essere allestito nei tempi previsti dal programma dei lavori redatto dall'Appaltatore sulla base di quanto definito in sede di progettazione definitiva dell'intervento ed allegato ai documenti progettuali consegnati per la gara d'appalto.

Il programma dei lavori dovrà essere redatto con riferimento al cronoprogramma allegato al progetto e riportato in coda al presente Capitolato Prestazionale (Allegato 2); il programma dei lavori è atto contrattuale che stabilisce la durata delle varie fasi della realizzazione di un'opera.

Il programma dei lavori si rende necessario anche per la definizione delle misure di prevenzione degli infortuni che devono essere predisposte dal Coordinatore per l'esecuzione dei lavori prima e durante lo svolgimento delle opere e pertanto il programma dei lavori dovrà essere definito negli stessi casi previsti per la redazione del Piano di sicurezza e coordinamento. In mancanza di tale programma l'Appaltatore sarà tenuto ad eseguire le varie fasi di lavoro secondo l'ordine temporale stabilito dalla Direzione dei Lavori senza che ciò costituisca motivo per richiedere risarcimenti o indennizzi. In presenza di particolari esigenze il committente si riserva, comunque, la facoltà di apportare modifiche non sostanziali al programma predisposto.

#### **Art. 4.18 - Norme di sicurezza**

I lavori appaltati devono svolgersi nel pieno rispetto delle vigenti normative in materia di prevenzione infortuni ed igiene del lavoro. Nell'accettare i lavori oggetto del contratto l'Appaltatore dichiara:

- di aver preso conoscenza di quanto contenuto e prescritto nel Piano di Sicurezza e Coordinamento ed in particolare relativamente agli apprestamenti ed alle attrezzature atti a garantire il rispetto delle norme in materia di igiene e sicurezza sul lavoro da predisporre, di aver visitato la località interessata dai lavori e di averne accertato le condizioni di viabilità e di accesso, nonché gli impianti che la riguardano;
- di aver valutato tutte le circostanze ed elementi che influiscono sul costo della manodopera, dei noli e dei trasporti relativamente agli apprestamenti ed alle attrezzature atti a garantire il rispetto delle norme in materia di igiene e sicurezza sul lavoro e condiviso la valutazione di detti oneri redatta dal Coordinatore per la sicurezza in fase di progettazione.

L'Appaltatore non potrà quindi eccepire, durante l'esecuzione dei lavori, la mancata conoscenza di elementi non valutati, tranne che tali elementi non si configurino come causa di forza maggiore contemplate nel codice civile (e non escluse da altre norme nel presente Capitolato o si riferiscano a condizioni soggette a possibili modifiche espressamente previste nel contratto).

Con l'accettazione dei lavori l'Appaltatore dichiara di avere la possibilità ed i mezzi necessari per procedere all'esecuzione degli stessi secondo le migliori norme di sicurezza e conduzione dei lavori. L'Appaltatore non potrà subappaltare a terzi le attrezzature, gli apprestamenti e le procedure esecutive o parte di esse senza la necessaria autorizzazione del Committente o del Responsabile dei Lavori ovvero del Coordinatore per l'esecuzione dei lavori. Qualora, durante l'esecuzione dei lavori, l'Appaltatore ritenesse opportuno, nell'interesse stesso dello sviluppo dei lavori, affidare il subappalto a Ditte specializzate, esso dovrà ottenere preventiva esplicita autorizzazione scritta dal Committente ovvero dal Coordinatore per l'esecuzione. Inoltre l'Appaltatore rimane, di fronte al Committente, unico responsabile delle attrezzature, degli apprestamenti e delle procedure esecutive subappaltate per quanto riguarda la loro conformità alle norme di legge ed a quanto contenuto e prescritto nel Piano di Sicurezza e Coordinamento.

Il Committente potrà far annullare il subappalto per incompetenza od indesiderabilità del subappaltatore, senza essere in questo tenuto ad indennizzi o risarcimenti di sorta.

È fatto obbligo all'Appaltatore di provvedere ai materiali, ai mezzi d'opera e ai trasporti necessari alla predisposizione di opere provvisorie, che per cause non previste e prevedibili, il Coordinatore per l'esecuzione dei lavori o il responsabile dei lavori ovvero il Committente, ritengono necessarie per assicurare un livello di sicurezza adeguato alle lavorazioni. In questo caso per l'esecuzione di lavori non previsti si farà riferimento all'elenco prezzi delle opere provvisorie allegato ovvero si procederà a concordare nuovi prezzi secondo le modalità definite.

#### **Art. 4.19 - Ordini di servizio**

Il Direttore dei Lavori impartisce tutte le disposizioni e istruzioni all'Appaltatore mediante un ordine di servizio,

redatto in duplice copia sottoscritte dal Direttore dei Lavori emanante e comunicato all'Appaltatore che lo restituisce firmato per avvenuta conoscenza.

#### **Art. 4.20 - Sospensioni, riprese, proroghe dei lavori**

Qualora circostanze speciali impediscano in via temporanea che i lavori procedano utilmente secondo quanto contenuto e prescritto dai documenti contrattuali, il Direttore dei Lavori può ordinarne la sospensione redigendo apposito verbale a norma dell'art.158 del D.P.R. 207/2010 e s.m.i., indicando le ragioni e l'imputabilità anche con riferimento alle risultanze del verbale di consegna.

I termini di consegna si intendono prorogati di tanti giorni quanti sono quelli della sospensione; analogamente si procederà nel caso di sospensione o ritardo derivanti da cause non imputabili all'Appaltatore.

Durante la sospensione dei lavori, il Direttore dei Lavori può disporre visite in cantiere volte ad accertare le condizioni delle opere e la consistenza delle attrezzature e dei mezzi eventualmente presenti, dando, ove occorra, disposizioni nella misura strettamente necessaria per evitare danni alle opere già eseguite, alle condizioni di sicurezza del cantiere e per facilitare la ripresa dei lavori. La ripresa dei lavori viene effettuata dal Direttore dei Lavori, redigendo opportuno verbale di ripresa dei lavori, non appena sono cessate le cause della sospensione. Detto verbale è firmato dall'Appaltatore ed inviato alla committenza. Nel verbale di ripresa il Direttore dei Lavori deve indicare il nuovo termine contrattuale.

Nel caso che i lavori debbano essere totalmente o definitivamente sospesi per cause di forza maggiore o per cause dipendenti direttamente od indirettamente dal Committente, l'Appaltatore, oltre alla corrispondente proroga dei tempi di consegna, ha diritto, dopo 90 (novanta) giorni consecutivi di sospensione o dopo la notifica da parte del Committente della definitiva sospensione dei lavori:

- al rimborso delle spese vive di cantiere sostenute durante il periodo di sospensione;
- al pagamento del nolo per le attrezzature installate, oppure al pagamento delle spese di rimozione, trasporto e ricollocamento in opera delle stesse, e ciò a scelta del Direttore dei Lavori;
- al pagamento, nei termini contrattuali, dell'importo delle opere, prestazioni e forniture eseguite fino alla data di sospensione dei lavori.

Qualora la sospensione non fosse totale, il Direttore dei Lavori, previo accordo fra le parti, stabilirà l'entità della proroga dei termini di consegna e l'ammontare dell'indennizzo da corrispondere all'Appaltatore stesso.

Sospensioni e ritardi saranno presi in considerazione solo se espressamente riconosciuti come tali con annotazione del Direttore dei Lavori sul giornale dei lavori.

#### **Art. 4.21 - Sospensione dei lavori per pericolo grave e per mancanza dei requisiti minimi di sicurezza**

In caso di inosservanza di norme in materia di igiene e sicurezza sul lavoro o in caso di pericolo imminente per i lavoratori, il Coordinatore per l'esecuzione dei lavori o il Responsabile dei Lavori ovvero il Committente, potrà ordinare la sospensione dei lavori, disponendone la ripresa solo quando sia di nuovo assicurato il rispetto della normativa vigente e siano ripristinate le condizioni di sicurezza e igiene del lavoro.

Per sospensioni dovute a pericolo grave ed imminente il Committente non riconoscerà alcun compenso o indennizzo all'Appaltatore; la durata delle eventuali sospensioni dovute ad inosservanza dell'Appaltatore delle norme in materia di sicurezza, non comporterà uno slittamento dei tempi di ultimazione dei lavori previsti dal contratto.

#### **Art. 4.22 - Accettazione dei materiali**

I materiali e le forniture da impiegare nelle opere da eseguire dovranno essere delle migliori qualità esistenti in commercio, possedere le caratteristiche stabilite dalle leggi e dai regolamenti vigenti in materia ed inoltre corrispondere alla specifica normativa del presente capitolato o degli altri atti contrattuali. Si richiamano peraltro, espressamente, le prescrizioni del Capitolato Generale, le norme UNI, CNR, CEI e le altre norme tecniche europee adottate dalla vigente legislazione. A tale proposito si ricorda come con l'entrata in vigore della Legge 109/94 e delle successive modifiche ed integrazioni introdotte, si sia avviato un processo di cambiamento che mira a promuovere la certificazione di qualità in tutti gli aspetti legati sia alla progettazione che alla realizzazione delle opere edili.

Sia nel caso di forniture legate ad installazione di impianti che nel caso di forniture di materiali d'uso più generale, l'Appaltatore dovrà presentare adeguate campionature almeno 60 giorni prima dell'inizio dei lavori, ottenendo l'approvazione della D.L. Le caratteristiche dei materiali e forniture saranno definite nei modi seguenti:

- a) dalle prescrizioni generali del presente capitolato;
- b) dalle prescrizioni particolari riportate negli articoli seguenti;

- c) dalle eventuali descrizioni specifiche aggiunte come integrazioni o come allegati al presente capitolato;
- d) da disegni, dettagli esecutivi o relazioni tecniche allegati al progetto.

Resta comunque contrattualmente fissato che tutte le specificazioni o modifiche apportate nei modi suddetti fanno parte integrante del presente capitolato. Salvo diversa indicazione, i materiali e le forniture proverranno da quelle località che l'Appaltatore riterrà di sua convenienza purché, ad insindacabile giudizio della Direzione dei Lavori, ne sia riconosciuta l'idoneità e la rispondenza ai requisiti prescritti.

L'Appaltatore è obbligato a prestarsi in qualsiasi momento ad eseguire o far eseguire presso il laboratorio o istituto indicato, tutte le prove prescritte dal presente capitolato o dalla Direzione dei Lavori sui materiali impiegati o da impiegarsi, nonché sui manufatti, sia prefabbricati che realizzati in opera e sulle forniture in genere. Il prelievo dei campioni destinati alle verifiche qualitative dei materiali stessi, da eseguire secondo le norme tecniche vigenti, verrà effettuato in contraddittorio e sarà appositamente verbalizzato. L'Appaltatore farà sì che tutti i materiali mantengano, durante il corso dei lavori, le stesse caratteristiche riconosciute ed accettate dalla Direzione dei Lavori.

Qualora in corso d'opera, i materiali e le forniture non fossero più rispondenti ai requisiti prescritti o si verificasse la necessità di cambiare gli approvvigionamenti, l'Appaltatore sarà tenuto alle relative sostituzioni e adeguamenti senza che questo costituisca titolo ad avanzare alcuna richiesta di variazione prezzi. Le forniture non accettate ad insindacabile giudizio della Direzione dei Lavori dovranno essere immediatamente allontanate dal cantiere a cura e spese dell'Appaltatore e sostituite con altre rispondenti ai requisiti richiesti. L'Appaltatore resta comunque totalmente responsabile in rapporto ai materiali forniti la cui accettazione, in ogni caso, non pregiudica i diritti che l'Appaltante si riserva di avanzare in sede di collaudo finale.

#### **Art. 4.23 - Accettazione degli impianti**

Tutti gli impianti presenti nell'appalto da realizzare e la loro messa in opera completa di ogni categoria o tipo di lavoro necessari alla perfetta installazione, saranno eseguiti nella totale osservanza delle prescrizioni progettuali, delle disposizioni impartite dalla Direzione dei Lavori, delle specifiche del presente capitolato o degli altri atti contrattuali, delle leggi, norme e regolamenti vigenti in materia. Si richiamano espressamente tutte le prescrizioni, a riguardo, presenti nel Capitolato Generale, le norme UNI, CNR, CEI e tutta la normativa specifica in materia.

I disegni esecutivi riguardanti ogni tipo di impianto dovranno essere consegnati alla Direzione dei Lavori almeno 60 giorni prima dell'inizio dei lavori relativi agli impianti indicati ed andranno corredati da relazioni tecnico-descrittive contenenti tutte le informazioni necessarie per un completo esame dei dati progettuali e delle caratteristiche sia delle singole parti che dell'impianto nel suo insieme.

L'Appaltatore è tenuto a presentare, contestualmente ai disegni esecutivi, un'adeguata campionatura delle parti costituenti l'impianto nei tipi di installazione richiesti ed una serie di certificati comprovanti origine e qualità dei materiali impiegati. Tutte le forniture relative agli impianti non accettate ai sensi del precedente articolo, ad insindacabile giudizio della Direzione dei Lavori, dovranno essere immediatamente allontanate dal cantiere a cura e spese dell'Appaltatore e sostituite con altre rispondenti ai requisiti richiesti.

L'Appaltatore resta, comunque, totalmente responsabile di tutte le forniture degli impianti o parti di essi, la cui accettazione effettuata dalla Direzione dei Lavori non pregiudica i diritti che l'Appaltante si riserva di avanzare in sede di collaudo finale o nei tempi previsti dalle garanzie fornite per l'opera e le sue parti. Durante l'esecuzione dei lavori di preparazione, di installazione, di finitura degli impianti e delle opere murarie relative, l'Appaltatore dovrà osservare tutte le prescrizioni della normativa vigente in materia antinfortunistica oltre alle suddette specifiche progettuali o del presente capitolato, restando fissato che eventuali discordanze, danni causati direttamente od indirettamente, imperfezioni riscontrate durante l'installazione od il collaudo ed ogni altra anomalia.

#### **Art. 4.24 - Variazioni dei lavori e nuovi prezzi**

Variazioni o addizioni al progetto approvato possono essere introdotte solo su specifica disposizione del Direttore dei Lavori e preventivamente approvata dal Committente nel rispetto delle condizioni e dei limiti definiti dalla Legge (artt.161e 162 del D.P.R. 207/2010 e s.m.i.). Non può essere introdotta alcuna variazione o addizione al progetto approvato da parte dell'Appaltatore.

Lavori eseguiti e non autorizzati non verranno pagati e sarà a carico dell'Appaltatore la rimessa in pristino dei lavori e delle opere nella situazione originaria secondo le disposizioni del Direttore dei Lavori. Non saranno considerati varianti gli interventi disposti dal Direttore dei Lavori per risolvere aspetti di dettaglio che siano contenuti entro i limiti fissati dalla normativa vigente per le singole categorie di lavoro dell'appalto e che non comportino un aumento della spesa prevista per la realizzazione dell'opera. Variazioni e addizioni che comportano modifiche

sostanziali del contratto sono normate nella legislazione e nei regolamenti di riferimento.

Il Committente, durante l'esecuzione dei lavori, può ordinare, alle stesse condizioni del contratto, una diminuzione dei lavori secondo quanto previsto nel Capitolato Generale. L'attuazione di varianti o modifiche non dà diritto all'Appaltatore di richiedere particolari compensi oltre il pagamento, alle condizioni contrattuali, delle opere eseguite.

Per la contabilizzazione di eventuali nuovi lavori non originariamente previsti in progetto, per la contabilizzazione dei quali manca il relativo prezzo nell'Elenco prezzi contrattuale, il Direttore dei Lavori procederà alla introduzione di nuovi prezzi a norma dell'art.163 del D.P.R. 207/2010 e s.m.i.

#### **Art. 4.25 - Disposizioni generali relative ai prezzi contrattuali - Invariabilità dei prezzi**

I prezzi unitari in base ai quali, dopo deduzione del pattuito ribasso d'asta, saranno pagati i lavori appaltati a misura ed a corpo e le somministrazioni per lavori in economia sono indicati nell'Elenco Prezzi allegato al contratto.

Essi compensano:

a) circa i materiali, ogni spesa (per fornitura, trasporto, dazi, cali, perdite, sprechi, ecc.), nessuna eccettuata, che venga sostenuta per darli pronti all'impiego, a piede di qualunque opera;

b) circa gli operai e mezzi d'opera, ogni spesa per fornire i medesimi di attrezzi e utensili del mestiere, nonché per premi di assicurazioni sociali, per illuminazione dei cantieri in caso di lavoro notturno;

c) circa i noli, ogni spesa per dare a piè d'opera i macchinari e mezzi pronti al loro uso;

d) circa i lavori a misura e a corpo, tutte le spese per forniture, lavorazioni, mezzi d'opera, assicurazioni d'ogni specie, indennità di cave, di passaggi o di deposito, di cantiere, di occupazione temporanea e d'altra specie, mezzi d'opera provvisori, carichi, trasporti e scarichi in ascesa o discesa, ecc., e per quanto occorre per dare il lavoro compiuto a perfetta regola d'arte, intendendosi nei prezzi stessi compreso ogni compenso per gli oneri tutti che l'appaltatore dovrà sostenere a tale scopo, anche se non esplicitamente detti o richiamati nei vari articoli e nell'elenco dei prezzi del presente capitolato.

I prezzi per lavori a misura ed a corpo, diminuiti del ribasso d'asta offerto dall'impresa, si intendono accettati dall'Appaltatore in base ai calcoli di sua convenienza ed a tutto suo rischio. Essi sono fissi e invariabili.

L'Appaltatore dichiara di aver approvvigionato all'atto dell'inizio dei lavori i materiali necessari per l'esecuzione dei lavori affidatigli e di aver tenuto conto nella formulazione dei prezzi contrattuali delle variazioni del costo della mano d'opera prevedibili nel periodo di durata dei lavori; tutti i prezzi si intendono pertanto fissi ed invariabili per tutta la durata dei lavori.

#### **Art. 4.26 - Valutazione dei lavori**

Nei prezzi contrattuali sono compresi tutti gli oneri ed obblighi richiamati nel presente capitolato e negli altri atti contrattuali che l'Appaltatore dovrà sostenere per l'esecuzione dell'opera e delle sue parti nei tempi e modi prescritti.

I prezzi contrattuali sono comprensivi di tutti gli oneri, diretti ed indiretti, per l'eventualità che l'Appaltatore, per rispettare i tempi contrattuali, abbia necessità di istituire doppi o tripli turni o effettuare le lavorazioni nei giorni festivi.

L'esecuzione dell'opera indicata dovrà, comunque, avvenire nella completa applicazione della disciplina vigente relativa alla materia, includendo tutte le fasi contrattuali, di progettazione, di messa in opera, di prevenzione infortuni e tutela dei lavoratori, della sicurezza, ecc. includendo qualunque altro aspetto normativo necessario al completamento dei lavori nel rispetto delle specifiche generali e particolari già citate.

I prezzi contrattualmente definiti sono accettati dall'Appaltatore nella più completa ed approfondita conoscenza delle quantità e del tipo di lavoro da svolgere rinunciando a qualunque altra pretesa di carattere economico che dovesse derivare da errata valutazione o mancata conoscenza dei fatti di natura geologica, tecnica, realizzativa o normativa legati all'esecuzione dei lavori.

Le eventuali varianti che comportino modifiche sostanziali al progetto (ampliamenti o riduzioni di cubatura, aggiunta o cancellazione di parti dell'opera, ecc.), dovranno essere ufficialmente autorizzate dalla Direzione dei Lavori e contabilizzate a parte secondo le condizioni contrattuali previste per tali lavori; non sono compresi, in questa categoria, i lavori di rifacimento richiesti per cattiva esecuzione o funzionamento difettoso che dovranno essere eseguiti a totale carico e spese dell'Appaltatore.

Il prezzo previsto per tutte le forniture di materiali e di impianti è comprensivo, inoltre, dell'onere per l'eventuale posa in periodi diversi di tempo, qualunque possa essere l'ordine di arrivo in cantiere dei materiali forniti dall'Appaltatore. Queste norme si applicano per tutti i lavori indicati dal presente capitolato (eseguiti in economia, a misura, a forfait, ecc.) e che saranno, comunque, verificati in contraddittorio con l'Appaltatore; si richiama espressamente, in tal senso, l'applicazione dell'Elenco Prezzi indicato dai documenti che disciplinano l'appalto.

#### **Art. 4.27 - Lavori a misura**

La contabilizzazione dei lavori a misura sarà effettuata dal Direttore Lavori applicando alle quantità delle rispettive categorie di lavoro misurate in cantiere in contraddittorio con l'Appaltatore i prezzi al netto del ribasso d'asta indicati nell'Elenco Prezzi allegato al contratto.

Tutti i prezzi dei lavori valutati a misura sono comprensivi delle spese per il carico, la fornitura, il trasporto, la movimentazione in cantiere e la posa in opera dei materiali includendo, inoltre, le spese per i macchinari di qualsiasi tipo (e relativi operatori), le opere provvisorie, le assicurazioni ed imposte, l'allestimento dei cantieri, le spese generali, l'utile dell'Appaltatore e quanto altro necessario per la completa esecuzione dell'opera in oggetto.

Viene quindi fissato che tutte le opere incluse nei lavori a misura si intenderanno eseguite con tutte le lavorazioni, i materiali, i mezzi e la mano d'opera necessari alla loro completa corrispondenza con le prescrizioni progettuali e contrattuali, con le indicazioni della Direzione dei Lavori, con le norme vigenti e con quanto previsto dal presente capitolato senza altri oneri aggiuntivi, da parte dell'Appaltatore, di qualunque tipo. Il prezzo stabilito per i vari materiali e categorie di lavoro è comprensivo, inoltre, dell'onere per l'eventuale posa in opera in periodi di tempo diversi, qualunque possa essere l'ordine di arrivo in cantiere dei materiali forniti dall'Appaltatore.

#### **Art. 4.28 - Lavori a corpo**

La contabilizzazione dei lavori a corpo sarà effettuata dal Direttore Lavori in percentuale all'avanzamento dei lavori riscontrati in cantiere in contraddittorio con l'Appaltatore con riferimento alla tabella di scomposizione del forfait in partite e sottopartite contabili allegata in coda al presente Capitolato Prestazionale (Allegato 1). L'importo dei compensi a corpo, al netto del ribasso d'asta, verrà corrisposto unitamente ai pagamenti in acconto in corso d'opera.

Il prezzo a corpo è fisso ed invariabile ed eventuali variazioni di quantità delle categorie di lavoro costituenti le voci a corpo rispetto alle quantità previste in progetto non potranno comportare richieste di maggiori compensi da parte dell'Appaltatore. Il prezzo a corpo indicato nel presente capitolato comprende e compensa tutte le lavorazioni, i materiali, gli impianti, i mezzi e la mano d'opera necessari alla completa esecuzione delle opere richieste dalle prescrizioni progettuali e contrattuali, dalle indicazioni della Direzione Lavori e da quanto altro, eventualmente specificato, nella piena osservanza della normativa vigente e delle specifiche del presente capitolato.

Ove non diversamente specificato ed ove previsto, il compenso a corpo costituisce pertanto per l'Appaltatore un compenso per tutti gli oneri riguardanti l'esecuzione dei lavori a corpo, oneri sia diretti che indiretti, espressamente previsti o no dal presente Capitolato speciale e dal Capitolato generale, nonché da Leggi e Regolamenti, disposizioni cui il Contratto ed il presente Capitolato fanno esplicito e tacito riferimento.

Con la sottoscrizione del contratto l'Appaltatore pertanto dichiara espressamente di avere verificato gli elaborati grafici e tecnici di progetto e le quantità delle categorie di lavoro a corpo assumendosi eventuali alee ed i relativi oneri per l'esecuzione dei lavori, di avere tenuto conto nella presentazione dell'offerta di tutti gli oneri, previsti o meno, posti a suo carico e di ritenersi per gli stessi totalmente compensato.

#### **Art. 4.29 - Lavori in economia**

Le prestazioni in economia saranno eseguite nella piena applicazione della normativa vigente sulla mano d'opera, i noli, i materiali incluse tutte le prescrizioni contrattuali e le specifiche del presente capitolato; le opere dovranno essere dettagliatamente descritte (nelle quantità, nei tempi di realizzazione, nei materiali, nei mezzi e numero di persone impiegate) e controfirmate dalla Direzione dei Lavori. Nel caso di lavori non previsti o non contemplati nel contratto iniziale, le opere da eseguire dovranno essere preventivamente autorizzate dalla Direzione dei Lavori.

Il prezzo relativo alla mano d'opera dovrà comprendere ogni spesa per la fornitura di tutti gli attrezzi necessari agli operai, la quota delle assicurazioni, la spesa per l'illuminazione, gli accessori, le spese generali e l'utile dell'Appaltatore. Nel prezzo dei noli dovranno essere incluse tutte le operazioni da eseguire per avere le macchine operanti in cantiere, compresi gli operatori, gli operai specializzati, l'assistenza, la spesa per i combustibili, l'energia elettrica, i lubrificanti, i pezzi di ricambio, la manutenzione di qualunque tipo, l'allontanamento dal cantiere e quant'altro si rendesse necessario per la piena funzionalità dei macchinari durante tutto il periodo dei lavori.

Il prezzo dei materiali dovrà includere tutte le spese e gli oneri richiesti per avere i materiali in cantiere immagazzinati in modo idoneo a garantire la loro protezione e tutti gli apparecchi e mezzi d'opera necessari per la loro movimentazione, la mano d'opera richiesta per tali operazioni, le spese generali, i trasporti, le parti danneggiate, l'utile dell'Appaltatore e tutto quanto il necessario alla effettiva installazione delle quantità e qualità richieste.

Le somministrazioni di mano d'opera e materiali per lavori in economia che venissero eseguite dall'Appaltatore

per ordine della Direzione Lavori saranno pagate con apposite liste settimanali da comprendersi nella contabilità dei lavori a prezzi di contratto.

Eventuali lavori non previsti richiesti dal Committente e disposti dal Direttore Lavori, dei quali non si abbia il prezzo in Elenco, sono obbligatori per l'Appaltatore fino al maturare del sesto in più dell'importo contrattuale, compensando aumenti e diminuzioni, ai prezzi da determinarsi con apposita perizia.

Tutti i ritardi, le imperfezioni ed i danni causati dalla mancata osservanza di quanto prescritto saranno prontamente riparati, secondo le disposizioni della Direzione dei Lavori, a totale carico e spese dell'Appaltatore.

#### **Art. 4.30 – Manodopera**

Gli operai per i lavori in economia dovranno essere idonei al lavoro per il quale sono richiesti e dovranno essere provvisti dei necessari attrezzi. L'appaltatore è obbligato, senza compenso alcuno, a sostituire tutti quegli operai che non riescano a gradimento alla direzione dei lavori. Circa le prestazioni di manodopera saranno osservate le disposizioni e convenzioni stabilite dalle leggi e dai contratti collettivi di lavoro, stipulati e convalidati a norma delle leggi sulla disciplina giuridica dei rapporti collettivi.

Nell'esecuzione dei lavori che formano oggetto del presente appalto, l'impresa si obbliga ad applicare integralmente tutte le norme contenute nel contratto collettivo nazionale di lavoro per gli operai dipendenti dalle aziende industriali edili e affini e negli accordi locali integrativi dello stesso, in vigore per il tempo e nella località in cui si svolgono i lavori anzidetti. L'impresa si obbliga altresì ad applicare il contratto e gli accordi medesimi anche dopo la scadenza e fino alla sostituzione e, se cooperative, anche nei rapporti con i soci.

I suddetti obblighi vincolano l'impresa anche se non sia aderente alle associazioni stipulanti o receda da esse e indipendentemente dalla natura industriale della stessa e da ogni altra sua qualificazione giuridica, economica o sindacale. L'impresa è responsabile in rapporto alla stazione appaltante dell'osservanza delle norme anzidette da parte degli eventuali subappaltatori nei confronti dei rispettivi loro dipendenti, anche nei casi in cui il contratto collettivo non disciplini l'ipotesi del subappalto. Il fatto che il subappalto sia o non sia stato autorizzato, non esime l'impresa dalla responsabilità di cui al comma precedente e ciò senza pregiudizio degli altri diritti della stazione appaltante.

Non sono, in ogni caso, considerati subappalti le commesse date dall'impresa ad altre imprese:

a) per la fornitura di materiali;

b) per la fornitura anche in opera di manufatti e impianti speciali che si eseguono a mezzo di ditte specializzate.

In caso di inottemperanza agli obblighi precisati nel presente articolo, accertata dalla stazione appaltante o a essa segnalata dall'Ispettorato del Lavoro, la stazione appaltante medesima comunicherà all'impresa e, se del caso, anche all'Ispettorato suddetto, l'inadempienza accertata e procederà a una detrazione del 20% sui pagamenti in acconto, se i lavori sono in corso di esecuzione, ovvero alla sospensione del pagamento del saldo, se i lavori sono stati ultimati, destinando le somme così accantonate a garanzia dell'adempimento degli obblighi di cui sopra.

Il pagamento all'impresa delle somme accantonate non sarà effettuato sino a quando dall'Ispettorato del Lavoro non sia stato accertato che gli obblighi predetti sono stati integralmente adempiuti.

Per le detrazioni e sospensione dei pagamenti di cui sopra, l'impresa non può opporre eccezioni alla stazione appaltante, né ha titolo al risarcimento di danni.

#### **Art. 4.31 - Materiali a piè d'opera**

Non è previsto il pagamento di materiali a piè d'opera di alcun genere.

#### **Art. 4.32 – Noleggi**

Le macchine e gli attrezzi dati a noleggio debbono essere in perfetto stato di servibilità e provvisti di tutti gli accessori necessari per il loro regolare funzionamento. Sono a carico esclusivo dell'appaltatore la manutenzione degli attrezzi e delle macchine. Il prezzo comprende gli oneri relativi alla mano d'opera, al combustibile, ai lubrificanti, ai materiali di consumo, all'energia elettrica e a tutto quanto occorre per il funzionamento delle macchine.

I prezzi di noleggio di meccanismi in genere, si intendono corrisposti per tutto il tempo durante il quale i meccanismi rimangono a piè d'opera a disposizione dell'amministrazione, e cioè anche per le ore in cui i meccanismi stessi non funzionano, applicandosi il prezzo stabilito per meccanismi in funzione soltanto alle ore in cui essi sono in attività di lavoro; quello relativo a meccanismi in riposo in ogni altra condizione di cose, anche per tutto il tempo impiegato per scaldare per portare a regime i meccanismi.

Nel prezzo del noleggio sono compresi e compensati gli oneri e tutte le spese per il trasporto a piè d'opera, montaggio, smontaggio e allontanamento dei detti meccanismi. Per il noleggio dei carri e degli autocarri il prezzo verrà corrisposto soltanto per le ore di effettivo lavoro, rimanendo escluso ogni compenso per qualsiasi altra causa.

#### **Art. 4.33 – Trasporti**

Con i prezzi dei trasporti s'intende compensata anche la spesa per i materiali di consumo, la mano d'opera del conducente, e ogni altra spesa occorrente. I mezzi di trasporto per i lavori in economia debbono essere forniti in pieno stato di efficienza e corrispondere alle prescritte caratteristiche. La valutazione delle materie da trasportare è fatta, a seconda dei casi, a volume o a peso, con riferimento alla distanza.

#### **Art. 4.34 - Lavoro notturno e festivo**

Nell'osservanza delle norme relative alla disciplina del lavoro e nel caso si presenti la necessità di eseguire, per richieste necessità dell'Amministrazione, delle lavorazioni oltre gli orari fissati e nei giorni festivi secondo le disposizioni di legge, la D.L. ne potrà ordinare la realizzazione; in tal caso l'Appaltatore potrà richiedere la corresponsione delle sole tariffe per la mano d'opera previste dalla normativa vigente per queste situazioni.

#### **Art. 4.35 - Personale dell'appaltatore**

Il personale destinato ai lavori dovrà essere, per numero e qualità, adeguato all'importanza dei lavori da eseguire ed ai termini di consegna stabiliti o concordati con la Direzione dei Lavori anche in relazione a quanto indicato dal programma dei lavori integrato. Dovrà pertanto essere formato e informato in materia di approntamento di opere, di presidi di prevenzione e protezione e in materia di salute e igiene del lavoro.

L'inosservanza delle predette condizioni costituisce per l'Appaltatore responsabilità, sia in via penale che civile, dei danni che per effetto dell'inosservanza stessa dovessero derivare al personale, a terzi ed agli impianti di cantiere.

L'Appaltatore dovrà inoltre osservare le norme e le prescrizioni delle leggi e dei regolamenti vigenti sull'assunzione, tutela, protezione ed assistenza dei lavoratori impegnati sul cantiere, comunicando, non oltre 15 giorni dall'inizio dei lavori, gli estremi della propria iscrizione agli Istituti previdenziali ed assicurativi.

Tutti i dipendenti dell'Appaltatore sono tenuti ad osservare:

- i regolamenti in vigore in cantiere;
- le norme antinfortunistiche proprie del lavoro in esecuzione e quelle particolari vigenti in cantiere;
- le indicazioni contenute nei Piani di sicurezza e le indicazioni fornite dal Coordinatore per l'esecuzione;
- tutti i dipendenti e/o collaboratori dell'Appaltatore saranno formati, addestrati e informati alle mansioni disposte, in funzione della figura, e con riferimento alle attrezzature ed alle macchine di cui sono operatori, a cura ed onere dell'Appaltatore medesimo.

L'inosservanza delle predette condizioni costituisce per l'Appaltatore responsabilità, sia in via penale che civile, dei danni che per effetto dell'inosservanza stessa dovessero derivare al personale, a terzi ed agli impianti di cantiere.

#### **Art. 4.36 - Disciplina di cantiere**

Il Direttore tecnico dell'impresa deve mantenere la disciplina nel cantiere; egli è obbligato ad osservare ed a far osservare ad ogni lavoratore presente in cantiere, in ottemperanza alle prescrizioni contrattuali, gli ordini ricevuti dal Direttore dei Lavori e dal Coordinatore per la sicurezza in fase di esecuzione; è tenuto ad allontanare dal cantiere coloro che risultassero incapaci o che si rendessero colpevoli di insubordinazione o disonestà; è inoltre tenuto a vietare l'ingresso alle persone non addette ai lavori e non autorizzate dal Direttore dei Lavori.

L'Appaltatore è in ogni caso responsabile dei danni cagionati dalla inosservanza e trasgressione delle prescrizioni tecniche e delle norme di vigilanza e di sicurezza disposte dalle leggi e dai regolamenti vigenti. Le Ditte dirette fornitrici del Committente sono tenute ad osservare l'orario di cantiere e le disposizioni di ordine generale emanate dall'Appaltatore. L'inosservanza di tali Ditte delle disposizioni predette esonera l'Appaltatore da responsabilità.

#### **Art. 4.37 - Disciplina di subappalti**

È vietato all'Appaltatore cedere ad altri il Contratto sotto pena della sua risoluzione e del risarcimento dei danni a favore del Committente. I subappalti di singole opere e prestazioni sono consentiti, nei limiti di legge, purché

commessi a Ditte di gradimento del Committente; a tale scopo l'Appaltatore dovrà predisporre volta per volta l'elenco delle Ditte alle quali intende rivolgersi per il subappalto. L'Appaltatore rimane comunque responsabile, nei confronti del Committente, delle opere e prestazioni subappaltate.

#### **Art. 4.38 - Rinvenimento di oggetti**

L'Appaltatore è tenuto a denunciare al Committente ed al Direttore dei Lavori il rinvenimento, occorso durante l'esecuzione delle opere, di oggetti di interesse archeologico o di valore intrinseco e ad averne la massima cura fino alla consegna.

#### **Art. 4.39 - Difesa ambientale**

L'Appaltatore si impegna, nel corso dello svolgimento dei lavori, a salvaguardare l'integrità dell'ambiente, rispettando le norme attualmente vigenti in materia ed adottando tutte le precauzioni possibili per evitare danni.

In particolare, nell'esecuzione delle opere, deve provvedere a:

- evitare l'inquinamento delle falde e delle acque superficiali;
- effettuare lo scarico dei materiali solo nelle discariche autorizzate;
- segnalare tempestivamente al Committente ed al Direttore dei Lavori il ritrovamento, nel corso dei lavori di scavo, di opere sotterranee che possano provocare rischi di inquinamento o materiali contaminati.

#### **Art. 4.40 - Contabilità dei lavori**

I documenti amministrativi contabili per l'accertamento dei lavori e delle somministrazioni sono:

*Il Giornale dei Lavori*, nel quale verranno registrate tutte le circostanze che possono interessare l'andamento dei lavori (condizioni meteorologiche, maestranze presenti, fase di avanzamento dei lavori, date dei getti in c.a. e dei relativi disarmi, stato dei lavori affidati all'Appaltatore e ad altre Ditte), le disposizioni ed osservazioni del Direttore dei Lavori, le annotazioni dell'Appaltatore, le sospensioni, riprese e proroghe dei lavori.

Il giornale dei lavori sarà compilato dal Direttore dei Lavori che annoterà gli ordini di servizio, le istruzioni e le prescrizioni oltre alle osservazioni che riterrà utile indicare.

Normalmente durante il corso dei lavori resterà in cantiere, in consegna all'Appaltatore; al termine dei lavori il giornale dei lavori verrà ritirato dal Direttore dei Lavori che lo terrà a disposizione delle parti contraenti.

*I libretti di misura delle lavorazioni e delle provviste* che dovrà contenere la misura e la classificazione delle lavorazioni e delle provviste secondo la denominazione di contratto. Tale libro dovrà essere aggiornato quotidianamente dalla Direzione dei Lavori in contraddittorio con l'Appaltatore sotto la diretta responsabilità del Direttore dei Lavori. Le lavorazioni e le somministrazioni che per loro natura si giustificano mediante fattura sono sottoposti alle necessarie verifiche da parte del Direttore dei Lavori in modo da verificarne la congruenza con quanto precedentemente concordato e allo stato di fatto.

*Le liste settimanali* nelle quali sono indicate le lavorazioni eseguite e le risorse impiegate da parte dell'appaltatore.

*Il registro di contabilità* contiene la trascrizione delle annotazioni delle lavorazioni e delle somministrazioni contenute nei libretti delle misure e compilato secondo le modalità indicate dalla normativa di riferimento. L'iscrizione delle partite deve essere in ordine cronologico. Il registro è tenuto dal Direttore dei Lavori ed è firmato dall'Appaltatore, con o senza riserve.

*Sommario del registro di contabilità* contenente ciascuna partita classificata secondo il rispettivo articolo di elenco e di perizia ed indica, per ogni stato di avanzamento, la quantità di ogni lavorazione eseguita ed i relativi importi.

*Stati di avanzamento dei lavori* contengono il riassunto di tutte le lavorazioni e somministrazioni eseguite dal principio dell'appalto sino alla data di redazione dello stesso ed è redatto a cura del Direttore dei Lavori, quale strumento per effettuare il pagamento di una rata d'acconto all'Appaltatore.

*I certificati per il pagamento delle rate di acconto* sono rilasciati sulla base degli stati di avanzamento dei lavori per l'emissione del mandato di pagamento e deve essere annotato nel registro di contabilità.

*Conto finale e relazione relativa* è l'ultimo stato di avanzamento dei lavori, compilato dal Direttore dei Lavori e deve essere accompagnato da una relazione in cui vengono riportate le vicende alle quali l'esecuzione del lavoro è stata soggetta, allegando relativa documentazione (verbali di consegna dei lavori, atti e perizie, eventuali nuovi prezzi, gli atti contabili, ...).

#### **Art. 4.41 - Eccezioni dell'Appaltatore**

Nel caso che l'Appaltatore ritenga che le disposizioni impartite dalla Direzione dei Lavori siano difformi dai patti

contrattuali, o che le modalità esecutive comportino oneri più gravosi di quelli previsti dal presente capitolato, tali da richiedere la formazione di un nuovo prezzo o speciale compenso, dovrà, a pena di decadenza, formulare le proprie eccezioni e riserve nei tempi e modi previsti dalla normativa vigente.

#### **Art. 4.42 - Prove e verifiche dei lavori, riserve dell'appaltatore**

Tutti i lavori dovranno essere eseguiti secondo quanto contenuto e prescritto dai documenti contrattuali.

Il Committente procederà, a mezzo della Direzione dei Lavori, al controllo dello svolgimento dei lavori, verificandone lo stato. La Direzione dei Lavori potrà procedere in qualunque momento all'accertamento e misurazione delle opere compiute; ove l'Appaltatore non si prestasse ad eseguire in contraddittorio tali operazioni, gli sarà assegnato un termine perentorio, scaduto il quale gli verranno addebitati i maggiori oneri per conseguenza sostenuti. In tal caso, inoltre, l'Appaltatore non potrà avanzare alcuna richiesta per eventuali ritardi nella contabilizzazione o nell'emissione dei certificati di pagamento.

Il Direttore dei Lavori segnalerà tempestivamente all'Appaltatore le eventuali opere che ritenesse non eseguite in conformità alle prescrizioni contrattuali o a regola d'arte; l'Appaltatore provvederà a perfezionarle a sue spese. Qualora l'Appaltatore non intendesse ottemperare alle disposizioni ricevute, il Committente avrà la facoltà di provvedervi direttamente od a mezzo di terzi. In ogni caso prima di dar corso ai perfezionamenti o rifacimenti richiesti, dovranno essere predisposte, in contraddittorio fra le parti, le necessarie misurazioni o prove; le spese incontrate per l'esecuzione delle opere contestate, nonché quelle inerenti alle misurazioni e alla precostituzione delle prove, saranno a carico della parte che, a torto, le ha provocate.

Insorgendo controversie su disposizioni impartite dal Direttore dei Lavori o sulla interpretazione delle clausole contrattuali, l'Appaltatore potrà formulare riserva entro 15 (quindici) giorni da quando i fatti che la motivano si siano verificati o siano venuti a sua conoscenza. La formulazione delle riserve dovrà effettuarsi mediante lettera raccomandata. Le riserve dovranno essere specificate in ogni loro elemento tecnico ed economico. Entro 15 (quindici) giorni dalla formulazione delle riserve il Direttore dei Lavori farà le sue controdeduzioni. Le riserve dell'Appaltatore e le controdeduzioni del Direttore dei Lavori non avranno effetto interruttivo o sospensivo per tutti gli altri aspetti contrattuali. Qualora le riserve non venissero accolte o non si raggiungesse un accordo, potrà essere investito del giudizio sulle controversie il Collegio Arbitrale.

#### **Art. 4.43 – Pagamenti in acconto**

Per l'esecuzione dei lavori all'appaltatore non è dovuta alcuna anticipazione sul importo contrattuale.

L'appaltatore avrà diritto a pagamenti in acconto in corso d'opera ogni qual volta il suo credito, al netto del ribasso d'asta e delle ritenute di legge, raggiunga la cifra di Euro 1.000.000,00 (Unmilione/00) contestualmente saranno pagati le percentuali relative agli oneri di sicurezza che non sono soggetti a ribasso d'asta.

Il termine massimo per l'emissione dei certificati di pagamento relativi agli acconti del corrispettivo d'appalto è fissato in giorni 45 (quarantacinque) a decorrere dalla maturazione di ogni stato di avanzamento dei lavori.

Il termine per disporre i pagamenti degli importi dovuti in base al certificato è fissato in giorni 30 (trenta) a decorrere dalla data di emissione del certificato di pagamento.

#### **Art. 4.44 – Tempo utile per la consegna del progetto esecutivo e per l'ultimazione dei lavori**

L'Impresa appaltatrice dovrà consegnare all'Azienda Ospedaliera il progetto esecutivo delle opere in oggetto entro giorni 60 (sessanta) naturali e consecutivi decorrenti dalla data di comunicazione da parte del R.U.P..

Dopo l'approvazione del progetto definitivo/esecutivo da parte degli Uffici Tecnici competenti e dell'Azienda Ospedaliera, a seguito comunicazione del Responsabile Unico del Procedimento, ai sensi degli artt 153 e 154 del D.P.R. 207/2010 e s.m.i. si procederà alla consegna dei lavori e dunque l'impresa appaltatrice dovrà dare inizio ai lavori entro quindici giorni dalla formale consegna degli stessi.

Il tempo utile per dare ultimati tutti i lavori sarà di giorni 720 (settecentoventi) naturali successivi e continui decorrenti dalla data del predetto verbale di consegna.

#### **Art. 4.45 - Proroghe per l'ultimazione dei lavori**

L'Appaltatore, qualora per cause ad esso non imputabili non sia in grado di ultimare i lavori nel termine fissato, potrà chiedere con domanda motivata, proroghe che se riconosciute giustificate saranno concesse dall'Appaltante

purché le domande pervengano, pena la decadenza, prima della data fissata per l'ultimazione dei lavori.

La concessione della proroga non pregiudica i diritti che possono competere all'Appaltatore qualora la maggior durata dei lavori sia imputabile all'Appaltante.

#### **Art. 4.46 – Certificato di ultimazione dei lavori**

In esito a formale comunicazione dell'Appaltatore di intervenuta ultimazione dei lavori il Direttore dei Lavori effettua i necessari accertamenti in contraddittorio con l'Appaltatore e rilascia senza ritardo alcuno il certificato attestante l'avvenuta ultimazione a norma dell'art.199 del D.P.R. 207/2010 e s.m.i..

#### **Art. 4.47 – Penale per ritardata consegna del progetto esecutivo e per ritardata ultimazione dei lavori**

In caso di ritardata consegna del progetto esecutivo, salvo casi non imputabili all'Appaltatore riconosciuti dal R.U.P., verrà applicata una penale di Euro 2.000,00 (duemila/00) per ogni giorno di ritardo.

In caso di ritardata ultimazione dei lavori, ai sensi dell'art.145 del Regolamento n° 207/2010 e s.m.i. e dell'art. 22 del capitolato generale d'appalto approvato con Decreto del Ministero LLPP 10 aprile 2000 n. 145 e s.m.i., salvo casi non imputabili all'Appaltatore riconosciuti dal D.L. e dal R.U.P., sarà applicata una penale pari allo 1 (uno) per mille dell'importo netto contrattuale, e comunque non superiore al 10%, per ogni giorno di ritardo.

#### **Art. 4.48 – Conto finale**

Il Conto finale verrà redatto dal Direttore dei Lavori a norma dell'art.200 del regolamento approvato con D.P.R. 207/2010 e s.m.i. entro 60 (sessanta) giorni dalla data dell'ultimazione e verrà conseguentemente trasmesso al Committente per i relativi adempimenti

Il conto finale è accompagnato da una relazione con gli allegati connessi alla storia cronologica dell'esecuzione, oltre a quelle notizie di carattere tecnico ed economico, atte ad agevolare le operazioni di collaudo.

Il conto finale verrà trasmesso dal Committente all'Appaltatore che, a meno di eccezioni e riserve, dovrà firmarlo per accettazione entro 30 (trenta) giorni.

#### **Art. 4.49 – Modalità e termini del collaudo**

Il Committente, entro 30 (trenta) giorni dalla data di ultimazione dei lavori (ovvero entro 30 giorni dalla data di consegna dei lavori per il collaudo in corso d'opera) nomina il Collaudatore con competenze e qualifiche professionali di legge. Il collaudo ha lo scopo di verificare e certificare che l'opera sia stata eseguita secondo i termini contrattuali, ed in particolare secondo le prescrizioni tecniche prestabilite ed in conformità ad eventuali varianti approvate e quanto altro definito in corso d'opera dal D.L. Il collaudo ha inoltre lo scopo di verificare la corrispondenza di quanto realizzato ai dati risultanti dalla contabilità e dai documenti giustificativi. Il collaudo comprende inoltre tutte le verifiche tecniche particolari previste dai documenti di contratto e dalla legislazione vigente oltre all'esame di eventuali riserve dell'Appaltatore, poste nei termini prescritti, sulle quali non sia già intervenuta una risoluzione definitiva. Nei casi e nei termini previsti dalla legge è obbligatorio il collaudo in corso d'opera con le modalità prescritte. Il Collaudatore, in corso di collaudo, può prescrivere accertamenti, saggi, riscontri ed in generale qualsiasi prova ritenga necessaria per la verifica della buona esecuzione del lavoro. Dette operazioni di riscontro, compreso quanto necessario per l'eventuale ripristino delle parti alterate dalle operazioni di verifica, sono a carico dell'Appaltatore. Della visita di collaudo è redatto processo verbale contenente, oltre ai dati principali dell'intervento, i rilievi fatti dal collaudatore, le singole operazioni di verifica eseguite con i relativi risultati. Il processo verbale oltre che dal collaudatore e dall'Appaltatore, sono firmati dal D.L. dal Committente e da quanti altri intervenuti.

Qualora dalle visite e dagli accertamenti effettuati in sede di collaudo definitivo emergessero difetti di esecuzione imputabili all'Appaltatore e tali da rendere necessari lavori di riparazione o completamento, l'Appaltatore stesso è tenuto ad eseguire entro giusto termine quanto prescritto dal Collaudatore. Trascorso il termine assegnato dal Collaudatore per l'esecuzione dei lavori senza che l'Appaltatore vi abbia provveduto, il Committente ha diritto di eseguirli direttamente, addebitandone l'onere all'Appaltatore, il quale tuttavia potrà deferire il giudizio in merito al Collegio Arbitrale.

Competono all'Appaltatore gli oneri di gratuita manutenzione ordinaria e straordinaria sino alla data del collaudo definitivo (art.1117 c.c.); i difetti che si rilevassero durante tale periodo e che fossero imputabili all'Appaltatore, dovranno essere prontamente eliminati a cura e spese dello stesso; in difetto vale quanto precisato al prec. paragrafo.

Dai dati di fatto risultanti dal processo verbale di collaudo e dai documenti contrattuali, anche successivi all'inizio dei lavori, il Collaudatore redige apposita relazione di verifica di conformità, formulando le proprie considerazioni in merito, esprimendosi in merito alla collaudabilità del lavoro ed alle eventuali condizioni, sulle eventuali domande dell'Appaltatore e sulle eventuali penali ed esprimendo un suo parere relativamente all'impresa, tenuto conto delle modalità di esecuzione dei lavori e delle domande e riserve dell'impresa stessa (in riferimento a quanto prescritto dalla normativa vigente in materia di qualificazione delle imprese). Qual'ora l'opera risulti collaudabile, il Collaudatore emette il Certificato di collaudo con le modalità ed i termini definiti dalla normativa di riferimento.

Il completamento delle operazioni di collaudo dovrà avvenire entro e non oltre sei mesi dall'ultimazione dei lavori con l'emissione del relativo certificato di collaudo provvisorio e l'invio dei documenti all'amministrazione, così come prescritto dall'art. 219 del regolamento n. 207/2010 e s.m.i..

Il Certificato di collaudo ha carattere provvisorio ed assume carattere definitivo trascorsi due anni dalla data di emissione. Il collaudo, anche se favorevole, non esonera l'Appaltatore dalle responsabilità di legge. Il Certificato di collaudo viene trasmesso per accettazione all'Appaltatore che deve firmarlo entro 20 (venti) giorni, formulando eventuali domande nei termini di legge.

#### **Art. 4.50 - Collaudo statico delle opere strutturali**

Secondo quanto disposto dalla vigente legislazione, tutte le opere strutturali in conglomerato cementizio armato, normale e precompresso, e le opere in acciaio sono soggette a collaudo statico da eseguirsi al termine dei lavori di costruzione delle strutture oggetto della relativa denuncia al Genio Civile. Pertanto entro 60 giorni dal termine dei lavori di costruzione delle strutture il D.L. depositerà al competente Genio Civile la relazione a strutture ultimate e il Committente provvederà alla nomina del Collaudatore il quale eseguirà le prove di collaudo ed emetterà il relativo certificato entro i termini previsti. In corso d'opera pertanto l'Appaltatore è tenuto all'esecuzione dei prelievi di campioni di calcestruzzo e acciaio per eseguire le prove di laboratorio secondo le modalità previste dalla Legge.

Il numero dei campioni da prelevare dovrà essere coerente con le normative vigenti ed in particolare:

- sui getti in calcestruzzo dovranno essere effettuati prelievi in numero non inferiore ad uno ogni 100 mc di getto, eseguiti con cubetti di dimensioni cm. 20x20x20;
- per gli acciai non controllati in stabilimento verranno effettuati prelievi di almeno tre spezzoni di ogni diametro per ogni partita;
- per gli acciai controllati in stabilimento la frequenza dei prelievi verrà effettuata in base a precise disposizioni impartite dal Direttore dei Lavori;
- tutti i campioni prelevati dovranno essere inviati, previo controllo e visto del Direttore dei Lavori, ad un laboratorio ufficiale per le prove di resistenza.

#### **Art. 4.51 - Consegna anticipata delle opere**

Avvenuta l'ultimazione dei lavori, a norma dell'art. 230 del D.P.R. 207/2010 e s.m.i., il Committente potrà prendere immediatamente in consegna le opere eseguite senza che ciò costituisca rinuncia al collaudo o accettazione delle opere stesse.

La presa in consegna anticipata delle opere è soggetta alle seguenti condizioni:

- a) sia stato eseguito con esito favorevole il collaudo statico;
- b) sia stato richiesto il certificato di agibilità;
- c) siano stati effettuati i necessari allacciamenti impiantistici;
- d) siano state effettuate le prove previste dal Capitolato speciale d'appalto;
- e) sia stato redatto apposito stato di consistenza dettagliato.

La verifica di quanto sopra è compito del Collaudatore che redige a tal fine opportuno verbale, sottoscritto dal Direttore dei Lavori e dal Committente stesso. In caso di anticipata consegna delle opere il Committente si assume la responsabilità della custodia, della manutenzione e della conservazione delle opere stesse restando comunque a carico dell'Appaltatore gli interventi conseguenti a difetti di costruzione. La consegna si intenderà effettuata sotto la riserva della responsabilità dell'Appaltatore e con le garanzie di cui agli artt. 1667 e 1669 del codice civile.

#### **Art. 4.52 - Garanzie**

Salvo il disposto dell'art. 1669 del c.c. e le eventuali prescrizioni del presente capitolato per lavori particolari, l'Appaltatore si impegna a garantire l'Appaltante per la durata di due anni dalla data del collaudo per i vizi e difetti, di

qualsiasi grado e natura, che diminuiscono l'uso e l'efficienza dell'opera e che non si siano precedentemente manifestati. Per lo stesso periodo l'Appaltatore si obbliga a riparare tempestivamente tutti i guasti e le imperfezioni che si manifestino negli impianti e nelle opere per difetto di materiali o per difetto di montaggio, restando a suo carico tutte le spese sostenute per le suddette riparazioni (fornitura dei materiali, installazioni, verifiche, mano d'opera, viaggi e trasferte del personale). Per tutti i materiali e le apparecchiature alle quali le case produttrici forniranno garanzie superiori a due anni, queste verranno trasferite all'Appaltante.

L'Appaltatore è altresì obbligato a stipulare una polizza assicurativa che tenga indenni le amministrazioni aggiudicatrici e gli altri enti aggiudicatori o realizzatori da tutti i rischi di esecuzione da qualsiasi causa determinati, salvo quelli derivanti da errori di progettazione, insufficiente progettazione, azioni di terzi o cause di forza maggiore, e che preveda anche una garanzia di responsabilità civile per danni a terzi nell'esecuzione dei lavori sino alla data di emissione del Certificato di collaudo provvisorio.

Per i lavori il cui importo superi gli importi stabiliti con decreto del Ministero dei lavori pubblici, l'Appaltatore è inoltre obbligato a stipulare, con decorrenza dalla data di emissione del Certificato di collaudo provvisorio, una polizza indennitaria decennale, nonché una polizza per responsabilità civile verso terzi, della medesima durata, a copertura dei rischi di rovina totale o parziale dell'opera, ovvero dei rischi derivanti da gravi difetti costruttivi.

#### **Art. 4.53 - Danni alle opere**

In caso di danni alle opere eseguite, dovuti a qualsiasi motivo, con la sola esclusione delle cause di forza maggiore, l'Appaltatore deve provvedere, a propria cura e spese, senza sospendere o rallentare l'esecuzione dei lavori, al ripristino di tutto quanto danneggiato.

Quando invece i danni dipendono da cause di forza maggiore, l'Appaltatore è tenuto a farne denuncia al Direttore dei Lavori entro 3 (tre) giorni dal verificarsi dell'evento, pena la decadenza dal diritto al risarcimento. Ricevuta la denuncia il Direttore dei Lavori procede alla redazione di un processo verbale di accertamento, indicando eventuali prescrizioni ed osservazioni. Il compenso che il Committente riconosce all'Appaltatore è limitato esclusivamente all'importo dei lavori necessari per la riparazione o il ripristino del danno.

#### **Art. 4.54 - Morte o fallimento dei contraenti**

In caso di morte di uno dei Contraenti subentrano gli eredi ed il Contratto di Appalto non si risolve. Si risolve invece ai sensi dell'art. 1671 c.c. quando la considerazione della persona dell'uno o dell'altro è stata motivo determinante del rapporto contrattuale. In caso di fallimento di una delle due Parti, valgono le disposizioni di legge vigenti in materia.

#### **Art. 4.55 - Accordo bonario**

Qualora, a seguito dell'iscrizione di riserve, l'importo economico dell'opera dovesse subire variazioni in modo sostanziale e, in ogni caso, non inferiore al 10 % (dieci per cento) dell'importo contrattuale, il Committente provvederà ad acquisire la relazione riservata del Direttore dei Lavori e, se costituito, dell'organo di collaudo, formulando entro 90 giorni una proposta motivata di accordo bonario sulla quale l'Appaltante dovrà pronunciarsi entro i successivi 60 giorni; l'eventuale verbale di accordo bonario sarà sottoscritto dall'Appaltante e dall'Appaltatore.

Ove ciò non risultasse possibile, tutte le controversie di natura tecnica, amministrativa e giuridica sorte sia durante l'esecuzione che al termine del contratto, saranno risolte ricorrendo ad un arbitrato ai sensi delle norme del titolo VIII del libro quarto del codice di procedura civile.

#### **Art. 4.56 - Cause di forza maggiore**

Costituiscono cause di forza maggiore tutti gli eventi eccezionali che non siano imputabili all'Appaltatore e che gli arrechino grave pregiudizio senza che egli abbia potuto intervenire o prevenire mediante l'adozione di tutti i provvedimenti e gli accorgimenti imposti dalla massima diligenza tecnica ed organizzativa.

I ritardi di consegna di materiali da parte di terzi verranno considerati utili ai fini delle relative proroghe solo se derivanti da cause di forza maggiore. Analogamente si procederà nel caso di subappalti autorizzati.

L'insorgere e il cessare degli eventi che hanno costituito la causa di forza maggiore devono essere tempestivamente comunicati per iscritto dall'Appaltatore.

**PARTE II°**

## **CAPITOLO 2 – QUALITA', PROVENIENZA E NORME DI ACCETTAZIONE DEI MATERIALI E DELLE FORNITURE**

### **Art. 5 – Accettazione, qualità e impiego dei materiali**

I materiali e i componenti devono corrispondere alle prescrizioni del capitolato speciale ed essere della migliore qualità: possono essere messi in opera solamente dopo l'accettazione del direttore dei lavori; in caso di contestazioni, si procederà ai sensi dell'art. 137 del regolamento n. 554/1999.

L'accettazione dei materiali e dei componenti è definitiva solo dopo la loro posa in opera. Il direttore dei lavori può rifiutare in qualunque tempo i materiali e i componenti deperiti dopo la introduzione in cantiere, o che per qualsiasi causa non fossero conformi alle caratteristiche tecniche risultanti dai documenti allegati al contratto; in questo ultimo caso l'appaltatore deve rimuoverli dal cantiere e sostituirli con altri a sue spese.

Ove l'appaltatore non effettui la rimozione nel termine prescritto dal direttore dei lavori, la stazione appaltante può provvedervi direttamente a spese dell'appaltatore, a carico del quale resta anche qualsiasi onere o danno che possa derivargli per effetto della rimozione eseguita d'ufficio.

Anche dopo l'accettazione e la posa in opera dei materiali e dei componenti da parte dell'appaltatore, restano fermi i diritti e i poteri della stazione appaltante in sede di collaudo.

L'appaltatore che nel proprio interesse o di sua iniziativa abbia impiegato materiali o componenti di caratteristiche superiori a quelle prescritte nei documenti contrattuali, o eseguito una lavorazione più accurata, non ha diritto ad aumento dei prezzi e la contabilità è redatta come se i materiali avessero le caratteristiche stabilite.

Nel caso sia stato autorizzato per ragioni di necessità o convenienza da parte del direttore dei lavori l'impiego di materiali o componenti aventi qualche carenza nelle dimensioni, nella consistenza o nella qualità, ovvero sia stata autorizzata una lavorazione di minor pregio, viene applicata una adeguata riduzione del prezzo in sede di contabilizzazione, sempre che l'opera sia accettabile senza pregiudizio e salve le determinazioni definitive dell'organo di collaudo.

Gli accertamenti di laboratorio e le verifiche tecniche obbligatorie, ovvero specificamente previste dal capitolato speciale d'appalto, sono disposti dalla direzione dei lavori o dall'organo di collaudo, imputando la spesa a carico delle somme a disposizione accantonate a tale titolo nel quadro economico. Per le stesse prove la direzione dei lavori provvede al prelievo del relativo campione e alla redazione di apposito verbale di prelievo; la certificazione effettuata dal laboratorio prove materiali riporta espresso riferimento a tale verbale.

La direzione dei lavori o l'organo di collaudo possono disporre ulteriori prove e analisi ancorché non prescritte dal capitolato speciale d'appalto ma ritenute necessarie per stabilire l'idoneità dei materiali o dei componenti. Le relative spese sono poste a carico dell'appaltatore.

### **Art. 6 – Provvista dei materiali**

Se gli atti contrattuali non contengono specifica indicazione, l'appaltatore è libero di scegliere il luogo ove prelevare i materiali necessari alla realizzazione del lavoro, purché essi abbiano le caratteristiche prescritte dai documenti tecnici allegati al contratto. Le eventuali modifiche di tale scelta non comportano diritto al riconoscimento di maggiori oneri, né all'incremento dei prezzi pattuiti.

Nel prezzo dei materiali sono compresi tutti gli oneri derivanti all'appaltatore dalla loro fornitura a piè d'opera, compresa ogni spesa per eventuali aperture di cave, estrazioni, trasporto da qualsiasi distanza e con qualsiasi mezzo, occupazioni temporanee e ripristino dei luoghi.

A richiesta della stazione appaltante l'appaltatore deve dimostrare di avere adempiuto alle prescrizioni della legge sulle espropriazioni per causa di pubblica utilità, ove contrattualmente siano state poste a suo carico, e di aver pagato le indennità per le occupazioni temporanee o per i danni arrecati.

### **Art. 7 – Sostituzione dei luoghi di provenienza dei materiali previsti in contratto**

Qualora gli atti contrattuali prevedano il luogo di provenienza dei materiali, il direttore dei lavori può prescrivere uno diverso, ove ricorrano ragioni di necessità o convenienza.

Nel caso di cui al comma 1, se il cambiamento importa una differenza in più o in meno del quinto del prezzo contrattuale del materiale, si fa luogo alla determinazione del nuovo prezzo ai sensi degli articoli 136 e 137 del regolamento n. 554/1999.

Qualora i luoghi di provenienza dei materiali siano indicati negli atti contrattuali, l'appaltatore non può cambiarli senza l'autorizzazione scritta del direttore dei lavori, che riporti l'espressa approvazione del responsabile del procedimento. In tal caso si applica l'art. 6 del presente capitolato.

### **Art. 8 – Norme di riferimento**

I materiali e le forniture da impiegare nella realizzazione delle opere dovranno rispondere alle prescrizioni contrattuali e in particolare alle indicazioni del progetto esecutivo e possedere le caratteristiche stabilite dalle leggi e dai regolamenti e norme UNI vigenti in materia, anche se non espressamente richiamati nel presente capitolato speciale d'appalto. In assenza di nuove e aggiornate norme, il direttore dei lavori potrà riferirsi alle norme ritirate o sostitutive. In generale si applicano le prescrizioni del presente capitolato speciale d'appalto. Salvo diversa indicazione, i materiali e le forniture proverranno da quelle località che l'appaltatore riterrà di sua convenienza, purché, a insindacabile giudizio della direzione lavori, ne sia riconosciuta l'idoneità e la rispondenza ai requisiti prescritti dagli accordi contrattuali.

L'appaltatore è obbligato a prestarsi, in qualsiasi momento, a eseguire o a far eseguire presso il laboratorio di cantiere, presso gli stabilimenti di produzione o presso gli istituti autorizzati, tutte le prove scritte dal presente capitolato speciale d'appalto o dalla direzione dei lavori, sui materiali impiegati o da impiegarsi, nonché sui manufatti, sia prefabbricati che realizzati in opera e sulle forniture in generale. Il prelievo dei campioni, da eseguire secondo le norme regolamentari e UNI vigenti, verrà effettuato in contraddittorio con l'impresa sulla base della redazione di verbale di prelievo.

### **Art. 9 – Ghiaia e pietrisco**

#### **9.1. Requisiti per l'accettazione**

Gli inerti, naturali o di frantumazione, devono essere costituiti da elementi non gelivi e non friabili, privi di sostanze organiche, limose e argillose, di gesso, ecc., in proporzioni nocive all'indurimento del conglomerato o alla conservazione delle armature.

La ghiaia o il pietrisco devono avere dimensioni massime commisurate alle caratteristiche geometriche della carpenteria del getto e all'ingombro delle armature, devono essere lavati con acqua dolce qualora ciò sia necessario per eliminare materie nocive.

La ghiaia deve essere bene assortita, formata da elementi resistenti e non gelivi, scevra da sostanze estranee, da parti friabili o terrose, o comunque dannose.

Il pietrisco deve provenire dalla frantumazione di roccia compatta, non gessosa né geliva, non deve contenere impurità né materie pulverulenti, deve essere costituito da elementi le cui dimensioni soddisfino alle condizioni sopra indicate per la ghiaia.

#### **9.2. Norme per gli aggregati per confezione di calcestruzzi**

Sugli aggregati impiegati per il confezionamento degli impasti di calcestruzzo la direzione dei lavori può fare eseguire le seguenti prove:

<b>UNI 8520-1</b>	<i>Aggregati per confezione di calcestruzzi. Definizione, classificazione e caratteristiche.</i>
<b>UNI 8520-2</b>	<i>Aggregati per confezione di calcestruzzi. Requisiti.</i>
<b>UNI 8520-7</b>	<i>Aggregati per confezione calcestruzzi. Determinazione del passante allo staccio 0,075 <b>UNI 2332</b>.</i>
<b>UNI 8520-8</b>	<i>Aggregati per confezione di calcestruzzi. Determinazione del contenuto di grumi di argilla e particelle friabili.</i>
<b>UNI 8520-13</b>	<i>Aggregati per confezione di calcestruzzi. Determinazione della massa volumica e dell'assorbimento degli aggregati fini.</i>
<b>UNI 8520-16</b>	<i>Aggregati per confezione di calcestruzzi. Determinazione della massa volumica e dell'assorbimento degli aggregati grossi (metodi della pesata idrostatica e del cilindro).</i>
<b>UNI 8520-17</b>	<i>Aggregati per confezione di calcestruzzi. Determinazione della resistenza a compressione degli aggregati grossi.</i>
<b>UNI 8520-20</b>	<i>Aggregati per confezione di calcestruzzi. Determinazione della sensibilità al gelo e disgelo degli aggregati grossi.</i>
<b>UNI 8520-21</b>	<i>Aggregati per confezione di calcestruzzi. Confronto in calcestruzzo con aggregati di caratteristiche note.</i>
<b>UNI 8520-22</b>	<i>Aggregati per confezione calcestruzzi. Determinazione della potenziale reattività degli aggregati in presenza di alcali.</i>

- UNI EN 1367-2** *Prove per determinare le proprietà termiche e la degradabilità degli aggregati. Prova al solfato di magnesio.*
- UNI EN 1367-4** *Prove per determinare le proprietà termiche e la degradabilità degli aggregati. Determinazione del ritiro per essiccamento.*
- UNI EN 1744-1** *Prove per determinare le proprietà chimiche degli aggregati. Analisi chimica.*

### 9.3. Norme per gli aggregati leggeri

Sugli aggregati leggeri impiegati per il confezionamento degli impasti di calcestruzzo la direzione dei lavori può fare eseguire le seguenti prove:

- UNI 7549-1** *Aggregati leggeri. Definizione, classificazione e pezzatura.*
- UNI 7549-2** *Aggregati leggeri. Identificazione visuale degli scisti e delle argille espansi.*
- UNI 7549-3** *Aggregati leggeri. Analisi granulometrica.*
- UNI 7549-4** *Aggregati leggeri. Determinazione della massa volumica del materiale in mucchio (peso in mucchio).*
- UNI 7549-5** *Aggregati leggeri. Determinazione della massa volumica media del granulo.*
- UNI 7549-6** *Aggregati leggeri. Determinazione del coefficiente di imbibizione.*
- UNI 7549-7** *Aggregati leggeri. Determinazione della resistenza dei granuli allo schiacciamento.*
- UNI 7549-8** *Aggregati leggeri. Determinazione del potere macchiante.*
- UNI 7549-9** *Aggregati leggeri. Determinazione della perdita al fuoco.*
- UNI 7549-10** *Aggregati leggeri. Determinazione della resistenza al gelo.*
- UNI 7549-11** *Aggregati leggeri. Determinazione della stabilità al trattamento a vapore.*
- UNI 7549-12** *Aggregati leggeri. Valutazione delle proprietà mediante prove su calcestruzzo convenzionale.*

## Art. 10 – Sabbia

La sabbia per malte dovrà essere priva di sostanze organiche, terrose o argillose, solfati e avere dimensione massima dei grani di 2 mm per murature in genere, di 1 mm per gli intonaci e murature di paramento o in pietra da taglio. La sabbia naturale o artificiale deve risultare bene assortita in grossezza e costituita di grani resistenti, non provenienti da roccia decomposta o gessosa. Essa deve essere scricchiolante alla mano, non lasciare traccia di sporco, non contenere materie organiche, melmose o comunque dannose; dev'essere lavata con acqua dolce, qualora ciò sia necessario, per eliminare materie nocive.

**Tabella 10.1 – Pezzature normali**

	Trattenuto dal	Passante al
Sabbia	setaccio 0,075 UNI 2332	setaccio 2 UNI 2332

Le sabbie da impiegarsi nel confezionamento dei conglomerati cementizi devono corrispondere alle caratteristiche granulometriche stabilite dal R.D. 16 novembre 1939, n. 229.

Nelle sabbie per conglomerati è ammessa una percentuale massima del 10% di materiale trattenuto sul crivello 7,1, vedi **UNI 2334** o sul setaccio 2, vedi **UNI 2332-1**, a seconda che si tratti di sabbia per conglomerati cementizi o di sabbia per conglomerati bituminosi; in ogni caso non si devono avere dimensioni inferiori a 0,05 mm.

Le sabbie possono essere naturali o di frantumazione, devono presentare una perdita per decantazione in acqua inferiore al 2%.

L'appaltatore non può impiegare sabbie di mare che non siano state preventivamente lavate a fondo con acqua dolce.

La direzione dei lavori potrà accertare in via preliminare le caratteristiche delle cave di provenienza del materiale per rendersi conto dell'uniformità della roccia, dei sistemi di coltivazione e di frantumazione, prelevando dei campioni da sottoporre alle prove necessarie per caratterizzare la roccia nei riguardi dell'impiego. Il prelevamento di campioni potrà essere omesso quando le caratteristiche del materiale risultano da certificato emesso in seguito a esami fatti eseguire da amministrazioni pubbliche, a seguito di sopralluoghi nelle cave e i risultati di tali indagini siano ritenuti idonei dalla direzione dei lavori.

Il prelevamento dei campioni di sabbia normalmente deve avvenire dai cumuli sul luogo di impiego, diversamente può avvenire dai mezzi di trasporto ed eccezionalmente dai silos. La fase di prelevamento non deve alterare le caratteristiche del materiale e in particolare la variazione della sua composizione granulometrica e perdita di materiale fine. I metodi prova riguardano l'analisi granulometrica e il peso specifico reale.

## Art. 11 – Acqua

L'acqua per gli impasti deve essere dolce, limpida, priva di sali (particolarmente solfati e cloruri) in percentuali dannose, priva di materie terrose e non essere aggressiva.

L'acqua, a discrezione della direzione dei lavori, in base al tipo di intervento o uso potrà essere trattata con speciali additivi per evitare l'insorgere di reazioni chimico-fisiche al contatto con altri componenti l'impasto.

## Art. 12 – Additivi per impasti cementizi

### 12.1. Generalità

Gli additivi per impasti cementizi si intendono classificati come segue: fluidificanti; aeranti; ritardanti; acceleranti; fluidificanti-aeranti; fluidificanti-ritardanti; fluidificanti-acceleranti; antigelo-superfluidificanti.

Per le modalità di controllo e accettazione il direttore dei lavori potrà far eseguire prove o accettare l'attestazione di conformità alle norme vigenti.

### 12.2. Calcestruzzo

I conglomerati cementizi per strutture in cemento armato dovranno rispettare tutte le prescrizioni di cui al D.M. 9 gennaio 1996 e relative circolari esplicative, in particolare l'impiego di eventuali additivi dovrà essere subordinato all'accertamento dell'assenza di ogni pericolo di aggressività.

Gli additivi dovranno possedere le seguenti caratteristiche:

- dovranno essere opportunamente dosati rispetto alla massa del cemento;
- non dovranno contenere componenti dannosi alla durabilità del calcestruzzo;
- non provocare la corrosione dei ferri d'armatura;
- non interagire sul ritiro o sull'espansione del calcestruzzo, in tal caso si dovrà procedere alla determinazione della stabilità dimensionale.

#### 12.2.1. Additivi acceleranti

Il dosaggio degli additivi acceleranti dovrà essere contenuto tra lo 0,5 e il 2% (ovvero come indicato dal fornitore) del peso del cemento; in caso di prodotti che non contengono cloruri tali valori possono essere incrementati fino al 4%. Per evitare concentrazioni del prodotto prima dell'uso dovrà essere opportunamente diluito.

La direzione dei lavori si riserva di verificare la loro azione prima dell'impiego, mediante:

- l'esecuzione di prove di resistenza meccanica del calcestruzzo secondo previste dal D.M. 9 gennaio 1996 e norme UNI vigenti
- la determinazione dei tempi di inizio e fine presa del calcestruzzo additivato mediante la misura della resistenza alla penetrazione, da eseguire con riferimento alla norma **UNI 7123**.

In generale per quanto non specificato si rimanda alla **UNI EN 934-2**.

#### 12.2.2. Additivi ritardanti

Gli additivi ritardanti sono da utilizzarsi per il trasporto del calcestruzzo in betoniera al fine di ritardarne l'indurimento.

La direzione dei lavori si riserva di verificare la loro azione prima dell'impiego, mediante:

- l'esecuzione di prove di resistenza meccanica del calcestruzzo secondo previste dal D.M. 9 gennaio 1996 e norme UNI vigenti
- la determinazione dei tempi di inizio e fine presa del calcestruzzo additivato mediante la misura della resistenza alla penetrazione, da eseguire con riferimento alla norma **UNI 7123**.

Le prove di resistenza a compressione di regola devono essere eseguite dopo la stagionatura di 28 giorni, la presenza dell'additivo non deve comportare diminuzione della resistenza del calcestruzzo.

In generale per quanto non specificato si rimanda alla **UNI EN 934-2**.

#### 12.2.3. Additivi antigelo

Gli additivi antigelo sono da utilizzarsi nel caso di getto di calcestruzzo effettuato in periodo freddo, previa autorizzazione della direzione dei lavori.

Il dosaggio degli additivi antigelo dovrà essere contenuto tra lo 0,5 e lo 2% (ovvero come indicato dal fornitore) del peso del cemento che dovrà essere del tipo ad alta resistenza e in dosaggio superiore rispetto alla norma. Per evitare

concentrazioni del prodotto prima dell'uso dovrà essere opportunamente miscelato al fine di favorire la solubilità a basse temperature.

In generale per quanto non specificato si rimanda alle seguenti norme:

**UNI 7109** *Additivi per impasti cementizi. Additivi antigelo. Idoneità e relativi metodi di controllo.*

**UNI 7120** *Additivi per impasti cementizi. Determinazione dei tempi di inizio e di fine presa delle paste cementizie contenenti additivi antigelo.*

La direzione dei lavori si riserva di verificare la loro azione prima e dopo l'impiego, mediante:

– l'esecuzione di prove di resistenza meccanica del calcestruzzo secondo previste dal D.M. 9 gennaio 1996 e norme UNI vigenti;

– la determinazione dei tempi d'inizio e fine presa del calcestruzzo additivato mediante la misura della resistenza alla penetrazione, da eseguire con riferimento alla norma **UNI 7123**.

Le prove di resistenza a compressione di regola devono essere eseguite dopo la stagionatura di 28 giorni, la presenza dell'additivo non deve comportare diminuzione della resistenza del calcestruzzo.

#### *12.2.4. Additivi fluidificanti e superfluidificanti*

Gli additivi fluidificanti sono da utilizzarsi per aumentare la fluidità degli impasti, mantenendo costante il rapporto acqua /cemento e la resistenza del calcestruzzo, previa autorizzazione della direzione dei lavori.

Il dosaggio degli additivi fluidificanti dovrà essere contenuto tra lo 0,2 e lo 0,3% (ovvero come indicato dal fornitore) del peso del cemento. Gli additivi superfluidificanti vengono aggiunti in quantità superiori al 2% rispetto al peso del cemento.

In generale per quanto non specificato si rimanda alla **UNI EN 934-2**.

La direzione dei lavori si riserva di verificare la loro azione prima e dopo l'impiego, mediante:

– determinazione della consistenza dell'impasto mediante l'impiego della tavola a scosse con riferimento alla **UNI 8020**;

– l'esecuzione di prove di resistenza meccanica del calcestruzzo secondo previste dal D.M. 9 gennaio 1996 e norme UNI vigenti;

– la prova di essudamento prevista dalla **UNI 7122**.

#### *12.2.5. Additivi aeranti*

Gli additivi aeranti sono da utilizzarsi per migliorare la resistenza del calcestruzzo ai cicli di gelo e disgelo, previa autorizzazione della direzione dei lavori. La quantità dell'aerante deve essere compresa tra lo 0,005 e lo 0,05% (ovvero come indicato dal fornitore) del peso del cemento.

La direzione dei lavori si riserva di verificare la loro azione prima e dopo l'impiego, mediante:

– la determinazione del contenuto d'aria secondo la **UNI 6395**;

– l'esecuzione di prove di resistenza meccanica del calcestruzzo secondo previste dal D.M. 9 gennaio 1996 e norme UNI vigenti;

– prova di resistenza al gelo secondo la **UNI 7087**;

– prova di essudamento secondo la **UNI 7122**.

Le prove di resistenza a compressione del calcestruzzo, di regola, devono essere eseguite dopo la stagionatura.

#### *12.2.6. Agenti espansivi*

Gli agenti espansivi sono da utilizzarsi per aumentare il volume del calcestruzzo sia in fase plastica che indurito, previa autorizzazione della direzione dei lavori. La quantità dell'aerante deve essere compresa tra il 7 e il 10% (ovvero come indicato dal fornitore) del peso del cemento.

In generale per quanto non specificato si rimanda alle seguenti norme:

**UNI 8146** *Agenti espansivi non metallici per impasti cementizi. Idoneità e relativi metodi di controllo.*

**UNI 8147** *Agenti espansivi non metallici per impasti cementizi. Determinazione dell'espansione contrastata della malta contenente l'agente espansivo.*

**UNI 8148** *Agenti espansivi non metallici per impasti cementizi. Determinazione dell'espansione contrastata del calcestruzzo contenente l'agente espansivo.*

**UNI 8149** *Agenti espansivi non metallici per impasti cementizi. Determinazione della massa volumica.*

La direzione dei lavori si riserva di verificare la loro azione prima e dopo l'impiego, mediante:

– l'esecuzione di prove di resistenza meccanica del calcestruzzo secondo previste dal D.M. 9 gennaio 1996 e norme UNI vigenti;

– determinazione dei tempi di inizio e fine presa del calcestruzzo additivato mediante la misura della resistenza alla penetrazione, da eseguire con riferimento alla norma **UNI 7123**.

Le prove di resistenza a compressione del calcestruzzo, di regola, devono essere eseguite dopo la stagionatura.

### 12.3. Metodi di prova

La direzione dei lavori, per quanto non specificato, per valutare l'efficacia degli additivi potrà disporre l'esecuzione delle seguenti prove:

<b>UNI 7110</b>	<i>Additivi per impasti cementizi. Determinazione della solubilità in acqua distillata e in acqua satura di calce.</i>
<b>UNI 7112</b>	<i>Additivi per impasti cementizi. Determinazione delle sostanze zuccherine riducenti.</i>
<b>UNI 7114</b>	<i>Additivi per impasti cementizi. Determinazione del potere schiumogeno degli additivi aeranti e fluidificanti-aeranti.</i>
<b>UNI 7115</b>	<i>Additivi per impasti cementizi. Determinazione della densità degli additivi liquidi o in soluzione.</i>
<b>UNI 7116</b>	<i>Additivi per impasti cementizi. Determinazione dell'alcalinità totale.</i>
<b>UNI 7117</b>	<i>Additivi per impasti cementizi. Determinazione della tensione superficiale di soluzioni contenenti additivi.</i>
<b>UNI 7118</b>	<i>Additivi per impasti cementizi. Determinazione del pH di soluzioni contenenti additivi.</i>
<b>UNI EN 934-2</b>	<i>Additivi per calcestruzzo, malta e malta per iniezione. Additivi per calcestruzzo. Definizioni e requisiti.</i>
<b>UNI 10765</b>	<i>Additivi per impasti cementizi. Additivi multifunzionali per calcestruzzo. Definizioni, requisiti e criteri di conformità.</i>

## Art. 13 – Malte

### 13.1. Malte tradizionali

L'acqua per gli impasti deve essere limpida, priva di sostanze organiche o grassi, non deve essere aggressiva né contenere solfati o cloruri in percentuale dannosa.

La sabbia da impiegare per il confezionamento delle malte deve essere priva di sostanze organiche, terrose o argillose.

Le calce aeree, le pozzolane e i leganti idraulici devono possedere le caratteristiche tecniche e i requisiti previsti dalle vigenti norme: R.D. 16 novembre 1939, n. 2230 e R.D. n. 2231, Legge 26 maggio 1965, n. 595, D.M. 14 gennaio 1966, D.M. 3 giugno 1968, D.M. 3 agosto 1972.

L'impiego di malte premiscelate e pronte per l'uso è consentito purché ogni fornitura sia accompagnata da una dichiarazione del fornitore attestante il gruppo della malta, il tipo e la quantità dei leganti e degli eventuali additivi. Ove il tipo di malta non rientri tra quelli appresso indicati il fornitore dovrà certificare con prove ufficiali anche le caratteristiche di resistenza della malta stessa.

Le modalità per la determinazione della resistenza a compressione delle malte sono riportate nel D.M. 3 giugno 1968 così come modificato dal D.M. 13 settembre 1993.

I tipi di malta e le loro classi sono definite in rapporto alla composizione in volume secondo la seguente tabella:

**Tabella 13.1 – Classi e tipi di malta (D.M. 20 novembre 1987)**

Classe	Tipo di malta	Composizione				
		Cemento	Calce aerea	Calce idraulica	Sabbia	Pozzolana
M4	Idraulica	–	–	1	3	–
M4	Pozzolonica	–	1	–	–	3
M4	Bastarda	1	–	2	9	–
M3	Bastarda	1	–	1	5	–
M2	Cementizia	1	–	0,5	4	–
M1	Cementizia	1	–	–	3	–

**Tabella 13.2 – Rapporti di miscela delle malte(AITEC)**

Tipo di malta	Rapporti in volume	Quantità per 1 m <sup>3</sup> di malta (kg)
Calce idrata,sabbia	1: 3,5	142 – 1300
	1: 4,5	110 – 1300

Calce idraulica, sabbia	1:3	270 – 1300
	1:4	200 – 1300
Calce eminentemente idraulica, sabbia	1:3	330 – 1300
	1:4	250 – 1300
Calce idrata, cemento, sabbia	2:1:8	125 – 150 – 1300
	2:1:9	110 – 130 – 1300
Cemento, sabbia	1:3	400 – 1300
	1:4	300 – 1300

Alla malta cementizia si può aggiungere una piccola quantità di calce aerea con funzione plastificante.

Malte di diverse proporzioni nella composizione confezionate anche con additivi, preventivamente sperimentate, possono essere ritenute equivalenti a quelle indicate qualora la loro resistenza media a compressione risulti non inferiore ai valori seguenti:

12 N/mm<sup>2</sup> [120 kgf/cm<sup>2</sup>] per l'equivalenza alla malta M1

8 N/mm<sup>2</sup> [80 Kgf/cm<sup>2</sup>] per l'equivalenza alla malta M2

5 N/mm<sup>2</sup> [50 kgf/cm<sup>2</sup>] per l'equivalenza alla malta M3

2,5 N/mm<sup>2</sup> [25 Kgf/cm<sup>2</sup>] per l'equivalenza alla malta M4.

### 13.2. Malte speciali

Le malte speciali a base cementizia (espansive, autoportanti, antiritiro, ecc.) composte da cementi ad alta resistenza, inerti, silice, additivi, da impiegarsi nei ripristini di elementi strutturali in c.a., impermeabilizzazioni, iniezioni armate, devono possedere le caratteristiche indicate nel progetto esecutivo. In caso di applicazione di prodotti equivalenti gli stessi devono essere accettati e autorizzati dalla direzione dei lavori.

Per qualunque contestazione si rimanda alle prescrizioni delle seguenti norme:

**UNI 8993** *Malte cementizie espansive premiscelate per ancoraggi. Definizione e classificazione.*

**UNI 8994** *Malte cementizie espansive premiscelate per ancoraggi. Controllo dell'idoneità.*

**UNI 8995** *Malte cementizie espansive premiscelate per ancoraggi. Determinazione della massa volumica della malta fresca.*

**UNI 8996** *Malte cementizie espansive premiscelate per ancoraggi. Determinazione dell'espansione libera in fase plastica.*

**UNI 8997** *Malte cementizie espansive premiscelate per ancoraggi. Malte superfluide. Determinazione della consistenza mediante cabaletta.*

**UNI 8998** *Malte cementizie espansive premiscelate per ancoraggi. Determinazione della quantità d'acqua d'impasto essudata.*

**UNI EN 12190** *Prodotti e sistemi per la protezione e la riparazione delle strutture di calcestruzzo. Metodi di prova. Determinazione della resistenza a compressione delle malte da riparazione.*

### 13.3. Metodi di prova delle malte cementizie

Sulle malte cementizie la direzione dei lavori può fare eseguire le seguenti prove:

**UNI 7044** *Determinazione della consistenza delle malte cementizie mediante l'impiego di tavola a scosse.*

**UNI EN 1015-1** *Metodi di prova per malte per opere murarie. Determinazione della distribuzione granulometrica (mediante staccatura).*

**UNI EN 1015-2** *Metodi di prova per malte per opere murarie. Campionamento globale e preparazione delle malte di prova.*

**UNI EN 1015-3** *Metodi di prova per malte per opere murarie. Determinazione della consistenza della malta fresca (mediante tavola a scosse).*

**UNI EN 1015-4** *Metodi di prova per malte per opere murarie. Determinazione della consistenza della malta fresca (mediante penetrazione della sonda).*

**UNI EN 1015-6** *Metodi di prova per malte per opere murarie. Determinazione della massa volumica apparente della malta fresca.*

**UNI EN 1015-7** *Metodi di prova per malte per opere murarie. Determinazione del contenuto d'aria della malta fresca.*

**UNI EN 1015-19** *Metodi di prova per malte per opere murarie. Determinazione della permeabilità al vapore d'acqua delle malte da intonaco indurite.*

**UNI ENV 1170-8** *Malte e paste di cemento rinforzate con fibre di vetro (GRC). Prova mediante cicli climatici.*

#### Art. 14 – Gesso

Il gesso è ottenuto per frantumazione, cottura e macinazione di roccia sedimentaria, di struttura cristallina, macrocristallina oppure fine, il cui costituente essenziale è il solfato di calcio biidrato ( $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ), dovrà presentarsi perfettamente asciutto, di recente cottura, di fine macinazione, privo di materie eterogenee e non alterato per estinzione spontanea. Le caratteristiche fisiche, meccaniche e chimiche delle rocce dovranno inoltre corrispondere alle prescrizioni della norma **UNI 5371**.

I gessi dovranno essere forniti in sacchi sigillati di idoneo materiale, riportanti il nominativo del produttore e la qualità del gesso contenuto. La conservazione dovrà essere effettuata con tutti gli accorgimenti atti a evitare degradazioni per umidità.

#### Art. 15 – Calci

Le calci impiegate dovranno avere le caratteristiche e i requisiti prescritti dal R.D. 16 novembre 1939, n. 2231, recante norme per l'accettazione delle calci.

#### Art. 16 – Cemento

##### 16.1. Fornitura

I sacchi per la fornitura dei cementi debbono essere sigillati e in perfetto stato di conservazione. Se l'imballaggio fosse comunque manomesso o il prodotto avariato, il cemento potrà essere rifiutato dalla direzione dei lavori e dovrà essere sostituito con altra idoneo.

Se i leganti sono forniti alla rinfusa, la provenienza e la qualità degli stessi dovranno essere dichiarate con documenti di accompagnamento della merce. La qualità del cemento potrà essere accertata mediante prelievo di campioni e la loro analisi presso laboratori ufficiali.

##### 16.2. Marchio di conformità

L'attestato di conformità autorizza il produttore ad apporre il marchio di conformità sull'imballaggio e sulla documentazione di accompagnamento relativa al cemento certificato. Il marchio di conformità è costituito dal simbolo dell'organismo abilitato seguito da:

- nome del produttore e della fabbrica ed eventualmente del loro marchio o dei marchi di identificazione;
- ultime due cifre dell'anno nel quale è stato apposto il marchio di conformità;
- numero dell'attestato di conformità;
- descrizione del cemento;
- estremi del decreto.

Ogni altra dicitura deve essere stata preventivamente sottoposta all'approvazione dell'organismo abilitato.

**Tabella 16.1 – Requisiti meccanici e fisici dei cementi (D.M. 12 luglio 1999, n. 314)**

Classe	Resistenza alla compressione ( $\text{N/mm}^2$ )				Tempo inizio presa min	Espansione mm
	Resistenza iniziale		Resistenza normalizzata			
	2 giorni	7giorni	28 giorni			
32,5	–	> 16	≥ 32,5	≤ 52,5	≥ 60	≤ 10
32,5 R	> 10	–	≥ 42,5	≤ 62,5		
4,25	> 10	–	≥ 52,5	–		
4,25 R	> 20	–	–	–		
52,5	> 20	–	–	–		
52,5 R	> 30	–	–	–		

**Tabella 16.2 – Requisiti chimici dei cementi (D.M. 12 luglio 1999, n. 314)**

Proprietà	Prova secondo	Tipo di cemento	Classe di resistenza	Requisiti
Perdita al fuoco	EN 196 – 2	CEM I – CEM III	Tutte le classi	≤ 5,0%
Residuo insolubile	EN 196 – 2	CEM I – CEM III	Tutte le classi	≤ 5,0%

Solfati come (SO <sub>3</sub> )	EN 196 – 2	CEM I CEM II (2) CEM IV CEM V	32,5 32,5 R 42,5	≤ 3,5%
			42,5 R 52,5 52,5 R	≤ 4,0%
		CEM III (3)	Tutte le classi	
Cloruri	EN 196 – 21	Tutti i tipi (4)	Tutte le classi	≤ 0,10%
Pozzolanicità	EN 196 – 5	CEM IV	Tutte le classi	Esito positivo della prova

1) I requisiti sono espressi come percentuale in massa  
2) Questa indicazione comprende i cementi tipo CEM II/A e CEM II/B, ivi compresi i cementi Portland composti contenenti solo un altro componente principale, per esempio II/A – S o II/B – V, salvo il tipo CEM II/B – T che può contenere fino al 4,5% di SO<sub>3</sub>, per tutte le classi di resistenza  
3) Il cemento tipo CEM III/C può contenere fino al 4,5% di SO<sub>3</sub>.  
4) Il cemento tipo CEM III può contenere più dello 0,100% di cloruri ma in tal caso si dovrà dichiarare il contenuto effettivo in cloruri.

**Tabella 16.3 – Valori limite dei cementi (D.M. 12 luglio 1999, n. 314)**

Proprietà		Valori limite					
		Classe di resistenza					
		32,5	32,5R	42,5	42,5R	52,5	42,5R
Limite inferiore di resistenza (N/mm <sup>2</sup> )	2 giorni	–	8,0	8,0	18,0	18,0	28,0
	7 giorni	14,0	–	–	–	–	–
	28 giorni	30,0	30,0	40,0	40,0	50,0	50,0
Tempo di inizio presa – Limite inferiore (min.)		45			40		
Stabilità (mm) – Limite superiore		11					
Contenuto di SO <sub>3</sub> (%) Limite superiore	Tipo I Tipo II (1) Tipo IV Tipo V	4,0			4,5		
	Tipo III/A Tipo III/B	4,5					
	Tipo III/C	5,0					
Contenuto di cloruri (%) – Limite superiore (2)		0,11					
Pozzolanicità		Positiva a 15 giorni					

(1) Il cemento tipo II/B può contenere fino al 5% di SO<sub>3</sub> per tutte le classi di resistenza

(2) Il cemento tipo III può contenere più dello 0,11% di cloruri, ma in tal caso deve essere dichiarato il contenuto reale di cloruri.

### 16.3. Metodi di prova

Ai fini dell'accettazione dei cementi la direzione dei lavori potrà effettuare le seguenti prove:

- UNI EN 196-1** *Metodi di prova dei cementi. Determinazione delle resistenze meccaniche.*  
**UNI EN 196-2** *Metodi di prova dei cementi. Analisi chimica dei cementi.*  
**UNI EN 196-3** *Metodi di prova dei cementi. Determinazione del tempo di presa e della stabilità.*  
**UNI ENV 196-4** *Metodi di prova dei cementi. Determinazione quantitativa dei costituenti.*  
**UNI EN 196-5** *Metodi di prova dei cementi. Prova di pozzolanicità dei cementi pozzolanici.*  
**UNI EN 196-6** *Metodi di prova dei cementi. Determinazione della finezza.*  
**UNI EN 196-7** *Metodi di prova dei cementi. Metodi di prelievo e di campionatura del cemento.*  
**UNI EN 196-21** *Metodi di prova dei cementi. Determinazione del contenuto di cloruri, anidride carbonica e alcali nel cemento.*  
**UNI ENV 197-1** *Cemento. Composizione, specificazioni e criteri di conformità. Cementi comuni.*  
**UNI ENV 197-2** *Cemento. Valutazione della conformità.*  
**UNI 10397** *Cementi. Determinazione della calce solubilizzata nei cementi per dilavamento con acqua distillata.*  
**UNI 10517** *Cementi Comuni. Valutazione della conformità.*  
**UNI ENV 413-1** *Cemento da muratura. Specifica.*  
**UNI EN 413-2** *Cemento da muratura. Metodi di prova.*

## Art. 17 – Laterizi

### 17.1. Generalità

Si intendono per laterizi materiali artificiali da costruzione, formati di argilla, contenente quantità variabili di sabbia, di ossido di ferro, di carbonato di calcio, purgata, macerata, impastata, pressata e ridotta in pezzi di forma e di dimensioni prestabilite, pezzi che, dopo asciugamento, vengono esposti a giusta cottura in apposite fornaci, dovranno rispondere alle prescrizioni del R.D. 16 novembre 1939, n. 2233 – Norme per l'accettazione dei materiali laterizi – e alle norme UNI vigenti.

### 17.2. Requisiti

I laterizi di qualsiasi tipo, forma e dimensione debbono nella massa essere scevri da sassolini, noduli e da altre impurità; avere facce lisce e spigoli regolari; presentare alla frattura (non vetrosa) grana fine e uniforme; dare, al colpo di martello, suono chiaro; assorbire acqua per immersione; asciugarsi all'aria con sufficiente rapidità; non sfaldarsi e non sfiorire sotto l'influenza degli agenti atmosferici e di soluzioni saline; non screpolarsi al fuoco; avere resistenza adeguata agli sforzi ai quali dovranno essere assoggettati, in relazione all'uso.

### 17.3. Accettazione e prove

Per accertare se i materiali laterizi abbiano i requisiti prescritti, oltre all'esame accurato della superficie e della massa interna e alle prove di percussione per riconoscere la sonorità del materiale, debbono essere sottoposti a prove fisiche e chimiche.

Le prove debbono essere eseguite presso Laboratori ufficiali.

Le prove fisiche sono quelle di compressione, flessione, urto, gelività, imbibimento e permeabilità.

Le prove chimiche sono quelle necessarie per determinare il contenuto in sali solubili totali e in solfati alcalini.

In casi speciali può essere prescritta una analisi chimica più o meno completa dei materiali, seguendo i procedimenti analitici più accreditati.

I laterizi da usarsi in opere a contatto con acque contenenti soluzioni saline sono analizzati, per accertare il comportamento di essi in presenza di liquidi di cui si teme la aggressività.

### 17.4. Prove fisiche e prove chimiche

Per quanto attiene alle modalità delle prove chimiche e fisiche, si rimanda al citato R.D. 16 novembre 1939, n. 2233.

### 17.5. Elementi per murature

Per la terminologia, il sistema di classificazione, i limiti di accettazione e i metodi di prova si farà riferimento alle norme:

**UNI 8942-1** *Prodotti di laterizio per murature. Terminologia e sistema di classificazione.*

**UNI 8942-2** *Prodotti di laterizio per murature. Limiti d'accettazione.*

**UNI 8942-3** *Prodotti di laterizio per murature. Metodi di prova.*

Gli elementi da impiegarsi nelle murature dovranno avere facce piane e spigoli regolari, essere esenti da screpolature, fessure e cavità e presentare superfici atte alla adesione delle malte. I mattoni da paramento dovranno presentare in maniera particolare regolarità di forma, integrità superficiale e sufficiente uniformità di colore per l'intera partita.

Gli elementi in laterizio impiegati nelle murature portanti, essi debbono rispondere alle prescrizioni contenute nel D.M. 20 novembre 1987. La resistenza meccanica degli elementi deve essere dimostrata attraverso certificati contenenti i risultati delle prove condotte da laboratori ufficiali negli stabilimenti di produzione con le modalità previste dal D.M. citato.

### 17.6. Elementi per solai

Per la terminologia, il sistema di classificazione, i limiti di accettazione e i metodi di prova si farà riferimento alle norme:

**UNI 9730-1** *Elementi di laterizio per solai. Terminologia e classificazione.*

**UNI 9730-2** *Elementi di laterizio per solai. Limiti di accettazione.*

**UNI 9730-3** *Elementi di laterizio per solai. Metodi di prova.*

Dovranno inoltre essere rispettate le norme dei cui al punto 7, parte 1<sup>a</sup>, del D.M. 9 gennaio 1996.

Nei blocchi forati, la resistenza caratteristica a compressione, determinata secondo le prescrizioni dell'Allegato 7 del D.M. citato e riferita alla sezione netta delle pareti e delle costolature, dovrà risultare non minore di:

- a) solai con blocchi aventi funzioni di alleggerimento:  
30 N/mm<sup>2</sup> nella direzione dei fori; 15 N/mm<sup>2</sup> nella direzione trasversale ai fori.
- b) solai con blocchi aventi funzione statica in collaborazione con il conglomerato:  
15 N/mm<sup>2</sup> nella direzione dei fori; 5 N/mm<sup>2</sup> nella direzione trasversale ai fori.

In assenza di cassero continuo inferiore durante la fase di armatura e getto tutti i blocchi dovranno resistere a un carico concentrato, applicato nel centro della faccia superiore, non inferiore a 1,5 kN. Il modulo elastico non dovrà essere superiore a 25 kN/mm<sup>2</sup>.

#### 17.6.1. Tavelle e tavelloni

Per l'accettazione dimensionale delle tavelle e dei tavelloni si farà riferimento alle tolleranze previste dalle seguenti norme:

**UNI 2105** *Tavelle. Tipi e dimensioni.*

**UNI 2106** *Tavelloni. Tipi e dimensioni.*

Per le caratteristiche di accettazione, la resistenza a flessione, il comportamento al gelo, il potere di imbibizione, il contenuto in solfati di alcalini si farà riferimento alla norma:

**UNI 2107** *Tavelle e tavelloni. Requisiti e prove.*

**Tabella 17.1 – Caratteristiche di tavelle e tavelloni di uso comune**

Tipo	Spessore cm	W (cm <sup>3</sup> /ml)	Peso kN/m <sup>2</sup>	Lunghezza cm	Larghezza cm	Rottura	
						P (kN)	Mr (kNm)
Tavellone UNI 2105	3	122	0,28	50	25	1,50	0,72
	3	122	0,28	60	25		
	4	187	0,34	60	25	1,80	1,00
	4	187	0,34	70	25	1,70	1,00
	4	187	0,34	80	25	1,50	1,00
	4	187	0,34	90	25	1,10	1,00
Tavellone UNI 2106	4	187	0,34	100	25	1,00	1,00
	6	332	0,38	80	25	2,60	1,95
	6	332	0,38	90	25	2,30	1,95
	6	332	0,38	100	25	2,10	1,95
	4	496	0,44	110	25	3,10	2,95
	4	496	0,44	110	25	2,80	2,95
	4	496	0,44	120	25	2,60	2,95

W = Momento resistente minimo riferito alla sezione larga 1 m (4 elementi affiancati); P= Carico minimo di rottura concentrato in mezziera di una tavella poggiante su due coltelli posti a cm 2,5 dagli estremi (Tabella UNI 2107); Mr= Momento flettente di rottura minimo riferito alla sezione larga 1 m (4 elementi affiancati). (fonte: *Manualetto RDB*, Fag, Milano, 1997)

#### 17.6.2. Tegole

Per l'accettazione delle tegole per coperture e relativi elementi funzionali si farà riferimento, in caso di contestazione, alle seguenti norme:

**UNI 8089** *Edilizia. Coperture e relativi elementi funzionali. Terminologia funzionale.*

**UNI 8090** *Edilizia. Elementi complementari delle coperture. Terminologia.*

**UNI 8091** *Edilizia. Coperture. Terminologia geometrica.*

**UNI 8178** *Edilizia. Coperture. Analisi degli elementi e strati funzionali.*

**UNI 8635-16** *Edilizia. Prove dei prodotti per coperture discontinue. Determinazioni delle inclusioni calcaree nei prodotti di laterizio.*

**UNI 9460 3** *Coperture discontinue. Codice di pratica per la progettazione e l'esecuzione di coperture discontinue con tegole di laterizio e cemento.*

### Art. 18 – Manufatti di pietre naturali o ricostruite

#### 18.1. Generalità

La terminologia utilizzata ha il significato di seguito riportato, le denominazioni commerciali devono essere riferite a campioni, atlanti, ecc.

Per le prove da eseguire presso i laboratori ufficiali autorizzati si rimanda alle prescrizioni del R.D. 16 novembre 1939, n. 2232 (Norme per l'accettazione delle pietre naturali da costruzione), al R.D. 16 novembre 1939, n. 2234 (Norme per l'accettazione dei materiali per pavimentazione), e alle norme UNI vigenti.

I campioni delle pietre naturali da sottoporre alle prove da prelevarsi dalle forniture esistenti in cantiere debbono presentare caratteristiche fisiche, chimiche e meccaniche conformi a quanto prescritto nei contratti, in relazione al tipo della pietra e all'impiego che di essa deve farsi nella costruzione.

**Tabella 18.1 – Valori indicativi di tenacità**

Roccia	Tenacità
Calcarea	1
Gneiss	1,20
Granito	1,50
Arenaria calcarea	1,50
Basalto	2,30
Arenaria silicea	2,60

**Tabella 18.2 – Valori indicativi di resistenza a taglio**

Roccia	Carico di rottura (Mpa)
Arenarie	3 – 9
Calcarea	5 – 11
Marmi	12
Granito	15
Porfido	16
Serpentini	18 – 34
Gneiss	22 – 31

### 18.2. Marmo

Roccia cristallina, compatta, lucidabile, da decorazione e da costruzione, prevalentemente costituita da minerali di durezza Mohs da 3 a 4 (quali calcite, dolomite, serpentino).

A questa categoria appartengono:

- i marmi propriamente detti (calcarei metamorfici ricristallizzati), i calcefiri e i cipollini;
- i calcari, le dolomie e le breccie calcaree lucidabili;
- gli alabastrini calcarei;
- le serpentiniti;
- oficalciti.

### 18.3. Granito

Roccia fanero-cristallina, compatta, lucidabile, da decorazione e da costruzione, prevalentemente costituita da minerali di durezza Mohs da 6 a 7 (quali quarzo, felspati, felspatoidi).

A questa categoria appartengono:

- i graniti propriamente detti (rocce magmatiche intrusive acide fanero-cristalline, costituite da quarzo, felspati sodico-potassici e miche);
- altre rocce magmatiche intrusive (dioriti, granodioriti, sieniti, gabbri, ecc.);
- le corrispettive rocce magmatiche effusive, a struttura porfirica;
- alcune rocce metamorfiche di analoga composizione come gneiss e serizzi.

### 18.4. Travertino

Roccia calcarea sedimentaria di deposito chimico con caratteristica strutturale vacuolare, da decorazione e da costruzione; alcune varietà sono lucidabili.

### 18.5. Pietra

Roccia da costruzione e/o da decorazione, di norma non lucidabile.

A questa categoria appartengono rocce di composizione mineralogica svariata, non inseribili in alcuna classificazione. Esse sono riconducibili a uno dei due gruppi seguenti:

- rocce tenere e/o poco compatte;
- rocce dure e/o compatte.

Esempi di pietre del primo gruppo sono: varie rocce sedimentarie (calcareniti, arenarie a cemento calcareo, ecc.), varie rocce piroclastiche (peperini, tufi, ecc.); al secondo gruppo appartengono le pietre a spacco naturale (quarziti, micascisti, gneiss lastroidi, ardesie, ecc.), e talune vulcaniti (basalti, trachiti, leucititi, ecc.).

Per gli altri termini usati per definire il prodotto in base alle norme, dimensioni, tecniche di lavorazione e alla conformazione geometrica, vale quanto riportato nella norma **UNI 8458**.

#### **18.6. Requisiti d'accettazione**

I prodotti in pietra naturale o ricostruita devono rispondere alle seguenti prescrizioni:

a) appartenere alla denominazione commerciale e/o petrografica indicata nel progetto oppure avere origine dal bacino di estrazione o zona geografica richiesta nonché essere conformi a eventuali campioni di riferimento ed essere esenti da crepe, discontinuità, ecc. che riducono la resistenza o la funzione;

b) avere lavorazione superficiale e/o finiture indicate nel progetto e/o rispondere ai campioni di riferimento; avere le dimensioni nominali concordate e le relative tolleranze;

c) delle seguenti caratteristiche il fornitore dichiarerà i valori medi (ed i valori minimi e/o la dispersione percentuale):

- massa volumica reale e apparente, misurata secondo la norma **UNI 9724, Parte 2<sup>a</sup>**;
- coefficiente di imbibizione della massa secca iniziale, misurato secondo la norma **UNI 9724, Parte 2<sup>a</sup>**;
- resistenza a compressione, misurata secondo la norma **UNI 9724, Parte 3<sup>a</sup>**;
- resistenza a flessione, misurata secondo la norma **UNI 9724, Parte 5<sup>a</sup>**;
- resistenza all'abrasione, misurata secondo le disposizioni del R.D. 16 novembre 1939, n. 2234;

d) per le prescrizioni complementari da considerare in relazione alla destinazione d'uso (strutturale per murature, pavimentazioni, coperture, ecc.) si rinvia agli appositi articoli del presente capitolato e alle prescrizioni di progetto.

I valori dichiarati saranno accettati dalla direzione dei lavori anche in base ai criteri generali del presente capitolato speciale d'appalto.

#### **18.7. Manufatti da lastre**

I manufatti da lastre devono essere ricavati da lastre di spessore non superiore a 8 cm; si hanno i seguenti prodotti:

- a) lastre refilate;
- b) listelli;
- c) modulmarmo-modulgranito.

#### **18.8. Manufatti in spessore**

I manufatti in spessore devono essere ricavati da blocchi o lastre di spessore superiore a 8 cm; si hanno i seguenti prodotti:

- a) masselli;
- b) binderi;
- c) cordoni.

#### **18.9. Manufatti a spacco e sfaldo**

Tra i manufatti a spacco si indicano:

- a) cubetti di porfido;
- b) smolleri;
- c) lastre di ardesia;
- d) lastre di quarzite;
- e) lastre di serpentino;
- f) lastre di beola;
- c) lastre di arenaria.

#### **18.10. Manufatti lapidei stradali**

Le caratteristiche dimensionali e di accettazione dei manufatti lapidei stradali devono rispondere alle seguenti norme:

**UNI 2713** Manufatti lapidei stradali. Bocchette di scarico, di pietra.

**UNI 2714** Manufatti lapidei stradali. Risvolti di pietra, per ingressi carrai.

**UNI 2715** *Manufatti lapidei stradali. Guide di risvolto, di pietra, per ingressi carrai.*

**UNI 2716** *Manufatti lapidei stradali. Scivolo di pietra, per ingressi carrai.*

**UNI 2717** *Manufatti lapidei stradali. Guide di pietra.*

**UNI 2718** *Manufatti lapidei stradali. Masselli di pietra, per pavimentazione.*

**UNI 2712** *Manufatti lapidei stradali. Cordoni di pietra.*

### **18.11. Prove d'accettazione**

Per quanto non espressamente indicato, per l'accettazione dei materiali lapidei si rinvia alle prescrizioni delle seguenti norme:

**UNI 9724-1** *Materiali lapidei. Descrizione petrografia.*

**UNI 9724-2** *Materiali lapidei. Determinazione della massa volumica apparente e del coefficiente di imbibizione.*

**UNI 9724-3** *Materiali lapidei. Determinazione della resistenza a compressione semplice.*

**UNI 9724-4** *Materiali lapidei. Confezionamento sezioni sottili e lucide.*

**UNI 9724-5** *Materiali lapidei. Determinazione della resistenza a flessione.*

**UNI 9724-6** *Materiali lapidei. Determinazione della microdurezza Knoop.*

**UNI 9724-7** *Materiali lapidei. Determinazione della massa volumica reale e della porosità totale e accessibile.*

## **Art. 19 – Prodotti per pavimentazione**

### **19.1. Generalità**

Si definiscono prodotti per pavimentazione quelli utilizzati per realizzare lo strato di rivestimento dell'intero sistema di pavimentazione.

Per la realizzazione del sistema di pavimentazione si rinvia all'articolo sull'esecuzione delle pavimentazioni.

I prodotti vengono di seguito considerati al momento della fornitura; il direttore dei lavori, ai fini della loro accettazione, può procedere ai controlli (anche parziali) su campioni della fornitura oppure richiedere un attestato di conformità della fornitura alle prescrizioni secondo le norme vigenti:

a) norme generali

**R.D. 16 novembre 1939, n. 2234** – *Norme per l'accettazione dei materiali per pavimentazione.*

**UNI 7998** *Edilizia. Pavimentazioni. Terminologia.*

**UNI 7999** *Edilizia. Pavimentazioni. Analisi dei requisiti.*

**UNI 8437** *Edilizia. Pavimentazioni. Classificazione in base all'isolamento dal rumore di calpestio.*

b) Rivestimenti resilienti per pavimentazioni

**UNI 5574** *Pavimenti vinilici. Metodi di prova.*

**UNI EN 661** *Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Determinazione della propagazione dell'acqua.*

**UNI EN 662** *Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Determinazione dell'incurvamento per esposizione all'umidità.*

**UNI EN 663** *Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Determinazione della profondità convenzionale del rilievo.*

**UNI EN 664** *Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Determinazione della perdita di sostanze volatili.*

**UNI EN 665** *Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Determinazione dell'essudazione dei plastificanti.*

**UNI EN 666** *Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Determinazione della gelatinizzazione.*

**UNI EN 669** *Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Determinazione della stabilità dimensionale delle piastrelle di linoleum dovuta a variazioni dell'umidità atmosferica.*

**UNI EN 670** *Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Identificazione del linoleum e determinazione del contenuto di cemento e della cenere residua.*

**UNI EN 672** *Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Determinazione della massa volumica apparente del sughero agglomerato.*

**UNI EN 684** *Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Determinazione della resistenza delle giunzioni.*

**UNI EN 685** *Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Classificazione.*

**UNI EN 686** *Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Specifica per linoleum liscio e decorativo su un supporto di schiuma.*

**UNI EN 687** *Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Specifica per linoleum liscio e decorativo su un supporto di agglomerati compositi di sughero.*

**UNI EN 688** *Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Specifica per agglomerati di sughero linoleum.*

c) Posa in opera

**UNI 10329** *Posa dei rivestimenti di pavimentazione. Misurazione del contenuto di umidità negli strati di supporto cementizi o simili.*

### 19.2. Caratteristiche dei prodotti in legno per pavimentazione

I prodotti di legno per pavimentazione: tavolette, listoni, mosaico di lamelle, blocchetti, ecc. s'intendono denominati nelle loro parti costituenti come indicato nella letteratura tecnica.

I prodotti di cui sopra devono rispondere a quanto segue:

a) essere della essenza legnosa adatta all'uso e prescritta nel progetto.

b) sono ammessi i seguenti difetti visibili sulle facce in vista:

b1) qualità I: piccoli nodi sani con diametro minore di 2 mm se del colore della specie (minore di 1 mm se di colore diverso) purché presenti su meno del 10% degli elementi del lotto; imperfezioni di lavorazione con profondità minore di 1 mm e purché presenti su meno del 10% degli elementi;

b2) qualità II:

– piccoli nodi sani con diametro minore di 5 mm se del colore della specie (minore di 2 mm se di colore diverso) purché presenti su meno del 20% degli elementi del lotto;

– imperfezioni di lavorazione come per la classe I;

– piccole fenditure;

– alborno senza limitazioni ma immune da qualsiasi manifesto attacco di insetti;

b3) qualità III: esenti da difetti che possono compromettere l'impiego (in caso di dubbio valgono le prove di resistenza meccanica). Alborno senza limitazioni, ma immune da qualsiasi manifesto attacco di insetti;

c) avere contenuto di umidità tra il 10 e il 15%;

d) tolleranze sulle dimensioni e finitura:

d1) listoni: 1 mm sullo spessore; 2 mm sulla larghezza; 5 mm sulla lunghezza;

d2) tavolette: 0,5 mm sullo spessore; 1,5% sulla larghezza e lunghezza;

d3) mosaico, quadrotti, ecc.: 0,5 mm sullo spessore; 1,5% sulla larghezza e lunghezza;

d4) le facce a vista e i fianchi da accertare saranno lisci;

e) la resistenza meccanica a flessione, la resistenza all'impronta e altre caratteristiche saranno nei limiti solitamente riscontrati sulla specie legnosa e saranno comunque dichiarati nell'attestato che accompagna la fornitura. Per i metodi di misura valgono quelli previsti all'art. 34.9 del presente capitolato.

f) i prodotti devono essere contenuti in appositi imballi che li proteggano da azioni meccaniche, umidità nelle fasi di trasporto, deposito e manipolazione prima della posa.

Nell'imballo un foglio informativo indicherà, oltre al nome del fornitore e contenuto, almeno le caratteristiche di cui ai commi da a) a e).

Per i pavimenti in sughero si applicheranno le disposizioni delle seguenti norme **UNI ISO 3813** e **UNI ISO 3810**.

### 19.3. Classificazione su metodo di formatura e assorbimento d'acqua delle piastrelle in ceramica

Le piastrelle di ceramica per pavimentazioni dovranno essere del materiale indicato nel progetto tenendo conto che le dizioni commerciali e/o tradizionali (cotto, cottoforte, grès, ecc.) devono essere associate alla classificazione basata sul metodo di formatura e sull'assorbimento d'acqua secondo la norma **UNI EN 87**.

a) A seconda della classe di appartenenza (secondo **UNI EN 87**) le piastrelle di ceramica estruse o pressate di prima scelta devono rispondere alle norme seguenti:

**Tabella 19.1 – Assorbimento d'acqua delle piastrelle di ceramica**

Formatura	Assorbimento d'acqua, E in%			
	Gruppo I E ≤ 3%	Gruppo II <sup>a</sup> 3% < E ≤ 6%	Gruppo II <sup>b</sup> 6% < E < 10%	Gruppo III E > 10%
Estruse (A)	UNI EN 121	UNI EN 186	UNI EN 187	UNI EN 188
Pressate	UNI EN 176	UNI EN 177	UNI EN 178	UNI EN 159

I prodotti di seconda scelta, cioè quelli che rispondono parzialmente alle norme predette, saranno accettati in base alla rispondenza ai valori previsti dal progetto e, in mancanza, in base ad accordi tra direzione dei lavori e fornitore.

b) Per i prodotti definiti «piastrelle comuni di argilla», «piastrelle pressate e arrotate di argilla» e «mattonelle greificate» dal R.D. 16 novembre 1939 n. 334, devono inoltre essere rispettate le prescrizioni seguenti: resistenza all'urto 2 Nm (0,20 kgm) minimo; resistenza alla flessione 2,5 N/mm<sup>2</sup> (25 kg/cm<sup>2</sup>) minimo; coefficiente di usura al tribometro 15 mm per 1 km di percorso.

c) Per le piastrelle colate (ivi comprese tutte le produzioni artigianali) le caratteristiche rilevanti da misurare ai fini di una qualificazione del materiale sono le stesse indicate per le piastrelle pressate a secco ed estruse (vedi norma **UNI EN 87**) per cui:

- per quanto attiene ai metodi di prova si rimanda alla normativa UNI EN vigente e già citata;
- per quanto attiene i limiti di accettazione, tenendo in dovuto conto il parametro relativo all'assorbimento d'acqua, i valori di accettazione per le piastrelle ottenute mediante colatura saranno concordati fra produttore e acquirente, sulla base dei dati tecnici previsti dal progetto o dichiarati dai produttori e accettate dalla direzione dei lavori;

d) I prodotti devono essere contenuti in appositi imballi che li proteggano da azioni meccaniche, sporcatura, ecc. nelle fasi di trasporto, deposito e manipolazione prima della posa ed essere accompagnati da fogli informativi riportanti il nome del fornitore e la rispondenza alle prescrizioni predette.

#### **19.4. Prodotti in gomma per pavimentazioni**

I prodotti di gomma per pavimentazioni sotto forma di piastrelle e rotoli devono rispondere alle prescrizioni date dal progetto e in mancanza e/o a complemento devono rispondere alle prescrizioni seguenti:

a) essere esenti da difetti visibili (bolle, graffi, macchie, aloni, ecc.) sulle superfici destinate a restare in vista;

b) avere costanza di colore tra i prodotti della stessa fornitura; in caso di contestazione deve risultare entro il contrasto dell'elemento n. 4 della scala dei grigi di cui alla **UNI 5137**.

Per piastrelle di forniture diverse e in caso di contestazione vale il contrasto dell'elenco n. 3 della scala dei grigi della stessa norma **UNI 5137**.

c) sulle dimensioni nominali e ortogonalità dei bordi sono ammesse le tolleranze seguenti:

- piastrelle: lunghezza e larghezza  $\pm 0,3\%$ , spessore  $\pm 0,2$  mm;

- rotoli: lunghezza  $\pm 1\%$ , larghezza  $\pm 0,3\%$ , spessore  $\pm 0,2$  mm;

- piastrelle: scostamento dal lato teorico (in millimetri) non maggiore del prodotto tra dimensione del lato (in millimetri) e 0,0012;

- rotoli: scostamento dal lato teorico non maggiore di 1,5 mm.

d) la durezza deve essere tra 75 e 85 punti di durezza Shore A.

e) la resistenza all'abrasione deve essere non maggiore di 300 mm<sup>3</sup>.

f) la stabilità dimensionale a caldo deve essere non maggiore dello 0,3% per le piastrelle e dello 0,4% per i rotoli.

g) la classe di reazione al fuoco deve essere la prima secondo il D.M. 26 giugno 1984, Allegato A3.1.

h) la resistenza alla bruciatura da sigaretta, intesa come alterazioni di colore prodotte dalla combustione, non deve originare contrasto di colore uguale o minore al n. 2 della scala dei grigi di cui alla **UNI 5137**. Non sono inoltre ammessi affioramenti o rigonfiamenti.

i) il potere macchiante, inteso come cessione di sostanze che sporcano gli oggetti che vengono a contatto con il rivestimento, per i prodotti colorati non deve dare origine a un contrasto di colore maggiore di quello dell'elemento N3 della scala dei grigi di cui alla **UNI 5137**. Per i prodotti neri il contrasto di colore non deve essere maggiore dell'elemento N2.

l) il controllo delle caratteristiche di cui ai commi da a) a i) si intende effettuato secondo i criteri indicati dalla norma **UNI 8272**.

m) i prodotti devono essere contenuti in appositi imballi che li proteggano da azioni meccaniche e agenti atmosferici nelle fasi di trasporto, deposito e manipolazione prima della posa.

Il foglio di accompagnamento indicherà oltre al nome del fornitore almeno le informazioni di cui ai commi da a) a i).

#### **19.5. Prescrizioni dei prodotti in vinile**

I prodotti di vinile, omogenei e non, e i tipi eventualmente caricati devono rispondere alle prescrizioni di cui alle seguenti norme:

**UNI 5574** *Pavimenti vinilici. Metodi di prova.*

**UNI EN 649** *Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Rivestimenti omogenei ed eterogenei per pavimentazioni a base di policloruro di vinile. Specifica.*

**UNI EN 650** *Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Rivestimenti per pavimentazioni a base di policloruro di vinile su supporto di iuta o di feltro di poliestere oppure su supporto di feltro di poliestere con policloruro di vinile. Specifica.*

**UNI EN 651** *Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Rivestimenti per pavimentazioni a base di policloruro di vinile con strato di schiuma. Specifica.*

**UNI EN 652** Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Rivestimenti per pavimentazioni a base di policloruro di vinile con supporto a base di sughero. Specifica.

**UNI EN 653** Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Rivestimenti per pavimentazioni a base di policloruro di vinile espanso (cushioned). Specifica.

**UNI EN 654** Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Piastrelle semiflessibili di policloruro di vinile. Specifica.

**UNI EN 655** Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Piastrelle di agglomerato di sughero con strato di usura a base di policloruro di vinile. Specifica.

**UNI EN 718** Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Determinazione della massa areica di un'armatura o di un supporto dei rivestimenti di polivinile di cloruro per pavimentazioni.

I prodotti devono essere contenuti in appositi imballi che li proteggano da azioni meccaniche e agenti atmosferici nelle fasi di trasporto, deposito e manipolazione prima della posa.

La certificazione rilasciata dal produttore dovrà attestare la rispondenza delle caratteristiche i alle norme precitate.

### 19.6. Prodotti di resina

I prodotti di resina (applicati fluidi o in pasta) per rivestimenti di pavimenti saranno realizzati:

- mediante impregnazione semplice (I1);
- a saturazione (I2);
- mediante film con spessori fino a 200 mm (F1) o con spessore superiore (F2);
- con prodotti fluidi cosiddetti autolivellanti (A);
- con prodotti spatolati (S).

Le caratteristiche segnate come significative nel prospetto seguente devono rispondere alle prescrizioni del progetto.

I valori di accettazione sono quelli dichiarati dal fabbricante e accettati dal direttore dei lavori.

I metodi di accettazione sono quelli contenuti nella norma **UNI 8298** (varie parti).

**Tabella 19.2 - Caratteristiche significative dei prodotti di resina**

Caratteristiche	Grado di significatività rispetto ai vari tipi					
	i1	i2	F1	F2	A	S
Colore	–	–	+	+	+	–
Identificazione chimico-fisica	+	+	+	+	+	+
Spessore	–	–	+	+	+	+
Resistenza all'abrasione	+	+	+	+	+	+
Resistenza al punzonamento dinamico (urto)	–	+	+	+	+	+
Resistenza al punzonamento statico	+	+	+	+	+	+
Comportamento all'acqua	+	+	+	+	+	+
Resistenza alla pressione idrostatica inversa	–	+	+	+	+	+
Reazione al fuoco	+	+	+	+	+	+
Resistenza alla bruciatura della sigaretta	–	+	+	+	+	+
Resistenza all'invecchiamento termico in aria	–	+	+	+	+	+
Resistenza meccanica dei ripristini	–	–	+	+	+	+

+ significativa; – non significativa

I prodotti devono essere contenuti in appositi imballi che li proteggano da azioni meccaniche e da agenti atmosferici nelle fasi di trasporto, deposito e manipolazione prima della posa.

Il foglio informativo rilasciato dal produttore indicherà, oltre al nome del fornitore, le caratteristiche, le avvertenze per l'uso e per la sicurezza durante l'applicazione.

### 19.7. Prodotti di calcestruzzo per pavimentazioni

I prodotti di calcestruzzo per pavimentazioni a seconda del tipo di prodotto devono rispondere alle prescrizioni del progetto esecutivo e di quelle del presente capitolato speciale d'appalto.

#### 19.7.1. Mattonelle di cemento

Mattonelle di cemento con o senza colorazione e superficie levigata; mattonelle di cemento con o senza colorazione con superficie striata o con impronta; marmette e mattonelle a mosaico di cemento e di detriti di pietra con superficie levigata: i prodotti sopracitati devono rispondere alle prescrizioni del R.D. 2234 del 16 novembre 1939, per quanto

riguarda le caratteristiche di resistenza all'urto, resistenza alla flessione e coefficiente di usura al tribometro e alle prescrizioni del progetto esecutivo.

Norme di riferimento:

**UNI 2623** *Mattonella quadrata di conglomerato cementizio.*

**UNI 2624** *Mattonella rettangolare di conglomerato cementizio.*

**UNI 2625** *Mattonella esagonale di conglomerato cementizio.*

**UNI 2626** *Marmette quadrate di conglomerato cementizio.*

**UNI 2627** *Marmette rettangolari di conglomerato cementizio.*

**UNI 2628** *Pietrini quadrati di conglomerato cementizio.*

**UNI 2629** *Pietrini rettangolari di conglomerato cementizio.*

#### 19.7.2. *Masselli di calcestruzzo*

Masselli di calcestruzzo per pavimentazioni saranno definiti e classificati in base alla loro forma, dimensioni, colore e resistenza caratteristica; per la terminologia delle parti componenti il massello e delle geometrie di posa ottenibili si rinvia alla documentazione tecnica. Essi devono rispondere alle prescrizioni del progetto in mancanza e/o completamento devono rispondere alle seguenti prescrizioni:

a) essere esenti da difetti visibili e di forma quali protuberanze, bave, incavi che superino le tolleranze dimensionali ammesse. Sulle dimensioni nominali è ammessa la tolleranza di 3 mm per un singolo elemento e 2 mm quale media delle misure sul campione prelevato;

b) le facce di usura e di appoggio devono essere parallele tra loro con tolleranza  $\pm 15\%$  per il singolo massello e  $\pm 10\%$  sulle medie;

c) la massa volumica deve scostarsi da quella nominale (dichiarata dal fabbricante) non più del 15% per il singolo massello e non più del 10% per le medie;

d) il coefficiente di trasmissione meccanica non deve essere minore di quello dichiarato dal fabbricante;

e) il coefficiente di aderenza delle facce laterali deve essere il valore nominale con tolleranza  $\pm 5\%$  per 1 singolo elemento e  $\pm 3\%$  per le medie;

f) la resistenza convenzionale alla compressione deve essere maggiore di 50 N/mm<sup>2</sup> per il singolo elemento e maggiore di 60 N/mm<sup>2</sup> per la media;

I prodotti saranno forniti su appositi pallets opportunamente legati ed eventualmente protetti dall'azione di sostanze sporcanti.

Il foglio informativo indicherà, oltre al nome del fornitore, almeno le caratteristiche di cui sopra e le istruzioni per la movimentazione, sicurezza e posa.

Norme di riferimento:

**UNI 9065-1** *Masselli di calcestruzzo per pavimentazioni. Terminologia e classificazione.*

**UNI 9065-2** *Masselli di calcestruzzo per pavimentazioni. Metodo di prova e di calcolo.*

**UNI 9065-3** *Masselli di calcestruzzo per pavimentazioni. Limiti di accettazione.*

#### 19.8. *Prodotti in pietre naturali*

I prodotti di pietre naturali o ricostruite per pavimentazioni si intendono definiti come segue:

– elemento lapideo naturale: elemento costituito integralmente da materiale lapideo (senza aggiunta di leganti);

– elemento lapideo ricostituito (conglomerato): elemento costituito da frammenti lapidei naturali legati con cemento o con resine;

– lastra rifilata: elemento con le dimensioni fissate in funzione del luogo d'impiego, solitamente con una dimensione maggiore di 60 cm e spessore di regola non minore di 2 cm;

– marmetta: elemento con le dimensioni fissate dal produttore e indipendenti dal luogo di posa, solitamente con dimensioni minori di 60 cm e con spessore di regola minore di 2 cm;

– marmetta calibrata: elemento lavorato meccanicamente per mantenere lo spessore entro le tolleranze dichiarate;

– marmetta rettificata: elemento lavorato meccanicamente per mantenere la lunghezza e/o larghezza entro le tolleranze dichiarate.

Per gli altri termini specifici dovuti alle lavorazioni, finiture, ecc., vedere la norma **UNI 9379**.

I prodotti di cui sopra devono rispondere alle prescrizioni del progetto (dimensioni, tolleranze, aspetto, ecc.) e a quanto prescritto nell'articolo prodotti di pietre naturali o ricostruite. In mancanza di tolleranze su disegni di progetto si

intende che le lastre grezze contengono la dimensione nominale; le lastre finite, marmette, ecc. hanno tolleranza 1 mm sulla larghezza e lunghezza e 2 mm sullo spessore (per prodotti da incollare le tolleranze predette saranno ridotte).

Le lastre e i quadrelli di marmo o di altre pietre dovranno inoltre rispondere al R.D. n. 2234 del 16 novembre 1939 per quanto attiene il coefficiente di usura al tribometro in mm.

Le forniture avverranno su pallets e i prodotti saranno opportunamente legati ed eventualmente protetti dall'azione di sostanze sporcanti.

Il foglio informativo indicherà almeno le caratteristiche di cui sopra e le istruzioni per la movimentazione, sicurezza e posa.

### **19.9. I prodotti tessili per pavimenti (moquettes)**

Si intendono tutti i rivestimenti nelle loro diverse soluzioni costruttive e cioè:

- rivestimenti tessili a velluto (nei loro sottocasi velluto tagliato, velluto riccio, velluto unilivellato, velluto plurilivello, ecc.);
- rivestimenti tessili piatti (tessuto, nontessuto).

In caso di contestazioni circa la qualità del materiale fornito dall'appaltatore si farà riferimento alle seguenti norme:

- UNI 8013-1** *Rivestimenti tessili del pavimento fabbricati a macchina. Terminologia e classificazione.*
- UNI 8014-1** *Rivestimenti tessili del pavimento fabbricati a macchina. Metodi di prova. Prelievo, numero e dimensioni delle provette.*
- UNI 8014-2** *Rivestimenti tessili del pavimento fabbricati a macchina. Metodi di prova. Determinazione della massa areica totale.*
- UNI 8014-3** *Rivestimenti tessili del pavimento fabbricati a macchina. Metodi di prova. Determinazione della massa areica dell'intero strato d'utilizzazione.*
- UNI 8014-4** *Rivestimenti tessili del pavimento fabbricati a macchina. Metodi di prova. Determinazione della massa areica della parte utile dello strato di utilizzazione.*
- UNI 8014-5** *Rivestimenti tessili del pavimento fabbricati a macchina. Metodi di prova. Determinazione dello spessore totale.*
- UNI 8014-6** *Rivestimenti tessili del pavimento fabbricati a macchina. Metodi di prova. Determinazione dello spessore della parte utile dello strato d'utilizzazione.*
- UNI 8014-7** *Rivestimenti tessili del pavimento fabbricati a macchina. Metodi di prova. Determinazione della perdita di spessore dopo applicazione di breve durata di carico statico moderato.*
- UNI 8014-8** *Rivestimenti tessili del pavimento fabbricati a macchina. Metodi di prova. Determinazione della perdita di spessore dopo applicazione di lunga durata di carico statico elevato.*
- UNI 8014-9** *Rivestimenti tessili del pavimento fabbricati a macchina. Metodi di prova. Determinazione della perdita di spessore dopo applicazione di carico dinamico.*
- UNI 8014-10** *Rivestimenti tessili del pavimento fabbricati a macchina. Metodi di prova. Determinazione della massa volumica del pelo utile.*
- UNI 8014-12** *Rivestimenti tessili del pavimento fabbricati a macchina. Metodi di prova. Determinazione della tendenza all'accumulo di cariche elettrostatiche generate dal calpestio.*
- UNI 8014-13** *Rivestimenti tessili del pavimento fabbricati a macchina. Metodi di prova. Determinazione del numero di fiocchetti per unità di lunghezza e per unità di area.*
- UNI 8014-14** *Rivestimenti tessili del pavimento fabbricati a macchina. Metodi di prova. Determinazione della forza di strappo dei fiocchetti.*
- UNI 8014-15** *Rivestimenti tessili del pavimento fabbricati a macchina. Metodi di prova. Determinazione della resistenza allo sporcamento.*
- UNI 8014-16** *Rivestimenti tessili del pavimento fabbricati a macchina. Metodi di prova. Determinazione della resistenza elettrica orizzontale (superficiale) e verticale (trasversale).*

I prodotti devono rispondere alle prescrizioni del progetto e in mancanza o completamento a quanto segue:

- massa areica totale e dello strato di utilizzazione;
- spessore totale e spessore della parte utile dello strato di utilizzazione;
- perdita di spessore dopo applicazione (per breve e lunga durata) di carico statico moderato;
- perdita di spessore dopo applicazione di carico dinamico.

In relazione all'ambiente di destinazione saranno richieste le seguenti caratteristiche di comportamento:

- tendenza all'accumulo di cariche elettrostatiche generate dal calpestio;
- numero di fiocchetti per unità di lunghezza e per unità di area;

- forza di strappo dei fiocchetti;
- comportamento al fuoco;

I valori saranno quelli dichiarati dal fabbricante e accettati dal direttore dei lavori. Le modalità di prova da seguire in caso di contestazione sono quelle indicate nella norma **UNI 8014** (varie parti) sopra citata.

I prodotti saranno forniti protetti da appositi imballi che li proteggano da azioni meccaniche, da agenti atmosferici e altri agenti degradanti nelle fasi di trasporto, deposito e manipolazione prima della posa. Il foglio informativo indicherà il nome del produttore, le caratteristiche elencate in *b)* e le istruzioni per la posa.

#### **19.10. Mattonelle di asfalto**

Le mattonelle di asfalto dovranno rispondere alle prescrizioni del R.D. 16 novembre 1939, n. 2234 per quanto riguarda le caratteristiche di resistenza all'urto:

- 4 N/m (0,40 kg/m minimo);
- resistenza alla flessione: 3 N/mm<sup>2</sup> (30 kg/cm<sup>2</sup> minimo);
- coefficiente di usura al tribometro: 15 m/m massimo per 1 km di percorso.

Dovranno inoltre rispondere alle seguenti prescrizioni sui bitumi:

- \_\_\_\_\_;
- \_\_\_\_\_;
- \_\_\_\_\_;

In caso di contestazione si fa riferimento alle norme CNR e UNI eventualmente applicabili.

I prodotti saranno forniti su apposite pallets ed eventualmente protetti da azioni degradanti dovute ad agenti meccanici, chimici e altri nelle fasi di trasporto, deposito e manipolazione in genere prima della posa.

Il foglio informativo rilasciato dal produttore indicherà almeno le caratteristiche di cui sopra oltre alle istruzioni per la posa.

#### **19.11. Conglomerati bituminosi per pavimentazioni esterne**

I conglomerati bituminosi per pavimentazioni esterne dovranno rispondere alle caratteristiche seguenti:

- contenuto di legante \_\_\_\_\_ n %, misurato secondo \_\_\_\_\_;
- percentuale dei vuoti \_\_\_\_\_ %, misurata secondo \_\_\_\_\_;
- massa per unità di volume in kg/m<sup>3</sup> \_\_\_\_\_, misurato secondo \_\_\_\_\_;
- deformabilità a carico costante \_\_\_\_\_, misurato secondo \_\_\_\_\_;

Per i valori non prescritti si intendono validi quelli dichiarati dal fornitore e accettati dalla direzione dei lavori.

#### **19.12. Prove di accettazione**

Le prove da eseguire per accertare la qualità dei materiali da pavimentazione in lastre o piastrelle sono quelle di resistenza alla rottura, per urto, alla rottura per flessione, alla usura per attrito radente, all'usura per getto di sabbia; la prova di gelività e, per le mattonelle d'asfalto o di altra materia cementata a caldo, anche quella d'impronta.

Le prove d'urto, flessione e impronta, vengono eseguite su quattro provini, ritenendo valore definitivo la media dei tre risultati più omogenei tra i quattro.

La prova di usura si esegue su due provini i cui risultati vengono mediati.

La prova di gelività si effettua su tre provini e ciascuno di essi deve resistere al gelo perché il materiale sia considerato non gelivo.

Le prove debbono essere eseguite in uno dei laboratori ufficiali autorizzati.

#### **19.13. Pavimenti sopraelevati modulari**

Per l'accettazione dei pavimenti sopraelevati modulari e i relativi componenti e accessori si farà riferimento alle prescrizioni delle seguenti norme:

- UNI 10465** *Pavimenti sopraelevati modulari. Termini e definizioni.*
- UNI 10466** *Pavimenti sopraelevati modulari. Requisiti.*
- UNI 10467-1** *Pavimenti sopraelevati modulari. Metodi di prova. Generalità.*
- UNI 10467-2** *Pavimenti sopraelevati modulari. Metodi di prova. Misurazione delle caratteristiche geometrico. Dimensionali del pannello.*
- UNI 10467-3** *Pavimenti sopraelevati modulari. Metodi di prova. Prove di carico sul modulo di pavimento.*
- UNI 10467-4** *Pavimenti sopraelevati modulari. Metodi di prova. Prove di carico sui componenti.*
- UNI 10467-5** *Pavimenti sopraelevati modulari. Metodi di prova. Misurazione della resistenza elettrica sul modulo di pavimento.*

In particolare la struttura portante del pavimento sopraelevato da collocare in ambienti esterni deve essere resistente alle intemperie e all'umidità in modo da non essere usurata durante il deflusso delle acque meteoriche; inoltre deve essere in grado di contrarsi e dilatarsi per effetto delle escursioni termiche senza causare danni al pavimento.

#### **19.14. Pavimentazioni sportive sintetiche**

Per l'accettazione delle pavimentazioni sportive sintetiche si farà riferimento alle prescrizioni delle seguenti norme:

- UNI 9547** *Pavimentazioni sportive sintetiche per impianti di atletica leggera all'aperto. Progettazione, costruzione, caratteristiche, prove e manutenzione.*
- UNI 9549** *Pavimentazioni sportive sintetiche. Determinazione della resistenza alle scarpe chiodate per atletica.*
- UNI 9550** *Pavimentazioni sportive per atletica leggera. Determinazione della resistenza all'abrasione.*
- UNI 9551** *Pavimentazioni sportive. Determinazione della resistenza allo scivolamento di una superficie per mezzo di un pendolo ad attrito.*
- UNI 9552** *Pavimentazioni sportive. Determinazione della velocità di infiltrazione.*

#### **19.15. Rivestimenti resinosi**

Per l'accettazione dei rivestimenti resinosi si farà riferimento alle prescrizioni delle seguenti norme

- UNI 8636** *Rivestimenti resinosi per pavimentazioni. Significatività delle caratteristiche.*
- UNI 8297** *Rivestimenti resinosi per pavimentazioni. Terminologia.*
- UNI 8298-1** *Rivestimenti resinosi per pavimentazioni. Determinazione dell'adesione del rivestimento al supporto.*
- UNI 8298-2** *Edilizia. Rivestimenti resinosi per pavimentazione. Determinazione della resistenza al punzonamento dinamico.*
- UNI 8298-3** *Edilizia. Rivestimenti resinosi per pavimentazioni. Determinazione della resistenza al punzonamento statico.*
- UNI 8298-4** *Edilizia. Rivestimenti resinosi per pavimentazioni. Determinazione della resistenza agli agenti chimici.*
- UNI 8298-5** *Edilizia. Rivestimenti resinosi per pavimentazioni. Determinazione del comportamento all'acqua.*
- UNI 8298-6** *Edilizia. Rivestimenti resinosi per pavimentazioni. Determinazione della resistenza all'invecchiamento termico in aria.*
- UNI 8298-7** *Edilizia. Rivestimenti resinosi per pavimentazioni. Determinazione della resistenza alla bruciatura da sigaretta.*
- UNI 8298-8** *Edilizia. Rivestimenti resinosi per pavimentazioni. Determinazione della resistenza alla pressione idrostatica inversa.*
- UNI 8298-9** *Rivestimenti resinosi per pavimentazioni. Determinazione della resistenza all'abrasione.*
- UNI 8298-10** *Rivestimenti resinosi per pavimentazioni. Determinazione della resistenza elettrica.*
- UNI 8298-11** *Edilizia. Rivestimenti resinosi per pavimentazioni. Preparazione dei provini per la determinazione della reazione al fuoco e della non combustibilità.*
- UNI 8298-12** *Rivestimenti resinosi per pavimentazioni. Determinazione dello spessore.*
- UNI 8298-13** *Rivestimenti resinosi per pavimentazioni. Determinazione della resistenza meccanica dei ripristini.*
- UNI 8298-14** *Rivestimenti resinosi per pavimentazioni. Determinazione della lavabilità e della resistenza al lavaggio.*
- UNI 8298-15** *Rivestimenti resinosi per pavimentazioni. Preparazione dei provini per la determinazione della massa volumica apparente.*
- UNI 8298-16** *Rivestimenti resinosi per pavimentazioni. Determinazione della resistenza allo scivolamento.*
- UNI 8636** *Rivestimenti resinosi per pavimentazioni. Significatività delle caratteristiche.*
- UNI EN 1177** *Rivestimenti di superfici di aree da gioco ad assorbimento di impatto. Requisiti di sicurezza e metodi di prova.*
- UNI EN 1269** *Rivestimenti tessili per pavimentazioni. Valutazione delle impregnazioni nei rivestimenti agulgiati mediante una prova di sporatura.*
- UNI EN 1307** *Rivestimenti tessili per pavimentazioni. Classificazione dei tappeti a pelo.*

**19.16. Accessibilità**

Per pavimentazione antiscivolo si intende una pavimentazione realizzata con materiali il cui coefficiente di attrito, misurato secondo il metodo della British Ceramic Research Association Ltd. (B.C.R.A.) Rep. CEC. 6/81, sia superiore ai seguenti valori:

0,40 per elemento scivolante cuoio su pavimentazione asciutta;

0,40 per elemento scivolante gomma dura standard su pavimentazione bagnata.

I valori di attrito predetto non devono essere modificati dall'apposizione di strati di finitura lucidanti o di protezione che, se previsti, devono essere applicati sui materiali stessi prima della prova.

Le ipotesi di condizione della pavimentazione (asciutta o bagnata) debbono essere assunte in base alle condizioni normali del luogo ove sia posta in opera.

Gli strati di supporto della pavimentazione devono essere idonei a sopportare nel tempo la pavimentazione e i sovraccarichi previsti nonché ad assicurare il bloccaggio duraturo degli elementi costituenti la pavimentazione stessa.

Gli elementi costituenti una pavimentazione devono presentare giunture inferiori a 5 mm, stilate con materiali durevoli, essere piani con eventuali risalti di spessore non superiore a 2 mm.

I grigliati inseriti nella pavimentazione devono essere realizzati con maglie non attraversabili da una sfera di 2 cm di diametro. I grigliati a elementi paralleli devono comunque essere posti con gli elementi ortogonali al verso di marcia.

**Art. 20 - Prodotti per rivestimenti interni ed esterni****20.1. Caratteristiche**

Si definiscono prodotti per rivestimenti quelli utilizzati per realizzare i sistemi di rivestimento verticali (pareti-facciate) e orizzontali (controsoffitti) dell'edificio. Prima dell'esecuzione degli intonaci dovranno essere rimosse le parti di muratura di supporto poco aderenti. Gli intonaci finiti devono avere lo spessore maggiore o uguale a quello indicato nel progetto esecutivo o voce dell'elenco prezzi, compreso l'onere per la formazione degli spigoli, angoli, suggellature all'incrocio con i pavimenti e i rivestimenti e quanto altro richiesto dalla direzione dei lavori per definire le opere. L'intonaco non dovrà presentare scarsa aderenza al supporto, peli, irregolarità negli allineamenti e negli spigoli, ecc., in tal caso, a discrezione del direttore dei lavori, dovranno essere demoliti e rifatti dall'appaltatore

I prodotti per rivestimenti si distinguono secondo:

1) *stato fisico*:

- rigidi (rivestimenti in ceramica – pietra – vetro – alluminio – gesso – ecc.);
- flessibili (carte da parati – tessuti da parati – ecc.);
- fluidi o pastosi (intonaci – vernicianti – rivestimenti plastici – ecc.).

2) *collocazione*:

- per esterno;
- per interno.

3) *collocazione nel sistema di rivestimento*:

- di fondo;
- intermedi;
- di finitura.

Il direttore dei lavori, ai fini della loro accettazione, può procedere ai controlli (anche parziali) su campioni della fornitura, oppure richiedere un attestato di conformità della stessa alle prescrizioni di seguito indicate.

**20.2. Prodotti rigidi****20.2.1. Piastrelle di ceramica**

Con riferimento al D.M. 26 giugno 1997, recante istituzione dei marchi «ceramica artistica e tradizionale» e «ceramica di qualità», la ceramica artistica e tradizionale deve recare il marchio previsto.

Per le piastrelle di ceramica, per qualunque altra indicazione o contestazione si rimanda alle prescrizioni delle norme UNI vigenti.

**20.2.2. Lastre di pietra naturale**

Per le lastre di pietra naturale valgono le indicazioni del progetto esecutivo circa le caratteristiche più significative e le lavorazioni da apportare. In mancanza o a integrazione di indicazioni del progetto esecutivo valgono i criteri di accettazione generali indicati nell'art. 18. Sono comunque da prevedere gli opportuni incavi, fori, ecc. per il fissaggio alla parete e gli eventuali trattamenti di protezione dagli agenti atmosferici e altro.

### 20.2.3. Elementi di metallo o materia plastica

Per gli elementi di metallo o materia plastica valgono le prescrizioni del progetto esecutivo.

Le loro prestazioni meccaniche (resistenza all'urto, abrasione, incisione), di reazione e resistenza al fuoco, di resistenza agli agenti chimici (detergenti, inquinanti aggressivi, ecc.) e alle azioni termoigrometriche saranno quelle prescritte in norme UNI in relazione all'ambiente (interno/esterno) nel quale saranno collocati e alla loro quota dal pavimento (o suolo), oppure in loro mancanza valgono quelle dichiarate dal fabbricante e accettate dalla direzione dei lavori.

Saranno inoltre predisposti per il fissaggio in opera con opportuni fori, incavi, ecc.

Per gli elementi verniciati, smaltati, ecc. le caratteristiche di resistenza all'usura, ai mutamenti di colore, ecc. saranno riferite ai materiali di rivestimento.

La forma e costituzione dell'elemento saranno tali da ridurre al minimo fenomeni di vibrazione, produzione di rumore tenuto anche conto dei sistemi di fissaggio al supporto.

### 20.2.4. Lastre di cartongesso

Il cartongesso è un materiale costituito da uno strato di gesso racchiuso fra due fogli di cartone speciale resistente e aderente.

In cartongesso si possono eseguire controsoffitti piani o sagomati, pareti divisorie che permettono l'alloggiamento di impianti tecnici e l'inserimento di materiali termo-acustici. Queste opere possono essere in classe 1 o classe 0 di reazione al fuoco e anche REI 60' / 90' / 120' di resistenza al fuoco.

Il prodotto in lastre deve essere fissato con viti autofilettanti a una struttura metallica in lamiera di acciaio zincato mentre nel caso di contropareti, deve essere fissato direttamente sulla parete esistente con colla e tasselli, le giunzioni devono essere sigillate e rasate con appositi materiali.

Per i requisiti d'accettazione si rinvia all'articolo sui prodotti per pareti esterne e partizioni interne.

### 20.2.5. Lastre di fibrocemento ecologico

Il fibrocemento ecologico è composto da cemento e fibre organiche stabilizzate. I prodotti in fibrocemento vengono ottenuti da una miscela i cui componenti sono: cemento, acqua, silice, cellulosa, fibre sintetiche. Si riportano le seguenti percentuali indicative di composizione:

- 40% legante (cemento Portland);
- 30% aria (pori);
- 12% acqua;
- 11% additivi (polvere calcarea, fibrocemento in polvere);
- 5% fibre di processo (cellulosa);
- % fibre di rinforzo (sintetiche organiche, alcool polivinilico, poliacrilonitrile).

Nell'impasto deve essere impiegato cemento Portland a granulometria fine, che abbia come caratteristiche indurimento rapido e presa lenta. Le varie fibre devono essere preparate e trattate con lo scopo di renderle il più possibile stabili.

Il prodotto deve essere indeformabile, flessibile, robusto e incombustibile, resistere a severe condizioni climatiche, agli urti e a elevati sovraccarichi.

Per la posa in opera di lastre di fibrocemento ecologico ondulate si rimanda alle prescrizioni sui prodotti per coperture discontinue. Le lastre per coperture che possono essere di diverso tipo:

- lastre piane;
- lastre ondulate rette;
- lastre ondulate curve;
- lastre a greca.

Le lastre in fibrocemento ecologico per essere accettate devono possedere le seguenti caratteristiche::

- incombustibilità;
- elevata resistenza meccanica;
- indeformabilità;
- elasticità e grande lavorabilità;
- fonoassorbente;
- imputrescibilità e inattaccabilità da parte di funghi e parassiti;
- impermeabilità all'acqua;
- permeabilità al vapore;

- elevata resistenza ai cicli gelo/disgelo;
- leggerezza;
- assenza di manutenzione.

#### 20.2.6. Lastre di calcestruzzo

Per le lastre di calcestruzzo valgono le prescrizioni generali date nell'articolo su prodotti di calcestruzzo con in aggiunta le caratteristiche di resistenza agli agenti atmosferici (gelo/disgelo) e agli elementi aggressivi trasportati dall'acqua piovana e dall'aria.

Per gli elementi piccoli e medi fino a 1,2 m come dimensione massima si debbono realizzare opportuni punti di fissaggio e aggancio. Per gli elementi grandi (pannelli prefabbricati) valgono per quanto applicabili e/o in via orientativa le prescrizioni dell'articolo sulle strutture prefabbricate di calcestruzzo.

### 20.3. Prodotti flessibili

#### 20.3.1. Carte da parati

Le carte da parati devono rispettare le tolleranze dimensionali dell'1,5% sulla larghezza e lunghezza; garantire resistenza meccanica e alla lacerazione (anche nelle condizioni umide di applicazione); avere deformazioni dimensionali a umido limitate; resistere alle variazioni di calore e quando richiesto avere resistenza ai lavaggi e reazione o resistenza al fuoco adeguate.

Le confezioni devono riportare i segni di riferimento per le sovrapposizioni, allineamenti (o sfalsatura) dei disegni, ecc.; inversione dei singoli teli, ecc.

#### 20.3.2. Rivestimenti tessili

I rivestimenti tessili per pareti devono rispondere alle prescrizioni elencate nel punto 20.3.1 precedente, avere adeguato livello di resistenza e possedere le necessarie caratteristiche di elasticità, ecc. per la posa a tensione.

#### 20.3.3. Norme di riferimento

Per qualunque altra indicazione o contestazione si rimanda alle prescrizioni delle seguenti norme:

- UNI EN 233** *Rivestimenti murali in rotoli. Specifiche delle carte da parati finite, dei fogli di vinile e dei fogli di plastica.*
- UNI EN 234** *Rivestimenti murali in rotoli. Specifiche per i rivestimenti murali da decorare successivamente*
- UNI EN 235** *Rivestimenti murali in rotoli. Vocabolario e simboli.*
- UNI EN 259** *Rivestimenti murali in rotoli. Specifica per i rivestimenti murali per uso intenso.*
- UNI EN 266** *Rivestimenti murali in rotoli. Specifica per i rivestimenti murali tessili.*
- UNI EN 12149** *Rivestimenti murali in rotoli. Determinazione della migrazione dei metalli pesanti e di altre sostanze, del cloruro di vinile monomero e del rilascio di formaldeide.*

### 20.4. Prodotti fluidi o in pasta

#### 20.4.1. Intonaci

Gli intonaci sono rivestimenti realizzati con malta per intonaci costituita da un legante (calce-cemento-gesso) da un inerte (sabbia, polvere o granuli di marmo, ecc.) ed eventualmente da pigmenti o terre coloranti, additivi e rinforzanti.

Gli intonaci devono possedere le caratteristiche indicate nel progetto esecutivo e le caratteristiche seguenti:

- capacità di riempimento delle cavità ed eguagliamento delle superfici;
- proprietà ignifughe;
- impermeabilità all'acqua e/o funzione di barriera all'acqua;
- effetto estetico superficiale in relazione ai mezzi di posa usati;
- adesione al supporto.

Per i prodotti forniti premiscelati è richiesta la rispondenza a norme UNI; per gli altri prodotti valgono i valori dichiarati dal fornitore e accettati dalla direzione dei lavori:

Norme di riferimento:

- UNI 9727** *Prodotti per la pulizia (chimica) di rivestimenti (lapidei e intonaci). Criteri per l'informazione tecnica.*
- UNI 9728** *Prodotti protettivi per rivestimento costituiti da lapidei e intonaci. Criteri per l'informazione tecnica.*

#### 20.4.2. *Prodotti vernicianti*

I prodotti vernicianti sono prodotti applicati allo stato fluido, costituiti da un legante (naturale o sintetico), da una carica e da un pigmento o terra colorante che, passando allo stato solido, formano una pellicola o uno strato non pellicolare sulla superficie.

Si distinguono in:

- tinte, se non formano pellicola e si depositano sulla superficie;
- impregnanti, se non formano pellicola e penetrano nelle porosità del supporto;
- pitture, se formano pellicola e hanno un colore proprio;
- vernici, se formano pellicola e non hanno un marcato colore proprio;
- rivestimenti plastici, se formano pellicola di spessore elevato o molto elevato (da 1 a 5 mm circa), hanno colore proprio e disegno superficiale più o meno accentuato.

I prodotti vernicianti devono possedere valori adeguati delle seguenti caratteristiche in funzione delle prestazioni loro richieste:

- dare colore in maniera stabile alla superficie trattata;
- avere funzione impermeabilizzante;
- essere traspiranti al vapore d'acqua;
- impedire il passaggio dei raggi UV;
- ridurre il passaggio della CO<sub>2</sub>;
- avere adeguata reazione e/o resistenza al fuoco;
- avere funzione passivante del ferro;
- resistenza alle azioni chimiche degli agenti aggressivi (climatici, inquinanti);
- resistere all'usura.

I limiti di accettazione saranno quelli prescritti nel progetto esecutivo o in mancanza quelli dichiarati dal fabbricante e accettati dalla direzione dei lavori.

### **Art. 21 – Sigillanti, adesivi e geotessili**

#### **21.1. *Sigillanti***

Per sigillanti si intendono i prodotti utilizzati per riempire in forma continua e durevole i giunti tra elementi edilizi (in particolare nei serramenti, nelle pareti esterne, nelle partizioni interne, ecc.) con funzione di tenuta all'aria, all'acqua, ecc.

Oltre a quanto specificato nel progetto esecutivo, o negli articoli relativi alla destinazione d'uso, si intendono rispondenti alle seguenti caratteristiche:

- compatibilità chimica con il supporto al quale sono destinati;
- diagramma forza deformazione (allungamento) compatibile con le deformazioni elastiche del supporto al quale sono destinati;
- durabilità ai cicli termoigrometrici prevedibili nelle condizioni di impiego, cioè con decadimento delle caratteristiche meccaniche ed elastiche che non pregiudichino la sua funzionalità;
- durabilità alle azioni chimico-fisiche di agenti aggressivi presenti nell'atmosfera o nell'ambiente di destinazione.

Il soddisfacimento delle prescrizioni predette si intende comprovato quando il prodotto risponde al progetto o alle norme:

**UNI 9610** Edilizia. *Sigillanti siliconici monocomponenti per giunti. Requisiti e prove.*

**UNI 9611** Edilizia. *Sigillanti siliconici monocomponenti per giunti. Confezionamento.*

in loro mancanza si fa riferimento ai valori dichiarati dal produttore e accettati dalla direzione dei lavori.

#### **21.2. *Adesivi***

Per adesivi si intendono i prodotti utilizzati per ancorare un prodotto a uno attiguo, in forma permanente, resistendo alle sollecitazioni meccaniche, chimiche, ecc. dovute all'ambiente e alla destinazione d'uso.

Sono inclusi nel presente articolo gli adesivi usati in opere di rivestimenti di pavimenti e pareti o per altri usi e per diversi supporti (murario, ferroso, legnoso, ecc.).

Sono esclusi gli adesivi usati durante la produzione di prodotti o componenti.

Oltre a quanto specificato nel progetto esecutivo, o negli articoli relativi alla destinazione d'uso, si intendono forniti rispondenti alle seguenti caratteristiche:

- compatibilità chimica con il supporto al quale essi sono destinati;

- durabilità ai cicli termoigrometrici prevedibili nelle condizioni di impiego (cioè con un decadimento delle caratteristiche meccaniche che non pregiudichino la loro funzionalità);
- durabilità alle azioni chimico-fisiche dovute ad agenti aggressivi presenti nell'atmosfera o nell'ambiente di destinazione;
- caratteristiche meccaniche adeguate alle sollecitazioni previste durante l'uso.

#### 21.2.1. Adesivi per strutture portanti in legno

Le caratteristiche di cui al precedente punto, si intendono soddisfacenti quando il prodotto risponde anche alle seguenti norme:

- UNI EN 301** *Adesivi fenolici e amminoplastici per strutture portanti in legno. Classificazione e requisiti prestazionali.*
- UNI EN 302-1** *Adesivi per strutture portanti in legno. Metodi di prova. Determinazione della resistenza del giunto al taglio a trazione longitudinale.*
- UNI EN 302-2** *Adesivi per strutture portanti in legno. Metodi di prova. Determinazione della resistenza alla delaminazione (Metodo di laboratorio).*
- UNI EN 302-3** *Adesivi per strutture portanti in legno. Metodi di prova. Determinazione dell'effetto dell'attacco acido alle fibre del legno, dovuto ai trattamenti ciclici di temperature e umidità, sulla resistenza alla trazione trasversale.*
- UNI EN 302-4** *Adesivi per strutture portanti in legno. Metodi di prova. Determinazione dell'effetto del ritiro del legno sulla resistenza al taglio.*

#### 21.2.2. Adesivi per piastrelle

Gli adesivi per piastrelle dovranno rispondere ai requisiti previsti dalle seguenti norme:

- UNI EN 1323** *Adesivi per piastrelle. Lastra di calcestruzzo per le prove.*
- UNI EN 1324** *Adesivi per piastrelle. Determinazione dell'adesione mediante sollecitazione al taglio di adesivi in dispersione.*
- UNI EN 1308** *Adesivi per piastrelle. Determinazione dello scorrimento.*
- UNI EN 1346** *Adesivi per piastrelle. Determinazione del tempo aperto.*
- UNI EN 1347** *Adesivi per piastrelle. Determinazione del potere bagnante.*
- UNI EN 1348** *Adesivi per piastrelle. Determinazione dell'aderenza mediante trazione su adesivi cementizi.*

#### 21.2.3. Adesivi per rivestimenti ceramici

Gli adesivi per rivestimenti ceramici dovranno rispondere ai requisiti previsti dalle seguenti norme:

- UNI 10110** *Adesivi per rivestimenti ceramici. Determinazione del potere di ritenzione d'acqua della pasta.*
- UNI 10111** *Adesivi per rivestimenti ceramici. Determinazione della granulometria della polvere.*
- UNI 10112** *Adesivi per rivestimenti ceramici. Determinazione del pH.*
- UNI 10113** *Adesivi per rivestimenti ceramici. Determinazione del residuo secco.*

#### 21.2.4. Metodi di prova

I metodi di prova sui requisiti dovranno essere conformi alle seguenti prescrizioni:

- UNI EN 828** *Adesivi. Bagnabilità. Determinazione mediante misurazione dell'angolo di contatto e della tensione superficiale critica della superficie solida.*
- UNI EN 1066** *Adesivi. Campionamento.*
- UNI EN 924** *Adesivi. Adesivi con e senza solvente. Determinazione del punto di infiammabilità.*
- UNI EN 1067** *Adesivi. Esame e preparazione di campioni per le prove.*
- UNI EN 1465** *Adesivi. Determinazione della resistenza al taglio per trazione di assemblaggi a due substrati rigidi incollati.*
- UNI EN 1841** *Adesivi. Metodi di prova degli adesivi per rivestimenti di pavimentazione e pareti. Determinazione delle variazioni dimensionali di un rivestimento per pavimentazione in linoleum a contatto con un adesivo.*
- UNI 9056** *Adesivi. Determinazione della viscosità apparente con viscosimetro a rotazione.*
- UNI 9059** *Adesivi. Determinazione del tempo di gelificazione di resine ureiche.*
- UNI 9445** *Adesivi. Determinazione del punto di rammollimento con il metodo sfera e anello degli adesivi termofusibili.*

<b>UNI 9446</b>	<i>Adesivi. Determinazione della massa volumica apparente di adesivi in polvere per rivestimenti ceramici.</i>
<b>UNI 9447</b>	<i>Adesivi. Determinazione dell'appiccicosità col metodo della sfera rotolante (rolling ball tack).</i>
<b>UNI 9591</b>	<i>Adesivi. Determinazione della resistenza al distacco (peeling) a caldo di un adesivo per incollaggio di policloruro di vinile (PVC) su legno.</i>
<b>UNI 9594</b>	<i>Adesivi. Determinazione del tempo aperto massimo di adesivi per legno mediante prove di taglio per trazione.</i>
<b>UNI 9595</b>	<i>Adesivi. Determinazione della rapidità di presa a freddo di adesivi per legno mediante prove di taglio per trazione.</i>
<b>UNI 9752</b>	<i>Adesivi. Determinazione del potere bagnante di un adesivo mediante la misura dell'angolo di contatto.</i>
<b>UNI 10765</b>	<i>Additivi per impasti cementiti. Additivi multifunzionali per calcestruzzo. Definizioni, requisiti e criteri di conformità.</i>
<b>UNI EN 26922</b>	<i>Adesivi. Determinazione della resistenza alla trazione dei giunti di testa.</i>
<b>UNI EN 28510-1</b>	<i>Adesivi. Prova di distacco per un assemblaggio ottenuto per incollaggio di un materiale flessibile su rigido. Distacco a 90°.</i>
<b>UNI EN 28510-2</b>	<i>Adesivi. Prova di distacco per un assemblaggio ottenuto per incollaggio di un materiale flessibile su rigido. Distacco a 180°.</i>
<b>UNI EN 29142</b>	<i>Adesivi. Guida alla scelta di condizioni normalizzate di laboratorio per le prove di invecchiamento su giunti adesivi.</i>
<b>UNI EN 29653</b>	<i>Adesivi. Metodo per la determinazione del potere adesivo mediante prova di resistenza al taglio.</i>

In luogo delle certificazioni di prova l'appaltatore potrà fornire la certificazione rilasciata dal produttore previa accettazione della direzione dei lavori.

### **21.3. Geotessili**

Per geotessili si intendono i prodotti utilizzati per costituire strati di separazione, contenimento, filtranti, drenaggio in opere di terra (rilevati, scarpate, strade, giardini, ecc.) e in coperture. La natura del polimero costituente è \_\_\_\_\_ (poliestere, polipropilene, poliammide, ecc.).

Si distinguono in:

- tessuti: stoffe realizzate intrecciando due serie di fili (realizzando ordito e trama);
- nontessuti: feltri costituiti da fibre o filamenti distribuiti in maniera casuale, legati tra loro con trattamento meccanico (agugliatura) oppure chimico (impregnazione) oppure termico (fusione). Si hanno non tessuti ottenuti da fiocco o da filamento continuo. Sono caratterizzati da:
  - da filamento continuo (o da fiocco);
  - il trattamento legante è meccanico (o chimico o termico);
  - il peso unitario è di \_\_\_\_\_.

Il soddisfacimento delle prescrizioni predette s'intende comprovato quando il prodotto risponde a una norma UNI di cui al successivo punto e/o è in possesso di attestato di conformità; in loro mancanza valgono i valori dichiarati dal produttore e accettati dalla direzione dei lavori.

#### **21.3.1. Geotessili. Norme di riferimento**

Quando non è specificato nel progetto esecutivo, i geotessili devono essere rispondenti alle seguenti caratteristiche:

<b>UNI EN 918</b>	<i>Geotessili e prodotti affini. Prova di punzonamento dinamico (metodo della caduta del cono).</i>
<b>UNI EN ISO 9863-2</b>	<i>Geotessili e prodotti affini. Determinazione dello spessore a pressioni stabilite. Procedura per la determinazione dello spessore dei singoli strati di prodotti multistrato.</i>
<b>UNI EN ISO 10319</b>	<i>Geotessili. Prova di trazione a banda larga.</i>
<b>UNI EN ISO 10321</b>	<i>Geotessili. Prova di trazione a banda larga per giunzioni e cuciture.</i>
<b>UNI ENV 12447</b>	<i>Geotessili e prodotti affini. Metodo di prova per la determinazione della resistenza all'idrolisi.</i>
<b>UNI ENV 12224</b>	<i>Geotessili e prodotti affini. Determinazione della resistenza agli agenti atmosferici.</i>
<b>UNI ENV 12225</b>	<i>Geotessili e prodotti affini. Metodo per la determinazione della resistenza microbiologica mediante prova di interrimento.</i>
<b>UNI ENV 12226</b>	<i>Geotessili e prodotti affini. Prove generali per valutazioni successive a prove di curabilità.</i>

<b>UNI EN ISO 12236</b>	<i>Geotessili e prodotti affini. Prova di punzonamento statico (metodo CBR).</i>
<b>UNI ENV ISO 13438</b>	<i>Geotessili e prodotti affini. Metodo di prova per la determinazione della resistenza all'ossidazione.</i>

### 21.3.2. Nontessuti. Norme di riferimento

Per quanto non espressamente indicato per i nontessuti si rimanda alle prescrizioni delle seguenti norme:

<b>UNI 8279-1</b>	<i>Nontessuti. Metodi di prova. Campionamento.</i>
<b>UNI 8279-3</b>	<i>Nontessuti. Metodi di prova. Determinazione della permeabilità all'aria.</i>
<b>UNI 8279-4</b>	<i>Nontessuti. Metodi di prova. Prova di trazione (metodo di Grab).</i>
<b>UNI 8279-5</b>	<i>Nontessuti. Metodi di prova. Determinazione dell'assorbimento di liquidi (metodo del cestello).</i>
<b>UNI 8279-6</b>	<i>Nontessuti. Metodi di prova. Determinazione dell'assorbimento di liquidi (metodo della rete).</i>
<b>UNI 8279-7</b>	<i>Nontessuti. Metodi di prova. Determinazione dell'ascensione capillare.</i>
<b>UNI 8279-11</b>	<i>Nontessuti. Metodi di prova. Determinazione della resistenza alla perforazione con il metodo della sfera.</i>
<b>UNI 8279-12</b>	<i>Nontessuti. Metodi di prova. Determinazione della variazione dimensionale a caldo.</i>
<b>UNI 8279-13</b>	<i>Nontessuti. Metodi di prova. Determinazione del coefficiente di permeabilità radiale all'acqua.</i>
<b>UNI 8279-14</b>	<i>Nontessuti. Metodi di prova. Determinazione della resistenza al punzonamento e della deformazione a rottura (metodo della penetrazione).</i>
<b>UNI 8279-16</b>	<i>Nontessuti. Metodi di prova. Determinazione del tempo di assorbimento di acqua (metodo della goccia).</i>
<b>UNI EN 29073-1</b>	<i>Tessili. Metodi di prova per nontessuti. Determinazione della massa areica.</i>
<b>UNI EN 29073-3</b>	<i>Tessili. Metodi di prova per nontessuti. Determinazione della resistenza a trazione e dell'allungamento.</i>
<b>UNI EN 29092</b>	<i>Tessili. Nontessuti. Definizione.</i>

## Art. 22 – Prodotti e materiali per pareti esterne e partizioni interne

### 22.1. Generalità

Si definiscono prodotti per pareti esterne e partizioni interne quelli utilizzati per realizzare i principali strati funzionali di queste parti di edificio.

I prodotti vengono di seguito considerati al momento della fornitura; il direttore dei lavori, ai fini della loro accettazione può procedere ai controlli (anche parziali) su campioni della fornitura oppure richiedere un attestato di conformità della fornitura alle prescrizioni di seguito indicate. Nel caso di contestazione s'intende che la procedura di prelievo dei campioni, le modalità di prova e valutazione dei risultati sono quelli indicati nelle norme UNI e in mancanza di questi quelli descritti nella letteratura tecnica (primariamente norme internazionali).

### 22.2. Prodotti a base di laterizio, calcestruzzo e similari

I prodotti a base di laterizio, calcestruzzo e similari non aventi funzione strutturale (vedere articolo murature) ma unicamente di chiusura nelle pareti esterne e partizioni devono rispondere alle prescrizioni del progetto esecutivo e a loro completamento alle seguenti prescrizioni:

a) gli elementi di laterizio (forati e non) prodotti mediante trafilatura o pressatura con materiale normale o alleggerito devono rispondere alla norme: **UNI 8942-1**, **UNI 8942-2**, **UNI 8942-3**.

b) gli elementi di calcestruzzo dovranno rispettare le stesse caratteristiche indicate nella norma **UNI 8942** (ad esclusione delle caratteristiche di inclusione calcarea), i limiti di accettazione saranno quelli indicati nel progetto e in loro mancanza quelli dichiarati dal produttore e approvati dalla direzione dei lavori;

c) gli elementi di calcio silicato, pietra ricostruita, pietra naturale, saranno accettati in base alle loro caratteristiche dimensionali e relative tolleranze; caratteristiche di forma e massa volumica (foratura, smussi, ecc.); caratteristiche meccaniche a compressione, taglio a flessione; caratteristiche di comportamento all'acqua e al gelo (imbibizione, assorbimento d'acqua, ecc.).

I limiti di accettazione saranno quelli prescritti nel progetto e in loro mancanza saranno quelli dichiarati dal fornitore e approvati dalla direzione dei lavori.

### 22.3. Prodotti e i componenti per facciate continue

I prodotti e i componenti per facciate continue dovranno rispondere alle prescrizioni del progetto e in loro mancanza alle seguenti prescrizioni:

– gli elementi dell'ossatura devono avere caratteristiche meccaniche coerenti con quelle del progetto in modo da poter trasmettere le sollecitazioni meccaniche (peso proprio delle facciate, vento, urti, ecc.) alla struttura portante, resistere alle corrosioni e azioni chimiche dell'ambiente esterno e interno;

– gli elementi di tamponamento (vetri, pannelli, ecc.) devono essere compatibili chimicamente e fisicamente con l'ossatura; resistere alle sollecitazioni meccaniche (urti, ecc.); resistere alle sollecitazioni termoigrometriche dell'ambiente esterno e chimiche degli agenti inquinanti;

– le parti apribili e i loro accessori devono rispondere alle prescrizioni sulle finestre o sulle porte;

– i rivestimenti superficiali (trattamenti dei metalli, pitturazioni, fogli decorativi, ecc.) devono essere coerenti con le prescrizioni sopra indicate;

– le soluzioni costruttive dei giunti devono completare e integrare le prestazioni dei pannelli ed essere sigillate con prodotti adeguati.

La rispondenza alle norme UNI per gli elementi metallici e loro trattamenti superficiali, per i vetri, i pannelli di legno, di metallo o di plastica e per gli altri componenti, viene considerato automaticamente soddisfacimento delle prescrizioni sopradette.

#### **22.4. Prodotti e componenti per partizioni interne prefabbricate**

I prodotti e i componenti per partizioni interne prefabbricate che vengono assemblate in opera (con piccoli lavori di adattamento o meno) devono rispondere alle prescrizioni del progetto esecutivo ed, in mancanza, alle prescrizioni indicate al punto precedente.

#### **22.5. Prodotti a base di cartongesso**

I prodotti a base di cartongesso devono rispondere alle prescrizioni del progetto esecutivo ed, in mancanza, alle prescrizioni seguenti: avere spessore con tolleranze  $\pm 0,5$  mm, lunghezza e larghezza con tolleranza  $\pm 2$  mm, resistenza all'impronta, all'urto, alle sollecitazioni localizzate (punti di fissaggio) ed, a seconda della destinazione d'uso, con basso assorbimento d'acqua, con bassa permeabilità al vapore (prodotto abbinato a barriera al vapore), con resistenza all'incendio dichiarata, con isolamento acustico dichiarato.

I limiti di accettazione saranno quelli indicati nel progetto esecutivo ed, in loro mancanza, quelli dichiarati dal produttore e approvati dalla direzione dei lavori.

#### **22.6. Blocchi di gesso**

I blocchi in gesso pieni o forati per la formazione di pareti verticali, secondo le dimensioni del progetto esecutivo, a discrezione del direttore dei lavori, per evitare in futuro rigonfiamenti e danni dovuti all'elevata umidità relativa o al contatto con acqua, dovranno essere collocati previa predisposizione di una guaina impermeabile collocata a livello del pavimento al fine di evitare la risalita dell'umidità.

In mancanza di norme italiana specifiche si potrà fare riferimento alla **DIN 18163**.

In cantiere il materiale deve essere appoggiato a pavimento, sempre in piano, al coperto o sotto un telo di plastica.

#### **22.7. Norme di riferimento**

##### *a) Classificazione*

**UNI 8369-2** Edilizia. Pareti perimetrali verticali. Classificazione e terminologia.

**UNI 8979** Edilizia. Pareti perimetrali verticali. Analisi degli strati funzionali.

**UNI 9269** Edilizia. Pareti verticali. Prova di resistenza agli urti.

##### *b) Pareti interne semplici*

**UNI 8201** Edilizia residenziale. Pareti interne semplici. Prova di resistenza agli urti da corpo molle e duro.

**UNI 8326** Edilizia residenziale. Pareti interne semplici. Prove di resistenza ai carichi sospesi.

**UNI 8327** Edilizia residenziale. Pareti interne semplici. Prova di resistenza al calore per irraggiamento.

##### *c) Pareti interne mobili*

**UNI 10700** Partizioni interne. Pareti interne mobili. Terminologia e classificazione.

**UNI 10815** Pareti interne mobili. Attrezzabilità per impianti tecnici. Criteri generali.

**UNI 10816** Pareti interne mobili. Attrezzabilità con equipaggiamenti di servizio. Criteri generali.

**UNI 10817** Pareti interne mobili. Collegamenti di messa a terra. Requisiti e verifica.

**UNI 10879** Pareti interne mobili. Prova di resistenza ai carichi sospesi e orizzontali.

**UNI 10880** *Pareti interne mobili. Requisiti e metodi di prova di resistenza agli urti.*

**UNI 10820** *Partizioni interne. Pareti interne mobili. Analisi dei requisiti.*

d) Materie plastiche cellulari rigide

**UNI 10386** *Materie plastiche cellulari rigide. Pannelli compositi con anima di poliuretano espanso rigido e paramenti rigidi per coperture, pareti perimetrali verticali esterne e di partizione interna. Tipi, requisiti e prove.*

e) Strutture di legno

**UNI EN 594** *Strutture di legno. Metodi di prova. Resistenza rigidità di piastra di pannelli per pareti con telaio di legno.*

**UNI EN 596** *Strutture di legno. Metodi di prova. Prova di impatto con un corpo morbido su pareti con telaio di legno.*

### Art. 23 – Prodotti per coperture discontinue (a falda)

#### 23.1. Definizioni

Si definiscono prodotti per le coperture quelli utilizzati per realizzare lo strato di tenuta all'acqua nei sistemi di copertura e quelli usati per altri strati complementari.

Per la realizzazione delle coperture discontinue nel loro insieme si rinvia all'articolo sull'esecuzione delle coperture discontinue.

I prodotti vengono di seguito considerati al momento della fornitura; il direttore dei lavori ai fini della loro accettazione può procedere a controlli (anche parziali) su campioni della fornitura oppure richiedere un attestato di conformità della fornitura alle prescrizioni di seguito indicate.

#### 23.2. Tegole e coppi in laterizio

Le tegole e coppi di laterizio per coperture e i loro pezzi speciali si intendono denominate secondo le dizioni commerciali usuali (marsigliese, romana, ecc.).

I prodotti di cui sopra devono rispondere alle prescrizioni del progetto ed, in mancanza o a completamento alle seguenti prescrizioni:

a) i difetti visibili sono ammessi nei seguenti limiti:

– le fessure non devono essere visibili o rilevabili a percussione;

– le protuberanze e scagliature non devono avere diametro medio (tra dimensione massima e minima) maggiore di 15 mm e non deve esserci più di 1 protuberanza; è ammessa 1 protuberanza di diametro medio tra 7 e 15 mm ogni 2 dm<sup>2</sup> di superficie proiettata;

– sbavature tollerate purché permettano un corretto assemblaggio;

b) sulle dimensioni nominali e forma geometrica sono ammesse le tolleranze seguenti: lunghezza  $\pm 3\%$ ; larghezza  $\pm 3\%$  per tegole e  $\pm 8\%$  per coppi;

c) sulla massa convenzionale è ammessa tolleranza del 15%;

d) l'impermeabilità non deve permettere la caduta di goccia d'acqua dall'intradosso;

e) resistenza a flessione: forza F singola maggiore di 1000 N;

f) carico di rottura valore singolo della forza F maggiore di 1000 N e valore medio maggiore di 1500 N;

g) i criteri di accettazione sono quelli del punto 23.1.

In caso di contestazione si farà riferimento alle norme **UNI 8626 e 8635**, in particolare alla **UNI EN 1304**.

I prodotti devono essere forniti su apposite pallets, legati e protetti da azioni meccaniche, chimiche e sporco che possano degradarli nella fase di trasporto, deposito e manipolazione prima della posa. Gli imballaggi, solitamente di materiale termoretraibile, devono contenere un foglio informativo riportante il nome del fornitore e le indicazioni dei commi da a) a f) ed eventuali istruzioni complementari.

**Tabella 23.1 – Pendenze ammissibili secondo il tipo di copertura**

Materiale	Pendenza%
Coppi	35%
Tegole piane marsigliesi	35%
Tegole marsigliesi	30%
Lamiera ondulata	20 ÷ 25%

### 23.3. Tegole in cemento

Le tegole di in cemento per coperture e i loro pezzi speciali s'intendono denominati secondo le dizioni commerciali usuali (portoghese, olandese, ecc.). La colorazione è realizzata direttamente nell'impasto con pigmentazioni. La pendenza della falda può arrivare a un minimo di 29 ÷ 30% adottando le necessarie sovrapposizioni; in caso di pendenze inferiori 17 ÷ 18% sotto il manto di copertura deve essere collocato un manto di impermeabilizzazione. In caso di pendenze superiori al 45% le tegole devono essere opportunamente fissate al supporto anche mediante chiodatura

I prodotti di cui sopra devono rispondere alle prescrizioni del progetto esecutivo e in mancanza e/o completamento alle seguenti prescrizioni:

a) i difetti visibili sono ammessi nei seguenti limiti:

- le fessure non sono ammesse;
- le incavature non devono avere profondità maggiore di 4 mm (escluse le tegole con superficie granulata);
- le protuberanze sono ammesse in forma lieve per tegole colorate nell'impasto;
- le scagliature sono ammesse in forma leggera;
- le sbavature e deviazioni sono ammesse purché non impediscano il corretto assemblaggio del prodotto;

b) sulle dimensioni nominali e forma geometrica sono ammesse le seguenti tolleranze:

- lunghezza  $\pm 1,5\%$ ;
- larghezza  $\pm 1\%$ ;
- altre dimensioni dichiarate  $\pm 1,6\%$ ;
- ortometria scostamento orizzontale non maggiore dell'1,6% del lato maggiore;

c) sulla massa convenzionale è ammessa la tolleranza del  $\pm 10\%$ ;

d) l'impermeabilità non deve permettere la caduta di gocce d'acqua, dall'intradosso, dopo 24 h;

e) dopo i cicli di gelività la resistenza a flessione F deve essere maggiore o uguale a 1800 N su campioni maturati 28 giorni;

f) la resistenza a rottura F del singolo elemento deve essere maggiore o uguale a 1000 N; la media deve essere maggiore o uguale a 1500 N;

g) i criteri di accettazione sono quelli del punto 23.1.

In caso di contestazione per difetti e limiti di accettazione si farà riferimento alle norme **UNI 8626** e **UNI 8627**. I prodotti devono essere forniti su appositi pallets legati e protetti da azioni meccaniche, chimiche e sporco che possano degradarli nelle fasi di trasporto, deposito e manipolazione prima della posa.

### 23.4. Le lastre di fibrocemento ecologico

1) le lastre di fibrocemento ecologico possono essere dei tipi seguenti:

- lastre piane (a base: fibrocemento e silico calcare; fibrocemento; cellulosa; fibrocemento/silico calcare rinforzati);
- lastre ondulate a base di fibrocemento aventi sezione trasversale formata da ondulazioni approssimativamente sinusoidali; possono essere con sezioni traslate lungo un piano o lungo un arco di cerchio;
- lastre nervate a base di fibrocemento, aventi sezione trasversale grecata o caratterizzata da tratti piani e tratti sagomati.

I criteri di controllo sono quelli indicati in 23.2.

2) le lastre piane devono rispondere alle caratteristiche indicate nel progetto esecutivo e in mancanza o integrazione alle seguenti:

a) larghezza 1200 mm, lunghezza scelta tra 1200, 2500 o 5000 mm con tolleranza  $\pm 0,4\%$  e massimo 5 mm;

b) spessore \_\_\_ mm (scelto tra le sezioni normate) con tolleranza  $\pm 0,5$  mm fino a 5 mm e  $\pm 10\%$  fino a 25 mm;

c) rettilineità dei bordi: scostamento massimo 2 mm per metro, ortogonalità 3 mm per metro;

d) caratteristiche meccaniche (resistenza a flessione);

– tipo 1:13 N/mm<sup>2</sup> minimo con sollecitazione lungo le fibre, e 15 N/mm<sup>2</sup> minimo con sollecitazione perpendicolare alle fibre;

– tipo 2:20 N/mm<sup>2</sup> minimo con sollecitazione lungo le fibre, e 16 N/mm<sup>2</sup> minimo con sollecitazione perpendicolare alle fibre;

e) massa volumica apparente:

– tipo 1: 1,3 g/cm<sup>3</sup> minimo;

– tipo 2: 1,7 g/cm<sup>3</sup> minimo;

f) tenuta d'acqua con formazione di macchie di umidità sulle facce inferiori dopo 24 h sotto battente d'acqua ma senza formazione di gocce d'acqua;

g) resistenza alle temperature di 120°C per 2 h con decadimento della resistenza a flessione non maggiore del 10%.

3) le lastre ondulate devono rispondere alle caratteristiche indicate nel progetto e in mancanza o a integrazione alle seguenti:

a) facce destinate all'esposizione alle intemperie, lisce, bordi diritti e taglio netto e ben squadrate ed entro i limiti di tolleranza;

b) caratteristiche dimensionali e tolleranze di forma secondo quanto dichiarato dal fabbricante e accettato dalla direzione dei lavori;

c) tenuta all'acqua;

d) resistenza a flessione, secondo i valori dichiarati dal fabbricante e accettati dalla direzione dei lavori;

e) resistenza al gelo, dopo 25 cicli in acqua a temperatura di + 20°C seguito da permanenza in frigo a - 20°C, non devono presentare fessurazioni, cavillature o degradazione;

f) la massa volumica non deve essere minore di 1,4 kg/dm<sup>3</sup>.

Gli accessori devono rispondere alle prescrizioni sopradette per quanto attiene l'aspetto, le caratteristiche dimensionali e di forma, la tenuta all'acqua e la resistenza al gelo.

4) Le lastre nervate devono rispondere alle caratteristiche indicate nel progetto e in mancanza o a integrazione a quelle indicate nel punto 3.

Norme di riferimento

**UNI EN 492** *Lastre piane di fibrocemento e relativi accessori per coperture. Specifiche di prodotto e metodi di prova.*

**UNI EN 494** *Lastre nervate di fibrocemento e relativi accessori per coperture. Specifiche di prodotto e metodi di prova.*

**UNI 10636** *Lastre ondulate di fibrocemento per coperture. Istruzioni per l'installazione.*

### 23.5. Lastre di materia plastica rinforzata

Le lastre di materia plastica rinforzata o non rinforzata si intendono definite e classificate secondo le norme UNI vigenti.

I prodotti di cui sopra devono rispondere alle prescrizioni del progetto e in mancanza e/o completamento alle seguenti prescrizioni:

a) le lastre ondulate traslucide di materia plastica rinforzata con fibre di vetro

**UNI 6774** *Lastre ondulate traslucide di materia plastica rinforzata con fibre di vetro. Generalità e prescrizioni.*

**UNI 6775** *Lastre ondulate traslucide di materia plastica rinforzata con fibre di vetro. Metodi di prova.*

b) le lastre di polistirene

**UNI 7073** *Lastre estruse di polistirene antiurto. Tipi, prescrizioni e prove.*

c) le lastre di polimetilmetacrilato devono essere conformi alle norme

**UNI EN ISO 7823-1** *Lastre di polimetilmetacrilato. Tipi, dimensioni e caratteristiche. Lastre colate.*

**UNI EN ISO 7823-2** *Materie plastiche. Lastre di poli (metilmetacrilato). Tipi, dimensioni e caratteristiche. Lastre estruse calandrate.*

d) lastre profilate di materia plastica, che trasmettono la luce, per copertura a parete semplice

**UNI EN 1013-1** *Lastre profilate di materia plastica, che trasmettono la luce, per copertura a parete semplice. Requisiti generali e metodi di prova.*

**UNI EN 1013-2** *Lastre profilate di materia plastica, che trasmettono la luce, per copertura a parete semplice. Requisiti specifici e metodi di prova per lastre di resina poliesteri rinforzata con fibra di vetro (PRFV).*

**UNI EN 1013-3** *Lastre profilate di materia plastica, che trasmettono la luce, per copertura a parete semplice. Requisiti specifici e metodi di prova per lastre di policloruro di vinile (PVC).*

e) lastre ondulate e alveolari di materiale plastico trasparente, incolore o traslucido per serre

**UNI 10452** *Lastre ondulate e alveolari di materiale plastico trasparente, incolore o traslucido per serre e apprestamenti analoghi. Tipi, dimensioni, requisiti e metodi di prova.*

*f) i criteri di accettazione sono quelli del punto 23.1.*

### **23.6. Lastre di metallo**

Le lastre di metallo (acciaio zincato, acciaio zincato-alluminio, acciaio zincato-rame, alluminio) e i loro pezzi speciali si intendono denominati secondo la usuale terminologia commerciale. Essi dovranno rispondere alle prescrizioni del progetto e in mancanza e a completamento alle seguenti caratteristiche:

a) i prodotti completamente supportati; tolleranze dimensioni e di spessore, resistenza al punzonamento \_\_\_\_\_, resistenza al piegamento a 360° \_\_\_\_\_; resistenza alla corrosione \_\_\_\_\_; resistenza a trazione \_\_\_\_\_

Le caratteristiche predette saranno quelle riferite al prodotto in lamina prima della lavorazione. Gli effetti estetici e difetti saranno valutati in relazione alla collocazione dell'edificio;

b) i prodotti autoportanti (compresi i pannelli, le lastre grecate, ecc.) oltre a rispondere alle prescrizioni predette dovranno soddisfare la resistenza a flessione secondo i carichi di progetto e la distanza tra gli appoggi.

I criteri di accettazione sono quelli già indicati. In caso di contestazione si fa riferimento alla norma **UNI 10372**.

Le lamiere saranno inoltre esenti da difetti visibili (quali scagliature, bave, crepe, crateri, ecc.) e da difetti di forma (svergolamento, ondulazione, ecc.) che ne pregiudichino l'impiego e/o la messa in opera e dovranno avere l'eventuale rivestimento superficiale prescritto nel progetto.

La fornitura dovrà essere accompagnata da foglio informativo riportante il nome del fornitore e la rispondenza alle caratteristiche richieste.

### **23.7. Prodotti di pietra**

I prodotti di pietra dovranno rispondere alle caratteristiche di resistenza a flessione, resistenza all'urto, resistenza al gelo e disgelo, comportamento agli aggressivi inquinanti. I limiti saranno quelli prescritti dal progetto o quelli dichiarati dal fornitore e accettati dalla direzione dei lavori.

I criteri di accettazione sono quelli indicati al punto 23.1.

La fornitura dovrà essere accompagnata da foglio informativo riportante il nome del fornitore e la corrispondenza alle caratteristiche richieste.

### **23.8. Normativa di riferimento**

Nel caso di contestazione si intende che le procedure di prelievo dei campioni, i metodi di prova e valutazione dei risultati sono quelli indicati nelle norme UNI di seguito riportate:

<b>UNI 8625-1</b>	<i>Edilizia. Prove di coperture discontinue. Determinazione della permeabilità all'acqua.</i>
<b>UNI 8626</b>	<i>Edilizia. Prodotti per coperture discontinue. Caratteristiche, piani di campionamento e limiti di accettazione.</i>
<b>UNI 8627</b>	<i>Edilizia. Sistemi di copertura. Definizione e classificazione degli schemi funzionali, soluzioni conformi e soluzioni tecnologiche.</i>
<b>UNI 8635-1</b>	<i>Edilizia. Prove di prodotti per coperture discontinue. Esame dell'aspetto e della confezione.</i>
<b>UNI 8635-2</b>	<i>Edilizia. Prove di prodotti per coperture discontinue. Determinazione della lunghezza.</i>
<b>UNI 8635-3</b>	<i>Edilizia. Prove di prodotti per coperture discontinue. Determinazione della larghezza.</i>
<b>UNI 8635-4</b>	<i>Edilizia. Prove di prodotti per coperture discontinue. Determinazione dello spessore.</i>
<b>UNI 8635-5</b>	<i>Edilizia. Prove di prodotti per coperture discontinue. Determinazione della planarità.</i>
<b>UNI 8635-6</b>	<i>Edilizia. Prove di prodotti per coperture discontinue. Determinazione dell'ortometria e della rettilineità dei bordi.</i>
<b>UNI 8635-7</b>	<i>Edilizia. Prove di prodotti per coperture discontinue. Determinazione del profilo.</i>
<b>UNI 8635-8</b>	<i>Edilizia. Prove di prodotti per coperture discontinue. Determinazione della massa convenzionale.</i>
<b>UNI 8635-9</b>	<i>Edilizia. Prove di prodotti per coperture discontinue. Determinazione della permeabilità all'acqua.</i>
<b>UNI 8635-10</b>	<i>Edilizia. Prove di prodotti per coperture discontinue. Determinazione dell'impermeabilità all'acqua.</i>
<b>UNI 8635-11</b>	<i>Edilizia. Prove di prodotti per coperture discontinue. Determinazione della gelività con cicli alterni.</i>

<b>UNI 8635-12</b>	<i>Edilizia. Prove di prodotti per coperture discontinue. Determinazione della gelività con porosimetro.</i>
<b>UNI 8635-13</b>	<i>Edilizia. Prove di prodotti per coperture discontinue. Determinazione del carico di rottura a flessione.</i>
<b>UNI 8635-14</b>	<i>Edilizia. Prove dei prodotti per coperture discontinue. Determinazione della resistenza meccanica del dispositivo di ancoraggio.</i>
<b>UNI 8635-15</b>	<i>Edilizia. Prove per prodotti di coperture discontinue. Determinazione del numero per unità di area e della massa areica.</i>
<b>UNI 8635-16</b>	<i>Edilizia. Prove dei prodotti per coperture discontinue. Determinazioni delle inclusioni calcaree nei prodotti di laterizio.</i>
<b>UNI 9308-1</b>	<i>Coperture discontinue. Istruzione per la progettazione. Elementi di tenuta.</i>
<b>UNI 10372</b>	<i>Coperture discontinue. Istruzioni per la progettazione e l'esecuzione con elementi metallici in lastre.</i>

## **Art. 24 – Impermeabilizzazioni e coperture piane**

### **24.1. Generalità**

I prodotti per impermeabilizzazioni e per coperture piane sono sotto forma di:

- membrane in fogli e/o rotoli da applicare a freddo o a caldo, in fogli singoli o pluristrato;
- prodotti forniti in contenitori (solitamente liquidi e/o in pasta) da applicare a freddo o a caldo su eventuali armature (che restano inglobate nello strato finale) fino a formare in sito una membrana continua.

### **24.2. Membrane**

Le membrane si classificano in base:

- 1) al materiale componente (esempio: bitume ossidato fillerizzato, bitume polimero elastomero, bitume polimero plastomero, etilene propilene diene, etilene vinil acetato, ecc.);
- 2) al materiale di armatura inserito nella membrana (esempio: armatura vetro velo, armatura poliammide tessuto, armatura polipropilene film, armatura alluminio foglio sottile, ecc.);
- 3) al materiale di finitura della faccia superiore (esempio: poliestere film da non asportare, polietilene film da non asportare, graniglie, ecc.);
- 4) al materiale di finitura della faccia inferiore (esempio: poliestere non tessuto, sughero, alluminio foglio sottile, ecc.).

### **24.3. Prodotti forniti in contenitori**

I prodotti forniti in contenitori possono essere:

- 1) mastici di rocce asfaltiche e di asfalto sintetico;
- 2) asfalti colati;
- 3) malte asfaltiche;
- 4) prodotti termoplastici;
- 5) soluzioni in solvente di bitume;
- 6) emulsioni acquose di bitume;
- 7) prodotti a base di polimeri organici.

I prodotti vengono di seguito considerati al momento della loro fornitura, le modalità di posa sono trattate negli articoli relativi alla posa in opera.

Il direttore dei lavori ai fini della loro accettazione può procedere a controlli (anche parziali) su campioni della fornitura oppure richiedere un attestato di conformità della fornitura alle prescrizioni di seguito indicate.

Le membrane per coperture di edifici in relazione allo strato funzionale che vanno a costituire (esempio strato di tenuta all'acqua, strato di tenuta all'aria, strato di schermo e/o barriera al vapore, strato di protezione degli strati sottostanti, ecc.) devono rispondere alle prescrizioni del progetto e in mancanza o a loro completamento alla norma **UNI 8178**.

### **24.4. Membrane destinate a formare strati di schermo e/o barriera al vapore**

Le membrane destinate a formare strati di schermo e/o barriera al vapore devono soddisfare:

- le tolleranze dimensionali (lunghezza, larghezza, spessore);
- difetti, ortometria e massa areica;

- resistenza a trazione;
- flessibilità a freddo;
- comportamento all'acqua;
- permeabilità al vapore d'acqua;
- invecchiamento termico in acqua;
- le giunzioni devono resistere adeguatamente a trazione e avere adeguata impermeabilità all'aria.

#### 24.4.1. Caratteristiche di accettazione

Per quanto riguarda le caratteristiche predette esse devono rispondere alle norme:

- UNI 9380-1** *Membrane per impermeabilizzazione di coperture. Limiti di accettazione dei tipi BPP per strato di barriera e/o schermo al vapore.*
- UNI 9380-2** *Membrane per impermeabilizzazione di coperture. Limiti di accettazione dei tipi BOF per strato di barriera e/o schermo al vapore.*

oppure per i prodotti non normati, rispondere ai valori dichiarati dal fabbricante e accettati dalla direzione dei lavori.

Le membrane rispondenti alle varie parti della norma **UNI 8629** per le caratteristiche precitate sono valide anche per questo impiego:

- UNI 8629-1** *Membrane per impermeabilizzazione di coperture. Caratteristiche prestazionali e loro significatività.*
- UNI 8629-2** *Membrane per impermeabilizzazione di coperture. Limiti di accettazione dei tipi BPP per elemento di tenuta.*
- UNI 8629-3** *Membrane per impermeabilizzazione di coperture. Limiti di accettazione dei tipi BPE per elemento di tenuta.*
- UNI 8629-4** *Membrane per impermeabilizzazione di coperture. Limiti di accettazione per tipi EPDM e IIR per elementi di tenuta.*
- UNI 8629-5** *Membrane per impermeabilizzazione di coperture. Limiti di accettazione dei tipi BPP (con autoprotezione metallica) per elemento di tenuta.*
- UNI 8629-6** *Membrane per impermeabilizzazione di coperture. Limiti di accettazione dei tipi a base di PVC plastificato per elementi di tenuta.*
- UNI 8629-7** *Membrane per impermeabilizzazione di coperture. Limiti di accettazione dei tipi BOF (con autoprotezione metallica) per elemento di tenuta.*
- UNI 8629-8** *Membrane per impermeabilizzazione di coperture. Limiti di accettazione dei tipi BOF per elemento di tenuta.*

#### 24.5. Membrane destinate a formare strati di continuità, di diffusione o di egualizzazione della pressione di vapore

Le membrane destinate a formare strati di continuità, di diffusione o di egualizzazione della pressione di vapore, di irrigidimento o ripartizione dei carichi, di regolarizzazione, di separazione e/o scorrimento o drenante devono soddisfare:

- le tolleranze dimensionali (lunghezza, larghezza e spessore);
- difetti, ortometria e massa areica;
- comportamento all'acqua;
- invecchiamento termico in acqua.

Per quanto riguarda le caratteristiche predette esse devono rispondere alla norma **UNI 9168**, oppure per i prodotti non normati, rispondere ai valori dichiarati dal fabbricante e accettati dalla direzione dei lavori.

Le membrane rispondenti alle norme **UNI 9380** e **UNI 8629** per le caratteristiche precitate sono valide anche per questo impiego.

#### 24.6. Membrane destinate a formare strati di tenuta all'aria

Le membrane destinate a formare strati di tenuta all'aria devono soddisfare:

- le tolleranze dimensionali (lunghezza, larghezza e spessore);
- difetti, ortometria e massa areica;
- resistenza a trazione e alla lacerazione;
- comportamento all'acqua;
- le giunzioni devono resistere alla trazione e alla permeabilità all'aria.

Per quanto riguarda le caratteristiche predette esse devono rispondere alla norma:

**UNI 9168-1** Membrane complementari per impermeabilizzazione. Limiti di accettazione dei tipi con armatura cartafeltro o vetro velo.

**UNI 9168-2** Membrane complementari per impermeabilizzazione. Limiti di accettazione dei tipi BOF.

Oppure per i prodotti non normati, ai valori dichiarati dal fabbricante e accettati dalla direzione dei lavori.

Le membrane rispondenti alle norme **UNI 9380** e **UNI 8629** per le caratteristiche precitate sono valide anche per formare strati di tenuta all'aria.

#### **24.7. Membrane destinate a formare strati di tenuta all'acqua**

Le membrane destinate a formare strati di tenuta all'acqua devono soddisfare:

- le tolleranze dimensionali (lunghezza, larghezza, spessore);
- difetti, ortometria e massa areica;
- resistenza a trazione e alla lacerazione;
- punzonamento statico e dinamico;
- flessibilità a freddo;
- stabilità dimensionale in seguito ad azione termica;
- stabilità di forma a caldo;
- impermeabilità all'acqua e comportamento all'acqua;
- permeabilità al vapore d'acqua;
- resistenza all'azione perforante delle radici;
- invecchiamento termico in aria e acqua;
- resistenza all'ozono (solo per polimeriche e plastomeriche);
- resistenza ad azioni combinate (solo per polimeriche e plastomeriche);
- le giunzioni devono resistere adeguatamente alla trazione e avere impermeabilità all'aria.

Per quanto riguarda le caratteristiche predette esse devono rispondere alla varie parti della norma **UNI 8629** (varie parti), oppure per i prodotti non normati rispondere ai valori dichiarati dal fabbricante e accettati dalla direzione dei lavori.

#### **24.8. Membrane destinate a formare strati di protezione**

Le membrane destinate a formare strati di protezione devono soddisfare:

- le tolleranze dimensionali (lunghezza, larghezza, spessore);
- difetti, ortometria e massa areica;
- resistenza a trazione e alle lacerazioni;
- punzonamento statico e dinamico;
- flessibilità a freddo;
- stabilità dimensionali a seguito di azione termica;
- stabilità di forma a caldo (esclusi prodotti a base di PVC, EPDM, IIR);
- comportamento all'acqua;
- resistenza all'azione perforante delle radici;
- invecchiamento termico in aria;
- le giunzioni devono resistere adeguatamente alla trazione;
- l'autoprotezione minerale deve resistere all'azione di distacco.

Per quanto riguarda le caratteristiche predette esse devono rispondere alla varie parti della norma **UNI 8629** (varie parti), oppure per i prodotti non normati rispondere ai valori dichiarati dal fabbricante e accettati dalla direzione dei lavori.

#### **24.9. Membrane a base di elastomeri e di plastomeri**

Le membrane a base di elastomeri e di plastomeri dei tipi elencati nel seguente lettera *a*) utilizzate per impermeabilizzazione delle opere elencate nel seguente lettera *b*) devono rispondere alle prescrizioni elencate nel successivo lettera *c*).

*a*) I tipi di membrane considerati sono:

- membrane in materiale elastomerico senza armatura (per materiale elastomerico si intende un materiale che sia fondamentalmente elastico anche a temperature superiori o inferiori a quelle di normale impiego e/o che abbia subito un processo di reticolazione (per esempio gomma vulcanizzata);

- membrane in materiale elastomerico dotate di armatura (per materiale plastomerico si intende un materiale che sia relativamente elastico solo entro un intervallo di temperatura corrispondente generalmente a quello di impiego ma che non abbia subito alcun processo di reticolazione (come per esempio cloruro di polivinile plastificato o altri materiali termoplastici flessibili o gomme non vulcanizzate);
  - membrane in materiale plastomerico flessibile senza armatura;
  - membrane in materiale plastomerico flessibile dotate di armatura;
  - membrane in materiale plastomerico rigido (per esempio polietilene ad alta o bassa densità, reticolato o non, polipropilene);
    - membrane polimeriche a reticolazione posticipata (per esempio polietilene clorosolfonato) dotate di armatura;
    - membrane polimeriche accoppiate (membrane polimeriche accoppiate o incollate sulla faccia interna ad altri elementi aventi funzioni di protezione altra funzione particolare, comunque non di tenuta. In questi casi, quando la parte accoppiata all'elemento polimerico impermeabilizzante ha importanza fondamentale per il comportamento in opera della membrana, le prove devono essere eseguite sulla membrana come fornita dal produttore);

b) Classi di utilizzo:

*Classe A* – membrane adatte per condizioni eminentemente statiche del contenuto (per esempio, bacini, dighe, sbarramenti, ecc.);

*Classe B* – membrane adatte per condizioni dinamiche del contenuto (per esempio, canali, acquedotti, ecc.);

*Classe C* – membrane adatte per condizioni di sollecitazioni meccaniche particolarmente gravose, concentrate o no (per esempio, fondazioni, impalcati di ponti, gallerie, ecc);

*Classe D* – membrane adatte anche in condizioni di intensa esposizione agli agenti atmosferici e/o alla luce.

*Classe E* – membrane adatte per impieghi in presenza di materiali inquinanti e/o aggressivi (per esempio, discariche, vasche di raccolta e/o decantazione, ecc.);

*Classe F* – membrane adatte per il contatto con acqua potabile o sostanze di uso alimentare (per esempio, acquedotti, serbatoi, contenitori per alimenti, ecc.).

Nell'utilizzo delle membrane polimeriche per impermeabilizzazione, possono essere necessarie anche caratteristiche comuni a più classi.

c) Le membrane di cui alla lettera a) sono valide per gli impieghi di cui alla lettera b) purché rispettino le caratteristiche previste nelle varie parti della norma **UNI 8898** (varie parti):

#### 24.10. Prodotti forniti sotto forma di liquidi o paste

I prodotti forniti solitamente sotto forma di liquidi o paste destinati principalmente a realizzare strati di tenuta all'acqua (ma anche altri strati funzionali della copertura piana) a secondo del materiale costituente, devono rispondere alle caratteristiche e i valori di limiti di riferimento normalmente applicati; quando non sono riportati limiti si intende che valgono quelli dichiarati dal produttore nella sua documentazione tecnica e accettati dalla direzione dei lavori.

##### 24.10.1. Bitumi da spalmatura per impermeabilizzazioni

I bitumi da spalmatura per impermeabilizzazioni (in solvente e/o emulsione acquosa) devono rispondere ai limiti specificati, per i diversi tipi, alle prescrizioni delle seguenti norme:

**UNI 4157** *Edilizia. Bitumi da spalmatura per impermeabilizzazioni. Campionamento e limiti di accettazione.*

**UNI 4163** *Impermeabilizzazione delle coperture. Bitumi da spalmatura. Determinazione dell'indice di penetrazione dei bitumi.*

**Tabella 24.1 – Caratteristiche dei bitumi da spalmatura**

Indicazione per la designazione	Penetrazione a 25°C dmm/min	Punto di rammollimento (palla anello°C/min)
0	40	55
15	35	65
25	20	80

##### 24.10.2. Malte asfaltiche

Le malte asfaltiche per impermeabilizzazione devono rispondere alle seguenti norme:

**UNI 5660** *Impermeabilizzazione delle coperture. Malte asfaltiche. Caratteristiche e prelievo dei campioni.*

**UNI 5661** *Impermeabilizzazione delle coperture. Malte asfaltiche. Determinazione del punto di rammollimento con il metodo palla-anello.*

- UNI 5662** *Impermeabilizzazione delle coperture. Malte asfaltiche. Determinazione dello scorrimento su piano inclinato.*
- UNI 5663** *Impermeabilizzazione delle coperture. Malte asfaltiche. Determinazione della fragilità (punto di rottura).*
- UNI 5664** *Impermeabilizzazione delle coperture. Malte asfaltiche. Determinazione dell'impermeabilità all'acqua.*
- UNI 5665** *Impermeabilizzazione delle coperture. Malte asfaltiche. Trattamento di termo-ossidazione.*

#### 24.10.3. Asfalti colati

Gli asfalti colati per impermeabilizzazioni devono rispondere alle seguenti norme:

- UNI 5654** *Impermeabilizzazione delle coperture. Asfalti colati. Caratteristiche e prelievo dei campioni.*
- UNI 5655** *Impermeabilizzazione delle coperture. Asfalti colati. Determinazione del punto di rammollimento con il metodo palla-anello.*
- UNI 5656** *Impermeabilizzazione delle coperture. Asfalti colati. Determinazione dello scorrimento su piano inclinato.*
- UNI 5657** *Impermeabilizzazione delle coperture. Asfalti colati. Determinazione della fragilità a freddo.*
- UNI 5658** *Impermeabilizzazione delle coperture. Asfalti colati. Determinazione dell'impermeabilità all'acqua.*
- UNI 5659** *Impermeabilizzazione delle coperture. Asfalti colati. Trattamento di termo-ossidazione.*

#### 24.10.4. Mastice di rocce asfaltiche

Il mastice di rocce asfaltiche per la preparazione di malte asfaltiche e degli asfalti colati deve rispondere alle seguenti norme:

- UNI 4377** *Impermeabilizzazione delle coperture. Mastice di rocce asfaltiche per la preparazione delle malte asfaltiche e degli asfalti colati.*

#### 24.10.5. Mastice di asfalto sintetico

Il mastice di asfalto sintetico per la preparazione delle malte asfaltiche e degli asfalti colati deve rispondere alle seguenti norme:

- UNI 4378** *Impermeabilizzazione delle coperture. Mastice di asfalto sintetico per la preparazione delle malte asfaltiche e degli asfalti colati.*
- UNI 4379** *Impermeabilizzazione delle coperture. Determinazione dell'impronta nei mastici di rocce asfaltiche e nei mastici di asfalto sintetici.*
- UNI 4380** *Impermeabilizzazione delle coperture. Determinazione delle sostanze solubili in solfuro di carbonio presenti nei mastici di rocce asfaltiche e nei mastici di asfalto sintetici.*
- UNI 4381** *Impermeabilizzazione delle coperture. Estrazione del bitume dai mastici di rocce asfaltiche e dai mastici di asfalto sintetici.*
- UNI 4382** *Impermeabilizzazione delle coperture. Determinazione degli asfaltini presenti nei bitumi contenuti nei mastici di rocce asfaltiche e nei mastici di asfalto sintetici.*
- UNI 4383** *Impermeabilizzazione delle coperture. Determinazione dei carbonati presenti nel materiale minerale.*
- UNI 4384** *Impermeabilizzazione delle coperture. Determinazione delle sostanze insolubili in acido cloridrico presenti nel materiale minerale contenuto nei mastici di rocce asfaltiche e nei mastici di asfalto sintetici.*
- UNI 4385** *Impermeabilizzazione delle coperture. Controllo granulometrico del materiale minerale contenuto nei mastici di rocce asfaltiche e nei mastici di asfalto sintetici.*

#### 24.10.6. Prodotti fluidi o in pasta a base di polimeri organici

I prodotti fluidi o in pasta a base di polimeri organici (bituminosi, epossidici, poliuretanic, epossipoliuretanic, epossicatrame, polimetencatrame, polimeri clorurati, acrilici, vinilici, polimeri isomerizzati) devono essere valutate in base alle caratteristiche e limiti di riferimento normalmente applicati; quando non sono riportati limiti si intende che valgono quelli dichiarati dal produttore nella sua documentazione tecnica e accettati dalla direzione dei lavori.

a) Caratteristiche identificative del prodotto in barattolo (prima dell'applicazione):

- viscosità in \_\_\_\_\_ minimo \_\_\_\_\_ misurata secondo \_\_\_\_\_;
- massa volumica  $kg/dm^3$  minimo \_\_\_\_\_ massimo \_\_\_\_\_, misurata secondo \_\_\_\_\_;
- Contenuto di non volatile% in massa minimo \_\_\_\_\_, misurato secondo \_\_\_\_\_;
- Punto di infiammabilità minimo% \_\_\_\_\_, misurato secondo \_\_\_\_\_;
- Contenuto di ceneri massimo  $g/kg$  \_\_\_\_\_, misurato secondo \_\_\_\_\_;

Per i valori non prescritti si intendono validi quelli dichiarati dal fornitore e accettati dalla direzione dei lavori.

b) Caratteristiche di comportamento da verificare in sito o su campioni significativi di quanto realizzati in sito:

- spessore dello strato finale in relazione al quantitativo applicato per ogni metro quadrato minimo \_\_\_ mm, misurato secondo \_\_\_\_\_;
- valore dell'allungamento a rottura minimo \_\_\_\_\_%, misurato secondo \_\_\_\_\_;
- resistenza al punzonamento statico o dinamico: statico minimo \_\_\_\_\_ N; dinamico minimo \_\_\_\_\_ N, misurati secondo \_\_\_\_\_;
- stabilità dimensionale a seguito di azione termica, variazione dimensionale massima in% \_\_\_\_\_ misurati secondo \_\_\_\_\_.
- impermeabilità all'acqua, minima pressione di \_\_\_\_\_ kPa, misurati secondo \_\_\_\_\_;
- comportamento all'acqua, variazione di massa massima in% \_\_\_\_\_, misurata secondo \_\_\_\_\_;
- invecchiamento termico in aria a 70°C, variazione della flessibilità a freddo tra prima e dopo il trattamento massimo°C \_\_\_\_\_, misurati secondo \_\_\_\_\_;
- invecchiamento termico in acqua, variazione della flessibilità a freddo tra prima e dopo il trattamento massimo°C \_\_\_\_\_, misurati secondo \_\_\_\_\_.

Per i valori non prescritti si intendono validi quelli dichiarati dal fornitore e accettati dalla direzione dei lavori.

#### 24.11. Altre norme di riferimento

**UNI 8178** Edilizia. Coperture. Analisi degli elementi e strati funzionali.

**UNI 9380-1** Membrane per impermeabilizzazione di coperture. Limiti di accettazione dei tipi BPP per strato di barriera e/o schermo al vapore.

**UNI 9380-2** Membrane per impermeabilizzazione di coperture. Limiti di accettazione dei tipi BOF per strato di barriera e/o schermo al vapore.

**UNI 9460** Coperture discontinue. Codice di pratica per la progettazione e l'esecuzione di coperture discontinue con tegole di laterizio e cemento.

### Art. 25 – Acciaio per cemento armato

#### 25.1. Requisiti principali

Non si devono porre in opera armature ossidate, corrose, recanti difetti superficiali, che ne riducano la resistenza o ricoperte da sostanze che possano ridurne sensibilmente l'aderenza al conglomerato.

#### 25.2. Acciai in barre tonde lisce

Le barre di acciaio tonde lisce devono possedere le proprietà indicate nel successivo prospetto

**Tabella 25.1 – Barre di acciaio tonde lisce**

Tipo di acciaio	Fe B 22 k	Fe B 32 k
Tensione caratteristica di snervamento..... $f_{yk}$ N/mm <sup>2</sup>	≥ 215	≥ 315
Tensione caratteristica di rottura..... $f_{tk}$ N/mm <sup>2</sup>	≥ 335	≥ 490
Allungamento..... A5%	≥ 24	≥ 23
Piegamento a 180° su mandrino avente diametro D	2 Ø	3 Ø

Si devono usare barre di diametro compreso tra 5 e 30 mm.

#### 25.3. Acciai in barre ad aderenza migliorata

Le barre di acciaio ad aderenza migliorata si differenziano dalle barre lisce per la particolarità di forma atta ad aumentare l'aderenza al conglomerato cementizio e sono caratterizzate dal diametro Ø della barra tonda equipesante, calcolato nell'ipotesi che la densità dell'acciaio sia pari a 7,85 kg/dm<sup>3</sup>.

Le barre ad aderenza migliorata devono avere diametro:

5 ≤ Ø ≤ 30 mm per acciaio Fe B 38 k;

5 ≤ Ø ≤ 26 mm per acciaio Fe B 44 k, salvo quanto specificato al punto 2.2.7. del D.M. 9 gennaio 1996.

#### 25.4. Caratteristiche meccaniche e tecnologiche

Gli acciai in barre ad aderenza migliorata devono possedere le caratteristiche indicate nel seguente prospetto, valutando le tensioni di snervamento e di rottura come grandezze caratteristiche secondo quanto indicato al punto 2.2.8. del D.M. 9 gennaio 1996.

La prova di piegamento e raddrizzamento si esegue alla temperatura di  $20 \pm 5^\circ\text{C}$  piegando la provetta a  $90^\circ$ , mantenendola poi per 30 minuti in acqua bollente e procedendo, dopo raffreddamento in aria, al parziale raddrizzamento per almeno  $20^\circ$ . Dopo la prova il campione non deve presentare cricche.

**Tabella 25.2 – Caratteristiche meccaniche degli acciai in barre ad aderenza migliorata**

Tipo di acciaio		Fe B 38 k	Fe B 44 k
Tensione caratteristica di snervamento	$f_{yk}$ N/mm <sup>2</sup>	$\geq 375$	$\geq 430$
Tensione caratteristica di rottura	$f_{tk}$ N/mm <sup>2</sup>	$\geq 450$	$\geq 540$
Allungamento $A_5$	%	$\geq 14$	$\geq 12$
Per barre ad aderenza migliorata aventi $\emptyset$ (*)	fino a 12 mm	Piegamento a 180 su mandrino avente diametro D	
	oltre 12 mm fino a 18 mm	3 $\emptyset$	4 $\emptyset$
	oltre 18 mm fino a 25 mm	6 $\emptyset$	8 $\emptyset$
	oltre 25 mm fino a 30 mm	8 $\emptyset$	10 $\emptyset$
		10 $\emptyset$	12 $\emptyset$

(\*) Il diametro  $\emptyset$  è quello della barra tonda liscia equipasante.

I limiti precedentemente definiti saranno controllati nello stabilimento di produzione e si riferiranno agli stessi campioni di cui alle prove di qualificazione (Allegato n. 4, punto 1.1 del D.M. 9 gennaio 1996).

In tali limiti  $f_y$  rappresenta il singolo valore di snervamento,  $f_{yk}$  il valore nominale di riferimento e  $f_t$  il singolo valore della tensione di rottura.

### 25.5. Prova di aderenza

Le barre e i fili trafilati ad aderenza migliorata devono superare con esito positivo le prove di aderenza secondo il metodo «Beam-test» conformemente a quanto previsto nell'Allegato 6 del D.M. 9 gennaio 1996; nell'allegato stesso sono pure indicate le modalità di controllo del profilo da eseguirsi in cantiere o in stabilimento.

### 25.6. Fili di acciaio trafilato o laminato a freddo di diametro compreso fra 5 e 12 mm

L'acciaio per fili deve rispondere alle proprietà indicate nel seguente prospetto:

**Tabella 25.3 – Caratteristiche meccaniche dell'acciaio trafilato o laminato a freddo**

Tensione $f_{yk}$ , ovvero $f_{(0,2)k}$	N/mm <sup>2</sup>	$\geq 390$
Tensione caratteristica $f_{tk}$	N/mm <sup>2</sup>	$\geq 440$
Allungamento $A_{10}$	%	$\geq 8$
Piegamento a freddo a $180^\circ$ su mandrino avente diametro	D	2 $\emptyset$

Per la prova di aderenza vale quanto precisato al punto 2.2.3.2. del D.M. 9 gennaio 1996.

### 25.7. Reti e tralicci di acciaio elettrosaldati

Le reti e i tralicci devono avere fili elementari di diametro  $\emptyset$  compreso tra 5 e 12 mm e devono rispondere alle caratteristiche riportate nel seguente prospetto:

**Tabella 25.4 – Caratteristiche meccaniche di reti e tralicci di acciaio elettrosaldati**

Tensione $f_{yk}$ , ovvero $f_{(0,2)k}$ .....	N/mm <sup>2</sup>	$\geq 390$
Tensione caratteristica $f_{tk}$ .....	N/mm <sup>2</sup>	$\geq 440$
Rapporto dei diametri dei fili dell'ordito.....	$\emptyset_{\min} / \emptyset_{\max}$	$\geq 0,60$
Allungamento $A_{10}$ .....	%	$\geq 8$

Rapporto $f_{tk}/f_{yk}$ .....		$\geq 1,10$
--------------------------------	--	-------------

La tensione di rottura, quella di snervamento e l'allungamento devono essere determinati con prova di trazione su campione che comprenda almeno uno dei nodi saldati.

Il trattamento termico di cui al punto 2.2.1. del D.M. 9 gennaio 1996, non si applica per la determinazione delle proprietà meccaniche di reti e tralicci di acciaio elettrosaldato.

Dovrà inoltre essere controllata la resistenza al distacco offerta dalla saldatura del nodo.

La distanza assiale tra i fili elementari non deve superare 35 cm.

**Tabella 25.5 – Peso delle reti elettrosaldate**

Diametro $\varnothing$ mm	Peso barra kg/m	Peso in una direzione kg/m <sup>2</sup>								
		Interasse tondini in mm								
		50	75	100	125	150	200	250	300	350
4	0,099	1,98	1,32	0,99	0,79	0,66	0,49	0,39	0,33	0,28
5	0,154	3,08	2,05	1,54	1,23	1,03	0,77	0,62	0,51	0,44
6	0,222	4,44	2,96	2,22	1,78	1,48	1,11	0,89	0,75	0,63
7	0,302	6,04	4,03	3,02	2,42	2,01	1,51	1,21	1,01	0,86
8	0,394	7,89	5,26	3,94	3,15	2,63	1,97	1,58	1,31	1,13
9	0,499	9,98	6,60	4,99	4,00	3,30	2,49	1,98	1,65	1,43
10	0,617	12,30	8,18	6,17	4,93	4,09	3,08	2,45	2,04	1,76
11	0,746	14,90	9,84	7,46	5,97	4,92	3,73	2,96	2,46	2,13
12	0,888	17,80	11,80	8,88	7,10	5,88	4,44	3,52	2,94	2,54

**Tabella 25.6 – Sezioni delle reti elettrosaldate**

Diametro $\varnothing$ mm	Sezione barra cm <sup>2</sup>	cm <sup>2</sup> per metro								
		Barre portanti					Barre trasversali			
		50	75	100	125	150	200	250	300	350
4	0,126	2,52	1,68	1,26	1,01	0,84	0,63	0,50	0,42	0,36
5	0,196	3,93	2,62	1,96	1,57	1,31	0,98	0,79	0,65	0,56
6	0,283	5,65	3,77	2,83	2,30	1,88	1,41	1,13	0,94	0,81
7	0,385	7,69	5,13	3,85	3,00	2,56	1,92	1,54	1,28	1,10
8	0,502	10,05	6,70	5,02	4,00	3,35	2,51	2,01	1,67	1,43
9	0,635	12,70	8,45	6,35	5,10	4,23	3,18	2,54	2,12	1,81
10	0,785	15,70	10,50	7,85	6,30	5,22	3,92	3,14	2,61	2,24
11	0,947	18,90	12,60	9,47	7,60	6,31	4,74	3,79	3,15	2,71
12	1,130	22,60	15,10	11,30	9,10	7,53	5,65	4,52	3,76	3,23

### 25.8. Saldature

Gli acciai saldabili saranno oggetto di apposita marchiatura depositata secondo quanto indicato nel punto 2.2.9. del D.M. 9 gennaio 1996, che li differenzia dagli acciai non saldabili.

Sono proibite le giunzioni mediante saldatura in opera o fuori opera, nonché il fissaggio delle gabbie di armatura tramite punti di saldatura per tutti i tipi di acciaio per i quali il produttore non abbia garantito la saldabilità all'atto del deposito di cui al punto 2.2.9. suddetto.

Per tali acciai l'analisi chimica effettuata su colata e l'eventuale analisi chimica di controllo effettuata sul prodotto finito dovranno inoltre soddisfare le limitazioni sotto riportate:

**Tabella 25.7 – Requisiti accettazione analisi chimiche**

Elementi	Massimo contenuto di elementi chimici in%		
		Analisi su prodotto	Analisi di colata
Carbonio	C	0,24	0,22
Fosforo	F	0,055	0,050

Zolfo	S	0,055	0,050
Azoto	N	0,013	0,012
Carbonio equivalente	$C_{eq}$	0,52	0,50

Il calcolo del carbonio equivalente  $C_{eq}$  sarà effettuato con la seguente formula:

$$C_{eq} = C + Mn/6 + (Cr + Mo + V)/5 + (Ni + Cu)/15$$

in cui i simboli chimici denotano il contenuto degli elementi stessi espresso in percentuale.

### 25.9. Deroga alle limitazioni dimensionali

Le limitazioni riguardanti i massimi diametri ammessi di cui al punto 2.2.3. del D.M. 9 gennaio 1996, non si applicano alle armature ad aderenza migliorata destinate a strutture in conglomerato cementizio armato di particolari caratteristiche e dimostrate esigenze costruttive.

L'impiego di tali armature di maggior diametro deve essere autorizzato dal Servizio tecnico centrale del Ministero dei lavori pubblici, sentito il Consiglio superiore dei lavori pubblici.

### 25.10. Norme di riferimento

- UNI 8926** *Fili di acciaio destinati alla fabbricazione di reti e tralicci elettrosaldati per cemento armato strutturale.*
- UNI 8927** *Reti e tralicci elettrosaldati di acciaio per cemento armato strutturale.*
- UNI 9120** *Disegni tecnici. Disegni di costruzione e d'ingegneria civile. Distinta dei ferri.*
- UNI 10622** *Barre e vergella (rotoli) di acciaio d'armatura per cemento armato, zincati a caldo.*
- CNR UNI 10020** *Prova di aderenza su barre di acciaio ad aderenza migliorata.*
- UNI ENV 10080** *Acciaio per cemento armato. Armature per cemento armato saldabili nervate B500. Condizioni tecniche di fornitura per barre, rotoli e reti saldate.*
- UNI ISO 10065** *Barre di acciaio per l'armatura del calcestruzzo. Prova di piegamento e raddrizzamento.*
- UNI ISO 3766** *Disegni di costruzioni e d'ingegneria civile. Rappresentazione simbolica delle armature del calcestruzzo.*
- UNI ISO 10287** *Acciaio per calcestruzzo armato. Determinazione della resistenza dei nodi delle reti saldate.*

## Art. 26 – Acciaio per cemento armato precompresso

### 26.1. Generalità

Gli acciai per armature da precompressione forniti sotto forma di:

*Filo:* prodotto trafilato di sezione piena che possa fornirsi in rotoli;

*Barra:* prodotto laminato di sezione piena che possa fornirsi soltanto in forma di elementi rettilinei;

*Treccia:* gruppi di 2 e 3 fili avvolti a elica intorno al loro comune asse longitudinale; passo e senso di avvolgimento dell'elica sono eguali per tutti i fili della treccia;

*Trefolo:* gruppi di fili avvolti a elica in uno o più strati intorno a un filo rettilineo disposto secondo l'asse longitudinale dell'insieme e completamente ricoperto dagli strati. Il passo e il senso di avvolgimento dell'elica sono eguali per tutti i fili di uno stesso strato.

I fili possono essere lisci, ondulati, con impronte, tondi o di altre forme; vengono individuati mediante il diametro nominale o il diametro nominale equivalente riferito alla sezione circolare equipesante. Non è consentito l'uso di fili lisci nelle strutture precomprese ad armature pre-tese.

Le barre possono essere lisce, a filettatura continua o parziale, con risalti; vengono individuate mediante il diametro nominale.

### 26.2. Composizione chimica

Il produttore deve controllare la composizione chimica e la struttura metallografica al fine di garantire le proprietà meccaniche prescritte.

### 26.3. Controlli

Le presenti norme prevedono due forme di controllo:

- controlli obbligatori nello stabilimento di produzione;

– controlli facoltativi in cantiere o nel luogo di formatura dei cavi.

I controlli eseguiti in stabilimento si riferiscono a lotti di fabbricazione, i controlli eseguiti in cantiere si riferiscono a lotti di spedizione.

*Lotti di spedizione:* lotti al massimo di 30 t, spediti in un'unica volta, costituiti da prodotti aventi grandezze nominali omogenee (dimensionali, meccaniche, di formazione).

*Lotti di fabbricazione:* si riferiscono a produzione continua, ordinata cronologicamente mediante apposizione di contrassegni al prodotto finito (numero di rotolo finito, della bobina di trefolo e del fascio di barre). Un lotto di fabbricazione deve avere grandezze nominali omogenee (dimensionali, meccaniche, di formazione) ed essere compreso tra 30 e 100 tonnellate.

Il produttore dovrà accompagnare tutte le spedizioni con un proprio certificato di controllo che si riferirà a un numero di prove almeno pari a quello indicato nella colonna 4 della tabella 1 dell'Allegato 3 del D.M. 9 gennaio 1996.

#### **26.4. Controlli in stabilimento**

I prodotti di acciaio per armature da precompressione devono essere sottoposti presso gli stabilimenti di produzione a prove a carattere statistico, seguendo le prescrizioni di cui al punto 2.3.3. del D.M. 9 gennaio 1996. L'effettuazione di tali prove deve essere debitamente certificata.

I produttori dovranno contrassegnare cronologicamente la loro produzione numerando i lotti di fabbricazione. Per ciascun lotto saranno tenuti a eseguire presso lo stabilimento di produzione controlli continuativi geometrici e meccanici dei quali riporteranno i risultati in appositi registri.

Tutte le forniture di acciaio debbono essere accompagnate da un certificato di un laboratorio ufficiale riferentesi al tipo di armatura di cui trattasi e munite di un sigillo sulle legature con il marchio del produttore, secondo quanto indicato al punto 2.3.5. del D.M. 9 gennaio 1996. La data del certificato deve essere non anteriore di 3 mesi alla data di spedizione. Limitatamente alla resistenza a fatica e al rilassamento il certificato è utilizzabile se ha data non anteriore di un anno alla data di spedizione.

Tale periodo può essere prolungato fino a 6 mesi qualora il produttore abbia comunicato ufficialmente al laboratorio incaricato del controllo di avere sospeso la produzione; nel qual caso il certificato dovrà essere accompagnato da copia di detta comunicazione.

Qualora la sospensione della produzione si prolunghi per oltre 5 mesi, la procedura di qualificazione dovrà essere ripresa *ab initio*.

Il certificato può essere utilizzato senza limitazione di tempo per i lotti cui si riferiscono le prove citate nel certificato stesso.

#### **26.5. Controlli in cantiere o nel luogo di formazione dei cavi**

Il direttore dei lavori in cantiere o il tecnico responsabile dell'officina di formazione dei cavi, che assume a tale riguardo le responsabilità attribuite dalla legge al direttore dei lavori, deve controllare che si possano individuare in modo incontrovertibile l'origine e le caratteristiche del materiale. È inoltre responsabilità del tecnico responsabile dell'officina di formazione dei cavi di documentare al direttore dei lavori la provenienza e le caratteristiche e il marchio del materiale stesso.

Qualora il direttore dei lavori o il tecnico responsabile dell'officina di formazione dei cavi ritenesse di ricontrollare forniture di acciai che rispondano ai requisiti di cui sopra, valgono le seguenti norme.

Effettuato un prelievo, in cantiere o nel luogo di formazione dei cavi, di dieci saggi provenienti da una stessa fornitura e appartenenti a una stessa categoria si determinano, mediante prove effettuate presso un laboratorio ufficiale, i corrispondenti valori medi  $g_{mn}$  di  $f_{pt}$ ,  $f_{py}$ ,  $f_p(0,2)$ ,  $f_p(1)$ , e i relativi scarti quadratici medi  $s_n$  e si controllano inoltre le grandezze  $\emptyset$ , A, N, l,  $E_p$ ,  $\alpha$  ( $180^\circ$ ).

I risultati delle prove vengono considerati compatibili con quelli ottenuti in stabilimento se le grandezze  $\emptyset$ , A, N, l,  $E_p$ ,  $\alpha$  ( $180^\circ$ ) rispettano le prescrizioni di cui all'Allegato 3, punto 3, del D.M. 9 gennaio 1996.

Se le condizioni non sono verificate, o se non sono rispettate le prescrizioni di cui all'Allegato 3 del D.M. 9 gennaio 1996, si ripeteranno, previo avviso al produttore, le prove su altri 10 saggi.

L'ulteriore risultato negativo comporta l'inidoneità della partita e la trasmissione dei risultati al produttore, che sarà tenuto a farli inserire tra i risultati dei controlli statistici della sua produzione.

Inoltre il direttore dei lavori dovrà comunicare il risultato anomalo sia al laboratorio ufficiale incaricato del controllo in stabilimento che al Ministero dei lavori pubblici, Servizio tecnico centrale.

I certificati relativi alle prove (meccaniche) degli acciai devono riportare l'indicazione del prescritto marchio identificativo, relativo a cura del laboratorio incaricato dei controlli, sui campioni da sottoporre a prove. Ove i campioni

fossero sprovvisti di tale marchio, oppure il marchio non dovesse rientrare fra quelli depositati presso il Ministero dei lavori pubblici, Servizio tecnico centrale, dovrà essere riportata specifica annotazione sul certificato di prova.

#### **26.6. Prodotti provenienti dall'estero**

I controlli in cantiere e in stabilimento si applicano anche ai prodotti provenienti dall'estero.

Per i prodotti provenienti da paesi della Comunità Economica Europea nei quali sia in vigore una certificazione di idoneità tecnica riconosciuta dalle rispettive autorità competenti, il produttore potrà, in alternativa a quanto previsto al primo comma, inoltrare al Ministero dei lavori pubblici, Servizio tecnico centrale, domanda intesa a ottenere il riconoscimento dell'equivalenza della procedura adottata nel Paese di origine, depositando contestualmente la relativa documentazione per i prodotti da fornire con il corrispondente marchio.

L'equivalenza della procedura di cui al precedente comma è sancita con decreto del Ministero dei lavori pubblici, sentito il Consiglio superiore dei lavori pubblici.

#### **26.7. Requisiti**

Gli acciai possono essere forniti in rotoli (fili, trecce, trefoli), in bobine (trefoli), in fasci (barre).

I fili debbono essere forniti in rotoli di diametro tale che, all'atto dello svolgimento, allungati al suolo su un tratto di 10 m non presentino curvatura con freccia superiore a 400 mm; il produttore deve indicare il diametro minimo di avvolgimento.

Ciascun rotolo di filo liscio, ondulato o con impronte dovrà essere esente da saldature.

Sono ammesse le saldature di fili destinati alla fabbricazione di trecce e di trefoli se effettuate prima della trafilatura; per trefoli sono ammesse saldature anche durante l'operazione di cordatura purché tali saldature siano opportunamente distanziate e sfalsate.

#### **26.8. Condizioni degli acciai all'atto della posa in opera**

All'atto della posa in opera gli acciai devono presentarsi privi di ossidazione, corrosione, difetti superficiali visibili, pieghe.

È tollerata un'ossidazione che scompaia totalmente mediante sfregamento con un panno asciutto.

Non è ammessa in cantiere alcuna operazione di raddrizzamento.

#### **26.9. Prelievo dei saggi**

I saggi destinati ai controlli non debbono essere avvolti con diametro inferiore a quello della bobina o rotolo di provenienza.

I saggi debbono essere prelevati con le lunghezze richieste dal laboratorio ufficiale di destinazione e in numero sufficiente per eseguire eventuali prove di controllo successive.

I saggi debbono essere adeguatamente protetti nel trasporto.

#### **26.10. Marchiatura per identificazione**

Tutti i produttori di acciaio per armatura da precompressione debbono munire le loro forniture di un sigillo nelle legature contenente il marchio del produttore da cui risulti, in modo inequivocabile, il riferimento all'Azienda produttrice, allo Stabilimento, alle caratteristiche dell'acciaio.

A tali produttori è fatto obbligo di depositare il «marchio» presso il Ministero dei lavori pubblici, Servizio tecnico centrale.

#### **26.11. Cadute di tensione per rilassamento**

In assenza di dati sperimentali afferenti al lotto considerato, la caduta di tensione per rilassamento deve rispettare le prescrizioni del punto 2.3.6., Parte I del D.M. 9 gennaio 1996

Il rilassamento di armature, che subiscono un ciclo termico dopo la messa in tensione, è opportuno che venga valutato sperimentalmente.

#### **26.12. Norme di riferimento**

**UNI 7675** *Prodotti finiti di acciaio non legato trafilati. Fili per cemento armato precompresso.*

**UNI 7676** *Funi spiroidali di acciaio non legato. Trefoli a 7 fili per cemento armato precompresso.*

**UNI 7690** *Funi spiroidali di acciaio non legato. Formazione, dimensioni e caratteristiche tecniche.*

**UNI 8664** *Prodotti finiti di acciaio non legato laminati a caldo. Vergella per armature per cemento armato precompresso.*

**UNI EN 445** *Malta per cavi di precompressione. Metodi di prova.*

**UNI EN 446** *Malta per cavi di precompressione. Procedimento di iniezione della malta.*

**UNI EN 447** *Malta per cavi di precompressione. Prescrizioni per malta comune.*

## Art. 27 – Acciaio per strutture

### 27.1. Generalità

Le presenti norme prevedono l'impiego degli acciai denominati Fe 360, Fe 430, Fe 510 dei quali, ai punti successivi, vengono precisate le caratteristiche.

È consentito l'impiego di tipi di acciaio diversi da quelli previsti purché venga garantita alla costruzione, con adeguata documentazione teorica e sperimentale, una sicurezza non minore di quella prevista dalle presenti norme.

Per l'accertamento delle caratteristiche meccaniche indicate nel seguito, il prelievo dei saggi, la posizione nel pezzo da cui essi devono essere prelevati, la preparazione delle provette e le modalità di prova saranno rispondenti alle prescrizioni delle norme:

**UNI EN ISO 377** *Acciaio e prodotti di acciaio. Prelievo e preparazione dei saggi e delle provette per prove meccaniche*

**UNI 552** *Prove meccaniche dei materiali metallici. Simboli, denominazioni e definizioni.*

**UNI EN 10002-1** *Materiali metallici. Prova di trazione. Metodo di prova (a temperatura ambiente).*

**UNI EN 10025** *Prodotti laminati a caldo di acciai non legati per impieghi strutturali. Condizioni tecniche di fornitura.*

Le presenti norme non riguardano gli elementi di lamiera grecata e i profilati formati a freddo, ivi compresi i profilati cavi saldati non sottoposti a successive deformazioni o trattamenti termici; valgono, tuttavia, per essi, i criteri e le modalità di controllo riportati nell'Allegato 8, relativamente alle lamiere o nastri d'origine. Per essi si possono adottare i metodi di calcolo indicati nella norma **CNR 10022-84** – Profilati d'acciaio formati a freddo – Istruzioni per l'impiego nelle costruzioni" (Bollettino ufficiale C.N.R. – XXII – n. 126 – 1988), oppure altri metodi fondati su ipotesi teoriche e risultati sperimentali chiaramente comprovati.

Potranno inoltre essere impiegati materiali e prodotti conformi a una norma armonizzata o a un benestare tecnico europeo così come definiti nella direttiva 89/106/CEE, ovvero conformi a specifiche nazionali dei paesi della Comunità europea, qualora dette specifiche garantiscano un livello di sicurezza equivalente e tale da soddisfare i requisiti essenziali della direttiva 89/106/CEE. Tale equivalenza deve risultare accertata dal Ministero dei lavori pubblici, Servizio tecnico centrale, sentito il Consiglio superiore dei lavori pubblici.

### 27.2. Acciaio laminato

Gli acciai di uso generale laminati a caldo, in profilati, barre, larghi piatti, lamiere e profilati cavi (anche tubi saldati provenienti da nastro laminato a caldo), dovranno appartenere a uno dei seguenti tipi:

Fe 360, Fe 430, Fe 510

aventi le caratteristiche meccaniche indicate al punto 2.1.1. del D.M. 9 gennaio 1996.

Gli acciai destinati alle strutture saldate dovranno anche corrispondere alle prescrizioni del punto 2.3. del D.M. 9 gennaio 1996

### 27.3. Caratteristiche meccaniche

I valori di  $f_t$  e  $f_y$  indicati nei prospetti 1 – II e 2 – II sono da intendersi come valori caratteristici, con frattile di ordine 0,05 (vedasi Allegato 8 del D.M. 9 gennaio 1996).

**Tabella 27.1 – Profilati, barre, larghi piatti, lamiere**

Simbolo adottato	Simbolo UNI	Caratteristica o parametro	Fe 360 (1)	Fe 430 (1)	Fe 510 (1)
$f_t$	$R_m$	Tensione (carico unitario) di rottura a trazione [N/mm <sup>2</sup> ]	(2) ≥ 340 < 470	(3) ≥ 410 < 560	(4) ≥ 490 < 630
$f_y$	$R_e$	Tensione (carico unitario) di snervamento	(5) ≥ 235	(6) ≥ 275	(7) ≥ 355

KV	KV	Resilienza KV [J] (8)	B +20°C	≥ 27	≥ 27	≥ 27
			C 0°C	≥ 27	≥ 27	≥ 27
			D - 20°C	≥ 27	≥ 27	≥ 27
			DD - 20°C	–	–	≥ 40
ε <sub>t</sub>	A min	Allungamento% a rottura (Lo=5,65 ·√Ao) – per lamiere – per barre, laminati mercantili, profilati, larghi piatti	≥ 24 (9)	≥ 20 (9)	≥ 20 (9)	
			≥ 26 (10)	≥ 22 (10)	≥ 22 (10)	

(1) Rientrano in questi tipi di acciai, oltre agli acciai Fe 360, Fe 430 e Fe 510 nei gradi B, C, D e DD della UNI EN 10025 (febbraio 1992), anche altri tipi di acciai purché rispondenti alle caratteristiche indicate in questo prospetto.

(2) Per spessori maggiori di 3 mm fino a 100 mm.

(3) Per spessori maggiori di 3 mm fino a 100 mm.

(4) Per spessori maggiori di 3 mm fino a 100 mm.

(5) Per spessori fino a 16 mm;

per spessori maggiori di 16 mm fino a 40 mm è ammessa la riduzione di 10 N/mm<sup>2</sup>;

per spessori maggiori di 40 mm fino a 100 mm è ammessa la riduzione di 20 N/mm<sup>2</sup>.

(6) Per spessori fino a 16 mm;

per spessori maggiori di 16 mm fino a 40 mm è ammessa la riduzione di 10 N/mm<sup>2</sup>;

per spessori maggiori di 40 mm fino a 63 mm è ammessa la riduzione di 20 N/mm<sup>2</sup>;

per spessori maggiori di 63 mm fino a 80 mm è ammessa la riduzione di 30 N/mm<sup>2</sup>;

per spessori maggiori di 80 mm fino a 100 mm è ammessa la riduzione di 40 N/mm<sup>2</sup>.

(7) Per spessori fino a 16 mm;

per spessori maggiori di 16 mm fino a 40 mm è ammessa la riduzione di 10 N/mm<sup>2</sup>;

per spessori maggiori di 40 mm fino a 63 mm è ammessa la riduzione di 20 N/mm<sup>2</sup>;

per spessori maggiori di 63 mm fino a 80 mm è ammessa la riduzione di 30 N/mm<sup>2</sup>;

per spessori maggiori di 80 mm fino a 100 mm è ammessa la riduzione di 40 N/mm<sup>2</sup>.

(8) Per spessori maggiori di 10 mm fino a 100 mm.

(9) Da provette trasversali per lamiere, nastri e larghi piatti con larghezza 600 mm;

per spessori maggiori di 3 mm fino a 40 mm;

per spessori maggiori di 40 mm fino a 63 mm è ammessa la riduzione di 1 punto;

per spessori maggiori di 63 mm fino a 100 mm è ammessa la riduzione di 2 punti.

(10) Da provette longitudinali per barre, laminati mercantili, profilati e larghi piatti con larghezza < 600 mm;

per spessori maggiori di 3 mm fino a 40 mm;

per spessori maggiori di 40 mm fino a 63 mm è ammessa la riduzione di 1 punto;

per spessori maggiori di 63 mm fino a 100 mm è ammessa la riduzione di 2 punti.

**Tabella 27.2 – Profilati cavi**

Simbolo adottato	Simbolo UNI	Caratteristica o parametro	Fe 360 (1)	Fe 430 (1)	Fe 510 (1)	
$f_t$	$R_m$	Tensione (carico unitario) di rottura a trazione [N/mm <sup>2</sup> ]	(2) ≥ 360	(2) ≥ 430	(3) ≥ 510	
$f_y$	$R_e$	Tensione (carico unitario) di snervamento	(5) ≥ 235	(6) ≥ 275	(7) ≥ 355	
KV	KV	Resilienza KV [J] (8)	B +20°C	≥ 27	≥ 27	≥ 27
			C 0°C	≥ 27	≥ 27	≥ 27
			D - 20°C	≥ 27	≥ 27	≥ 27
ε <sub>t</sub>	A min	Allungamento% a rottura (Lo=5,65 ·√Ao)%	≥ 24	≥ 21	≥ 20	

(1) Rientrano in questi tipi di acciai, oltre agli acciai Fe 360, Fe 430 e Fe 510 nei gradi B, C e D della UNI 7806 (dicembre 1979) e UNI 7810 (dicembre 1979), anche altri tipi di acciai purché rispondenti alle caratteristiche indicate in questo prospetto.

(2) Per spessori fino a 16 mm;

per spessori maggiori di 16 mm fino a 40 mm è ammessa la riduzione di 10 N/mm<sup>2</sup>.

(3) Per spessori fino a 16 mm;

per spessori oltre 16 mm fino a 35 mm è ammessa la riduzione di 10 N/mm<sup>2</sup>;

per spessori maggiori di 35 mm e fino a 40 mm è ammessa la riduzione di 20 N/mm<sup>2</sup>.

#### 27.4. Controlli sui prodotti laminati

I controlli sui laminati verranno eseguiti secondo le prescrizioni di cui all'Allegato 8 del D.M. 9 gennaio 1996.

### 27.5. Acciaio per getti

Per l'esecuzione di parti in getti delle opere di cui alle presenti istruzioni si devono impiegare getti di acciaio Fe G 400, Fe G 450, Fe G 520 **UNI 3158:1977** – Acciai non legati di qualità in getti per costruzioni meccaniche di impiego generale. Qualità, prescrizioni e prove – o equivalenti (1).

Quando tali acciai debbano essere saldati, devono sottostare alle stesse limitazioni di composizione chimica previste per gli acciai laminati di resistenza simile (vedi punto 2.3.1. del D.M. 9 gennaio 1996).

(1) La norma UNI 3158:1977 è stata modificata dalla UNI 3158:1977/A152 – Foglio di aggiornamento n. 1 alla UNI 3158 (dic. 1977). Acciai non legati di qualità in getti per costruzioni meccaniche di impiego generale. Qualità, prescrizioni e prove.

### 27.6. Acciaio per strutture saldate

#### 27.6.1. Composizione chimica e grado di ossidazione degli acciai

##### Acciaio tipo Fe 360 e Fe 430.

Gli acciai da saldare con elettrodi rivestiti, oltre a soddisfare le condizioni indicate al punto 2.1. del D.M. 9 gennaio 1996, devono avere composizione chimica contenuta entro i limiti raccomandati dalla **UNI 5132 – Elettrodi rivestiti per la saldatura ad arco degli acciai non legati e debolmente legati al manganese. Condizioni tecniche generali, simboleggiatura e modalità di prova** – per le varie classi di qualità degli elettrodi impiegati.

Sopraindicati limiti di analisi, devono essere di tipo semicalmato o calmato, salvo che vengano impiegati elettrodi rivestiti corrispondenti alla classe di qualità 4 della **UNI 5132**.

Gli acciai destinati a essere saldati con procedimenti che comportano una forte penetrazione della zona fusa nel metallo base devono essere di tipo semicalmato o calmato e debbono avere composizione chimica, riferita al prodotto finito (e non alla colata), rispondente alle seguenti limitazioni:

Grado B	C ≤ 0,24%	P ≤ 0,055%	S ≤ 0,055%
Grado C	C ≤ 0,22%	P ≤ 0,050%	S ≤ 0,050%
Grado D	C ≤ 0,22%	P ≤ 0,045%	S ≤ 0,045%

##### Acciai tipo Fe 510.

Gli acciai dovranno essere di tipo calmato o semicalmato; è vietato l'impiego di acciaio effervescente. L'analisi effettuata sul prodotto finito deve risultare:

Grado B	C ≤ 0,26%	Mn ≤ 1,6%	Si ≤ 0,60%	P ≤ 0,050%	S ≤ 0,050%
Grado C	C ≤ 0,24%	Mn ≤ 1,6%	Si ≤ 0,60%	P ≤ 0,050%	S ≤ 0,050%
Grado D	C ≤ 0,22%	Mn ≤ 1,6%	Si ≤ 0,60%	P ≤ 0,050%	S ≤ 0,045%

Qualora il tenore di C risulti inferiore o uguale, per i tre gradi B, C, D, rispettivamente a 0,24%, 0,22% e 0,20% potranno accettarsi tenori di Mn superiori a 1,6% ma comunque non superiori a 1,7%.

#### 27.6.2. Fragilità alle basse temperature

La temperatura minima alla quale l'acciaio di una struttura saldata può essere utilizzato senza pericolo di rottura fragile, in assenza di dati più precisi, deve essere stimata sulla base della temperatura  $T$  alla quale per detto acciaio può essere garantita una resilienza  $KV$ , secondo **EN 10045/1<sup>a</sup>**, di 27  $J$ .

La temperatura  $T$  deve risultare minore o uguale a quella minima di servizio per elementi importanti di strutture saldate soggetti a trazione con tensione prossima a quella limite aventi spessori maggiori di 25 mm e forme tali da produrre sensibili concentrazioni locali di sforzi, saldature di testa o d'angolo non soggette a controllo, o accentuate deformazioni plastiche di formatura. A parità di altre condizioni, via via che diminuisce lo spessore, la temperatura  $T$  potrà innalzarsi a giudizio del progettista fino a una temperatura di circa 30°C maggiore di quella minima di servizio per spessori dell'ordine di 10 millimetri.

Un aumento può aver luogo anche per spessori fino a 25 mm via via che l'importanza dell'elemento strutturale decresce o che le altre condizioni si attenuano.

Il progettista, stimata la temperatura  $T$  alla quale la resistenza di 27  $J$  deve essere assicurata, sceglierà nella unificazione e nei cataloghi dei produttori l'acciaio soddisfacente questa condizione.

## 27.7. Saldature

### 27.7.1. Procedimenti di saldature

Possono essere impiegati i seguenti procedimenti:

- saldatura manuale ad arco con elettrodi rivestiti;
- saldatura automatica ad arco sommerso;
- saldatura automatica o semiautomatica sotto gas protettore (CO<sub>2</sub> o sue miscele);
- altro procedimento di saldatura la cui attitudine a garantire una saldatura pienamente efficiente deve essere previamente verificata mediante le prove indicate al successivo punto 2.4.2. del D.M. 9 gennaio 1996.

Per la saldatura manuale ad arco devono essere impiegati elettrodi omologati secondo **UNI 5132** adatti al materiale base:

- per gli acciai Fe 360 e Fe 430 devono essere impiegati elettrodi del tipo E 44 di classi di qualità 2, 3 o 4; per spessori maggiori di 30 mm o temperatura di esercizio minore di 0°C saranno ammessi solo elettrodi di classe 4 B;
- per l'acciaio Fe 510 devono essere impiegati elettrodi del tipo E 52 di classi di qualità 3 B o 4 B; per spessori maggiori di 20 mm o temperature di esercizio minori di 0°C saranno ammessi solo elettrodi di classe 4 B.

Per gli altri procedimenti di saldatura si dovranno impiegare i fili, i flussi (o i gas) e la tecnica esecutiva usati per le prove preliminari (di qualifica) di cui al punto seguente.

### 27.7.2. Prove preliminari di qualifica dei procedimenti di saldatura

L'impiego di elettrodi omologati secondo **UNI 5132** esime da ogni prova di qualifica del procedimento.

Per l'impiego degli altri procedimenti di saldatura occorre eseguire prove preliminari di qualifica intese ad accertare:

- l'attitudine a eseguire i principali tipi di giunto previsti nella struttura ottenendo giunti corretti sia per aspetto esterno che per assenza di sensibili difetti interni, da accertare con prove non distruttive o con prove di rottura sul giunto;
- la resistenza a trazione su giunti testa a testa, mediante provette trasversali al giunto, resistenza che deve risultare non inferiore a quella del materiale base;
- la capacità di deformazione del giunto, mediante provette di piegamento che dovranno potersi piegare a 180° su mandrino con diametro pari a 3 volte lo spessore per l'acciaio Fe 360 e Fe 430 e a 4 volte lo spessore per l'acciaio Fe 510;
- la resilienza su provette intagliate a V, secondo la norma **UNI EN 10045-1 – Materiali metallici. Prova di resilienza su provetta Charpy**. Metodo di prova, ricavate trasversalmente al giunto saldato, resilienza che verrà verificata a +20°C se la struttura deve essere impiegata a temperatura maggiore o uguale a 0°C, o a 0°C nel caso di temperature minori; nel caso di saldatura a elettrogas o elettroscoria tale verifica verrà eseguita anche nella zona del materiale base adiacente alla zona fusa dove maggiore è l'alterazione metallurgica per l'alto apporto termico.

I provini per le prove di trazione, di piegamento, di resilienza ed eventualmente per altre prove meccaniche, se ritenute necessarie, verranno ricavati da saggi testa a testa saldati; saranno scelti allo scopo gli spessori più significativi della struttura.

### 27.7.3. Classi delle saldature

Per giunti testa a testa, o a croce o a T, a completa penetrazione, si distinguono due classi di giunti.

**Prima classe.** Comprende i giunti effettuati con elettrodi di qualità 3 o 4 secondo **UNI 5132** o con gli altri procedimenti qualificati di saldatura indicati al punto 2.4.1. del D.M. 9 gennaio 1996, e realizzati con accurata eliminazione di ogni difetto al vertice prima di effettuare la ripresa o la seconda saldatura.

Tali giunti debbono inoltre soddisfare ovunque l'esame radiografico con i risultati richiesti per il raggruppamento B della norma **UNI 7278 – Gradi di difettosità nelle saldature testa a testa riferiti al controllo radiografico. Dimensioni, simboli ed esempi di applicazione**.

L'aspetto della saldatura dovrà essere ragionevolmente regolare e non presentare bruschi disavviamenti col metallo base specie nei casi di sollecitazione a fatica.

**Seconda classe.** Comprende i giunti effettuati con elettrodi di qualità 2, 3 o 4 secondo **UNI 5132** o con gli altri procedimenti qualificati di saldatura indicati al punto 2.4.1. del D.M. 9 gennaio 1996 e realizzati egualmente con eliminazione dei difetti al vertice prima di effettuare la ripresa o la seconda saldatura.

Tali giunti devono inoltre soddisfare l'esame radiografico con i risultati richiesti per il raggruppamento F della **UNI 7278**.

L'aspetto della saldatura dovrà essere ragionevolmente regolare e non presentare bruschi disavviamenti col materiale base.

Per entrambe le classi l'estensione dei controlli radiografici o eventualmente ultrasuoni deve essere stabilita dal direttore dei lavori, sentito eventualmente il progettista, in relazione alla importanza delle giunzioni e alle precauzioni prese dalla ditta esecutrice, alla posizione di esecuzione delle saldature e secondo che siano state eseguite in officina o al montaggio.

Per i giunti a croce o a T, a completa penetrazione nel caso di spessori  $t > 30$  mm, l'esame radiografico o con ultrasuoni atto ad accertare gli eventuali difetti interni verrà integrato con opportuno esame magnetoscopico sui lembi esterni delle saldature al fine di rilevare la presenza o meno di cricche da strappo.

Nel caso di giunto a croce sollecitato normalmente alla lamiera compresa fra le due saldature, dovrà essere previamente accertato, mediante ultrasuoni, che detta lamiera nella zona interessata dal giunto sia esente da sfogliature o segregazioni accentuate.

I giunti con cordoni d'angolo, effettuati con elettrodi aventi caratteristiche di qualità 2, 3 o 4 **UNI 5132** o con gli altri procedimenti indicati al punto 2.4.1. del D.M. 9 gennaio 1996, devono essere considerati come appartenenti a una unica classe caratterizzata da una ragionevole assenza di difetti interni e da assenza di incrinature interne o di cricche da strappo sui lembi dei cordoni. Il loro controllo verrà di regola effettuato mediante sistemi magnetici; la sua estensione verrà stabilita dal direttore dei lavori, sentito eventualmente il progettista e in base ai fattori esecutivi già precisati per gli altri giunti.

#### 27.7.4. Bulloni

I bulloni normali, conformi per le caratteristiche dimensionali alle seguenti norme:

**UNI 5727** *Viti a testa esagonale con gambo parzialmente filettato. Filettatura metrica ISO a passo grosso. Categoria C. (norma ritirata)*

**UNI 5592** *Dadi esagonali normali. Filettatura metrica ISO a passo grosso e a passo fine. Categoria C*

**UNI 5591** *Dadi esagonali alti (per impieghi speciali). Filettatura metrica ISO a passo grosso. Categoria C. (norma ritirata)*

e quelli ad alta resistenza, conformi alle caratteristiche di cui al prospetto tabella 62.2, devono appartenere alle sottoindicate classi dalle seguenti norme:

**UNI EN 20898-2** *Caratteristiche meccaniche degli elementi di collegamento. Dadi con carichi di prova determinati. Filettatura a passo grosso.*

**UNI EN 20898-7** *Caratteristiche meccaniche degli elementi di collegamento. Prova di torsione e coppia minima di rottura per viti con diametro nominale da 1 mm a 10 mm.*

Associate nel modo indicato nel seguente prospetto.

**Tabella 27.3 – Classi di bulloni**

Vite	Normali			Ad alta resistenza	
	4.6	5.6	6.8	8.8	10.9
Dado	4	5	6	8	10

#### 27.7.5. Bulloni per giunzioni ad attrito

I bulloni per giunzioni ad attrito devono essere conformi alle prescrizioni del seguente prospetto

**Tabella 27.4 – Bulloni per giunzioni ad attrito**

Elemento	Materiale	Riferimento
Viti	8.8 – 10.9 secondo <b>UNI EN 20898/1</b>	<b>UNI 5712</b>
Dadi	8 – 10 secondo <b>UNI EN 3740/4<sup>a</sup></b>	<b>UNI 5713</b>
Rosette	Acciaio C 50 <b>UNI 7845</b> temprato e rinvenuto HRC 32 40	<b>UNI 5714</b>
Piastrine	Acciaio C 50 <b>UNI 7845</b> temprato e rinvenuto HRC 32 ÷ 40	<b>UNI 5715</b> <b>UNI 5716</b>

### 27.7.6. Chiodi

Per i chiodi da ribadire a caldo si devono impiegare gli acciai previsti dalla norma **UNI 7356** – *Prodotti finiti di acciaio laminati a caldo. Vergella e tondi per bulloneria e chiodi da ribadire, stampati a freddo o a caldo.*

## Art. 28 – Vetri

### 28.1. Norme di riferimento

I vetri dovranno essere rispondenti alle prescrizioni del progetto esecutivo e alle ulteriori richieste della direzione dei lavori.

In generale dovranno rispondere inoltre alle disposizioni delle seguenti norme di unificazione:

<b>UNI EN 572-1</b>	<i>Vetro per edilizia. Prodotti a base di vetro di silicato sodo-calcico. Definizione e proprietà generali fisiche e meccaniche.</i>
<b>UNI EN 572-2</b>	<i>Vetro per edilizia. Prodotti a base di vetro di silicato sodo-calcico. Vetro float.</i>
<b>UNI EN 572-5</b>	<i>Vetro per edilizia. Prodotti a base di vetro di silicato sodo-calcico. Vetro stampato.</i>
<b>UNI EN 572-4</b>	<i>Vetro per edilizia. Prodotti a base di vetro di silicato sodo-calcico. Vetro tirato.</i>
<b>UNI EN 572-7</b>	<i>Vetro per edilizia. Prodotti a base di vetro di silicato sod- calcico. Vetro profilato armato e non armato.</i>
<b>UNI 7142</b>	<i>Vetri piani. Vetri temprati per edilizia e arredamento.</i>
<b>UNI 7143</b>	<i>Vetri piani. Spessore dei vetri piani per vetrazioni in funzione delle loro dimensioni, dell'azione del vento e del carico neve.</i>
<b>UNI 7144</b>	<i>Vetri piani. Isolamento termico.</i>
<b>UNI 7170</b>	<i>Vetri piani. Isolamento acustico.</i>
<b>UNI 9186</b>	<i>Vetri piani. Vetri stratificati per edilizia e arredamento con prestazioni antivandalismo e anticrimine.</i>
<b>UNI 9187</b>	<i>Vetri piani. Vetri stratificati per l'edilizia e arredamento con prestazioni antiproiettile.</i>
<b>UNI 10593-1</b>	<i>Vetro per edilizia. Vetrate isolanti. Generalità e tolleranze dimensionali.</i>
<b>UNI 10593-2</b>	<i>Vetro per edilizia. Vetrate isolanti. Prove di invecchiamento, misurazione della penetrazione del vapor d'acqua e requisiti.</i>
<b>UNI 10593-3</b>	<i>Vetro per edilizia. Vetrate isolanti. Prove di tipo iniziali per la misurazione della velocità di perdita di gas su vetrate isolanti riempite con gas.</i>
<b>UNI 10593-4</b>	<i>Vetro per edilizia. Vetrate isolanti. Metodi di prova per la determinazione delle proprietà fisiche della sigillatura dei bordi.</i>
<b>UNI EN ISO 12543-1</b>	<i>Vetro per edilizia. Vetro stratificato e vetro stratificato di sicurezza. Definizioni e descrizione delle parti componenti.</i>
<b>UNI EN ISO 12543-2</b>	<i>Vetro per edilizia. Vetro stratificato e vetro stratificato di sicurezza. Vetro stratificato di sicurezza.</i>
<b>UNI EN ISO 12543-3</b>	<i>Vetro per edilizia. Vetro stratificato e vetro stratificato di sicurezza. Vetro stratificato.</i>
<b>UNI EN ISO 12543-4</b>	<i>Vetro per edilizia. Vetro stratificato e vetro stratificato di sicurezza. Metodi di prova per la curabilità.</i>
<b>UNI EN ISO 12543-5</b>	<i>Vetro per edilizia. Vetro stratificato e vetro stratificato di sicurezza. Dimensioni e finitura dei bordi.</i>
<b>UNI EN ISO 12543-6</b>	<i>Vetro per edilizia. Vetro stratificato e vetro stratificato di sicurezza. Aspetto.</i>

### 28.2. Vetri di sicurezza. Prove

Le prove delle lastre di vetro di sicurezza sono prescritte dall'art. 14, D.P.R. 29 maggio 1963, n. 1497. Approvazione del regolamento per gli ascensori e i montacarichi in servizio privato.

Le lastre di vetro di sicurezza devono essere sottoposte a prove da eseguirsi su lastre campione di cui ai seguenti punti.

#### 28.2.1. Prova d'urto

La prova deve essere fatta su una lastra di 0,3 x 0,3 m appoggiata sui quattro lati, ai bordi, per larghezza di circa 10 mm, su un telaio di legno.

Sul centro della lastra è lasciata cadere liberamente, dall'altezza di 0,5 m, una sfera di acciaio levigato del peso di 0,76 kg. A seguito di tale prova la lastra di vetro retinato, di vetro stratificato, o di materiale simile, non deve produrre frammenti acuminati pericolosi che si distacchino dal supporto; la lastra di vetro temperato non deve rompersi.

La prova deve essere ripetuta lasciando cadere la sfera da altezza maggiore. A seguito di tale prova la lastra di vetro retinato, di vetro stratificato, o di materiale simile, non deve venire perforata dalla sfera per altezza di caduta fino a 1 m; la lastra di vetro temperato rompendosi deve produrre frammenti minuti, non taglienti.

Le prove devono essere fatte con temperature ambientali fra 15°C e 25°C.

#### 28.2.2. Prova di flessione

La prova deve essere fatta su una lastra delle dimensioni massime previste per la applicazione, appoggiata sui due lati più corti, ai bordi, per larghezza di circa 20 mm, su appoggi di legno. Su una striscia mediana larga non più di 50 mm parallela agli appoggi è applicato un carico distribuito di 100 kg per metro lineare per la lastra di vetro retinato; di vetro stratificato, o di materiale simile, e di 200 kg per metro lineare per la lastra di vetro temperato. La lastra non deve rompersi né fessurarsi.

Se sono usate lastre di vetro retinato, di vetro stratificato, o di materiale simile con larghezza maggiore di 0,6 m o lastre di vetro temperato con larghezza maggiore di 1 m, una lastra per ciascuna partita deve essere sottoposta in fabbrica alla prova di flessione.

#### 28.3. Applicazione delle lastre di vetro di sicurezza

Le lastre di vetro di sicurezza, salvo le lastre di vetro retinato, devono essere segnate con marchio indelebile.

Nelle porte dei piani, nella cabina e nelle porte della cabina degli ascensori, le lastre di vetro di sicurezza devono essere completamente intelaiate.

Nelle protezioni del vano di corsa degli ascensori, le lastre di vetro di sicurezza devono essere intelaiate completamente, salvo le lastre di vetro temperato le quali possono essere fissate su almeno tre lati per mezzo di supporti, di zanche, o simili.

Nelle porte dei piani, nelle pareti e nelle porte della cabina degli ascensori, costituite prevalentemente da lastre di vetro di sicurezza, devono essere applicate protezioni per impedire la caduta di persone nel vano di corsa nel caso di rottura delle lastre. In ogni caso deve essere applicata almeno una fascia di protezione di materiale resistente, di altezza non minore di 0,15 m dal piano di calpestio, e una sbarra di protezione ad altezza di circa 0,9 m dal piano di calpestio.

Nelle porte dei piani e nelle porte della cabina degli ascensori le cerniere, le maniglie, le serrature e gli altri dispositivi non devono essere applicati alle lastre di vetro di sicurezza.

### Art. 29 – Prodotti a base di legno e strutture in legno

#### 29.1. Generalità

Si intendono per prodotti a base di legno quelli derivanti dalla semplice lavorazione e/o dalla trasformazione del legno e che sono presentati solitamente sotto forma di segati, pannelli, lastre, ecc.

I prodotti vengono di seguito considerati al momento della loro fornitura e indipendentemente dalla destinazione d'uso. Il direttore dei lavori ai fini della loro accettazione può procedere ai controlli (anche parziali) su campioni della fornitura oppure richiedere un attestato di conformità della stessa alle prescrizioni di seguito indicate.

Per le prescrizioni complementari da considerare in relazione alla destinazione d'uso (strutture, pavimentazioni, coperture, ecc.) si rinvia agli appositi articoli del presente capitolato e alle prescrizioni del progetto.

#### 29.2. Segati di legno

I segati di legno a complemento di quanto specificato nel progetto o negli articoli relativi alla destinazione d'uso, si intendono forniti con le seguenti caratteristiche:

- tolleranze sulla lunghezza e larghezza: +/- 10 mm;
- tolleranze sullo spessore: +/- 2 mm;
- umidità non maggiore del 15%, misurata secondo la norma **UNI 9021/2**;
- difetti visibili ammessi \_\_\_\_\_, valutati secondo la norme:

a) Conifere

**ISO 1029** Segati di conifere. Difetti. Classificazione.

**ISO 1030** Segati di conifere. Difetti. Misurazione.

**ISO 1031** Segati di conifere. Difetti. Termini e definizioni.

**UNI 8198** *Segati di conifere. Classificazione in base alla resistenza meccanica.*

b) Latifoglie

**ISO 2299** *Segati di latifoglie. Difetti. Classificazione.*

**ISO 2300** *Segati di latifoglie. Difetti. Termini e definizioni.*

**ISO 2301** *Segati di latifoglie. Difetti. Misurazione.*

Altre norme di riferimento:

**UNI 8947** *Segati di legno. Individuazione e misurazione dei difetti da essiccazione.*

– trattamenti preservanti con metodo \_\_\_\_ e comunque resistenti ai \_\_\_\_, valutati secondo le seguenti norme:

**UNI 8662-1** *Trattamenti del legno. Termini generali.*

**UNI 8662-2** *Trattamenti del legno. Termini relativi all'impregnazione e alla preservazione.*

**UNI 8662-3** *Trattamenti del legno. Termini relativi all'essiccazione.*

**UNI 8859** *Trattamenti preservanti del legno. Impregnazione a pressione in autoclave mediante composti in soluzione acquosa di rame, cromo e arsenico (CCA).*

**UNI 8976** *Trattamenti preservanti del legno. Impregnazione a pressione in autoclave mediante creosoto.*

**UNI 8940** *Legno. Trattamenti preservanti. Applicazione di sostanze preservanti in solvente organico con il procedimento a doppi vuoto.*

**UNI 9090** *Legno. Trattamenti preservanti contro attacchi di funghi. Istruzioni per la preservazione con soluzioni a base di ossido di stagno tributilico.*

**UNI 9092-2** *Trattamenti preservanti del legno. Impregnazione a pressione in autoclave. Determinazione dell'assorbimento netto di liquido impregnante.*

**UNI 9030** *Segati di legno. Qualità di essiccazione.*

### 29.3. Pannelli a base di fibra di legno

I pannelli a base di fibra di legno oltre a quanto specificato nel progetto, e/o negli articoli relativi alla destinazione d'uso, si intendono forniti con le seguenti caratteristiche:

- tolleranze sulle lunghezza e larghezza: +/- 3 mm;
- tolleranze sullo spessore: +/- 0,5 mm;
- umidità non maggiore dell'8%, misurata secondo \_\_\_\_\_
- massa volumica: per tipo tenero minore di 350 kg/m<sup>3</sup>; per tipo semiduro tra 350 e 800 kg/m<sup>3</sup>; per tipo duro oltre 800 kg/m<sup>3</sup>, misurate secondo la norma **UNI EN ISO 20354**;

La superficie potrà essere:

- grezza (se mantenuta come risulta dalla pressatura);
- levigata (quando ha subito la lavorazione predetta);
- rivestita su uno o due facce mediante \_\_\_\_\_ (placcatura, carte impregnate, smalti, altri);

Funzionalmente avranno le seguenti caratteristiche:

- assorbimento di acqua di massimo \_\_\_\_\_ (misurato secondo \_\_\_\_\_)
- resistenza minima a trazione \_\_\_\_\_ (misurato secondo \_\_\_\_\_)
- resistenza minima a compressione \_\_\_\_\_ (misurato secondo \_\_\_\_\_)
- resistenza minima a flessione \_\_\_\_\_ (misurato secondo \_\_\_\_\_)

Norme di riferimento:

**UNI EN 316** *Pannelli di fibra di legno. Definizione, classificazione e simboli.*

**UNI EN 318** *Pannelli di fibra di legno. Determinazione delle variazioni dimensionali associate a variazioni di umidità relativa.*

**UNI EN 320** *Pannelli di fibra di legno. Determinazione della resistenza alla estrazione assiale delle viti.*

**UNI EN 321** *Pannelli di fibra di legno. Prove cicliche in ambiente umido.*

### 29.4. Pannelli a base di particelle di legno

I pannelli a base di particelle di legno a complemento di quanto specificato nel progetto, o negli articoli relativi alla destinazione d'uso, si intendono forniti con le seguenti caratteristiche:

- tolleranze sulla lunghezza e larghezza: +/- 5 mm;
- tolleranze sullo spessore: +/- 0,5 mm;

- umidità del 10% +/- 3%;
- massa volumica \_\_\_ kg/m<sup>3</sup>;
- superficie:
  - grezza [ ];
  - levigata [ ];
  - rivestita con \_\_\_\_\_;
- resistenza al distacco degli strati esterni \_\_\_\_\_ N/mm<sup>2</sup> minimo;

Funzionalmente avranno le seguenti caratteristiche:

- rigonfiamento massimo dopo immersione in acqua: 12% (oppure 16%), misurato secondo \_\_\_\_\_;
- assorbimento massimo d'acqua \_\_\_\_\_%, misurato secondo \_\_\_\_\_;
- resistenza minima a flessione di \_\_\_\_\_ N/mm<sup>2</sup>, misurata secondo \_\_\_\_\_.

Norme di riferimento:

<b>UNI EN 309</b>	<i>Pannelli di particelle di legno. Definizione e classificazione.</i>
<b>UNI EN 311</b>	<i>Pannelli di particelle di legno. Resistenza al distacco degli strati esterni dei pannelli di particelle. Metodo di prova.</i>
<b>UNI EN 312-1</b>	<i>Pannelli di particelle di legno. Specifiche. Requisiti generali di tutti i tipi di pannelli.</i>
<b>UNI EN 312-2</b>	<i>Pannelli di particelle di legno. Specifiche. Requisiti dei pannelli per uso generale in ambiente secco.</i>
<b>UNI EN 312-3</b>	<i>Pannelli di particelle di legno. Specifiche. Requisiti dei pannelli. Requisiti dei pannelli per allestimenti interni (inclusi i mobili) per uso in ambiente secco.</i>
<b>UNI EN 312-4</b>	<i>Pannelli di particelle di legno. Specifiche. Requisiti dei pannelli portanti per uso in ambiente secco.</i>
<b>UNI EN 312-5</b>	<i>Pannelli di particelle di legno. Specifiche. Requisiti dei pannelli portanti per uso in ambiente umido.</i>
<b>UNI EN 312-6</b>	<i>Pannelli di particelle di legno. Specifiche. Requisiti dei pannelli portanti per carichi pesanti per uso in ambiente secco.</i>
<b>UNI EN 312-7</b>	<i>Pannelli di particelle di legno. Specifiche. Requisiti dei pannelli portanti per carichi pesanti per uso in ambiente umido.</i>
<b>UNI EN 317</b>	<i>Pannelli di particelle di legno e pannelli di fibra di legno. Determinazione del rigonfiamento dello spessore dopo immersione in acqua.</i>
<b>UNI EN 319</b>	<i>Pannelli di particelle di legno e pannelli di fibra di legno. Determinazione della resistenza a trazione perpendicolare al piano del pannello.</i>

#### **29.5. Pannelli di legno compensato e paniforti**

I pannelli di legno compensato e paniforti a complemento di quanto specificato nel progetto, o negli articoli relativi alla destinazione d'uso, si intendono fornite con le seguenti caratteristiche:

- tolleranze sulle lunghezze e larghezze: +/- 5 mm;
- tolleranze sullo spessore: +/- 1 mm;
- umidità non maggiore del 12%, misurata secondo \_\_\_\_\_;
- grado di incollaggio.....(da 1 a 10), misurato secondo **UNI EN 314/1 e 2**.

Funzionalmente avranno le seguenti caratteristiche:

- resistenza minima a trazione \_\_\_\_\_ N/mm<sup>2</sup>, misurata secondo \_\_\_\_\_;
- resistenza minima a flessione statica \_\_\_\_\_ N/mm<sup>2</sup>, misurata secondo \_\_\_\_\_.

Norme di riferimento:

<b>UNI EN 313-1</b>	<i>Pannelli di legno compensato. Classificazione e terminologia. Classificazione.</i>
<b>UNI EN 313-2</b>	<i>Pannelli di legno compensato. Classificazione e terminologia. Terminologia.</i>
<b>UNI EN 314-1</b>	<i>Pannelli di legno compensato. Qualità dell'incollaggio. Metodi di prova.</i>
<b>UNI EN 314-2</b>	<i>Pannelli di legno compensato. Qualità dell'incollaggio. Requisiti.</i>
<b>UNI EN 315</b>	<i>Pannelli di legno compensato. Tolleranze dimensionali.</i>

## 29.6. Strutture in legno

### 29.6.1. Generalità

Le strutture lignee considerate sono quelle che assolvono una funzione di sostenimento e che coinvolgono la sicurezza delle persone, siano esse realizzate in legno massiccio (segato, squadrato o tondo) e/o legno lamellare (incollato) e/o pannelli derivati dal legno, assemblati mediante incollaggio o elementi di collegamento meccanici.

### 29.6.2. Prodotti e componenti

#### 29.6.2.1. Legno massiccio

Il legno dovrà essere classificato secondo la resistenza meccanica e specialmente la resistenza e la rigidezza devono avere valori affidabili. I criteri di valutazione dovranno basarsi sull'esame a vista dei difetti del legno e sulla misura non distruttiva di una o più caratteristiche.

I valori di resistenza e di rigidezza devono, ove possibile, essere determinati mediante la norma **ISO 8375**. Per la prova dovrà essere prelevato un campione rappresentativo e i provini da sottoporre a prova, ricavati dal campione, dovranno contenere un difetto riduttore di resistenza e determinante per la classificazione. Nelle prove per determinare la resistenza a flessione, il tratto a momento costante deve contenere un difetto riduttore di resistenza che sarà determinante per la classificazione, e la sezione resistente sottoposta a trazione deve essere scelta a caso.

#### 29.6.2.2. Legno con giunti a dita

Fatta eccezione per l'uso negli elementi strutturali principali, nei quali il cedimento di un singolo giunto potrebbe portare al collasso di parti essenziali della struttura, si può usare legno di conifera con giunti a dita (massa volumica 300 – 400 – 500 kg/m<sup>3</sup>) a condizione che:

- il profilo del giunto a dita e l'impianto di assemblaggio siano idonei a raggiungere la resistenza richiesta;
- i giunti siano eseguiti secondo regole e controlli accettabili (per esempio corrispondenti alla norma raccomandata

**ECE – 1982** «Recommended standard for finger – jointing of coniferous sawn timber» oppure documento del CEN/TC 124 «Finger jointed structural timber»). Se ogni giunto a dita è cementato sino alla resistenza a trazione caratteristica, è consentito usare il legno con giunti a dita anche nelle membrature principali.

L'idoneità dei giunti a dita di altre specie legnose (cioè non di conifere) deve essere determinate mediante prove (per esempio secondo la **BSI 5291** «Finger joints in structural softwoods»), integrata quando necessario da prove supplementari per la trazione parallela alla fibratura).

Per l'adesivo si deve ottenere assicurazione da parte del fabbricante circa l'idoneità e la durabilità dell'adesivo stesso per le specie impiegate e le condizioni di esposizione.

## 29.7. Legno lamellare incollato

La fabbricazione e i materiali devono essere di qualità tale che gli incollaggi mantengano l'integrità e la resistenza richieste per tutta la vita prevista della struttura. Per gli adesivi vale quanto detto nel punto successivo apposito.

Per il controllo della qualità e della costanza della produzione si dovranno eseguire le seguenti prove:

- prova di delaminazione;
- prova di intaglio;
- controllo degli elementi;
- laminati verticalmente;
- controllo delle sezioni giuntate.

## 29.8. Compensato

Il compensato per usi strutturali deve essere prodotto secondo adeguate prescrizioni qualitative in uno stabilimento soggetto a un costante controllo di qualità e ciascun pannello dovrà di regola portare una stampigliatura indicante la classe di qualità.

Il compensato per usi strutturali dovrà di regola essere del tipo bilanciato e deve essere incollato con un adesivo che soddisfi le esigenze ai casi di esposizione ad alto rischio.

Per la determinazione delle caratteristiche fisico – meccaniche si potrà fare ricorso alla normativa UNI esistente.

## 29.9. Altri pannelli derivati dal legno

Altri pannelli derivati dal legno (per esempio pannelli di fibre e pannelli di particelle) dovranno essere prodotti secondo adeguate prescrizioni qualitative in uno stabilimento soggetto a un costante controllo di qualità e ciascun pannello dovrà di regola portare una stampigliatura indicante la classe di qualità.

Per la determinazione delle caratteristiche fisico-meccaniche si dovrà fare ricorso alla normativa UNI esistente.

## **Art. 30 – Infissi in legno e in metallo**

### **30.1. Generalità. Definizioni**

Si intendono per infissi gli elementi edilizi aventi la funzione principale di regolare il passaggio di persone, animali, oggetti, e sostanze liquide o gassose nonché dell'energia tra spazi interni ed esterni dell'organismo edilizio o tra ambienti diversi dello spazio interno.

Essi si dividono tra elementi fissi (cioè luci fisse non apribili) e serramenti (cioè con parti apribili); gli infissi si dividono a loro volta in porte, finestre e schermi.

Per la terminologia specifica dei singoli elementi e delle loro parti funzionali in caso di dubbio si fa riferimento alla norma **UNI 8369** (varie parti).

I prodotti vengono di seguito considerati al momento della loro fornitura; le modalità di posa sono sviluppate nell'articolo relativo alle vetrazioni e ai serramenti.

Il direttore dei lavori, ai fini della loro accettazione, può procedere ai controlli (anche parziali) su campioni della fornitura, oppure richiedere un attestato di conformità della fornitura alle prescrizioni di seguito indicate.

### **30.2. Forme. Luci fisse**

Le luci fisse devono essere realizzate nella forma, con i materiali e nelle dimensioni indicate nel disegno di progetto. In mancanza di prescrizioni (od in presenza di prescrizioni limitate) si intende che comunque devono nel loro insieme (telai, lastre di vetro, eventuali accessori, ecc.) resistere alle sollecitazioni meccaniche dovute all'azione del vento o agli urti, garantire la tenuta all'aria, all'acqua e la resistenza al vento.

Quanto richiesto dovrà garantire anche le prestazioni di isolamento termico, isolamento acustico, comportamento al fuoco e resistenza a sollecitazioni gravose dovute ad attività sportive, atti vandalici, ecc.

Le prestazioni predette dovranno essere garantite con limitato decadimento nel tempo.

Il direttore dei lavori potrà procedere all'accettazione delle luci fisse mediante i criteri seguenti:

a) mediante controllo dei materiali costituenti il telaio + vetro + elementi di tenuta (guarnizioni, sigillanti) più eventuali accessori, e mediante controllo delle caratteristiche costruttive e della lavorazione del prodotto nel suo insieme e/o dei suoi componenti; in particolare trattamenti protettivi del legno, rivestimenti dei metalli costituenti il telaio, l'esatta esecuzione dei giunti, ecc.;

b) mediante l'accettazione di dichiarazioni di conformità della fornitura alle classi di prestazione quali tenuta all'acqua, all'aria, resistenza agli urti, ecc.; di tali prove potrà anche chiedere la ripetizione in caso di dubbio o contestazione.

Le modalità di esecuzione delle prove saranno quelle definite nelle relative norme UNI per i serramenti.

### **30.3. Serramenti interni ed esterni**

I serramenti interni ed esterni (finestre, porte finestre, e similari) dovranno essere realizzati seguendo le prescrizioni indicate nei disegni costruttivi o comunque nella parte grafica del progetto. In mancanza di prescrizioni (od in presenza di prescrizioni limitate) si intende che comunque nel loro insieme devono essere realizzati in modo da resistere alle sollecitazioni meccaniche e degli agenti atmosferici e contribuire, per la parte di loro spettanza, al mantenimento negli ambienti delle condizioni termiche, acustiche, luminose, di ventilazione, ecc.; lo svolgimento delle funzioni predette deve essere mantenuto nel tempo.

a) Il direttore dei lavori potrà procedere all'accettazione dei serramenti mediante il controllo dei materiali che costituiscono l'anta e il telaio e i loro trattamenti preservanti e i rivestimenti mediante il controllo dei vetri, delle guarnizioni di tenuta e/o sigillanti, degli accessori. Mediante il controllo delle sue caratteristiche costruttive, in particolare dimensioni delle sezioni resistenti, conformazione dei giunti, delle connessioni realizzate meccanicamente (viti, bulloni, ecc.) e per aderenza (colle, adesivi, ecc.) e comunque delle parti costruttive che direttamente influiscono sulla resistenza meccanica, tenuta all'acqua, all'aria, al vento, e sulle altre prestazioni richieste;

b) Il direttore dei lavori potrà altresì procedere all'accettazione della attestazione di conformità della fornitura alle prescrizioni indicate nel progetto per le varie caratteristiche o in mancanza a quelle di seguito riportate. Per le classi non specificate valgono i valori dichiarati dal fornitore e accettati dalla direzione dei lavori.

#### 1) Finestre

- isolamento acustico (secondo la norma **UNI 8204**), classe \_\_\_\_\_;

- tenuta all'acqua, all'aria e resistenza al vento (misurata secondo le norme **UNI EN 1027**), classi \_\_\_\_; \_\_\_\_ e \_\_\_\_;
- resistenza meccanica (secondo le norme **UNI 9158** e **UNI EN 107**);

#### 2) Porte interne

- tolleranze dimensionali \_\_\_\_; spessore \_\_\_\_ (misurate le norme secondo **UNI EN 951**); planarità \_\_\_\_ (misurata secondo la norma **UNI EN 952**);
- resistenza all'urto corpo molle (misurata secondo la norma **UNI 8200**), corpo d'urto \_\_\_\_ kg altezza di caduta \_\_\_\_ cm;
- resistenza al fuoco (misurata secondo la norma **UNI EN 1634-1**, classe \_\_\_\_);
- resistenza al calore per irraggiamento (misurata secondo la norma **UNI 8328**) classe \_\_\_\_;

#### 3) Porte esterne

- tolleranze dimensionali \_\_\_\_; spessore \_\_\_\_, misurato secondo la norma **UNI EN 951**;
- planarità \_\_\_\_, misurata secondo la norma **UNI EN 952**;
- tenuta all'acqua, aria, resistenza al vento, misurata secondo la norma **UNI EN 1027**;
- resistenza all'antintrusione misurata secondo la norma **UNI 9569**, classe \_\_\_\_;

L'attestazione di conformità dovrà essere comprovata da idonea certificazione e/o documentazione.

### **30.4. Schermi (tapparelle, persiane, antoni)**

Gli schermi (tapparelle, persiane, antoni) con funzione prevalentemente oscurante dovranno essere realizzati nella forma, con il materiale e nelle dimensioni indicate nel disegno di progetto; in mancanza di prescrizioni o con prescrizioni insufficienti, si intende che comunque lo schermo deve nel suo insieme resistere alle sollecitazioni meccaniche (vento, sbattimenti, ecc.) e agli agenti atmosferici mantenendo nel tempo il suo funzionamento.

a) il direttore dei lavori dovrà procedere all'accettazione degli schermi mediante il controllo dei materiali che costituiscono lo schermo e, dei loro rivestimenti, controllo dei materiali costituenti gli accessori e/o organi di manovra, mediante la verifica delle caratteristiche costruttive dello schermo, principalmente dimensioni delle sezioni resistenti, conformazioni delle connessioni realizzate meccanicamente (viti, bulloni, ecc.) o per aderenza (colle, adesivi, ecc.) e comunque delle parti che direttamente influiscono sulla resistenza meccanica e durabilità agli agenti atmosferici.

b) il direttore dei lavori potrà altresì procedere all'accettazione mediante attestazione di conformità della fornitura alle caratteristiche di resistenza meccanica, comportamento agli agenti atmosferici (corrosioni, cicli con lampada solare; camere climatiche, ecc.). L'attestazione dovrà essere comprovata da idonea certificazione e/o documentazione.

### **30.5. Accessibilità**

La luce netta della porta di accesso di ogni edificio e di ogni unità immobiliare deve essere di almeno 80 cm. La luce netta delle altre porte deve essere di almeno 75 cm.

L'altezza delle maniglie deve essere compresa tra 85 e 95 cm (consigliata 90 cm).

Devono inoltre essere preferite soluzioni per le quali le singole ante delle porte non abbiano larghezza superiore ai 120 cm, e gli eventuali vetri siano collocati a una altezza di almeno 40 cm dal piano del pavimento. L'anta mobile deve poter essere usata esercitando una pressione non superiore a 8 kg.

### **30.6. Infissi esterni**

L'altezza delle maniglie o dispositivo di comando deve essere compresa tra cm 100 e 130; consigliata 115 cm.

Per consentire alla persona seduta la visuale anche all'esterno, devono essere preferite soluzioni per le quali la parte opaca del parapetto, se presente, non superi i 60 cm di altezza dal calpestio, con l'avvertenza però, per ragioni di sicurezza, che l'intero parapetto sia complessivamente alto almeno 100 cm e inattraversabile da una sfera di 10 cm di diametro. Nelle finestre lo spigolo vivo della traversa inferiore dell'anta apribile deve essere opportunamente sagomato o protetto per non causare infortuni. Le ante mobili degli infissi esterni devono poter essere usate esercitando una pressione non superiore a kg 8.

### **30.7. Serramenti in acciaio**

#### **30.7.1. Materiali e norme di riferimento per l'accettazione**

##### **1) Alluminio**

*a) Telai*

- UNI EN 573-3** *Alluminio e leghe di alluminio. Composizione chimica e forma dei prodotti semilavorati.*  
**EN 12020** *Alluminio e leghe di alluminio. Profili estrusi di precisione in lega EN AW – 6060 e EN AW – 6063 – Parte 2: Tolleranze di dimensioni e forma.*
- UNI 10680** *Alluminio e leghe di alluminio. Profili in leghe di alluminio a interruzione di ponte termico – Requisiti e metodi di prova.*
- b) Laminati, di trafilati o di sagomati non estrusi in alluminio*
- UNI EN 573-3** *Alluminio e leghe di alluminio. Composizione chimica e forma dei prodotti semilavorati. Sistema di designazione sulla base dei simboli chimici.*
- UNI EN 485-2** *Alluminio e leghe di alluminio. Lamiere, nastri e piastre. Caratteristiche meccaniche.*
- UNI EN 754-2** *Alluminio e leghe di alluminio. Barre e tubi trafilati. Tubi estrusi con filiera a ponte, tolleranze.*
- c) Getti in alluminio*
- UNI EN 1706** *Alluminio e leghe di alluminio. Getti. Composizione chimica e caratteristiche meccaniche.*

*2) Profili in acciaio**a) Telai*

- UNI EN 10079** *Definizione dei prodotti di acciaio e a quelle di riferimento per gli specifici prodotti.*
- b) Laminati a caldo*
- UNI 10163-1** *Condizioni di fornitura relative alla finitura superficiale di lamiere, larghi piatti e profilati di acciaio laminati a caldo. Prescrizioni generali.*
- UNI 10163-2** *Condizioni di fornitura relative alla finitura superficiale di lamiere, larghi piatti e profilati di acciaio laminati e a caldo. Lamiere e larghi piatti.*
- UNI 10163-2** *Condizioni di fornitura relative alla finitura superficiale di lamiere, larghi piatti e profilati di acciaio laminati e a caldo. Profilati.*
- UNI EN 10143** *Lamiere sottili e nastri di acciaio con rivestimento metallico applicato per immersione a caldo in continuo. Tolleranze dimensionali e di forma.*
- UNI EN 10025** *Prodotti laminati a caldo di acciai non legati per impieghi strutturali. Condizioni tecniche di fornitura.*

*c) Lamiere a freddo*

- UNI 7958** *Prodotti finiti di acciaio non legato di qualità laminati a freddo. Lamiere sottili e nastri larghi da costruzione.*
- UNI EN 10142** *Lamiere e nastri di acciaio a basso tenore di carbonio, zincati a caldo in continuo, per formatura a freddo. Condizioni tecniche di fornitura.*

*d) Lamiere zincate*

- UNI EN 10143** *Lamiere sottili e nastri di acciaio con rivestimento metallico applicato per immersione a caldo in continuo. Tolleranze dimensionali e di forma.*
- UNI EN 10143** *Lamiere e nastri di acciaio per impieghi strutturali, zincati per immersione a caldo in continuo. Condizioni tecniche di fornitura.*

*3) Acciaio inossidabile**a) Telai*

- UNI EN 10088-1** *Acciai inossidabili. Parte 1: Lista degli acciai inossidabili.*
- UNI EN 10088-2** *Acciai inossidabili. Parte 2: Condizioni tecniche di fornitura delle lamiere e dei nastri per impieghi generali.*

*4) Lega di rame**a) Telai*

- UNI 4894** *Leghe di rame da lavorazione plastica. Ottone binario con Cu 67% e Zn 33%.*
- UNI 3310-1** *Semilavorati di rame e sue leghe. Barre e profilati di rame, ottoni binari, al piombo e speciali, ottenuti da lavorazione plastica. Caratteristiche meccaniche.*

*b) Lamiere in rame*

- UNI 3310-2** *Semilavorati di rame e sue leghe. Lamiere, nastri, bandelle piattine di rame, ottoni binari, al piombo e speciali, ottenuti da lavorazione plastica.*

### 30.7.2. Finitura superficiale e verniciatura

La finitura superficiale dovrà essere priva di difetti visibili a occhio nudo come graffi, colature, rigonfiamenti, ecc.. In generale dovrà essere approvata dal direttore dei lavori.

Per gli infissi in alluminio la verniciatura dovrà rispettare le prescrizioni della **UNI 9983**.

Per gli infissi in acciaio la verniciatura dovrà rispettare le prescrizioni delle seguenti norme:

- UNI EN ISO 12944-1** *Pitture e vernici. Protezione dalla corrosione di strutture di acciaio mediante verniciatura. Introduzione generale.*
- UNI EN ISO 12944-2** *Pitture e vernici. Protezione dalla corrosione di strutture di acciaio mediante verniciatura. Classificazione degli ambienti.*
- UNI EN ISO 12944-3** *Pitture e vernici. Protezione dalla corrosione di strutture di acciaio mediante verniciatura. Considerazioni sulla progettazione.*
- UNI EN ISO 12944-4** *Pitture e vernici. Protezione dalla corrosione di strutture di acciaio mediante verniciatura. Tipi di superficie e loro preparazione.*

Per gli infissi in acciaio inossidabile si farà riferimento alla **UNI 10088-2**.

### 30.7.3. Guarnizioni

Le guarnizioni devono rispettare le seguenti norme:

- UNI 9122-1** *Guarnizioni per serramenti. Classificazione e collaudo.*
- UNI 9122-2** *Edilizia. Guarnizioni per serramenti. Limiti di accettazione per guarnizioni compatte monoestruse.*
- UNI 9729-1** *Guarnizioni a spazzolino per serramenti. Classificazione e terminologia.*
- UNI 9729-2** *Guarnizioni a spazzolino per serramenti. Criteri di accettazione per tipi senza pinna centrale.*
- UNI 9729-3** *Guarnizioni a spazzolino per serramenti. Criteri di accettazione per tipi con pinna centrale.*
- UNI 9729-4** *Guarnizioni a spazzolino per serramenti. Metodi di prova.*

### 30.7.4. Sigillanti

I sigillanti devono rispettare le seguenti norme:

- UNI 9610** *Edilizia. Sigillanti siliconici monocomponenti per giunti. Requisiti e prove.*
- UNI 9611** *Edilizia. Sigillanti siliconici monocomponenti per giunti. Confezionamento.*
- UNI EN 26927** *Edilizia. Prodotti per giunti. Sigillanti. Vocabolario.*
- UNI EN 27390** *Edilizia. Sigillanti per giunti. Determinazione della resistenza allo scorrimento.*
- UNI EN 28339** *Edilizia. Sigillanti per giunti. Determinazione delle proprietà tensili.*
- UNI EN 28340** *Edilizia. Prodotti per giunti. Sigillanti. Determinazione delle proprietà tensili in presenza di trazione prolungata nel tempo.*
- UNI EN 28394** *Edilizia. Prodotti per giunti. Determinazione dell'estrudibilità dei sigillanti monocomponenti.*
- UNI EN 29048** *Edilizia. Prodotti per giunti. Determinazione dell'estrudibilità dei sigillanti per mezzo di un apparecchio normalizzato.*

## Art. 31 – Prodotti per assorbimento acustico

### 31.1. Definizioni

Si definiscono materiali assorbenti acustici (o materiali fonoassorbenti) quelli atti a dissipare in forma sensibile l'energia sonora incidente sulla loro superficie e, di conseguenza, a ridurre l'energia sonora riflessa.

Questa proprietà è valutata con il coefficiente di assorbimento acustico ( $\alpha$ ), definito dall'espressione:

$$\alpha = W_a/W_i$$

dove:

$W_i$  = energia sonora incidente;

$W_a$  = energia sonora assorbita.

### 31.2. Classificazione dei materiali

Sono da considerare assorbenti acustici tutti i materiali porosi a struttura fibrosa o alveolare aperta. A parità di struttura (fibrosa o alveolare) la proprietà fonoassorbente dipende dalla spessore.

I materiali fonoassorbenti si classificano secondo lo schema di seguito riportato.

a) Materiali fibrosi:

- 1) Minerali (fibra di amianto, fibra di vetro, fibra di roccia);
- 2) Vegetali (fibra di legno o cellulosa, truciolari).

b) Materiali cellulari.

1) Minerali:

- calcestruzzi leggeri (a base di pozzolane, perlite, vermiculite, argilla espansa);
- laterizi alveolari;
- prodotti a base di tufo.

2) Sintetici:

- poliuretano a celle aperte (elastico-rigido);
- polipropilene a celle aperte.

### **31.3. Caratteristiche costruttive**

Per tutti i materiali fonoassorbenti forniti sotto forma di lastre, blocchi o forme geometriche predeterminate, si devono dichiarare le seguenti caratteristiche fondamentali:

– lunghezza-larghezza: valgono le tolleranze stabilite nelle norme UNI, oppure specificate negli altri documenti progettuali;

in assenza delle prime due valgono quelle dichiarate dal produttore nella sua documentazione tecnica e accettate dalla direzione dei lavori;

– spessore: valgono le tolleranze stabilite nelle norme UNI, oppure specificate negli altri documenti progettuali; in assenza delle prime due valgono quelle dichiarate dal produttore nella sua documentazione tecnica e accettate dalla direzione dei lavori;

– massa areica: deve essere entro i limiti prescritti nella norma UNI o negli altri documenti progettuali; in assenza delle prime due valgono quelli dichiarati dal produttore nella sua documentazione tecnica e accettate dalla direzione tecnica;

– coefficiente di assorbimento acustico: misurato in laboratorio secondo le modalità prescritte dalla norma **UNI ISO 354 (UNI EN 20354)**, deve rispondere ai valori prescritti nel progetto o in assenza a quelli dichiarati dal produttore e accettati dalla direzione dei lavori.

Saranno inoltre da dichiarare, in relazione alle prescrizioni di progetto, le seguenti caratteristiche:

- resistività al flusso d'aria (misurate secondo **ISO/DIS 9053**);
- reazione e/o comportamento al fuoco;
- limiti di emissione di sostanze nocive per la salute;
- compatibilità chimico – fisica con altri materiali.

I prodotti vengono valutati al momento della fornitura; la direzione dei lavori ai fini della loro accettazione può procedere ai controlli (anche parziali) su campioni della fornitura oppure chiedere un attestato di conformità della stessa alle prescrizioni sopra riportate.

In caso di contestazione i metodi di campionamento e di prova delle caratteristiche di cui sopra sono quelli stabiliti dalle norme UNI e in mancanza di queste ultime, quelli descritti nella letteratura tecnica (primariamente norme internazionali o estere).

### **31.4. Materiali fonoassorbenti che assumono la forma definitiva in opera**

Per i materiali fonoassorbenti che assumono la forma definitiva in opera devono essere dichiarate le stesse caratteristiche riferite a un campione significativo di quanto realizzato in opera. La direzione dei lavori deve inoltre attivare controlli della costanza delle caratteristiche del prodotto in opera, ricorrendo ove necessario a carotaggi, sezionamenti, ecc. significativi dello strato eseguito.

Entrambe le categorie di materiali fonoassorbenti devono rispondere a una o più delle caratteristiche di idoneità all'impiego, tra quelle della seguente tabella, in relazione alla loro destinazione d'uso (pareti, coperture, contro soffittature, pavimenti, ecc.).

**Tabella 31.1 – Caratteristiche di idoneità all'impiego in relazione alla loro destinazione d'uso**

Caratteristica	Unità di misura	Destinazione d'uso A B C D valori richiesti
<i>Comportamento all'acqua:</i> – assorbimento all'acqua per capillarità – assorbimento d'acqua per immersione% – resistenza gelo e disgelo cicli – permeabilità vapor d'acqua	% % cicli $\mu$	(.....) (.....) (.....) (.....)
<i>Caratteristiche meccaniche:</i> – resistenza a compressione a carichi di lunga durata – resistenza a taglio parallelo alle facce – resistenza a flessione – resistenza al punzonamento – resistenza al costipamento	N/mm <sup>2</sup> N/mm <sup>2</sup> N/mm <sup>2</sup> N/mm <sup>2</sup> %	(.....) (.....) (.....) (.....) (.....)
<i>Caratteristiche di stabilità:</i> – stabilità dimensionale – coefficiente di dilatazione lineare – temperatura limite di esercizio A =... B =... C =... D =...	% mm/m °C	(.....) (.....) (.....)

Se non vengono prescritti i valori valgono quelli proposti dal fornitore e accettati dalla direzione dei lavori.

In caso di contestazione i metodi di campionamento e di prova delle caratteristiche di cui sopra sono quelli stabiliti dalle norme UNI e in mancanza di queste ultime quelli descritti nella letteratura tecnica (primariamente norme internazionali o estere). Per le caratteristiche possedute intrinsecamente dal materiale non sono necessari controlli.

## Art. 32 – Prodotti per isolamento acustico

### 32.1. Definizioni

Si definiscono materiali isolanti acustici (o materiali fonoisolanti) quelli atti a diminuire in forma sensibile la trasmissione di energia sonora che li attraversa.

Questa proprietà viene valutata con il potere fonoisolante (R) definito dalla seguente formula:

$$R = 10 \log W_i/W_t$$

dove:

W<sub>i</sub> = energia sonora incidente;

W<sub>t</sub> = energia sonora trasmessa.

Tutti i materiali comunemente impiegati nella realizzazione di divisori in edilizia posseggono proprietà fonoisolanti.

Per materiali omogenei questa proprietà dipende essenzialmente dalla loro massa areica.

Quando sono realizzati sistemi edilizi compositi (pareti, coperture, ecc.) formate da strati di materiali diversi, il potere fonoisolante di queste strutture dipende, oltre che dalla loro massa areica, dal numero e qualità degli strati, dalle modalità di accoppiamento, dalla eventuale presenza d'intercapedini d'aria.

### 32.2. Caratteristiche costruttive

Per tutti i materiali fonoisolanti forniti sotto forma di lastre, blocchi o forme geometriche predeterminate, si devono dichiarare le seguenti caratteristiche fondamentali:

– dimensioni: lunghezza-larghezza, valgono le tolleranze stabilite nelle norme UNI, oppure specificate negli altri documenti progettuali; in assenza delle prime due valgono quelle dichiarate dal produttore nella sua documentazione tecnica e accettate dalla direzione dei lavori;

- spessore: valgono le tolleranze stabilite nelle norme UNI, oppure specificate negli altri documenti progettuali; in assenza delle prime due valgono quelle dichiarate dal produttore nella sua documentazione tecnica e accettate dalla direzione dei lavori;

- massa areica: deve essere entro i limiti prescritti nella norma UNI o negli altri documenti progettuali; in assenza delle prime due valgono quelli dichiarati dal produttore nella sua documentazione tecnica e accettate dalla direzione tecnica;

– potere fonoisolante: misurato in laboratorio secondo le modalità prescritte dalla norma **UNI 8270/3**, deve rispondere ai valori prescritti nel progetto o in assenza a quelli dichiarati dal produttore e accettati dalla direzione dei lavori.

Saranno inoltre da dichiarare, in relazione alle prescrizioni di progetto, le seguenti caratteristiche:

- modulo di elasticità;
- fattore di perdita;
- reazione o comportamento al fuoco;
- limiti di emissione di sostanze nocive per la salute;
- compatibilità chimico-fisica con altri materiali.

I prodotti vengono considerati al momento della fornitura; la direzione dei lavori ai fini della loro accettazione può procedere ai controlli (anche parziali) su campioni della fornitura oppure chiedere un attestato di conformità della stessa alle prescrizioni sopra riportate.

In caso di contestazione i metodi di campionamento e di prova delle caratteristiche di cui sopra sono quelli stabiliti dalle norme UNI e in mancanza di queste ultime, quelli descritti nella letteratura tecnica (primariamente norme internazionali o estere).

### **32.3. Materiali fonoisolanti che assumono la forma definitiva in opera**

Per i materiali fonoisolanti che assumono la forma definitiva in opera devono essere dichiarate le stesse caratteristiche riferite a un campione significativo di quanto realizzato in opera. La direzione dei lavori deve inoltre attivare i controlli della costanza delle caratteristiche del prodotto in opera ricorrendo ove necessario a carotaggi, sezionamenti, ecc. significativi dello strato eseguito.

### **32.4. Idoneità all'impiego**

Entrambe le categorie di materiali fonoisolanti devono rispondere a una o più delle caratteristiche di idoneità all'impiego in relazione alla loro destinazione d'uso.

## **Art. 33 – Apparecchi sanitari**

### **33.1. Terminologia, classificazione e limiti di accettazione**

Sono denominati apparecchi sanitari quei prodotti finiti per uso idraulico-sanitario, costituiti da materiale ceramico, materiali metallici o materie plastiche.

Per quanto riguarda il materiale ceramico sono ammessi solo apparecchi sanitari di prima scelta foggiate con porcellana dura (vetrous china) o grès porcellanato (fire clay), secondo le definizioni della norma **UNI 4542**.

Gli apparecchi in materiale metallico o ceramico dovranno essere conformi alle norme UNI per quanto concerne sia i requisiti di collaudo che di accettazione:

**UNI 4542** *Apparecchi sanitari. Terminologia e classificazione.*

**UNI 4543-1** *Apparecchi sanitari di ceramica. Limiti di accettazione della massa ceramica e dello smalto.*

**UNI 4543-2** *Apparecchi sanitari di ceramica. Prove della massa ceramica e dello smalto.*

### **33.2. Requisiti**

Gli apparecchi sanitari in generale, indipendentemente dalla loro forma e dal materiale costituente, devono soddisfare i seguenti requisiti:

- robustezza meccanica;
- durabilità meccanica;
- assenza di difetti visibili ed estetici;
- resistenza all'abrasione;
- pulibilità di tutte le parti che possono venire a contatto con l'acqua sporca;
- resistenza alla corrosione (per quelli con supporto metallico);

– funzionalità idraulica.

### 33.3. Rispondenza alle norme UNI

#### 33.3.1. Lavabi, lavamani e lavelli da cucina

<b>UNI EN 695</b>	<i>Lavelli da cucina. Quote di raccordo.</i>
<b>UNI EN 31</b>	<i>Lavabi. Quote di raccordo.</i>
<b>UNI 10271</b>	<i>Lavafaccia e lavaocchi di emergenza di tipo trasportabile. Requisiti, prove e marcatura.</i>
<b>UNI EN 111</b>	<i>Lavamani sospesi. Quote di raccordo.</i>
<b>UNI EN 32</b>	<i>Lavabi sospesi. Quote di raccordo.</i>
<b>UNI 8951-1</b>	<i>Lavabi di porcellana sanitaria. Limiti di accettazione.</i>
<b>UNI 8951-2</b>	<i>Lavabi di porcellana sanitaria. Prove funzionali.</i>
<b>UNI 9608</b>	<i>Lavafaccia, lavaocchi e docce di emergenza. Requisiti e installazione.</i>
<b>UNI 8194</b>	<i>Lavabi ottenuti da lastre di resina metacrilica. Requisiti e metodi di prova.</i>

#### 33.3.2. Vasi

<b>UNI EN 33</b>	<i>Vasi a pavimento a cacciata, con cassetta appoggiata. Quote di raccordo.</i>
<b>UNI EN 34</b>	<i>Vasi sospesi a cacciata, con cassetta appoggiata. Quote di raccordo.</i>
<b>UNI EN 37</b>	<i>Vasi a pavimento a cacciata, senza cassetta appoggiata. Quote di raccordo.</i>
<b>UNI EN 38</b>	<i>Vasi sospesi a cacciata, senza cassetta appoggiata. Quote di raccordo.</i>
<b>UNI 8196</b>	<i>Vasi a sedile ottenuti da lastre di resina metacrilica. Requisiti e metodi di prova.</i>
<b>UNI 8949-1</b>	<i>Vasi di porcellana sanitaria. Limiti di accettazione.</i>
<b>UNI 8949-2</b>	<i>Vasi di porcellana sanitaria. Prove funzionali.</i>

#### 33.3.3. Orinatoi

**UNI EN 80** *Orinatoi a parete senza sifone incorporato. Quote di raccordo.*

#### 33.3.4. Bidè

<b>UNI EN 35</b>	<i>Bidè appoggiati sul pavimento con alimentazione sopra il bordo. Quote di raccordo.</i>
<b>UNI EN 36</b>	<i>Bidè sospesi con alimentazione sopra il bordo. Quote di raccordo.</i>
<b>UNI 8950-1</b>	<i>Bidè di porcellana sanitaria. Limiti di accettazione.</i>
<b>UNI 8950-2</b>	<i>Bidè di porcellana sanitaria. Prove funzionali.</i>
<b>UNI 8195</b>	<i>Bidè ottenuti da lastre di resina metacrilica. Requisiti e metodi di prova.</i>

#### 33.3.5. Vasche da bagno

<b>UNI EN 232</b>	<i>Vasche da bagno. Quote di raccordo.</i>
<b>UNI EN 198</b>	<i>Specifiche per vasche da bagno per usi domestici prodotte con materiali acrilici.</i>

#### 33.3.6. Piatti doccia e cabine doccia

<b>UNI EN 251</b>	<i>Piatti doccia. Quote di raccordo.</i>
<b>UNI EN 263</b>	<i>Specifiche per lastre acriliche colate per vasche da bagno e piatti per doccia per usi domestici.</i>
<b>UNI 8192</b>	<i>Piatti per doccia ottenuti da lastre di resina metacrilica. Requisiti e metodi di prova.</i>
<b>UNI 8193</b>	<i>Cabine per doccia ottenute da lastre di resina metacrilica. Requisiti e metodi di prova.</i>

### 33.4. Spazi minimi di rispetto degli apparecchi sanitari

#### 33.4.1. Spazi minimi

L'installazione degli apparecchi sanitari deve rispettare gli spazi minimi previsti dalle Appendici V e W alla norma **UNI 9182-Edilizia**. Impianti di alimentazione e distribuzione d'acqua fredda e calda – Criteri di progettazione, collaudo e gestione.

#### 33.4.2. Spazi minimi per soggetti portatori di handicap deambulanti e su sedia a ruote

Per garantire la manovra e l'uso degli apparecchi anche alle persone con impedita capacità motoria, deve essere previsto, in rapporto agli spazi di manovra di cui al punto 8.0.2. del D.M. n. 236/1989, l'accostamento laterale alla tazza w.c., bidè, vasca, doccia, lavatrice e l'accostamento frontale al lavabo.

Devono essere rispettati i seguenti spazi minimi funzionali:

- lo spazio necessario all'accostamento e al trasferimento laterale dalla sedia a ruote alla tazza w.c. e al bidè, ove previsto, deve essere minimo 100 cm misurati dall'asse dell'apparecchio sanitario;
- lo spazio necessario all'accostamento laterale della sedia a ruote alla vasca deve essere minimo di 140 cm lungo la vasca con profondità minima di 80 cm;
- lo spazio necessario all'accostamento frontale della sedia a ruote al lavabo deve essere minimo di 80 cm misurati dal bordo anteriore del lavabo.

#### 33.4.3. Avvolgimenti per la collocazione degli apparecchi sanitari

Relativamente alle caratteristiche degli apparecchi sanitari inoltre:

- i lavabi devono avere il piano superiore posto a 80 cm dal calpestio ed essere sempre senza colonna con sifone preferibilmente del tipo accostato o incassato a parete;
- i w.c. e i bidè preferibilmente sono di tipo sospeso, in particolare l'asse della tazza w.c. o del bidè deve essere posto a una distanza minima di 40 cm dalla parete laterale, il bordo anteriore a 75 ÷ 80 cm dalla parete posteriore e il piano superiore a 45 ÷ 50 cm dal calpestio.

Qualora l'asse della tazza – w.c. o bidè sia distante più di 40 cm dalla parete, si deve prevedere, a 40 cm dall'asse dell'apparecchio sanitario, un maniglione o corrimano per consentire il trasferimento; la doccia deve essere a pavimento, dotata di sedile ribaltabile e doccia a telefono.

#### 33.4.4. Impugnature di sicurezza

Negli alloggi accessibili di edilizia residenziale sovvenzionata di cui al capo II, art. 3 del D.M. n. 236/1989 deve inoltre essere prevista l'attrezzabilità con maniglioni e corrimano orizzontali e/o verticali in vicinanza degli apparecchi; il tipo e le caratteristiche dei maniglioni o corrimano devono essere conformi alle specifiche esigenze riscontrabili successivamente all'atto dell'assegnazione dell'alloggio e posti in opera in tale occasione.

Nei servizi igienici dei locali aperti al pubblico è necessario prevedere e installare il corrimano in prossimità della tazza w.c., posto ad altezza di 80 cm dal calpestio, e di diametro cm 3 – 4; se fissato a parete deve essere posto a 5 cm dalla stessa.

#### 33.4.5. Casi di adeguamento

Nei casi di adeguamento è consentita la eliminazione del bidè e la sostituzione della vasca con una doccia a pavimento al fine di ottenere anche senza modifiche sostanziali del locale, uno spazio laterale di accostamento alla tazza w.c. e di definire sufficienti spazi di manovra.

#### 33.4.6. Visitabilità

Negli alloggi di edilizia residenziali nei quali è previsto il requisito della visitabilità, il servizio igienico si intende accessibile se è consentito almeno il raggiungimento di una tazza w.c. e di un lavabo, da parte di persona su sedia a ruote.

Per raggiungimento dell'apparecchio sanitario si intende la possibilità di arrivare sino alla diretta prossimità di esso, anche senza l'accostamento laterale per la tazza w.c. e frontale per il lavabo.

### **Art. 34 – Rubinetti sanitari**

#### **34.1. Categorie**

I rubinetti sanitari considerati nel presente punto sono quelli appartenenti alle seguenti categorie:

- rubinetti singoli, cioè con una sola condotta di alimentazione;
- gruppo miscelatore, avente due condotte di alimentazione e comandi separati per regolare e miscelare la portata d'acqua. I gruppi miscelatori possono avere diverse soluzioni costruttive riconducibili nei seguenti casi: comandi distanziati o gemellati, corpo apparente o nascosto (sotto il piano o nella parete), predisposizione per posa su piano orizzontale o verticale;
  - miscelatore meccanico, elemento unico che sviluppa le stesse funzioni del gruppo miscelatore mescolando prima i due flussi e regolando dopo la portata della bocca di erogazione, le due regolazioni sono effettuate di volta in volta, per ottenere la temperatura d'acqua voluta. I miscelatori meccanici possono avere diverse soluzioni costruttive riconducibili ai seguenti casi:
    - monocomando o bicomando, corpo apparente o nascosto (sotto il piano o nella parete), predisposizione per posa su piano orizzontale o verticale;

– miscelatori termostatici, elemento funzionante come il miscelatore meccanico, ma che varia automaticamente la portata di due flussi a temperature diverse per erogare e mantenere l'acqua alla temperatura prescelta.

#### **34.2. Caratteristiche**

I rubinetti sanitari di cui al punto precedente, indipendentemente dal tipo e dalla soluzione costruttiva, devono rispondere alle seguenti caratteristiche:

- inalterabilità dei materiali costituenti e non cessione di sostanze all'acqua;
- tenuta all'acqua alle pressioni di esercizio;
- conformazione della bocca di erogazione in modo da erogare acqua con flusso a getto regolare e comunque senza spruzzi che vadano all'esterno dell'apparecchio sul quale devono essere montati;
- proporzionalità fra apertura e portata erogata;
- minima perdita di carico alla massima erogazione;
- silenziosità e assenza di vibrazione in tutte le condizioni di funzionamento;
- facile smontabilità e sostituzione di pezzi;
- continuità nella variazione di temperatura tra posizione di freddo e quella di caldo e viceversa (per i rubinetti miscelatori).

La rispondenza alle caratteristiche sopra elencate si intende soddisfatta per i rubinetti singoli e gruppi miscelatori quando essi rispondono alla norma **UNI EN 200** e ne viene comprovata la rispondenza con certificati di prova e/o con apposizione del marchio UNI.

Per gli altri rubinetti si applica la **UNI EN 200** per quanto possibile o si fa riferimento ad altre norme tecniche (principalmente di enti normatori esteri).

#### **34.3. Fornitura e stoccaggio**

I rubinetti devono essere forniti protetti da imballaggi adeguati in grado di proteggerli da urti, graffi, ecc. nelle fasi di trasporto e movimentazione in cantiere.

Il foglio informativo che accompagna il prodotto deve dichiarare le caratteristiche dello stesso e le altre informazioni utili per la posa, manutenzione ecc.

#### **34.4. Tubi di raccordo rigidi e flessibili (per il collegamento tra i tubi di adduzione e la rubinetteria sanitaria)**

Indipendentemente dal materiale costituente e dalla soluzione costruttiva, essi devono rispondere alle caratteristiche seguenti:

- inalterabilità alle azioni chimiche e all'azione del calore;
- non cessione di sostanze all'acqua potabile;
- indeformabilità alle sollecitazioni meccaniche provenienti dall'interno e/o dall'esterno;
- superficie interna esente da scabrosità che favoriscano depositi;
- pressione di prova uguale a quella di rubinetti collegati.

La rispondenza alle caratteristiche sopraelencate si intende soddisfatta se i tubi rispondono alla norma **UNI 9035** ed è comprovata da una dichiarazione di conformità.

#### **34.5. Portatori di handicap**

Nei locali igienici destinati a portatori di handicap devono installarsi preferibilmente rubinetti con comando a leva, con erogazione dell'acqua calda regolabile mediante miscelatori termostatici.

#### **34.6. Norme di riferimento**

<b>UNI EN 200</b>	<i>Rubinetteria sanitaria. Prescrizioni generali dei rubinetti singoli e miscelatori (dimensione nominale 1/2) PN 10. Pressione dinamica minima di 0,05 MPa (0,5 bar).</i>
<b>UNI EN 246</b>	<i>Rubinetteria sanitaria. Criteri di accettazione dei regolatori di getto.</i>
<b>UNI EN 248</b>	<i>Rubinetteria sanitaria. Criteri di accettazione dei rivestimenti Ni-Cr.</i>
<b>UNI EN 274</b>	<i>Rubinetteria sanitaria. Dispositivi di scarico di lavabi, bidè e vasche da bagno. Specifiche tecniche generali.</i>
<b>UNI EN 816</b>	<i>Rubinetteria sanitaria. Rubinetti a chiusura automatica PN 10.</i>
<b>UNI EN 817</b>	<i>Rubinetteria sanitaria. Miscelatori meccanici (PN 10). Specifiche tecniche generali.</i>
<b>UNI EN 411</b>	<i>Rubinetteria sanitaria. Dispositivi di scarico per lavelli. Specifiche tecniche generali.</i>
<b>UNI EN 329</b>	<i>Rubinetteria sanitaria. Dispositivi di scarico per piatti doccia. Specifiche tecniche generali.</i>

<b>UNI EN 331</b>	<i>Rubinetti a sfera e a maschio conico con fondo chiuso, a comando manuale, per impianti a gas negli edifici.</i>
<b>UNI 10856</b>	<i>Rubineria sanitaria. Prove e limiti di accettazione dei rivestimenti organici.</i>
<b>UNI EN 1111</b>	<i>Rubineria sanitaria. Miscelatori termostatici (PN 10). Specifiche tecniche generali.</i>
<b>UNI EN 1112</b>	<i>Dispositivi uscita doccia per rubineria sanitaria (PN 10).</i>
<b>UNI EN 1113</b>	<i>Flessibili doccia per rubineria sanitaria (PN 10).</i>

### **Art. 35 – Scarichi di apparecchi sanitari**

#### **35.1. Generalità**

Gli elementi costituenti gli scarichi applicati agli apparecchi sanitari si intendono denominati e classificati come riportato nelle norme UNI sull'argomento.

Indipendentemente dal materiale e dalla forma essi devono possedere caratteristiche di inalterabilità alle azioni chimiche e all'azione del calore, realizzare la tenuta tra otturatore e piletta e possedere una regolabilità per il ripristino della tenuta stessa (per scarichi a comando meccanico).

La rispondenza alle caratteristiche sopra elencate si intende soddisfatta quando essi rispondono alle norme:

**UNI EN 274** *Rubineria sanitaria. Dispositivi di scarico di lavabi, bidè e vasche da bagno. Specifiche tecniche generali.*

**UNI EN 329** *Rubineria sanitaria. Dispositivi di scarico per piatti doccia. Specifiche tecniche generali.*

La rispondenza è comprovata anche da una attestazione di conformità.

#### **35.2. Rubinetti a passo rapido, flussometri (per orinatoi, vasi e vuotatoi)**

Indipendentemente dal materiale costituente e dalla soluzione costruttiva devono rispondere alle caratteristiche seguenti:

- erogazione di acqua con portata, energia e quantità necessaria per assicurare la pulizia;
- dispositivi di regolazione della portata e della quantità di acqua erogata;
- costruzione tale da impedire ogni possibile contaminazione della rete di distribuzione dell'acqua a monte per effetto di rigurgito;
- contenimento del livello di rumore prodotto durante il funzionamento.

La rispondenza alle caratteristiche predette deve essere comprovata dalla dichiarazione di conformità.

#### **35.3. Cassette per l'acqua (per vasi, orinatoi e vuotatoi)**

Indipendentemente dal materiale costituente e dalla soluzione costruttiva, devono rispondere alle caratteristiche seguenti:

- troppo pieno di sezione tale da impedire in ogni circostanza la fuoriuscita di acqua dalla cassetta;
- rubinetto a galleggiante che regola l'afflusso dell'acqua, realizzato in modo che, dopo l'azione di pulizia, l'acqua fluisca ancora nell'apparecchio sino a ripristinare nel sifone del vaso il battente d'acqua che realizza la tenuta ai gas;
- costruzione tale da impedire ogni possibile contaminazione della rete di distribuzione dell'acqua a monte per effetto di rigurgito;
- contenimento del livello di rumore prodotto durante il funzionamento.

La rispondenza alle caratteristiche sopra elencate si intende soddisfatta per le cassette dei vasi quando, in abbinamento con il vaso, soddisfano le prove di pulizia/evacuazione di cui alla norma **UNI 8949-1** – Vasi di porcellana sanitaria. Limiti di accettazione.

### **Art. 36 – Tubazioni gli impianti di adduzione dell'acqua e gas, fognature, ecc.**

#### **36.1. Tubazioni e raccordi**

Le tubazioni utilizzate per realizzare gli impianti di adduzione dell'acqua e altro devono rispondere a prescrizioni diverse secondo la tipologia.

#### **36.2. Tubi in acciaio**

Nei tubi metallici di acciaio le filettature per giunti a vite devono essere del tipo normalizzato con filetto conico; le filettature cilindriche non sono ammesse quando si deve garantire la tenuta.

I tubi di acciaio devono rispondere alle seguenti norme UNI:

<b>UNI 6363</b>	<i>Tubi di acciaio, senza saldatura e saldati, per condotte di acqua.</i>
<b>UNI 7929</b>	<i>Tubi di acciaio. Curve da saldare, tipi 3D e 5D (45°, 90° e 180°), senza prescrizioni di qualità.</i>
<b>UNI 8863</b>	<i>Tubi senza saldatura e saldati, di acciaio non legato, filettabili secondo UNI ISO 7/1.</i>
<b>UNI ISO 50</b>	<i>Tubazioni. Manicotti di acciaio, filettati secondo ISO 7/1.</i>
<b>UNI 10416-1</b>	<i>Tubi di acciaio impiegati per tubazioni interrato o sommerse. Rivestimento esterno di polipropilene applicato per estrusione. Rivestimento a triplo strato.</i>
<b>UNI EN 10208-1</b>	<i>Tubi di acciaio per condotte di fluidi combustibili. Condizioni tecniche di fornitura. Tubi della classe di prescrizione A.</i>
<b>UNI EN 10208-2</b>	<i>Tubi di acciaio per condotte di fluidi combustibili. Condizioni tecniche di fornitura. Tubi della classe di prescrizione B.</i>
<b>UNI ENV 10220</b>	<i>Tubi lisci di acciaio, saldati e senza saldatura. Dimensioni e masse lineiche.</i>
<b>UNI 10190</b>	<i>Prodotti tubolari di acciaio impiegati per tubazioni. Rivestimento esterno in nastri di polietilene autoadesivi.</i>
<b>UNI 10191</b>	<i>Prodotti tubolari di acciaio impiegati per tubazioni interrato o sommerse. Rivestimento esterno di polietilene applicato per fusione.</i>

I tubi di acciaio zincato di diametro minore di mezzo pollice sono ammessi solo per il collegamento di un solo apparecchio.

**Tabella 36.1 – Tubazioni in acciaio serie leggera**

DN	Diametro esterno	Spessore s (mm)	Diametro esterno		Massa lineica		Designazione abbreviata della filettatura
	D (mm)		max (mm)	min (mm)	Estremità lisce kg/m	Estremità filettate e manicottate Kg/m	
10	17,2	2,0	17,4	16,7	0,742	0,748	3/8
15	21,3	2,3	21,7	21,0	1,08	1,09	½
20	26,9	2,3	27,1	26,4	1,39	1,40	¾
25	33,7	2,9	34,0	33,2	2,20	2,22	1
32	42,4	2,9	42,7	41,9	2,82	2,85	1 ¼
40	48,3	2,9	48,6	47,8	3,24	3,28	1 ½
50	60,3	3,2	60,7	59,6	4,49	4,56	2
65	76,1	3,2	76,3	75,2	5,73	5,85	2 ½
80	88,9	3,6	89,4	87,9	7,55	7,72	3
100	114,3	4,0	114,9	113,0	10,8	11,1	4

**Tabella 36.2 – Tubazioni in acciaio serie media**

DN	Diametro esterno	Spessore s (mm)	Diametro esterno		Massa lineica		Designazione abbreviata della filettatura
	D (mm)		max (mm)	min (mm)	Estremità lisce kg/m	estremità filettate e manicottate kg/m	
10	17,2	2,3	17,5	16,7	0,893	0,845	3/8
15	21,3	2,6	21,8	21,0	1,21	1,22	½
20	26,9	2,6	27,3	26,5	1,56	1,57	¾
25	33,7	3,2	34,2	33,3	2,41	2,43	1
32	42,4	3,2	42,9	42,0	3,10	3,13	1 ¼
40	48,3	3,2	48,8	47,9	3,56	3,60	1 ½
50	60,3	3,6	60,8	59,7	5,03	5,10	2
65	76,1	3,6	76,6	75,3	6,42	6,54	2 ½
80	88,9	4,0	89,5	88,00	8,36	8,53	3
100	114,3	4,5	115,0	113,1	12,2	12,5	4

**Tabella 36.3 – Tubazioni in acciaio serie pesante**

DN	Diametro esterno	Spessore	Diametro esterno		Massa lineica		Designazione abbreviata della filettatura
	D (mm)		s (mm)	max (mm)	min (mm)	Estremità lisce kg/m	
10	17,2	2,9	17,5	16,7	1,02	1,03	3/8
15	21,3	3,2	21,8	21,0	1,44	1,45	½
20	26,9	3,2	27,3	26,5	1,87	1,88	¾
25	33,7	4,0	34,2	33,3	2,93	2,95	1
32	42,4	4,0	42,9	42,0	3,79	3,82	1 ¼
40	48,3	4,0	48,8	47,9	4,37	4,41	1 ½
50	60,3	4,5	60,8	59,7	6,19	6,26	2
65	76,1	4,5	76,6	75,3	7,93	8,05	2 ½
80	88,9	5,0	89,5	88,9	10,3	10,5	3
100	114,3	5,4	115,0	113,1	14,5	14,8	4

**Tabella 36.4 – Valori di tolleranza per i tubi in acciaio con riferimento alla norma UNI 8863**

Tipo	Spessore		Massa lineica	
	+	-	+	-
Saldati	no	10%	10%	8%
Non saldati	no	12,5%	10%	10%

**36.3. Tubi in rame**

I tubi di rame devono rispondere ai requisiti previsti dalle seguenti norme:

**UNI 6507** *Tubi di rame senza saldatura per distribuzione fluidi. Dimensioni, prescrizioni e prove.*

**UNI EN 1057** Rame e leghe di rame. Tubi rotondi di rame senza saldatura per acqua e gas nelle applicazioni sanitarie e di riscaldamento.

**Tabella 36.5 – Tubazioni in rame serie leggera**

Diametro esterno mm	Spessore mm	Massa lineica kg/m
6	0,75	0,110
8	0,75	0,152
10	0,75	0,194
12	0,75	0,238
14	0,75	0,278
15	0,75	0,299
16	0,75	0,320
18	0,75	0,362
22	1	0,587
28	1	0,755
35	1,2	1,134
42	1,2	1,369
54	1,5	2,202
64	2	3,467
76,1	2	4,143
88,9	2	4,859
108	2,5	7,374

**Tabella 36.6 – Tubazioni in rame serie pesante**

Diametro esterno mm	Spessore mm	Massa lineica kg/m
6	1	0,140
8	1	0,198
10	1	0,252
12	1	0,308
14	1	0,363
15	1	0,391
16	1	0,419
18	1	0,475
22	1,5	0,859
28	1,5	1,111
35	1,5	1,405
42	1,5	1,699
54	1,2	2,908
76,1	2,5	5,144
88,9	2,5	6,039
108	3	8,807

**Tabella 36.7 – Valori di tolleranza per i diametri esterni dei tubi in rame con riferimento alla norma UNI 6507**

Diametro esterno	Scostamenti limite	
	diametro medio	diametro esterno
6 – 18	± 0,045	–
22 – 28	± 0,055	–
35 – 54	± 0,07	–
64 – 76,1	± 0,07	± 0,08
88,9	± 0,07	± 0,10
108	± 0,07	± 0,12

**Tabella 36.8 – Valori di tolleranza sugli spessori dei tubi in rame**

Diametro nominale	Spessore						
	0,75	1,0	1,2	1,5	2,0	2,5	3
6	± 0,10	± 0,13	–	–	–	–	–
8	± 0,10	± 0,13	–	–	–	–	–
10	± 0,10	± 0,13	–	–	–	–	–
12	± 0,10	± 0,13	–	–	–	–	–
14	± 0,11	± 0,14	–	–	–	–	–
14	± 0,11	± 0,14	–	–	–	–	–
15	± 0,11	± 0,14	–	–	–	–	–
16	± 0,11	± 0,14	–	–	–	–	–
18	± 0,11	± 0,15	–	–	–	–	–
22	± 0,11	± 0,15	–	± 0,21	–	–	–
28	–	–	–	± 0,21	–	–	–
35	–	–	± 0,17	± 0,23	–	–	–
42	–	–	± 0,17	± 0,23	–	–	–
54	–	–	–	± 0,25	± 0,32	–	–
64	–	–	–	–	± 0,32	–	–
76,1	–	–	–	–	± 0,32	± 0,40	–
88,9	–	–	–	–	± 0,32	± 0,40	–
108	–	–	–	–	–	± 0,40	± 0,50

Con riferimento all'art. 125, comma 1, lettera *d*) del R.D. 3 febbraio 1901, n. 45, Regolamento generale sanitario (G.U. 21 febbraio 1901, n. 44), è vietato vendere qualsiasi oggetto destinato a porsi in contatto diretto con sostanze alimentari e bevande che siano, fatti di rame od ottone e non rivestiti internamente di stagnature o saldati con lega di stagno e piombo contenente di questo ultimo più del 10 per cento; il divieto non concerne i tubi di rame elettrolitico delle condotte per acqua potabile nell'interno delle abitazioni, che sono ammessi sempre che siano osservate le seguenti prescrizioni:

- 1) il materiale rame elettrolitico può essere impiegato esclusivamente per tubazioni nell'interno delle abitazioni;
- 2) il materiale rame elettrolitico, per quanto riguarda la composizione chimica, deve avere un titolo di purezza non inferiore al 99,90 per cento di rame, comprese eventuali minime tracce di argento e non deve contenere fosforo in quantità superiore a gr 0,04 per cento;
- 3) i tubi di rame elettrolitico, che non contengono fosforo o che lo contengono in misura inferiore a gr 0,015 per cento, all'esame microscopico eseguito con un ingrandimento di 75 diametri devono dimostrarsi esenti da ossido rameoso;
- 4) l'acqua erogata deve contenere al massimo 3 milligrammi di rame per litro dopo contatto stagnante per 16 ore con i tubi e solamente per i primi 10 giorni di esercizio. Dopo tale periodo la quantità di rame disciolta non deve superare mg. 1,5 per litro;
- 5) le ditte produttrici devono apporre sui tubi di rame apposita punzonatura, intervallata ogni 60 cm sulla quale siano indicati: il marchio di fabbrica, il nome della ditta produttrice, l'anno di fabbricazione, il titolo di purezza del materiale.

#### 36.4. Tubi in policloruro di vinile PVC

I tubi in policloruro di vinile (PVC) devono rispondere alle requisiti indicati dalle norme UNI:

- UNI 7441** *Tubi di PVC rigido (non plastificato) per condotte di fluidi in pressione. Tipi, dimensioni e caratteristiche.*
- UNI 7442** *Raccordi e flange di PVC rigido (non plastificato) per condotte di fluidi in pressione. Tipi, dimensioni e caratteristiche.*
- UNI 7445** *Tubi di PVC rigido (non plastificato) per condotte interrato di convogliamento di gas combustibili. Tipi, dimensioni e caratteristiche.*
- UNI 7446** *Raccordi di PVC rigido (non plastificato) per condotte interrato di convogliamento di gas combustibili. Tipi, dimensioni e caratteristiche.*
- UNI 7448** *Tubi di PVC rigido (non plastificato). Metodi di prova.*
- UNI 7449** *Raccordi e flange di PVC rigido (non plastificato). Metodi di prova.*

**Tabella 36.9 – Pressione di esercizio dei tubi in PVC secondo diversi parametri**

Categoria	Temperatura °C	Spessori				
		1	2	3	4	5
PVC 60	20	0,25	0,40	0,60	1,00	1,60
	40	0,10	0,16	0,25	0,60	1,00
	60	–	–	–	0,10	0,25
PVC 100	20	0,40	0,60	1,00	1,60	–
	40	0,25	0,40	0,60	1,00	–
	60	–	–	0,10	0,25	–

**Tabella 36.10 – Valori di tolleranza dei tubi in PVC**

Diametro	Diametro esterno medio		Diametro esterno			
			Serie spessori 1, 2		Serie spessori 3,4,5	
	min	max	min	max	min	max
6	6,0	6,3	–	–	5,7	6,3
8	8,0	8,3	–	–	7,7	8,3
10	10,0	10,3	–	–	9,7	10,3
12	12,0	12,3	–	–	11,7	12,3
16	16,0	16,3	–	–	15,7	16,3
20	20,0	20,3	–	–	19,7	20,3
25	25,0	25,3	–	–	24,7	25,3
32	32,0	32,3	–	–	31,7	32,3

40	40,0	40,3	38,8	41,2	39,7	40,3
50	50,0	50,3	48,5	51,5	49,7	50,3
63	63,0	63,3	61,5	64,9	62,7	63,3

**Tabella 36.11 – Tolleranze ammesse per i tubi in PVC**

Diametro	Serie spessori				
	1	2	3	4	5
6		.	–	–	1,0 <sup>+0,3</sup>
8	–	–	–	–	1,0 <sup>+0,3</sup>
10	–	–	–	1,0 <sup>+0,3</sup>	1,2 <sup>+0,4</sup>
12	–	–	–	1,0 <sup>+0,3</sup>	1,5 <sup>+0,4</sup>
16	–	–	–	1,6 <sup>+0,4</sup>	1,9 <sup>+0,4</sup>
20	–	–	–	1,6 <sup>+0,4</sup>	2,4 <sup>+0,5</sup>
25	–	–	1,6 <sup>+0,4</sup>	1,9 <sup>+0,4</sup>	3,0 <sup>+0,5</sup>
32	–	–	1,6 <sup>+0,4</sup>	2,4 <sup>+0,5</sup>	3,8 <sup>+0,6</sup>
40	–	1,8 <sup>+0,4</sup>	2,0 <sup>+0,4</sup>	3,0 <sup>+0,5</sup>	4,7 <sup>+0,7</sup>
50	–	1,8 <sup>+0,4</sup>	2,4 <sup>+0,5</sup>	3,7 <sup>+0,6</sup>	5,9 <sup>+0,8</sup>
63	1,8 <sup>+0,4</sup>	1,9 <sup>+0,4</sup>	3,0 <sup>+0,5</sup>	4,7 <sup>+0,7</sup>	7,5 <sup>+1,0</sup>

Per il convogliamento di fluidi non alimentari dovrà adottarsi il Tipo 311, per i liquidi alimentari e acqua potabile dovrà adottarsi il Tipo 312.

**36.5. Tubi in polietilene ad alta densità (PEAD)**

I tubi di polietilene ad alta densità (PEAD) devono rispondere rispettivamente alle seguenti norme UNI:

**UNI ISO/TR 7474** *Tubi e raccordi di polietilene ad alta densità (PEAD). Resistenza chimica nei confronti dei fluidi.*

**UNI 7611** *Tubi di polietilene ad alta densità per condotte di fluidi in pressione. Tipi, dimensioni e requisiti.*

**UNI 7612** *Raccordi di polietilene ad alta densità per condotte di fluidi in pressione. Tipi, dimensioni e requisiti.*

**UNI 7613** *Tubi di polietilene ad alta densità per condotte di scarico interrate. Tipi, dimensioni e requisiti.*

**UNI 7615** *Tubi di polietilene ad alta densità. Metodi di prova.*

**UNI 7616** *Raccordi di polietilene ad alta densità per condotte di fluidi in pressione. Metodi di prova.*

**Tabella 36.12 – Diametri e spessori dei tubi in PEAD**

Diametro	Diametro esterno medio		Pressioni nominali				
	min	max	2,5	4	6	10	16
10	10,0	10,3	–	–	–	–	2,0
12	12,0	12,3	–	–	–	–	2,0
16	16,0	16,3	–	–	–	2,0	2,3
20	20,0	20,3	–	–	–	2,0	2,8
25	25,0	25,3	–	–	2,0	2,3	3,5
32	32,0	32,3	–	–	2,0	3,0	4,5
40	40,0	40,4	–	2,0	2,3	3,7	5,6
50	50,0	50,5	–	2,0	2,0	3,7	5,6
63	63,0	63,6	2,0	2,5	3,6	5,8	8,7
75	75,0	75,7	2,0	2,9	4,3	6,9	10,4
90	90,0	90,9	2,2	3,5	5,1	8,2	12,5
110	110,0	110,0	2,7	4,3	6,3	10,0	15,2
125	125,0	126,2	3,1	4,9	7,1	11,4	17,3
140	140,0	141,3	3,5	5,4	8,0	12,8	19,4
160	160,0	161,5	3,9	6,2	9,1	14,6	22,1
180	180,0	181,7	4,4	7,0	10,2	16,4	24,9
200	200,0	201,8	4,9	7,7	11,4	18,2	27,6
225	225,0	227,1	5,5	8,7	12,8	20,5	31,1
250	250,0	252,3	6,1	9,7	14,2	22,8	34,5

280	280,0	282,6	6,9	10,8	15,9	25,5	–
315	315,0	317,9	7,7	12,2	17,9	28,7	–
355	355,0	358,2	8,7	13,7	20,1	32,3	–
400	400,0	403,6	9,8	15,4	22,7	36,4	–
450	450,0	454,1	11,0	17,4	25,5	41,0	–
500	500,0	504,5	12,2	19,3	28,3	–	–

### 36.6. Tubi in polietilene reticolato (PE-X)

I tubi di polietilene reticolato, ottenuti con reticolazione con perossidi, silani, radiazioni ionizzanti o azocomposti, da utilizzarsi per il convogliamento di fluidi caldi alimentari o non alimentari in pressione e con temperature fino a 80°C, devono alle prescrizioni seguenti norme UNI:

**UNI 9338** *Tubi di materie plastiche per condotte di fluidi caldi sotto pressione. Tubi di polietilene reticolato (PE-X). Tipi, dimensioni e requisiti.*

**UNI 9349** *Tubi di polietilene reticolato (PE-X) per condotte di fluidi caldi sotto pressione. Metodi di prova.*

Per il convogliamento di fluidi caldi a uso non alimentare in esercizio continuo, dovrà impiegarsi il tipo 314, mentre per il convogliamento di fluidi alimentari e sanitari caldi dovrà utilizzarsi il tipo 315.

### 36.7. Tubi in polipropilene (PP)

Per le caratteristiche dei tubi in polipropilene (PP), ricavati osmpolimeri e/o cosmopolimeri del propilene, si farà riferimento alle prescrizioni delle seguenti norme:

**UNI 8318** *Tubi di polipropilene (PP) per condotte di fluidi in pressione. Tipi, dimensioni e requisiti.*

**UNI 8321** *Tubi di polipropilene (PP). Metodi di prova.*

Nel caso di utilizzo di fluidi alimentari o acqua potabile dovrà impiegarsi il tipo 312, in grado di sopportare, in pressione, temperature fino 100°C. In generale per le pressioni di esercizio in funzione della temperatura e della pressione nominale si rimanda a quanto prescritto dalla norma **UNI 8318**.

### 36.8. Tubi di piombo

I tubi di piombo sono vietati nelle distribuzioni di acqua, tuttavia possono adoperarsi per l'allontanamento delle acque reflue, solitamente per le diramazioni di scarico mediante l'utilizzo di pezzi speciali.

**UNI 7527-1** *Tubi di piombo. Tubi per impieghi generali.*

**UNI 7527-2** *Tubi di piombo. Tubi per condotte in pressione.*

**UNI 7043** *Curve di piombo. Dimensioni e prescrizioni.*

### 36.9. Tubi in ghisa

Per gli elementi in ghisa si farà riferimento alle norme UNI vigenti.

### 36.10. Tubi ed elementi complementari di grès

Per gli elementi in grès si farà riferimento alle norme di seguito riportate.

a) Tubi

**UNI EN 295-1** *Tubi ed elementi complementari di grès e relativi sistemi di giunzione, destinati alla realizzazione di impianti di raccolta e smaltimento di liquami. Specificazioni.*

**UNI EN 295-2** *Tubi ed elementi complementari di grès e relativi sistemi di giunzione, destinati alla realizzazione di impianti di raccolta e smaltimento di liquami. Controllo della qualità e campionamento.*

**UNI EN 295-3** *Tubi ed elementi complementari di grès e relativi sistemi di giunzione, destinati alla realizzazione di impianti di raccolta e smaltimento di liquami. Metodi di prova.*

**UNI EN 295-4** *Tubi ed elementi complementari di grès e relativi sistemi di giunzione, destinati alla realizzazione di impianti di raccolta e smaltimento di liquami. Requisiti per elementi complementari speciali, elementi di adattamento e accessori compatibili.*

**UNI EN 295-5** *Tubi ed elementi complementari di grès e relativi sistemi di giunzione, destinati alla realizzazione di impianti di raccolta e smaltimento di liquami. Requisiti per i tubi perforati e per gli elementi complementari di grès.*

**UNI EN 295-6** *Tubi ed elementi complementari di grès e relativi sistemi di giunzione, destinati alla realizzazione di impianti di raccolta e smaltimento di liquami. Requisiti per pozzetti di grès*

**UNI EN 295-7** *Tubi ed elementi complementari di grès e relativi sistemi di giunzione, destinati alla realizzazione di impianti di raccolta e smaltimento di liquami. Requisiti per tubi e sistemi di giunzione di grès per tubazioni con posa a spinta.*

b) Mattoni, mattonelle e fondi fogna di grès per condotte di liquidi

**UNI 9459** *Mattoni, mattonelle e fondi fogna di grès per condotte di liquidi. Caratteristiche e prove.*

### **36.11. Tubi in fibrocemento**

**UNI EN 588-1** *Tubi di fibrocemento per fognature e sistemi di scarico. Tubi, raccordi e accessori per sistemi a gravità.*

### **36.12. Tubi in alluminio**

**UNI 10876** *Alluminio e leghe di alluminio. Tubi multistrato di alluminio saldato e polietilene per adduzione fluidi.*

### **36.13. Valvolame, valvole di non ritorno, pompe**

a) Le valvole a saracinesca flangiate per condotte d'acqua devono essere conformi alle norma **UNI 7125**.

Le valvole disconnettrici a tre vie contro il ritorno di flusso e zone di pressione ridotta devono essere conformi alla norma **UNI 9157**.

Le valvole di sicurezza per apparecchi in pressione devono rispondere alla norma **UNI 9335**.

La rispondenza alle norme predette deve essere comprovata da dichiarazione di conformità completata con dichiarazioni di rispondenza alle caratteristiche specifiche previste dal progetto.

b) Le pompe centrifughe devono rispondere alle prescrizioni previste dal progetto e rispondere (a seconda dei tipi) alle norme UNI:

**UNI EN ISO 9908** *Specifiche tecniche per pompe centrifughe. Classe III.*

**UNI EN 22858** *Pompe centrifughe ad aspirazione assiale (pressione nominale 16 bar). Designazione, condizioni nominali di esercizio e dimensioni.*

**UNI ISO 2548** *Pompe centrifughe, semiassiali e assiali. Codice di prove d'accettazione. Classe C.*

**UNI ISO 3555** *Pompe centrifughe, semiassiali e assiali. Codice per le prove di accettazione. Classe B.*

**UNI EN 733** *Pompe centrifughe ad aspirazione assiale, pressione nominale 10 bar, con supporti. Punto di funzionamento nominale, dimensioni principali, sistema di designazione.*

### CAPITOLO 3 – MODALITA' DI ESECUZIONE DELLE OPERE

#### Art. 37 – Osservanza di leggi e norme tecniche

L'esecuzione dei lavori in appalto nel suo complesso è regolata dal presente capitolato speciale d'appalto e per quanto non in contrasto con esso o in esso non previsto e/o specificato, valgono le norme, le disposizioni e i regolamenti appresso richiamati:

**Legge 20 marzo 1865, n. 2248** – *Legge sui lavori pubblici (Allegato F).*

**C.M. 5 maggio 1966, n. 2136** – *Istruzioni sull'impiego delle tubazioni in acciaio saldate nella costruzione degli acquedotti.*

**C.M. 7 gennaio 1974, n. 11633** – *Istruzioni per la progettazione delle fognature e degli impianti di trattamento delle acque di rifiuto.*

**Legge 2 febbraio 1974, n. 64** – *Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche.*

**C.M. 2 dicembre 1978, n. 102** – *Disciplina igienica concernente le materie plastiche, gomme per tubazioni e accessori destinati a venire in contatto con acqua potabile e da potabilizzare.*

**C.M. 9 gennaio 1980, n. 20049** – *Legge 5 novembre 1971, n. 1086. Istruzioni relative ai controlli sul conglomerato cementizio adoperato per le strutture in cemento armato.*

**D.M. 24 novembre 1984** – *Norme di sicurezza antincendio per il trasporto, la distribuzione, l'accumulo e l'utilizzazione del gas naturale con densità non superiore a 0,8.*

**D.M. 12 dicembre 1985** – *Norme tecniche relative alle tubazioni.*

**C.M. 20 marzo 1986, n. 27291** – *D.M. 12 dicembre 1985. Istruzioni relative alla normativa per le tubazioni.*

**D.M. 20 novembre 1987** – *Norme tecniche per la progettazione, esecuzione e collaudo degli edifici in muratura e per il loro consolidamento.*

**D.M. 11 marzo 1988** – *Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione.*

**C.M. 24 settembre 1988, n. 30483** – *Legge 2 febbraio 1974, n. 64 art. 1. D.M. 11 marzo 1988. Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione. Istruzioni per l'applicazione.*

**C.M. 4 gennaio 1989, n. 30787** – *Istruzioni in merito alle norme tecniche per la progettazione, esecuzione e collaudo degli edifici in muratura e per il consolidamento.*

**C.M. 16 marzo 1989, n. 31104** – *Legge 2 febbraio 1974, n. 64. Art. 1. Istruzioni in merito alle norme tecniche per la progettazione, esecuzione e collaudo delle costruzioni prefabbricate.*

**Legge 5 marzo 1990, n. 46 e DM 37/2008** – *Norme per la sicurezza degli impianti.*

**D.Lgs. 30 aprile 1992, n. 285** – *Nuovo codice della strada.*

**Legge 11 febbraio 1994, n. 109** – *Legge quadro in materia di lavori pubblici [come modificata e integrata dalla L.R. 2 agosto 2002, n. 7].*

**D.M. 9 gennaio 1996** – *Norme tecniche per il calcolo, l'esecuzione e il collaudo delle strutture in cemento armato, normale e precompresso e per le strutture metalliche.*

**D.M. 16 gennaio 1996** – *Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche.*

**D.M. 16 gennaio 1996** – *Norme tecniche relative ai «Criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi».*

**C.M. 4 luglio 1996, n. 156AA.GG/STC** – *Istruzioni per l'applicazione delle "Norme tecniche relative ai criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi" di cui al D.M. 16 gennaio 1996*

**D.Lgs. 14 agosto 1996, n. 493** – *Attuazione della direttiva 92/58/CEE concernente le prescrizioni minime per la segnaletica di sicurezza e/o di salute sul luogo di lavoro.*

**D.Lgs. 14 agosto 1996, n. 494** – *Attuazione della direttiva 92/57/CEE concernente le prescrizioni minime di sicurezza e di salute da attuare nei cantieri temporanei o mobili.*

**C.M. 15 ottobre 1996, n. 252 AA.GG./S.T.C.** – *Istruzioni per l'applicazione delle "Norme tecniche per il calcolo, l'esecuzione e il collaudo delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche" di cui al D.M. 9 gennaio 1996.*

**C.M. 29 ottobre 1996** – *Istruzioni generali per la redazione dei progetti di restauro nei beni architettonici di valore storico – artistico in zona sismica.*

**D.Lgs. 5 febbraio 1997, n. 22** – Attuazione delle direttive 91/156/CEE sui rifiuti, 91/689/CEE sui rifiuti pericolosi e 94/62/CE sugli imballaggi e sui rifiuti di imballaggio.

**D.M. 8 gennaio 1997, n. 99** – Regolamento sui criteri e sul metodo in base ai quali valutare le perdite degli acquedotti e delle fognature.

**C.M. 10 aprile 1997, n. 65/AA.GG.** – Istruzioni per l'applicazione delle «Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche» di cui al D.M. 16 gennaio 1996.

**Dir.P.C.M. 3 marzo 1999** – Razionale sistemazione nel sottosuolo degli impianti tecnologici.

**D.Lgs. 11 maggio 1999, n. 152** – Disposizioni sulla tutela delle acque dall'inquinamento e recepimento della direttiva 91/271/CEE concernente il trattamento delle acque reflue urbane e della direttiva 91/676/CEE relativa alla protezione delle acque dall'inquinamento provocato dai nitrati provenienti da fonti agricole.

**D.Lgs. 29 ottobre 1999, n. 490** – Testo unico delle disposizioni legislative in materia di beni culturali e ambientali, a norma dell'articolo 1 della legge 8 ottobre 1997, n. 352.

**C.M. 14 dicembre 1999, n. 346/STC** – Legge 5 novembre 1971, n. 1086, art. 20. Concessione ai laboratori per prove sui materiali da costruzione.

**D.P.R. 21 dicembre 1999, n. 554** – Regolamento di attuazione della legge 11 febbraio 1994, n. 109 legge quadro in materia di lavori pubblici, e successive modificazioni.

**D.M. 19 aprile 2000, n. 145** – Regolamento recante il capitolato generale d'appalto dei lavori pubblici, ai sensi dell'articolo 3, comma 5, della legge 11 febbraio 1994, n. 109, e successive modificazioni.

**C.M. 7 maggio 2001, n. 161/318/10** – Norme tecniche per la fabbricazione di tubi destinati alla costruzione di condotte per l'acqua – D.M. 12 dicembre 1985 – Chiarimenti.

**Legge 21 dicembre 2001, n. 443** – Delega al Governo in materia di infrastrutture e insediamenti produttivi strategici e altri interventi per il rilancio delle attività produttive.

**Legge 1 agosto 2002, n. 166** – Disposizioni in materia di infrastrutture e trasporti (Collegato alla finanziaria 2002).

**L.R. 13 settembre 1999, n. 20** – Nuove norme in materia di interventi contro la mafia e di misure di solidarietà in favore delle vittime della mafia e dei loro familiari.

**L.R. 2 agosto 2002, n. 7** – Norme in materia di opere pubbliche. Disciplina degli appalti di lavori pubblici, di fornitura, di servizi e nei settori esclusi.

### **Art. 38 – Programma esecutivo dei lavori**

Entro 15 (quindici) giorni dalla data del verbale di consegna, ai sensi dell'art. 45 comma 10 del regolamento n.554/1999, e comunque sette giorni prima dell'inizio dei lavori, l'appaltatore deve predisporre e consegnare alla direzione lavori un programma esecutivo dei lavori, elaborato in relazione alle proprie tecnologie, alle proprie scelte imprenditoriali e alla propria organizzazione lavorativa.

Tale programma dovrà essere coerente con i tempi contrattuali di ultimazione e deve essere approvato dalla direzione dei lavori, mediante apposizione di un visto, entro cinque giorni dalla data di ricevimento. Trascorso il predetto termine senza che la direzione dei lavori si sia pronunciata il programma si intenderà accettato, fatte salve palesi illogicità o indicazioni erronee palesemente incompatibili con il rispetto dei termini di ultimazione.

### **Art. 39 – Oneri a carico dell'appaltatore. Impianto del cantiere, ordine dei lavori**

#### **39.1. Impianto del cantiere**

L'appaltatore dovrà provvedere all'impianto del cantiere non oltre il termine di 15 (quindici) giorni dalla data del verbale di consegna dei lavori.

#### **39.2. Vigilanza del cantiere**

Sono a carico dell'appaltatore gli oneri per la vigilanza e guardia del cantiere, nel rispetto dei provvedimenti antimafia, sia diurna che notturna e la custodia di tutti i materiali, impianti e mezzi d'opera esistenti nello stesso (siano essi di pertinenza dell'appaltatore, dell'amministrazione, o di altre ditte), nonché delle opere eseguite o in corso di esecuzione.

Ai sensi dell'art. 22 della legge 13 settembre 1982 n. 646, la custodia del cantiere installati per la realizzazione di opere pubbliche deve essere affidata a persone provviste della qualifica di guardia particolare giurata.

In caso di inosservanza si incorrerà nelle sanzioni previste dal comma 2 del citato art. 22 della legge n. 646/1982.

Tale vigilanza si intende estesa anche al periodo intercorrente tra l'ultimazione e il collaudo provvisorio, salvo l'anticipata consegna delle opere alla stazione appaltante e per le sole opere consegnate.

Sono altresì a carico dell'appaltatore gli oneri per la vigilanza e guardia del cantiere nei periodi di sospensione dei lavori, purché non eccedenti un quarto della durata complessiva prevista per l'esecuzione dei lavori stessi, e comunque quando non superino sei mesi complessivi.

Fermo restando l'obbligo della vigilanza nei periodi eccedenti i termini fissati in precedenza, ne verranno riconosciuti i maggiori oneri sempre che l'appaltatore non richieda e ottenga di essere sciolto dal contratto.

### **39.3. Capisaldi di livellazione**

Unitamente agli occorrenti disegni di progetto, in sede di consegna sarà fornito all'appaltatore l'elenco dei capisaldi di livellazione a cui si dovrà riferire nella esecuzione dei lavori. La verifica di tali capisaldi dovrà essere effettuata con tempestività, in modo che non oltre sette giorni dalla consegna possano essere segnalate alla direzione dei lavori eventuali difformità riscontrate.

L'appaltatore sarà responsabile della conservazione di capisaldi, che non potrà rimuovere senza preventiva autorizzazione.

### **39.4. Locali per uffici e per le maestranze**

Sono a carico dell'appaltatore gli oneri per la fornitura di locali uso ufficio (in muratura o prefabbricati) idoneamente rifiniti e forniti dei servizi necessari alla permanenza e al lavoro di ufficio della direzione dei lavori. Tale ufficio deve essere adeguatamente protetto da dispositivi di allarme e anti intrusione, climatizzato nonché dotato di strumenti (fax, fotocopiatrice, computer, software, etc). I locali saranno realizzati nel cantiere o in luogo prossimo, stabilito o accettato dalla direzione dei lavori, la quale disporrà anche il numero degli stessi e le attrezzature di dotazione. Saranno inoltre idoneamente allacciati alle normali utenze (luce, acqua, fognatura, telefono).

Sono a carico dell'appaltatore gli oneri per la fornitura di locali e strutture di servizio per gli operai, quali tettoie, ricoveri, spogliatoi prefabbricati o meno, e la fornitura di servizi igienico-sanitari in numero adeguato. Le spese per gli allacciamenti provvisori, e relativi contributi e diritti, dei servizi di acqua, elettricità, gas, telefono e fognature necessari per il funzionamento del cantiere e l'esecuzione dei lavori, nonché le spese di utenza e consumo relative ai predetti servizi.

### **39.5. Attrezzature di pronto soccorso**

Sono a carico dell'appaltatore gli oneri per l'approntamento di locali adatti e attrezzi per pronto soccorso e infermeria, dotati di tutti i medicinali, gli apparecchi e gli accessori normalmente occorrenti, con particolare riguardo a quelli necessari nei casi di infortunio.

### **39.6. Ordine dell'esecuzione dei lavori**

In linea generale l'appaltatore avrà facoltà di sviluppare i lavori nel modo a lui più conveniente per darli perfettamente compiuti nel termine contrattuale purché, a giudizio della direzione dei lavori, ciò non riesca pregiudizievole alla buona riuscita delle opere e agli interessi della stazione appaltante. Questa si riserva a ogni modo il diritto di stabilire la precedenza o il differimento di un determinato tipo di lavoro, o l'esecuzione entro un congruo termine perentorio, senza che l'appaltatore possa rifiutarsi o richiedere particolari compensi. In questo caso la disposizione dell'amministrazione costituirà variante al programma dei lavori.

### **39.7. Fornitura di notizie statistiche sull'andamento dei lavori**

Sono a carico dell'appaltatore gli oneri per la fornitura di notizie statistiche sull'andamento dei lavori, per periodi quindicinali, a decorrere dal sabato immediatamente successivo alla consegna degli stessi, come di seguito:

a) numero degli operai impiegati, distinti nelle varie categorie, per ciascun giorno della quindicina, con le relative ore lavorative.

b) genere di lavoro eseguito nella quindicina giorni in cui non si è lavorato e cause relative.

Dette notizie devono pervenire alla direzione dei lavori non oltre il mercoledì immediatamente successivo al termine della quindicina, stabilendosi una penale, per ogni giorno di ritardo, di euro 25,82.

### **39.8. Cartelli indicatori**

Sono a carico dell'appaltatore gli oneri per la fornitura di cartelli indicatori e la relativa installazione, nel sito o nei siti indicati dalla direzione dei lavori, entro 5 giorni dalla data di consegna dei lavori. I cartelloni, delle dimensioni

minime di 1,00 m x 2,00 m recheranno impresse a colori indelebili le diciture riportate, con le eventuali modifiche e integrazioni necessarie per adattarli ai casi specifici.

Nello spazio per aggiornamento dei dati, devono essere indicate le sospensioni e le interruzioni intervenute nei lavori, le relative motivazioni, le previsioni di ripresa e i nuovi tempi.

Tanto i cartelli che le armature di sostegno devono essere eseguiti con materiali di adeguata resistenza meccanica e agli agenti atmosferici e di decoroso aspetto e mantenuti in ottimo stato fino al collaudo dei lavori.

Per la mancanza o il cattivo stato del prescritto numero di cartelli indicatori, sarà applicata all'appaltatore una penale di euro 200 (duecento). Sarà inoltre applicata una penale giornaliera di euro 50 (cinquanta) dal giorno della constatata inadempienza fino a quello dell'apposizione o riparazione del cartello mancante o deteriorato. L'importo delle penali sarà addebitato sul certificato di pagamento in acconto, successivo all'inadempienza.

### **39.9. Oneri per pratiche amministrative**

Sono a carico dell'appaltatore gli oneri per le pratiche presso amministrazioni ed enti per permessi, licenze, concessioni, autorizzazioni per opere di presidio, occupazioni temporanee di suoli pubblici o privati, apertura di cave di prestito, uso di discariche, interruzioni provvisorie di pubblici servizi, attraversamenti, cautelamenti, trasporti speciali nonché le spese a esse relative per tasse, diritti, indennità, canoni, cauzioni, ecc.

In difetto rimane a esclusivo carico dell'appaltatore ogni eventuale multa o contravvenzione nonché il risarcimento degli eventuali danni.

## **Art. 40 – Prevenzione infortuni**

### **40.1. Norme vigenti**

Nell'esecuzione dei lavori, anche se non espressamente richiamate, devono essere osservate le disposizioni delle seguenti norme:

**D.P.R. 27 aprile 1955, n. 547** – *Norme per la prevenzione degli infortuni sul lavoro.*

**D.P.R. 7 gennaio 1956, n. 164** – *Norme per prevenzione degli infortuni sul lavoro.*

**D.P.R. 19 marzo 1956, n. 302** – *Norme di prevenzione degli infortuni sul lavoro integrative di quelle generali con D.P.R. 27 aprile 1955, n. 547.*

**D.P.R. 19 marzo 1956, n. 303** – *Norme generali per l'igiene del lavoro.*

**D.P.R. 20 marzo 1956, n. 320** – *Norme per la prevenzione degli infortuni e l'igiene del lavoro in sotterraneo.*

**D.P.R. 20 marzo 1956, n. 321** – *Norme per la prevenzione degli infortuni e l'igiene del lavoro nei cassoni ad aria compressa.*

**D.Lgs. 15 agosto 1991, n. 277** – *Attuazione delle direttive n. 80/1107/CEE, n. 82/605/CEE, n. 83/477/CEE, n. 86/188/CEE e n. 88/642/CEE, in materia di protezione dei lavoratori contro i rischi derivanti da esposizione ad agenti chimici, fisici e biologici durante il lavoro, a norma dell'art. 7 della legge 30 luglio 1990, n. 212.*

**D.Lgs. 19 settembre 1994, n. 626** – *Attuazione delle direttive 89/391/CEE, 89/654/CEE, 89/655/CEE, 89/656/CEE, 90/269/CEE, 90/270/CEE, 90/394/CEE e 90/679/CEE riguardanti il miglioramento della sicurezza e della salute dei lavoratori sul luogo di lavoro.*

**D.Lgs. 14 agosto 1996, n. 493** – *Attuazione della direttiva 92/58/CEE concernente le prescrizioni minime per la segnaletica di sicurezza e/o di salute sul luogo di lavoro.*

**D.Lgs. 14 agosto 1996, n. 494** – *Attuazione della direttiva 92/57/CEE concernente le prescrizioni minime di sicurezza e di salute da attuare nei cantieri temporanei o mobili.*

**D.Lgs. 19 novembre 1999, n. 528** – *Modifiche e integrazioni al D.Lgs. 14 agosto 1996, n. 494, recante attuazione della direttiva 92/57/CEE in materia di prescrizioni minime di sicurezza e di salute da osservare nei cantieri temporanei o mobili.*

**Legge 7 novembre 2000, n. 327** – *Valutazione dei costi del lavoro e della sicurezza nelle gare di appalto.*

In generale devono essere rispettate le prescrizioni del piano di sicurezza e di coordinamento, del piano operativo e le indicazioni impartite dal coordinatore per l'esecuzione dei lavori e/o del direttore dei lavori.

### **40.2. Accorgimenti antinfortunistici e viabilità**

L'appaltatore dovrà sottrarre alla viabilità il minor spazio possibile e adottare i provvedimenti necessari a rendere sicuro il transito di veicoli e pedoni, nonché l'attività delle maestranze.

Fermi tutti gli obblighi e le responsabilità in materia di prevenzione degli infortuni, l'appaltatore risponde della solidità e stabilità delle armature di sostegno degli scavi ed è tenuto a rinnovare o rinforzare quelle parti delle opere provvisorie che risultassero deboli. L'efficienza delle armature dovrà essere verificata giornalmente. Per entrare e

uscire dalla fossa, si devono utilizzare apposite scale a pioli solidamente disposte, facendosi assoluto divieto di utilizzare gli sbatacchi.

L'appaltatore dovrà contornare, a suo esclusivo carico, tutti gli scavi mediante robusti parapetti, formati con tavole prive di chiodi sporgenti e di scheggiature, da mantenere idoneamente verniciate, ovvero con sbarramenti di altro tipo che garantiscano un'adeguata protezione. In vicinanza delle tranvie, le barriere devono essere tenute a distanza regolamentare, e comunque non inferiore a 80 cm dalle relative sedi.

In corrispondenza ai punti di passaggio dei veicoli e agli accessi alle proprietà private, si costruiranno sugli scavi solidi ponti provvisori muniti di robusti parapetti e – quando siano destinati al solo passaggio di pedoni – di cartelli regolamentari di divieto di transito per i veicoli, collocati alle due estremità. La costruzione, il noleggio e il disfaccimento di tali passaggi provvisori e delle loro pertinenze saranno compensati con gli appositi prezzi d'elenco.

#### **40.3. Dispositivi di protezione**

Per i dispositivi di protezione si rimanda alle seguenti norme e alle disposizioni del piano di sicurezza e di coordinamento e alle eventuali integrazioni del piano operativo di sicurezza:

<b>UNI EN 340</b>	<i>Indumenti di protezione. Requisiti generali.</i>
<b>UNI EN 341</b>	<i>Dispositivi di protezione individuale contro le cadute dall'alto. Dispositivi di discesa.</i>
<b>UNI EN 352-1</b>	<i>Protettori auricolari. Requisiti di sicurezza e prove. Cuffie.</i>
<b>UNI EN 353-1</b>	<i>Dispositivi di protezione individuale contro le cadute dall'alto. Dispositivi anticaduta di tipo guidato su una linea di ancoraggio rigida.</i>
<b>UNI EN 353-2</b>	<i>Dispositivi di protezione individuale contro le cadute dall'alto. Dispositivi anticaduta di tipo guidato su una linea di ancoraggio flessibile.</i>
<b>UNI EN 354</b>	<i>Dispositivi di protezione individuale contro le cadute dall'alto. Cordini.</i>
<b>UNI EN 355</b>	<i>Dispositivi di protezione individuale contro le cadute dall'alto. Assorbitori di energia.</i>
<b>UNI EN 358</b>	<i>Dispositivi individuali per il posizionamento sul lavoro e la prevenzione delle cadute dall'alto. Sistemi di posizionamento sul lavoro.</i>
<b>UNI EN 360</b>	<i>Dispositivi di protezione individuale contro le cadute dall'alto. Dispositivi anticaduta di tipo retrattile.</i>
<b>UNI EN 361</b>	<i>Dispositivi di protezione individuale contro le cadute dall'alto. Imbracature per il corpo.</i>
<b>UNI EN 362</b>	<i>Dispositivi di protezione individuale contro le cadute dall'alto. Connettori.</i>
<b>UNI EN 363</b>	<i>Dispositivi di protezione individuale contro le cadute dall'alto. Sistemi di arresto caduta.</i>
<b>UNI EN 364</b>	<i>Dispositivi di protezione individuale contro le cadute dall'alto. Metodi di prova.</i>
<b>UNI EN 365</b>	<i>Dispositivi di protezione individuale contro le cadute dall'alto. Requisiti generali per le istruzioni per l'uso e la marcatura.</i>
<b>UNI EN 367</b>	<i>Indumenti di protezione. Protezione contro il calore e le fiamme. Metodo di prova: determinazione della trasmissione di calore mediante esposizione a una fiamma.</i>

### **Art. 41 – Demolizioni**

#### **41.1. Interventi preliminari**

L'appaltatore prima dell'inizio delle demolizioni deve assicurarsi dell'interruzione degli approvvigionamenti idrici, gas, allacci di fognature; dell'accertamento e successiva eliminazione di elementi in amianto in conformità alle prescrizioni del D.M. 6 settembre 1994 recante «Normative e metodologie tecniche di applicazione dell'art. 6, comma 3, e dell'art. 12, comma 2, della legge 27 marzo 1992, n. 257, relativa alla cessazione dell'impiego dell'amianto».

Ai fini pratici, i materiali contenenti amianto presenti negli edifici possono essere divisi in tre grandi categorie:

- 1) materiali che rivestono superfici applicati a spruzzo o a cazzuola;
- 2) rivestimenti isolanti di tubi e caldaie;
- 3) una miscellanea di altri materiali comprendente, in particolare, pannelli ad alta densità (cemento-amianto), pannelli a bassa densità (cartoni) e prodotti tessili. I materiali in cemento-amianto, soprattutto sotto forma di lastre di copertura, sono quelli maggiormente diffusi.

#### **41.2. Sbarramento della zona di demolizione**

Nella zona sottostante la demolizione deve essere vietata la sosta e il transito di persone e mezzi, delimitando la zona stessa con appositi sbarramenti.

L'accesso allo sbocco dei canali di scarico per il caricamento e il trasporto del materiale accumulato deve essere consentito soltanto dopo che sia stato sospeso lo scarico dall'alto.

#### **41.3. Idoneità delle opere provvisionali**

Le opere provvisionali, in legno o in ferro, devono essere allestite sulla base di giustificati calcoli di resistenza; esse devono essere conservate in efficienza per l'intera durata del lavoro.

Prima di reimpiegare elementi di ponteggi di qualsiasi tipo si deve provvedere alla loro revisione per eliminare le parti non ritenute più idonee.

In particolare per gli elementi metallici devono essere sottoposti a controllo della resistenza meccanica e della preservazione alla ruggine gli elementi soggetti a usura come a esempio: giunti, spinotti, bulloni, lastre, cerniere, ecc.

Il coordinatore per l'esecuzione dei lavori e/o il direttore dei lavori potrà ordinare l'esecuzione di prove per verificare la resistenza degli elementi strutturali provvisionali impiegati dall'appaltatore.

Prima dell'inizio di lavori di demolizione è fatto obbligo di procedere alla verifica delle condizioni di conservazione e di stabilità delle strutture da demolire e dell'eventuale influenza su strutture limitrofe.

In relazione al risultato di tale verifica devono essere eseguite le opere di rafforzamento e di puntellamento necessarie a evitare che, durante la demolizione, si possano verificare crolli intempestivi o danni anche a strutture di edifici confinanti o adiacenti.

#### **41.4. Ordine delle demolizioni. Programma di demolizione**

I lavori di demolizione come stabilito, dall'art. 72 del D.P.R. 7 gennaio 1956, n. 164, devono procedere con cautela e con ordine dall'alto verso il basso ovvero secondo le indicazioni del piano operativo di sicurezza e devono essere condotti in maniera da non pregiudicare la stabilità delle strutture portanti o di collegamento e di quelle di eventuali edifici adiacenti, ricorrendo, ove occorra, al loro preventivo puntellamento.

La successione dei lavori, quando si tratti di importanti ed estese demolizioni, deve risultare da apposito programma il quale deve essere firmato dall'appaltatore, dal coordinatore per l'esecuzione dei lavori e dal direttore dei lavori e deve essere tenuto a disposizione degli ispettori del lavoro.

#### **41.5. Allontanamento e /o deposito delle materie di risulta**

Il materiale di risulta ritenuto inutilizzabile dal direttore dei lavori per la formazione di rilevati o rinterri deve essere allontanato dal cantiere per essere portato a rifiuto presso pubblica discarica o altra discarica autorizzata; diversamente l'appaltatore potrà trasportare a sue spese il materiale di risulta presso proprie aree.

Il materiale proveniente dagli scavi che dovrà essere riutilizzato dovrà essere depositato entro l'ambito del cantiere, o sulle aree precedentemente indicate ovvero in zone tali da non costituire intralcio al movimento di uomini e mezzi durante l'esecuzione dei lavori.

#### **41.6. Proprietà degli oggetti ritrovati**

La stazione appaltante, salvi i diritti che spettano allo Stato a termini di legge, si riserva la proprietà degli oggetti di valore e di quelli che interessano la scienza, la storia, l'arte o l'archeologia o l'etnologia, compresi i relativi frammenti, che si rinverranno nei fondi occupati per l'esecuzione dei lavori e per i rispettivi cantieri e nella sede dei lavori stessi. L'appaltatore dovrà pertanto consegnarli alla stazione appaltante, che gli rimborserà le spese incontrate per la loro conservazione e per le speciali operazioni che fossero state espressamente ordinate al fine di assicurarne l'incolumità e il diligente recupero.

Qualora l'appaltatore, nella esecuzione dei lavori, scopra ruderi monumentali, deve darne subito notizia al direttore dei lavori e non può demolirli né alterarli in qualsiasi modo senza il preventivo permesso del direttore stesso.

L'appaltatore deve denunciare immediatamente alle forze di pubblica sicurezza il rinvenimento di sepolcri, tombe, cadaveri e scheletri umani, ancorché attinenti pratiche funerarie antiche, nonché il rinvenimento di cose, consacrate o meno, che formino o abbiano formato oggetto di culto religioso o siano destinate all'esercizio del culto o formino oggetto della pietà verso i defunti. L'appaltatore dovrà altresì darne immediata comunicazione al direttore dei lavori, che potrà ordinare adeguate azioni per una temporanea e migliore conservazione, segnalando eventuali danneggiamenti all'autorità giudiziaria.

#### **41.7. Proprietà dei materiali da demolizione**

I materiali provenienti da scavi o demolizioni restano in proprietà della stazione appaltante; quando, a giudizio della direzione dei lavori, possano essere reimpiegati, l'appaltatore deve trasportarli e regolarmente accatastarli per categorie nei luoghi stabiliti dalla direzione stessa, essendo di ciò compensato con gli appositi prezzi di elenco.

Qualora in particolare i detti materiali possano essere usati nei lavori oggetto del presente capitolato speciale d'appalto, l'appaltatore avrà l'obbligo di accettarli; in tal caso verrà a essi attribuito un prezzo pari al 50% del

corrispondente prezzo dell'elenco contrattuale; i relativi importi devono essere dedotti dall'importo netto dei lavori, restando a carico dell'appaltatore le spese di trasporto, accatastamento, cernita, lavaggio ecc.

#### **41.8. Demolizione per rovesciamento**

Salvo l'osservanza delle leggi e dei regolamenti speciali e locali, la demolizione di parti di strutture aventi altezza sul terreno non superiore a 5,00 m può essere effettuata mediante rovesciamento per trazione o per spinta.

La trazione o la spinta deve essere esercitata in modo graduale e senza strappi e deve essere eseguita soltanto su elementi di struttura opportunamente isolati dal resto del fabbricato in demolizione in modo da non determinare crolli intempestivi o non previsti di altre parti.

Devono inoltre essere adottate le precauzioni necessarie per la sicurezza del lavoro quali: trazione da distanza non minore di una volta e mezzo l'altezza del muro o della struttura da abbattere e allontanamento degli operai dalla zona interessata.

Si può procedere allo scalzamento dell'opera da abbattere per facilitarne la caduta soltanto quando essa sia stata adeguatamente puntellata; la successiva rimozione dei puntelli deve essere eseguita a distanza a mezzo di funi.

Il rovesciamento per spinta può essere effettuato con martinetti solo per opere di altezza non superiore a 3 m, con l'ausilio di puntelli sussidiari contro il ritorno degli elementi smossi.

Deve essere evitato in ogni caso che per lo scuotimento del terreno in seguito alla caduta delle strutture o di grossi blocchi possano derivare danni o lesioni agli edifici vicini o a opere adiacenti pericolosi ai lavoratori addetti.

### **Art. 42 – Scavi e sbancamenti in generale**

#### **42.1. Ricognizione**

L'appaltatore prima di eseguire gli scavi o gli sbancamenti previsti deve verificare la presenza di eventuali scavi precedenti, tubazioni di acqua, gas e fognature, cavi elettrici e telefonici, cavità sotterranee, ecc., eventualmente non indicati (o erroneamente indicati) negli elaborati progettuali esecutivi, in modo da potere impiegare i mezzi idonei per l'esecuzione dei lavori in appalto.

Il cantiere dovrà essere delimitato da recinzione in rete metallica o in lamiera fissata con paletti di ferro o legno, infissi nel terreno o in plinti in calcestruzzo.

#### **42.2. Viabilità nei cantieri**

Durante i lavori deve essere assicurata nei cantieri la viabilità delle persone e dei veicoli.

Le rampe di accesso al fondo degli scavi di splateamento o di sbancamento devono avere una carreggiata solida, atta a resistere al transito dei mezzi di trasporto di cui è previsto l'impiego, e una pendenza adeguata alla possibilità dei mezzi stessi.

La larghezza delle rampe deve essere tale da consentire un franco di almeno 70 cm, oltre la sagoma di ingombro del veicolo. Qualora nei tratti lunghi il franco sia limitato a un solo lato, devono essere realizzate piazzuole o nicchie di rifugio a intervalli non superiori a 20,00 m lungo l'altro lato.

I viottoli e le scale con gradini ricavati nel terreno o nella roccia devono essere provvisti di parapetto nei tratti prospicienti il vuoto quando il dislivello superi i 2,00 m.

Le alzate dei gradini ricavati in terreno friabile devono essere sostenute, ove occorra, con tavole e paletti robusti.

Alle vie di accesso e ai punti pericolosi non proteggibili devono essere apposte segnalazioni opportune e devono essere adottate le precauzioni necessarie per evitare la caduta di gravi dal terreno a monte dei posti di lavoro.

#### **42.3. Splateamento e sbancamento**

Nei lavori di splateamento o sbancamento eseguiti senza l'impiego di escavatori meccanici, le pareti delle fronti di attacco, secondo le prescrizioni dell'art. 12 del D.P.R. 7 gennaio 1956, n. 164, devono avere un'inclinazione o un tracciato tali, in relazione alla natura del terreno, da impedire franamenti. Quando la parete del fronte di attacco supera l'altezza di 1,50 m è vietato il sistema di scavo manuale per scalzamento alla base e conseguente franamento della parete.

Quando per la particolare natura del terreno o per causa di piogge, di infiltrazione, di gelo o disgelo, o per altri motivi siano da temere frane o scoscendimenti, deve essere provvedersi all'armatura o al consolidamento del terreno.

Nei lavori di scavo eseguiti con mezzi meccanici deve essere vietata la presenza degli operai nel campo di azione dell'escavatore e sul ciglio del fronte di attacco.

Il posto di manovra dell'addetto all'escavatore, quando questo non sia munito di cabina metallica, deve essere protetto con solido riparo. Ai lavoratori deve essere fatto esplicito divieto di avvicinarsi alla base della parete di attacco

e, in quanto necessario in relazione all'altezza dello scavo o alle condizioni di accessibilità del ciglio della platea superiore, la zona superiore di pericolo deve essere almeno delimitata mediante opportune segnalazioni spostabili col proseguire dello scavo.

#### **42.4. Scavo a sezione obbligata: pozzi, scavi e cunicoli**

Nello scavo di pozzi e di trincee profondi più di 1,50 m, quando la consistenza del terreno non dia sufficiente garanzia di stabilità, anche in relazione alla pendenza delle pareti, secondo le prescrizioni dell'art. 13 del D.P.R. 7 gennaio 1956, n. 164, si deve provvedere, man mano che procede lo scavo, all'applicazione delle necessarie armature di sostegno.

Le tavole di rivestimento delle pareti devono sporgere dai bordi degli scavi almeno 30 cm rispetto al livello del terreno o stradale.

Nello scavo dei cunicoli, salvo che si tratti di roccia che non presenti pericolo di distacchi, devono predisporre idonee armature per evitare franamenti della volta e delle pareti. Dette armature devono essere applicate man mano che procede il lavoro di avanzamento; la loro rimozione può essere effettuata in relazione al progredire del rivestimento in muratura.

Idonee armature e precauzioni devono essere adottate nelle sottomurazioni e quando in vicinanza dei relativi scavi vi siano edifici o manufatti, le cui fondazioni possano essere scoperte o indebolite dagli scavi.

Nell'infissione di pali di fondazione devono essere adottate misure e precauzioni per evitare che gli scuotimenti del terreno producano lesioni o danni alle opere vicine, con pericolo per i lavoratori.

Nei lavori in pozzi di fondazione profondi oltre 3,00 m deve essere disposto, a protezione degli operai addetti allo scavo e all'esportazione del materiale scavato, un robusto impalcato con apertura per il passaggio della benna.

#### **42.5. Scavi in presenza d'acqua. Prosciugamento**

Si ritengono scavi subacquei quelli eseguiti a profondità maggiore di 20 cm sotto un livello costante determinato da acque sorgive nelle cavità di fondazione, sia dopo un parziale prosciugamento con pompe, sia dopo la predisposizione di canali di drenaggio.

Se l'appaltatore, in caso di acque sorgive o filtrazioni, non potesse far defluire l'acqua naturalmente, è in facoltà della direzione dei lavori di ordinare, secondo i casi e quando lo riterrà opportuno, l'esecuzione degli scavi subacquei, oppure il prosciugamento.

Il volume di scavo eseguito in acqua, sino a una profondità non maggiore di 20 cm dal suo livello costante, verrà perciò considerato come scavo in presenza d'acqua, ma non come scavo subacqueo. Quando la direzione dei lavori ordinesse il mantenimento degli scavi in asciutto, sia durante l'escavazione, sia durante l'esecuzione delle murature o di altre opere di fondazione, gli esaurimenti relativi saranno eseguiti in economia, e l'appaltatore, se richiesto, avrà l'obbligo di fornire le macchine e gli operai necessari.

I sistemi di prosciugamento del fondo adottati dall'appaltatore devono essere accettati dalla direzione dei lavori, specialmente durante l'esecuzione di strutture in muratura o in c.a. al fine di prevenire il dilavamento delle malte.

#### **42.6. Impiego di esplosivi**

L'uso di esplosivi per l'esecuzione di scavi è vietato.

#### **42.7. Deposito di materiali in prossimità degli scavi**

È vietato, secondo le prescrizioni dell'art. 14 del D.P.R. 7 gennaio 1956, n. 164, costituire depositi di materiali presso il ciglio degli scavi, soprattutto se privi delle necessarie armature, in quanto il materiale accumulato può esercitare pressioni tali da provocare frane.

Qualora tali depositi siano necessari per le condizioni del lavoro, si deve provvedere alle necessarie puntellature.

#### **42.8. Presenza di gas negli scavi**

Quando si eseguono lavori entro pozzi, fogne, cunicoli, camini e fosse in genere, come stabilisce l'art. 15 del D.P.R. 7 gennaio 1956, n. 164, devono essere adottate idonee misure di sicurezza contro i pericoli derivanti dalla presenza di gas o vapori tossici, asfissianti, infiammabili o esplosivi, specie in rapporto alla natura geologica del terreno o alla vicinanza di fabbriche, depositi, raffinerie, stazioni di compressione e di decompressione, metanodotti e condutture di gas, che possono dar luogo a infiltrazione di sostanze pericolose.

Quando sia accertata o sia da temere la presenza di gas tossici, asfissianti o l'irrespirabilità dell'aria ambiente e non sia possibile assicurare un'efficiente aerazione e una completa bonifica, i lavoratori devono essere provvisti di apparecchi respiratori, ed essere muniti di cintura di sicurezza con bretelle passanti sotto le ascelle collegate a funi di

salvataggio, le quali devono essere tenute all'esterno dal personale addetto alla sorveglianza. Questo deve mantenersi in continuo collegamento con gli operai all'interno ed essere in grado di sollevare prontamente all'esterno il lavoratore colpito dai gas. Possono essere adoperate le maschere respiratorie, in luogo di autorespiratori, solo quando, accertate la natura e la concentrazione dei gas o vapori nocivi o asfissianti, esse offrano garanzia di sicurezza e sempreché sia assicurata un'efficace e continua aerazione.

Quando è stata accertata la presenza di gas infiammabili o esplosivi, deve provvedersi alla bonifica dell'ambiente mediante idonea ventilazione; deve inoltre vietarsi, anche dopo la bonifica, se siano da temere emanazioni di gas pericolosi, l'uso di apparecchi a fiamma, di corpi incandescenti e di apparecchi comunque suscettibili di provocare fiamme o surriscaldamenti atti a incendiare il gas.

Nei casi sopra previsti i lavoratori devono operare in abbinamento nell'esecuzione dei lavori.

#### **42.9. Sistemazione di strade, accessi e ripristino passaggi**

Sono a carico dell'appaltatore gli oneri per la sistemazione delle strade e dei collegamenti esterni e interni, la collocazione, ove necessario di ponticelli, andatoie, rampe, scalette di adeguata portanza e sicurezza.

Prima di dare inizio ai lavori di sistemazione, varianti, allargamenti e attraversamenti di strade esistenti, l'impresa è tenuta a informarsi se eventualmente nelle zone nelle quali ricadono i lavori stessi esistono cavi sotterranei (telefonici, telegrafici, elettrici) o condutture (acquedotti, gasdotti, fognature). In caso affermativo l'impresa dovrà comunicare agli Enti proprietari di dette opere (Enel, Telecom., P.T., Comuni, Consorzi, Società, ecc.) la data presumibile dell'esecuzione dei lavori nelle zone interessate, chiedendo altresì tutti quei dati (ubicazione, profondità, ecc.) necessari al fine di eseguire tutti i lavori con quelle cautele opportune per evitare danni alle opere suaccennate.

Il maggior onere al quale l'impresa dovrà sottostare per l'esecuzione dei lavori in dette condizioni si intende compreso e compensato con i prezzi di elenco.

Qualora, nonostante le cautele usate, si dovessero manifestare danni ai cavi o alle condotte, l'impresa dovrà procedere a darne immediato avviso mediante telegramma sia agli enti proprietari delle strade che agli enti proprietari delle opere danneggiate oltretutto, naturalmente, alla direzione dei lavori.

Rimane stabilito ben fissato che nei confronti dei proprietari delle opere danneggiate l'unica responsabile rimane l'impresa, restando del tutto estranea l'amministrazione e la direzione dei lavori da qualsiasi vertenza, sia essa civile che penale.

Fanno comunque carico all'amministrazione gli oneri relativi a spostamenti temporanee e/o definitivi dei cavi o condotte che si rendessero necessari.

#### **42.10. Smacchiamento dell'area**

Sono a carico dell'appaltatore gli oneri per lo smacchiamento generale della zona interessata dai lavori, ivi incluso il taglio di alberi, siepi e l'estirpazione di eventuali ceppaie.

#### **42.11. Allontanamento delle acque superficiali o di infiltrazione**

Sono a carico dell'appaltatore gli oneri per l'esaurimento delle acque superficiali o di infiltrazione concorrenti nei cavi e l'esecuzione di opere provvisorie per lo scolo e la deviazione preventiva di esse dalle sedi stradali o dal cantiere, in generale.

### **Art. 43 – Divieti per l'appaltatore dopo l'esecuzione degli scavi**

L'appaltatore dopo l'esecuzione degli scavi non può iniziare l'esecuzione delle strutture di fondazione, prima che la direzione dei lavori abbia verificato la rispondenza geometrica degli scavi o sbancamenti alle prescrizioni del progetto esecutivo e l'eventuale successiva verifica geologica e geotecnica del terreno di fondazione.

### **Art. 44 – Riparazione di sottoservizi**

L'appaltatore ha l'obbligo e l'onere di riparare o provvedere al pagamento delle spese di riparazione alle aziende erogatrici di eventuali sottoservizi (allacci fognari, tubazione di adduzione acqua, gas, ecc.) danneggiati con o senza incuria dall'impresa durante gli scavi e demolizioni e certificati dalla direzione dei lavori.

## Art. 45 – Rilevati e rinterri

Per la formazione dei rilevati o per qualunque opera di rinterro, ovvero per riempire i vuoti tra le pareti degli scavi e le murature o le strutture di fondazione, o da addossare alle murature o alle strutture di fondazione, e fino alle quote prescritte dagli elaborati progettuali o dalla direzione dei lavori, si impiegheranno in generale, e, salvo quanto segue, fino al loro totale esaurimento, tutte le materie provenienti dagli scavi di qualsiasi genere eseguiti per quel cantiere, in quanto disponibili e adatte, a giudizio della direzione dei lavori, per la formazione dei rilevati.

Quando venissero a mancare in tutto o in parte i materiali di cui sopra, si preleveranno le materie occorrenti ovunque l'appaltatore crederà di sua convenienza, purché i materiali siano riconosciuti idonei dalla direzione dei lavori.

Per rilevati e rinterri da addossarsi alle murature o alle strutture di fondazione, si dovranno sempre impiegare materie sciolte, o ghiaiose, restando vietato in modo assoluto l'impiego di quelle argillose e, in generale, di tutte quelle che con l'assorbimento di acqua si rammolliscono e si gonfiano generando spinte.

Nella formazione dei suddetti rilevati, rinterri e riempimenti dovrà essere usata ogni diligenza perché la loro esecuzione proceda per strati orizzontali di eguale altezza non superiori a 30 cm, disponendo contemporaneamente le materie bene sminuzzate con la maggiore regolarità e precauzione, in modo da caricare uniformemente le strutture portanti su tutti i lati e da evitare le sfiancature che potrebbero derivare da un carico male distribuito.

Le materie trasportate in rilevato o rinterro con vagoni, automezzi non dovranno essere scaricate direttamente contro le murature, ma dovranno depositarsi in vicinanza dell'opera per essere riprese poi al momento della formazione dei suddetti rinterri.

È vietato di addossare terrapieni a murature o strutture in c.a. di recente realizzazione e delle quali si riconosca il non completato il processo di maturazione.

Tutte le riparazioni o ricostruzioni che si rendessero necessarie per la mancata o imperfetta osservanza delle prescrizioni del presente articolo, saranno a completo carico dell'appaltatore.

È obbligo dell'appaltatore, escluso qualsiasi compenso, di dare ai rilevati durante la loro costruzione, quelle maggiori dimensioni richieste dall'assestamento delle terre, affinché all'epoca del collaudo i rilevati eseguiti abbiano dimensioni non inferiori a quelle ordinate.

## Art. 46 – Paratie e diaframmi

### 46.1. Generalità

La paratia o il diaframma costituiscono una struttura di fondazione infissa o costruita in opera a partire dalla superficie del terreno con lo scopo di realizzare tenuta all'acqua e anche a sostegno di scavi.

Le paratie e i diaframmi potranno essere:

- del tipo a palancole metalliche infisse;
- del tipo a palancole prefabbricate con calcestruzzo armato centrifugato infisse;
- del tipo a pali in calcestruzzo armato di grosso diametro accostati;
- a diaframma gettato in opera di calcestruzzo armato;
- \_\_\_\_\_.

Devono essere precisate le modalità di esecuzione con particolare riguardo agli accorgimenti previsti per garantire i getti dagli eventuali dilavamenti e sottopressioni, nonché la natura e le caratteristiche dei materiali che saranno impiegati.

### 46.2. Palancole infisse

#### 46.2.1. Paratie a palancole metalliche infisse

Le palancole metalliche, di sezione varia, devono rispondere comunque ai seguenti requisiti fondamentali: adeguata resistenza agli sforzi di flessione, facilità di infissione, impermeabilità delle giunzioni, facilità di estrazione e reimpiego (ove previsto), elevata protezione contro le corrosioni.

L'infissione delle palancole sarà effettuata con i sistemi normalmente in uso.

Il maglio dovrà essere di peso complessivo non minore del peso delle palancole comprensivo della relativa cuffia.

Devono essere adottate speciali cautele affinché durante l'infissione gli incastri liberi non si deformino e rimangano puliti da materiali così da garantire la guida alla successiva palanca.

A tale scopo gli incastri prima dell'infissione devono essere riempiti di grasso.

Durante l'infissione si dovrà procedere in modo che le palancole rimangano perfettamente verticali non essendo ammesse deviazioni, disallineamenti o fuoriuscita dalle guide.

Per ottenere un più facile affondamento, specialmente in terreni ghiaiosi e sabbiosi, l'infissione, oltre che con la battitura potrà essere realizzata con il sussidio dell'acqua in pressione fatta arrivare, mediante un tubo metallico, sotto la punta della palancola.

Se durante l'infissione si verificassero fuoriuscite dalle guide, disallineamenti o deviazioni che a giudizio della direzione dei lavori non fossero tollerabili, la palancola dovrà essere rimossa e reinfissa o sostituita, se danneggiata.

Per ulteriori informazioni si rimanda alle prescrizioni delle seguenti norme: **UNI EN 10248-1**, **UNI EN 10248-2**, **UNI EN 10249-1**, **UNI EN 10249-2**.

#### *46.2.2. Paratie a palancole prefabbricate in calcestruzzo armato centrifugato*

Le palancole prefabbricate saranno centrifugate a sezione cava.

Il conglomerato cementizio impiegato dovrà avere una resistenza caratteristica a 28 giorni non inferiore a  $40 \text{ N/mm}^2$  e dovrà essere esente da porosità o altri difetti. Il cemento sarà ferrico pozzolanico, pozzolanico o d'altoforno.

Potrà essere richiesto, per infissione con battitura in terreni tenaci, l'inserimento nel getto di puntazza metallica.

L'operazione d'infissione sarà regolata da prescrizioni analoghe a quelle stabilite per i pali in calcestruzzo armato centrifugato di cui al successivo articolo.

Nel caso specifico, particolare cura dovrà essere posta nell'esecuzione dei giunti, da sigillare con getto di malta cementizia.

### **46.3. Paratie costruite in opera**

#### *46.3.1. Paratie a pali in calcestruzzo armato di grosso diametro accostati*

Le paratie saranno di norma realizzate mediante pali di calcestruzzo armato eseguiti in opera accostati fra loro e collegati in sommità da un cordolo di calcestruzzo armato.

Per quanto riguarda le modalità di esecuzione dei pali, si rinvia a quanto fissato nel relativo articolo.

Nel caso specifico particolare cura dovrà essere posta nell'accostamento dei pali fra loro e nel mantenere la verticalità dei pali stessi.

#### *46.3.2. Diaframmi in calcestruzzo armato*

In linea generale i diaframmi saranno costruiti eseguendo lo scavo del terreno a qualsiasi profondità con benna o altro sistema idoneo a dare tratti di scavo (conci) della lunghezza singola di norma non inferiore a  $2,50 \text{ m}$ .

Lo scavo verrà eseguito con l'ausilio di fango bentonitico per evacuare i detriti, e per il sostegno provvisorio delle pareti.

I fanghi di bentonite da impiegare nello scavo devono essere costituiti di una miscela di bentonite attivata, di ottima qualità, e acqua, di norma nella proporzione di  $8 \div 16 \text{ kg}$  di bentonite asciutta per  $100 \text{ litri}$  d'acqua, salvo la facoltà della direzione dei lavori di ordinare una diversa dosatura.

Il contenuto in sabbia finissima dovrà essere inferiore al 3% in massa della bentonite asciutta.

Eseguito lo scavo e posta in opera l'armatura metallica interessante il concio, opportunamente sostenuta e mantenuta in posizione durante il getto, sarà effettuato il getto del conglomerato cementizio con l'ausilio di opportuna prolunga o tubo di getto, la cui estremità inferiore sarà tenuta almeno due metri al di sotto del livello del fango, al fine di provocare il rifluimento in superficie dei fanghi bentonitici e di eseguire senza soluzioni di continuità il getto stesso.

Il getto dovrà essere portato fino a una quota superiore di circa  $50 \text{ cm}$  a quella di progetto.

I getti dei calcestruzzi saranno eseguiti solo dopo il controllo della profondità di scavo raggiunta e la verifica della armatura da parte della direzione dei lavori.

Nella ripresa dei getti, da concio a concio, si adotteranno tutti gli accorgimenti necessari al fine di evitare distacchi, discontinuità e differenze nei singoli conci.

L'allineamento planimetrico della benna di scavo del diaframma sarà ottenuto di norma con la formazione di guide o corree in calcestruzzo anche debolmente armato.

#### *46.3.3. Prove e verifiche sul diaframma*

Oltre alle prove di resistenza sui calcestruzzi e sugli acciai impiegati previsti dalle vigenti norme, la direzione dei lavori potrà richiedere prove di assorbimento per singoli pannelli, nonché eventuali carotaggi per la verifica della buona esecuzione dei diaframmi stessi.

## **Art. 47 – Fondazioni dirette**

### **47.1. Scavi di fondazione**

Nell'esecuzione degli scavi per raggiungere il piano di posa della fondazione, secondo quanto prescritto dal punto C.4.5 del D.M. 11 marzo 1988, n. 127, si deve tener conto di quanto specificato al punto A.2, al punto D.2 e alla sezione G, dello stesso D.M..

Il terreno di fondazione non deve subire rimaneggiamenti e deterioramenti prima della costruzione della opera. Eventuali acque ruscellanti o stagnanti devono essere allontanate dagli scavi.

Il piano di posa degli elementi strutturali di fondazione deve essere regolarizzato e protetto con conglomerato cementizio magro o altro materiale idoneo eventualmente indicato dal direttore dei lavori.

Nel caso che per eseguire gli scavi si renda necessario deprimere il livello della falda idrica si dovranno valutare i cedimenti del terreno circostante; ove questi non risultino compatibili con la stabilità e la funzionalità delle opere esistenti, si dovranno opportunamente modificare le modalità esecutive. Si dovrà, nel caso in esame, eseguire la verifica al sifonamento. Per scavi profondi, si dovrà eseguire la verifica di stabilità nei riguardi delle rotture del fondo.

### **47.2. Controllo della rispondenza tra la caratterizzazione geotecnica assunta in progetto e la situazione effettiva**

In corso d'opera si deve controllare la rispondenza tra la caratterizzazione geotecnica assunta in progetto e la situazione effettiva del terreno.

## **Art. 48 – Pali**

### **48.1. Pali di legno infissi**

I pali di legno devono essere di essenza forte o resinosa secondo le previsioni di progetto o le disposizioni che saranno impartite dalla direzione dei lavori.

I pali dovranno essere scortecciati, ben diritti, di taglio fresco, conguagliati alla superficie ed esenti da carie.

La parte inferiore del palo sarà sagomata a punta e protetta da apposita puntazza in ferro di forma e peso adeguati agli sforzi indotti dall'infissione.

La parte superiore del palo, sottoposta ai colpi di maglio, dovrà essere munita di anelli di ferro e cuffia che impedisca durante la battitura ogni rottura.

I pali, salvo diverse prescrizioni, verranno infissi verticalmente nella posizione stabilita dal progetto.

Ogni palo che si spezzasse durante l'infissione o deviasse, dovrà essere, su richiesta della direzione dei lavori, tagliato o divelto e sostituito con altro.

I pali dovranno essere battuti fino a rifiuto con maglio di peso adeguato.

Il rifiuto si intende raggiunto quando l'affondamento prodotto da un determinato numero di colpi del maglio, cadente sempre dalla stessa altezza, non supera il limite che il progettista avrà fissato in funzione del carico che il palo dovrà sopportare.

Le ultime volate dovranno essere sempre battute in presenza del direttore operativo, ispettore di cantiere facenti parte della direzione dei lavori.

L'appaltatore non potrà in alcun modo procedere alla recisione della testa del palo senza averne preventiva autorizzazione da parte della direzione dei lavori.

Al fine di consentire la verifica della portata di progetto, dovranno venire rilevati per ogni palo e trascritti su apposito registro, i seguenti elementi:

- profondità raggiunta;
- rifiuto;
- peso della cuffia o degli altri elementi di protezione;
- peso della massa battente;
- altezza di caduta del maglio;
- frequenza di colpi;
- energia d'urto;
- efficienza del battipalo.

A giudizio della direzione dei lavori la portata dei pali battuti potrà essere controllata mediante prove di carico dirette, da eseguire con le modalità e nel numero che sarà prescritto.

### **48.2. Pali di conglomerato cementizio armato**

I pali prefabbricati saranno centrifugati a sezione cava.

Il conglomerato cementizio impiegato dovrà avere una resistenza caratteristica a 28 *giorni* non inferiore a 40  $N/mm^2$  e dovrà essere esente da porosità o altri difetti.

Il cemento sarà pozzolanico, ferrico pozzolanico o d'altoforno.

La direzione dei lavori potrà anche ordinare rivestimenti protettivi.

Il copriferro dovrà essere di almeno tre centimetri.

I pali dovranno essere muniti di robuste puntazze metalliche ancorate al conglomerato.

L'infissione verrà fatta con i sistemi e accorgimenti previsti per i pali di legno.

I magli, se a caduta libera, dovranno essere di peso non inferiore a quello del palo da infiggere.

Allo scopo di evitare la rottura delle teste dei pali durante l'infissione, saranno applicate sopra di esse protezioni di legname entro cerchiature di ferro.

Lo spostamento planimetrico della posizione teorica dei pali non potrà superare 10 cm e l'inclinazione finale, rispetto all'asse teorico, non dovrà superare il 3%.

Per valori degli spostamenti superiori a quelli indicati, la direzione dei lavori potrà richiedere che i pali siano rimossi e sostituiti.

Per ogni palo dovranno venire rilevati e trascritti su apposito registro, i seguenti elementi:

- lunghezza;
- diametro esterno alla punta e alla testa;
- diametro interno alla punta e alla testa;
- profondità raggiunta;
- rifiuto;
- tipo di battipalo;
- peso del maglio;
- altezza di caduta del maglio;
- caratteristiche della cuffia;
- peso della cuffia;
- energia d'urto;
- efficienza del battipalo.

Occorrerà inoltre registrare il numero di colpi necessario all'affondamento del palo per ciascun tratto di 50 cm finché la resistenza alla penetrazione risulti minore di un colpo per ogni  $1,5 \div 2$  cm, o per ciascun tratto di 10 cm quando la resistenza alla penetrazione superi i valori sopracitati.

Sul fusto del palo dovranno essere riportate delle tacche distanziate tra loro di un metro a partire dalla punta del palo onde poterne controllare la penetrazione progressiva.

Qualora durante l'infissione si verificassero scheggiature, lesioni di qualsiasi genere oppure deviazioni dell'asse, che a giudizio della direzione dei lavori non fossero tollerabili, il palo dovrà essere rimosso e sostituito.

### **48.3. Pali costruiti in opera**

#### **48.3.1. Pali speciali di conglomerato cementizio costruiti in opera (tipo Simplex, Franki, ecc.)**

La preparazione dei fori destinati ad accogliere gli impasti dovrà essere effettuata senza alcuna asportazione di terreno mediante l'infissione del tubo-forma, secondo le migliori norme tecniche d'uso della fattispecie, preventivamente approvata dalla direzione dei lavori.

Per tolleranza degli spostamenti rispetto alla posizione teorica dei pali e per tutte le modalità di infissione del tubo-forma e relativi rilevamenti, valgono le norme descritte precedentemente per i pali prefabbricati in calcestruzzo armato centrifugato.

Ultimata l'infissione del tubo-forma si procederà anzitutto alla formazione del bulbo di base in conglomerato cementizio mediante energico costipamento dell'impasto e successivamente alla confezione del fusto, sempre con conglomerato cementizio energicamente costipato.

Il costipamento del getto sarà effettuato con i procedimenti specifici per il tipo di palo adottato, procedimenti che, comunque, dovranno essere preventivamente concordati con la direzione dei lavori.

Il conglomerato cementizio impiegato sarà del tipo prescritto negli elaborati progettuali e dovrà risultare esente da porosità o altri difetti.

Il cemento sarà pozzolanico o d'altoforno.

L'introduzione del conglomerato nel tubo-forma dovrà avvenire in modo tale da ottenere un getto omogeneo e compatto, senza discontinuità o segregazione; l'estrazione del tubo-forma, dovrà essere effettuata gradualmente, seguendo man mano la immissione e il costipamento del conglomerato cementizio e adottando comunque tutti gli

accorgimenti necessari per evitare che si creino distacchi, discontinuità o inclusioni di materiali estranei del corpo del palo.

Durante il getto dovrà essere tassativamente evitata l'introduzione di acqua all'interno del tubo, e si farà attenzione che il conglomerato cementizio non venga trascinato durante l'estrazione del tubo-forma; si avrà cura in particolare che l'estremità inferiore di detto tubo rimanga sempre almeno 100 cm sotto il livello raggiunto dal conglomerato.

Dovranno essere adottati inoltre tutti gli accorgimenti atti a evitare la separazione dei componenti del conglomerato cementizio e il suo dilavamento da falde freatiche, correnti subacquee, ecc.

Quest'ultimo risultato potrà essere ottenuto mediante arricchimento della dose di cemento, oppure con l'adozione di particolari additivi o con altri accorgimenti da definire di volta in volta con la direzione dei lavori. Qualora i pali siano muniti di armatura metallica, i sistemi di getto e di costipamento dovranno essere, in ogni caso, tali da non danneggiare l'armatura né alterarne la posizione rispetto ai disegni di progetto.

Le gabbie d'armatura dovranno essere verificate, prima della posa in opera, dalla direzione dei lavori.

Il copriferro sarà di almeno 5 cm.

La profondità massima raggiunta da ogni palo sarà verificata prima del getto dalla direzione dei lavori e riportata su apposito registro giornaliero.

La direzione dei lavori effettuerà inoltre gli opportuni riscontri sul volume del conglomerato cementizio impiegato, che dovrà sempre risultare superiore al volume calcolato sul diametro esterno del tubo-forma usato per l'esecuzione del palo.

#### 48.3.2. Pali trivellati in cemento armato

Lo scavo per la costruzione dei pali trivellati verrà eseguito asportando il terreno corrispondente al volume del fusto del palo.

Il sostegno delle pareti dello scavo, in dipendenza della natura del terreno e delle altre condizioni cui l'esecuzione dei pali può essere soggetta, sarà assicurato in uno dei seguenti modi:

a) mediante infissione di rivestimento tubolare provvisorio in acciaio;

b) con l'ausilio di fanghi bentonitici in quiete nel cavo o in circolazione tra il cavo e una apparecchiatura di separazione dei detriti.

Per i pali trivellati su terreno sommerso d'acqua si farà ricorso, per l'attraversamento del battente d'acqua, all'impiego di un rivestimento tubolare di acciaio opportunamente infisso nel terreno di imposta, avente le necessarie caratteristiche meccaniche per resistere agli sforzi e alle sollecitazioni indotte durante l'infissione anche con uso di vibrator; esso sarà di lunghezza tale da sporgere dal pelo d'acqua in modo da evitare invasamenti e consentire sia l'esecuzione degli scavi che la confezione del palo.

Tale rivestimento tubolare costituirà cassero a perdere per la parte del palo interessata dal battente d'acqua.

L'infissione del tubo-forma dovrà, in ogni caso, precedere lo scavo.

Nel caso in cui non si impieghi il tubo di rivestimento il diametro nominale del palo sarà pari al diametro dell'utensile di perforazione.

Qualora si impieghi fango di perforazione per il sostegno delle pareti del foro, si procederà con le modalità stabilite per i diaframmi in calcestruzzo armato di cui al precedente articolo.

Raggiunta la quota fissata per la base del palo, il fondo dovrà essere accuratamente sgombrato dai detriti di perforazione, melma, materiale sciolto smosso dagli utensili di perforazione, ecc.

L'esecuzione del getto del conglomerato cementizio sarà effettuata con impiego del tubo di convogliamento, munito di imbuto di caricamento.

Il cemento per il confezionamento del calcestruzzo sarà del tipo pozzolanico o d'altoforno.

In nessun caso sarà consentito di porre in opera il conglomerato cementizio precipitandolo nel cavo direttamente dalla bocca del foro.

L'appaltatore dovrà predisporre impianti e attrezzature per la confezione, il trasporto e la posa in opera del conglomerato cementizio di potenzialità tale da consentire il completamento delle operazioni di getto di ogni palo, qualunque ne sia il diametro e la lunghezza senza interruzioni.

Nel caso di impiego del tubo di rivestimento provvisorio, l'estrazione dello stesso dovrà essere eseguita gradualmente adottando tutti gli accorgimenti necessari per evitare che si creino distacchi, discontinuità o inclusioni di materiali estranei al corpo del palo.

Le armature metalliche dovranno essere assemblate fuori opera e calate nel foro prima dell'inizio del getto del conglomerato cementizio; nel caso in cui il palo sia armato per tutta la lunghezza, esse dovranno essere mantenute in posto nel foro, sospendendole dall'alto e non appoggiandole sul fondo.

Le armature dovranno essere provviste di opportuni dispositivi distanziatori e centratori atti a garantire una adeguata copertura di conglomerato cementizio sui ferri che sarà di 5 cm.

I sistemi di getto dovranno essere in ogni caso tali da non danneggiare l'armatura né alterarne la posizione, rispetto ai disegni di progetto.

A giudizio della direzione dei lavori, i pali che a un controllo, anche con trivellazione in asse, risultassero comunque difettosi, dovranno essere ricostruiti.

#### *48.3.3. Pali trivellati di piccolo diametro di malta cementizia iniettata e armatura metallica*

La perforazione, con asportazione del terreno, verrà eseguita con il sistema più adatto alle condizioni che di volta in volta si incontrano e che abbia avuto la preventiva approvazione da parte della direzione dei lavori.

Lo spostamento planimetrico della posizione teorica dei pali non dovrà superare 5 cm e l'inclinazione, rispetto all'asse teorico, non dovrà superare il 3%.

Per valori di scostamento superiori ai suddetti, la direzione dei lavori deciderà se scartare i pali che dovranno eventualmente essere rimossi e sostituiti.

Qualora si impieghi fango di perforazione per il sostegno delle pareti del foro, si procederà con le modalità stabilite per i diaframmi di calcestruzzo armato di cui al precedente articolo.

#### *48.3.4. Pali jet grouting*

I pali tipo jet grouting, o colonne consolidate di terreno, saranno ottenuti mediante perforazione senza asportazione di materiale e successiva iniezione a elevata pressione di miscele consolidanti di caratteristiche rispondenti ai requisiti di progetto e approvata dalla direzione dei lavori.

Alla stessa direzione dei lavori dovrà essere sottoposto, per l'approvazione l'intero procedimento costruttivo con particolare riguardo ai parametri da utilizzare per la realizzazione delle colonne, e cioè la densità e la pressione della miscela cementizia, la rotazione e il tempo di risalita della batteria di aste, e alle modalità di controllo dei parametri stessi.

## **Art. 49 – Opere e strutture di muratura**

### **49.1. Malte per murature**

L'acqua e la sabbia per la preparazione delle malte per murature devono possedere i requisiti e le caratteristiche tecniche di cui agli articoli

L'impiego di malte premiscelate e premiscelate pronte è consentito, purché ogni fornitura sia accompagnata da una dichiarazione del fornitore attestante il gruppo della malta, il tipo e la quantità dei leganti e degli eventuali additivi. Ove il tipo di malta non rientri tra quelli appresso indicati l'appaltatore dovrà produrre il certificato del fornitore relativo all'esecuzione di prove ufficiali per dimostrare le caratteristiche di resistenza della malta stessa.

Le modalità per la determinazione della resistenza a compressione delle malte sono quelle previste dalle norme vigenti.

I tipi di malta e le loro classi sono definiti in rapporto alla composizione in volume; malte di diverse proporzioni nella composizione confezionate anche con additivi, preventivamente sperimentate, possono essere ritenute equivalenti a quelle indicate qualora la loro resistenza media a compressione risulti non inferiore ai valori di cui al D.M. 20 novembre 1987, n. 103.

### **49.2. Criteri generali per l'esecuzione**

Nell'esecuzione di murature in genere verrà curata la perfetta esecuzione, in riferimento alle specifiche indicazioni del progetto esecutivo o ulteriori indicazioni impartite dalla direzione dei lavori.

L'esecuzione delle murature deve iniziarsi e proseguire uniformemente, assicurando il perfetto collegamento sia con le murature esistenti, sia fra le parti di esse.

I mattoni, prima del loro impiego, dovranno essere bagnati fino a saturazione per immersione prolungata in appositi bagnaroli e mai per aspersione. Essi dovranno mettersi in opera con i giunti alternati e in corsi ben regolari e normali alla superficie esterna; saranno posati sopra un abbondante strato di malta e premuti sopra di esso in modo che la malta rifluisca all'ingiro e riempia tutte le connesure.

I giunti non verranno rabboccati durante la costruzione per dare maggiore presa all'intonaco o alla stuccatura col ferro.

Le murature di rivestimento saranno fatte a corsi bene allineati e dovranno essere opportunamente collegate con la parte interna.

I lavori di muratura, qualunque sia il sistema costruttivo adottato, debbono essere sospesi nei periodi di gelo, durante i quali la temperatura si mantenga, per molte ore, al disotto di zero gradi centigradi.

Sulle aperture di vani di porte e finestre devono essere collocati degli architravi (cemento armato, acciaio).

Nel punto di passaggio fra le fondazioni entro terra e la parte fuori terra sarà eseguito un opportuno strato (impermeabile, drenante, ecc.) che impedisca la risalita per capillarità.

#### **49.3. Tipologie e caratteristiche tecniche**

Si dovrà fare riferimento alle «Norme tecniche per la progettazione, esecuzione e collaudo degli edifici in muratura» contenute nel D.M. 20 novembre 1987, n. 103 e relativa circolare di istruzione del Servizio tecnico centrale del Consiglio superiore dei LL.PP., n. 30787 del 4 gennaio 1989.

In particolare vanno tenute presenti le prescrizioni che seguono:

a) Muratura costituita da elementi resistenti artificiali.

La muratura è costituita da elementi resistenti aventi generalmente forma parallelepipedica, posti in opera in strati regolari di spessore costante e legati tra di loro tramite malta.

Gli elementi resistenti possono essere di:

- laterizio normale;
- laterizio alleggerito in pasta;
- calcestruzzo normale;
- calcestruzzo alleggerito.

Gli elementi resistenti artificiali possono essere dotati di fori in direzione normale al piano di posa (elementi a foratura verticale) oppure in direzione parallela (elementi a foratura orizzontale).

b) Muratura costituita da elementi resistenti naturali.

La muratura è costituita da elementi di pietra legati tra di loro tramite malta.

Le pietre, da ricavarsi in genere per abbattimento di rocce, devono essere non friabili o sfaldabili, e resistenti al gelo, nel caso di murature esposte direttamente agli agenti atmosferici.

Non devono contenere in misura sensibile sostanze solubili o residui organici.

Le pietre devono presentarsi libere di cappellaccio e di parti alterate o facilmente removibili; devono possedere sufficiente resistenza sia allo stato asciutto che bagnato, e buona adesività alle malte.

In particolare gli elementi devono possedere i requisiti minimi di resistenza determinabili secondo le modalità descritte nell'Allegato 1 del citato D.M. 20 novembre 1987, n. 103.

L'impiego di elementi provenienti da murature esistenti è subordinato al soddisfacimento dei requisiti sopra elencati e al ripristino della freschezza delle superfici a mezzo di pulitura e lavaggio delle superfici stesse.

Le murature formate da elementi resistenti naturali si distinguono nei seguenti tipi:

1) muratura di pietra non squadrata composta con pietrame di cava grossolanamente lavorato, posto in opera in strati pressoché regolari;

2) muratura listata: costituita come la muratura in pietra non squadrata, ma intercalata da fasce di conglomerato semplice o armato oppure da ricorsi orizzontali costituiti da almeno due filari in laterizio pieno, posti a interasse non superiore a 1,6 m ed estesi a tutta la lunghezza e a tutto lo spessore del muro;

3) muratura di pietra squadrata: composta con pietre di geometria pressoché parallelepipedica poste in opera in strati regolari.

#### **49.4. Facce a vista delle murature di pietrame**

Per le facce a vista delle murature di pietrame, secondo gli ordini della direzione dei lavori, potrà essere prescritta l'esecuzione delle seguenti speciali lavorazioni:

- 1) con pietra rasa e teste scoperte (ad opera incerta);
- 2) a mosaico grezzo;
- 3) con pietra squadrata a corsi pressoché regolari;
- 4) con pietra squadrata a corsi regolari.

a) Nel paramento con «pietra rasa e teste scoperte» (ad opera incerta) il pietrame dovrà essere scelto diligentemente fra il migliore e la sua faccia a vista dovrà essere ridotta col martello a superficie approssimativamente piana; le pareti esterne dei muri dovranno risultare bene allineate e non presentare rientranze o sporgenze maggiori di 25 mm.

b) Nel paramento a «mosaico grezzo» la faccia vista dei singoli pezzi dovrà essere ridotta col martello e la grossa punta a superficie perfettamente piana e a figura poligonale, e i singoli pezzi dovranno combaciare fra loro regolarmente, restando vietato l'uso delle scaglie.

In tutto il resto si seguiranno le norme indicate per il paramento a pietra rasa.

c) Nel paramento a «corsi pressoché regolari» il pietrame dovrà essere ridotto a conci piani e squadriati, sia col martello che con la grossa punta, con le facce di posa parallele fra loro e quelle di combaciamento normali a quelle di posa. I conci saranno posti in opera a corsi orizzontali di altezza che può variare da corso a corso, e potrà non essere costante per l'intero filare. Nelle superfici esterne dei muri saranno tollerate rientranze o sporgenze non maggiori di 15 mm.

d) Nel paramento a «corsi regolari» i conci dovranno essere perfettamente piani e squadriati, con la faccia vista rettangolare, lavorati a grana ordinaria, essi dovranno avere la stessa altezza per tutta la lunghezza del medesimo corso, e qualora i vari corsi non avessero eguale altezza, questa dovrà essere disposta in ordine decrescente dai corsi inferiori ai corsi superiori, con differenza però fra due corsi successivi non maggiore di 5 cm. La direzione dei lavori potrà anche prescrivere l'altezza dei singoli corsi, e ove nella stessa superficie di paramento venissero impiegati conci di pietra da taglio, per rivestimento di alcune parti, i filari di paramento a corsi regolari dovranno essere in perfetta corrispondenza con quelli della pietra da taglio.

Per tutti i tipi di paramento le pietre dovranno mettersi in opera alternativamente di punta in modo da assicurare il collegamento col nucleo interno della muratura.

Per le volte in pietrame si impiegheranno pietre di forma, per quanto possibile, regolari, aventi i letti di posa o naturalmente piani o resi grossolanamente tali con la mazza o col martello.

In tutte le specie di paramenti la stuccatura dovrà essere fatta raschiando preventivamente le connessure fino a conveniente profondità per purgarle dalla malta, dalla polvere, e da qualunque altra materia estranea, lavandole con acqua abbondante e riempiendo quindi le connessure stesse con nuova malta della qualità prescritta, curando che questa penetri bene dentro, comprimendola e lisciandola con apposito ferro, in modo che il contorno dei conci sui fronti del paramento, a lavoro finito, si disegni nettamente e senza sbavature.

#### 49.5. Spessore minimo dei muri

A norma del D.M. 20 novembre 1987, lo spessore minimo dei muri, per realizzazione in zona sismica non può essere inferiore ai valori di cui alla seguente tabella.

**Tabella 49.1 – Spessore dei muri (D.M. 20 novembre 1987)**

Tipo di muratura	Spessore minimo cm
a) muratura in elementi resistenti artificiali pieni	12
b) muratura in elementi resistenti artificiali semipieni	20
c) muratura in elementi resistenti artificiali forati	25
d) muratura di pietra squadrata	24
e) muratura listata	40
f) muratura di pietra non squadrata	50

E' ammesso per gli edifici con non più di due piani fuori terra l'uso di muratura listata con l'impiego di malta cementizia.

La listatura deve essere realizzata mediante fasce di conglomerato semplice o armato oppure tramite ricorsi orizzontali costituiti da almeno tre corsi in laterizio pieno, posti a interasse non superiore a 1,6 m ed estesi a tutta la lunghezza e a tutto lo spessore del muro; gli spessori dei muri devono essere non inferiori a quelli indicati nella seguente tabella:

**Tabella 49.2 – Spessori dei muri in pietrame listato (D.M. 16 gennaio 1996)**

	Spessori dei muri in pietrame listato		
	S=6	S=9	S=12
piano secondo	40	40	50
piano primo	40	40	65
piano cantinato	55	55	80

Lo spessore delle murature deve essere non inferiore a 24 cm, al netto dell'intonaco; le murature debbono presentare in fondazione un aumento di spessore di almeno 20 cm.

#### **49.6. Cordoli di piano**

I cordoli di piano realizzati in c.a. in riferimento alle prescrizioni del punto C.5, lettera *d*) del D.M. 16 gennaio 1996, al fine di garantire l'efficacia di collegamento tra le strutture resistenti verticali e orizzontali, devono essere realizzati rispettando le seguenti indicazioni:

– i cordoli, in corrispondenza dei solai di piano e di copertura devono avere larghezza pari a quella della muratura sottostante; è consentita una riduzione di larghezza fino a 6 cm per l'arretramento del filo esterno, per la realizzazione di elementi di coibentazione termica o di fasce marcapiano. L'altezza di detti cordoli deve essere almeno pari a quella del solaio, e comunque non inferiore a 15 cm. L'armatura longitudinale deve essere di almeno 8 cm<sup>2</sup> costituita da ferri con diametro non inferiore a 16 mm e da staffe con diametro non inferiore a 6 mm poste a interasse non superiore a 25 cm;

– nei solai le travi metalliche e i travetti prefabbricati devono essere prolungati nel cordolo per una lunghezza non inferiore alla metà della larghezza del cordolo stesso e comunque non inferiore a 12 cm; le travi metalliche devono essere munite di appositi ancoraggi.

La norma suddetta in corrispondenza degli incroci d'angolo dei muri maestri perimetrali, prescrive su entrambi i lati, zone di muratura di lunghezza pari ad almeno 1,00 m; tali lunghezze si intendono comprensive dello spessore del muro ortogonale.

#### **49.7. Muratura armata**

##### *49.7.1. Oggetto e ambito di applicazione*

Per muratura armata s'intende quella costituita da elementi resistenti artificiali semipieni tali da consentire la realizzazione di pareti murarie incorporanti apposite armature metalliche verticali e orizzontali.

I blocchi devono essere collegati mediante malta di classe M2 – M1, che deve assicurare il riempimento sia dei giunti orizzontali sia dei giunti verticali.

L'armatura deve essere disposta concentrata alle estremità verticali e orizzontali dei pannelli murari, definiti nel punto C.5.3.4 del D.M. 16 gennaio 1996 e diffusa nei pannelli secondo le indicazioni dei successivi punti C.5.3.3.2. e C.5.3.3.3 dello stesso D.M.. Nel caso in cui la muratura sia impiegata per la realizzazione di edifici per i quali sia da attribuire al coefficiente di protezione sismica I, di cui al punto C.6.1.1 del citato D.M. 16 gennaio 1996, un valore maggiore di uno, detta armatura diffusa deve essere integrata dall'armatura diffusa definita nel successivo punto C.5.3.3.4, sempre dello stesso D.M.

È ammessa la realizzazione di edifici mediante muratura armata non conforme alle presenti norme purché ne sia comprovata l'idoneità da una dichiarazione rilasciata dal Presidente del Consiglio superiore dei Lavori pubblici, su conforme parere dello stesso consiglio.

La malta o il conglomerato di riempimento dei vani ove alloggiano le armature deve avere resistenza caratteristica cubica non inferiore a 15 N/mm<sup>2</sup> (150 Kg/cm<sup>2</sup>).

##### *49.7.2. Concezione strutturale dell'edificio*

Tutte le pareti murarie devono essere di regola efficacemente connesse da solai tali da costituire diaframmi rigidi; è ammissibile che alcuni degli orizzontamenti non costituiscano diaframma rigido, ma soltanto collegamento tra le pareti murarie opposte.

##### *49.7.3. Dettagli costruttivi*

Le barre di armatura devono essere esclusivamente del tipo ad aderenza migliorata.

La disposizione dell'armatura deve essere studiata in modo da assicurarne la massima protezione nei confronti degli agenti corrosivi esterni; in ogni caso le distanze tra la superficie esterna di ciascuna barra e le superfici esterne del muro che la contiene devono essere non inferiori a 5 cm. La conformazione degli elementi resistenti e la disposizione delle barre devono essere tali da permettere la realizzazione dello sfalsamento dei giunti verticali tra i blocchi, sia nel piano del muro che nel suo spessore.

#### 49.7.3.1. Armature in corrispondenza delle aperture

Lungo i bordi orizzontali delle aperture si deve disporre armatura la cui sezione trasversale complessiva deve essere quella richiesta dalle verifiche di sicurezza, e comunque non inferiore a 3 cm<sup>2</sup> per ciascun bordo. Tale armatura deve essere prolungata ai lati dell'apertura per almeno 60 diametri.

#### 49.7.3.2. Armature verticali

L'armatura verticale deve essere disposta in corrispondenza degli innesti, degli incroci e dei bordi liberi dei pannelli murari, così come definiti nel successivo punto C.5.3.4. del D.M. 16 gennaio 1996; la sezione trasversale complessiva deve essere quella richiesta dall'analisi delle sollecitazioni, con un minimo di 4 cm<sup>2</sup> per estremità. Altra armatura verticale, di sezione uguale a quella disposta alle estremità, si deve disporre nel corpo delle pareti, in modo da non eccedere l'interasse di 5 m. Tutte le armature verticali devono essere estese all'intera altezza del pannello murario; nel caso in cui si abbia continuità verticale tra più pannelli, le corrispondenti armature devono essere collegate tra loro con le modalità nel seguito precisate. Le armature che non proseguono oltre il cordolo devono essere a questo ancorate.

Le armature verticali devono essere alloggiare in vani di forma tale che in ciascuno di essi risulti inscrivibile un cilindro di almeno 6 cm di diametro. Di detti vani deve essere assicurato l'efficace e completo riempimento con malta o conglomerato cementizi.

Le sovrapposizioni devono garantire la continuità nella trasmissione degli sforzi di trazione, in modo che al crescere del carico lo snervamento dell'acciaio abbia luogo prima che venga meno il contenimento esercitato dagli elementi. In mancanza di dati sperimentali relativi agli elementi impiegati, o per fori in cui il diametro del cilindro inscrivibile sia superiore a 10 cm, le barre devono essere connesse per mezzo di idonei dispositivi meccanici, ovvero circondate da idonea staffatura per tutta la lunghezza della sovrapposizione, che deve essere assunta almeno pari a 60 diametri.

#### 49.7.3.3. Armature orizzontali

In corrispondenza dei solai vanno disposti cordoli in calcestruzzo armato, secondo quanto prescritto al punto C.5.1. del D.M. 16 gennaio 1996, lettera *d*). Nei cordoli deve essere alloggiata l'armatura concentrata alle estremità orizzontali dei pannelli, di cui al punto C.5.3.1., fatti salvi i minimi di cui al punto C.5.1., lettera *d*) del citato D.M..

Altra armatura orizzontale, che costituisce incatenamento, di sezione non inferiore a 4 cm<sup>2</sup>, deve essere disposta nel corpo delle pareti, in modo da non eccedere l'interasse di m 4.

Tale armatura deve essere alloggiata all'interno di vani di dimensioni tali da permetterne il completo ricoprimento con la stessa malta usata per la muratura.

La lunghezza di sovrapposizione va assunta almeno pari a 60 diametri. Alle estremità dei muri le barre devono essere ripiegate nel muro ortogonale per una lunghezza pari ad almeno 30 diametri.

Ulteriori armature orizzontali di diametro non inferiore a 5 mm devono essere disposte nel corpo della muratura a interassi non superiori a 60 cm, collegate mediante ripiegatura alle barre verticali presenti alle estremità del pannello murario.

#### 49.7.3.4. Armatura diffusa

L'armatura diffusa deve essere costituita da barre orizzontali e verticali, di sezione non inferiore a 0,2 cm<sup>2</sup> ciascuna, disposte nelle pareti murarie a interassi non superiori al doppio dello spessore di ciascuna parete, e collegate mediante ripiegatura alle barre rispettivamente verticali e orizzontali presenti alle estremità del pannello murario. La sezione complessiva delle barre verticali non deve risultare inferiore allo 0,4 per mille del prodotto dello spessore della parete per la sua lunghezza; la sezione complessiva delle barre orizzontali non deve risultare inferiore allo 0,4 per mille del prodotto dello spessore della parete per la sua altezza.

L'armatura diffusa orizzontale, se presente, s'intende sostitutiva di quella di cui all'ultimo comma del punto C.5.3.3.3 del D.M. 16 gennaio 1996.

#### 49.7.3.5. Prescrizioni tecniche per la resistenza alle sollecitazioni sismiche e verifica degli elementi resistenti

Con riferimento al D.M. 16 gennaio 1996 per gli edifici in muratura armata l'analisi delle sollecitazioni sismiche e la verifica degli elementi resistenti, è obbligatoria quando l'altezza dell'edificio superi i limiti previsti al punto C.2 del citato D.M. 16 gennaio 1996, per le costruzioni in muratura ordinaria.

Negli altri casi è sufficiente che siano rispettate:

a) le prescrizioni di cui alle lettere *a*), *b*), *e*), *g*), *h*), *i*), *l*) e *m*) del punto C.5.2. sempre dello stesso D.M., con le seguenti modifiche: la distanza massima di cui alla lettera *e*) non deve superare 7 m, con snellezza dei setti murari comunque non superiore a 14; il coefficiente 0,50 riduttivo dell'area resistente totale di piano, che compare

nell'espressione della tensione normale riportata alla lettera *l*), è elevato a 0,60; i limiti contenuti nelle tabelle 4a e 4b possono essere ridotti sottraendo 1,5 a ciascuno dei valori percentuali ivi indicati;

b) le prescrizioni di cui ai punti precedenti relativi agli edifici in muratura armata; in particolare, per le sezioni delle barre di armatura dei pannelli murari, si devono adottare almeno i valori minimi, che qui si riportano:

- 3 cm<sup>2</sup> lungo i bordi orizzontali delle aperture;
- 4 cm<sup>2</sup> lungo i bordi verticali dei pannelli murari, così come definiti al punto C.5.3.4. sempre dello stesso D.M., e anche verticalmente nel corpo della muratura, qualora la lunghezza del pannello ecceda i 5 m;
- 4 barre di diametro minimo 16 mm all'interno dei cordoli in corrispondenza dei solai, con staffe di diametro minimo 6 mm a interasse non superiore a 25 cm;
- 4 cm<sup>2</sup> per le barre disposte orizzontalmente nel corpo della muratura qualora l'altezza del pannello ecceda i 4 m;
- armature orizzontali di diametro non inferiore a 5 mm disposte nel corpo della muratura a interassi non superiori a 60 cm.

#### **49.8. Murature e riempimenti in pietrame a secco – Vespai**

##### *49.8.1. Murature in pietrame a secco*

Le murature in pietrame a secco dovranno essere eseguite con pietre lavorate in modo da avere forma il più possibile regolare, restando assolutamente escluse quelle di forma rotonda, le pietre saranno collocate in opera in modo che si colleghino perfettamente fra loro, scegliendo per i paramenti quelle di maggiori dimensioni, non inferiori a 20 cm di lato, e le più adatte per il miglior combaciamento, onde supplire così con la accuratezza della costruzione alla mancanza di malta. Si eviterà sempre la ricorrenza delle connessioni verticali.

Nell'interno della muratura si farà uso delle scaglie soltanto per appianare i corsi e riempire gli interstizi tra pietra e pietra.

La muratura in pietrame a secco per muri di sostegno in controriva o comunque isolati sarà sempre coronata da uno strato di muratura in malta di altezza non minore di 30 cm; a richiesta della direzione dei lavori vi si dovranno eseguire anche regolari fori di drenaggio, regolarmente disposti, anche su più ordini, per lo scolo delle acque.

##### *49.8.1.1. Riempimenti in pietrame a secco (per drenaggi, fognature, banchettoni di consolidamento e simili)*

I riempimenti in pietrame a secco dovranno essere formati con pietrame da collocarsi in opera a mano su terreno ben costipato, al fine di evitare cedimenti per effetto dei carichi superiori.

Per drenaggi o fognature si dovranno scegliere le pietre più grosse e regolari e possibilmente a forma di lastroni quelle da impiegare nella copertura dei sottostanti pozzetti o cunicoli; oppure infine negli strati inferiori il pietrame di maggiore dimensione, impiegando nell'ultimo strato superiore pietrame minuto, ghiaia o anche pietrisco per impedire alle terre sovrastanti di penetrare e scendere otturando così gli interstizi tra le pietre. Sull'ultimo strato di pietrisco si dovranno pigiare convenientemente le terre, con le quali dovrà completarsi il riempimento dei cavi aperti per la costruzione di fognature e drenaggi.

##### *49.8.2. Vespai e intercapedini*

Nei locali in genere i cui pavimenti verrebbero a trovarsi in contatto con il terreno naturale potranno essere ordinati vespai in pietrame o intercapedini in laterizio. In ogni caso il terreno di sostegno di tali opere dovrà essere debitamente spianato, bagnato e ben battuto per evitare qualsiasi cedimento.

Per i vespai in pietrame si dovrà formare anzitutto in ciascun ambiente una rete di cunicoli di ventilazione, costituita da canaletti paralleli aventi interasse massimo di 1,50 m; essi dovranno correre anche lungo tutte le pareti ed essere comunicanti tra loro. Detti canali dovranno avere sezione non minore di 15 cm x 20 cm di altezza e un sufficiente sbocco all'aperto, in modo da assicurare il ricambio dell'aria.

Ricoperti tali canali con adatto pietrame di forma pianeggiante, si completerà il sottofondo riempiendo le zone rimaste fra cunicolo e cunicolo con pietrame in grossi scheggioni disposti coll'asse maggiore verticale e in contrasto fra loro, intasando i grossi vuoti con scaglie di pietra e spargendo infine uno strato di ghiaietto di conveniente grossezza sino al piano prescritto.

Le intercapedini, a sostituzione di vespai, potranno essere costituite da un piano di tavelloni murati in malta idraulica fina e poggiati su muretti in pietrame o mattoni, ovvero da voltine di mattoni, ecc.

#### 49.9. Murature formate da elementi resistenti artificiali

##### 49.9.1. Caratteristiche meccaniche della muratura

Le due proprietà fondamentali in base alle quali si classifica una muratura sono la sua resistenza caratteristica a compressione  $f_k$  e la sua resistenza caratteristica a taglio  $f_{vk}$ .

##### 49.9.2. Resistenza caratteristica a compressione

La resistenza caratteristica a compressione  $f_k$  di una muratura si determina per via sperimentale su campioni di muro secondo quanto indicato nell'Allegato 2 del D.M. 20 novembre 1987.

Per murature in elementi artificiali pieni e semipieni tale resistenza può anche essere valutata in funzione delle proprietà dei suoi componenti, nel caso in cui siano verificate condizioni indicate al punto 92.3.

In ogni caso la resistenza caratteristica a compressione  $f_k$  richiesta dal calcolo statico deve essere indicata nel progetto delle opere.

Per progetti nei quali la verifica di stabilità richieda un valore di  $f_k$  maggiore o uguale a 8 N/mm<sup>2</sup> [80 Kg<sub>f</sub>/cm<sup>2</sup>] la direzione dei lavori procederà al controllo del valore di  $f_k$ , secondo le modalità descritte nell'Allegato 2 D.M. 20 novembre 1987.

##### 49.9.3. Determinazione della resistenza caratteristica a compressione in base alle caratteristiche dei componenti

Per le murature formate da elementi artificiali pieni o semipieni il valore di  $f_k$ , può essere dedotto dalla resistenza a compressione degli elementi e dalla classe di appartenenza alla malta tramite la tabella seguente.

**Tabella 49.3 – Valore della  $f_k$  per murature in elementi artificiali pieni e semipieni**

Resistenza Caratteristica a compressione $f_{bk}$ dell'elemento		Tipo di malta							
		M1		M2		M3		M4	
N/mm <sup>2</sup>	kgf/cm <sup>2</sup>	N/mm <sup>2</sup>	kgf/cm <sup>2</sup>	N/mm <sup>2</sup>	kgf/cm <sup>2</sup>	N/mm <sup>2</sup>	kgf/cm <sup>2</sup>	N/mm <sup>2</sup>	kgf/cm <sup>2</sup>
2.0	20	1.2	12	1.2	12	1.2	12	1.2	12
3.0	30	2.2	22	2.2	22	2.2	22	2.0	20
5.0	50	3.5	35	3.4	34	3.3	33	3.0	30
7.5	75	5.0	50	4.5	45	4.1	41	3.5	35
10.0	100	6.2	62	5.3	53	4.7	47	4.1	41
15.0	150	8.2	82	6.7	67	6.0	60	5.1	51
20.0	200	9.7	97	8.0	80	7.0	70	6.1	61
30.0	300	12.0	120	10.0	100	8.6	86	7.2	72
40.0	400	14.3	143	12.0	120	10.4	104	–	–

La validità di tale tabella è limitata a quelle murature aventi giunti orizzontali e verticali riempiti di malta e di spessore compreso tra 5 a 15 mm.

Per valori non contemplati in tabella è ammessa l'interpolazione lineare; in nessun caso sono ammesse estrapolazioni.

Per le murature che non soddisfino alla precedente condizione la tabella seguente non è valida e si procederà alla determinazione sperimentale della  $f_k$  secondo le modalità descritte nell'Allegato 2 del D.M. 20 novembre 1987.

##### 49.9.4. Resistenza caratteristica a taglio

La resistenza caratteristica a taglio della muratura in assenza di carichi verticali  $f_{vko}$  si determina per via sperimentale su campioni di muro, secondo le modalità dell'Allegato 2 del D.M. 20 novembre 1987.

Per le murature formate da elementi resistenti artificiali pieni o semipieni tale resistenza può essere valutata per via indiretta in base alle caratteristiche dei componenti.

##### 49.9.5. Determinazione della resistenza caratteristica a taglio in base alle caratteristiche dei componenti

La resistenza caratteristica a taglio della muratura è definita come resistenza all'effetto combinato delle forze orizzontali e dei carichi verticali agenti nel piano del muro e può essere ricavata tramite la seguente relazione:

$$f_{vk} = f_{vk} + 0,4 < \sigma_n$$

ed inoltre per elementi resistenti artificiali semipieni o forati  $f_{vk} \leq f_{vk \text{ lim}}$ .

in cui  $f_{vko}$ : resistenza caratteristica a taglio in assenza di carichi verticali;

$\sigma_n$ : tensione normale media dovuta ai carichi verticali agenti nella sezione di verifica;

$f_{vk \text{ lim}}$ : valore massimo della resistenza caratteristica a taglio che può essere impiegata nel calcolo.

I valori di  $f_{vko}$  possono essere dedotti dalla resistenza caratteristica a compressione  $f_{bk}$  degli elementi resistenti tramite le tabelle B, C.

La validità di tali tabelle è limitata a quelle murature che soddisfano le condizioni già citate per la tabella A.

Per le murature che non soddisfino a tali condizioni si procederà alla determinazione sperimentale della  $f_{vko}$  secondo le modalità descritte nell'Allegato 2.

I valori di  $f_{vk \text{ lim}}$  saranno assunti pari a:

$$f_{vk \text{ lim}} = 1,4 f_{bk}$$

essendo  $f_{bk}$  il valore caratteristico della resistenza degli elementi in direzione orizzontale e nel piano del muro (valore da ricavare secondo le modalità descritte nell'Allegato 1 del D.M. 20 novembre 1987).

**Tabella 49.4 – Valore di  $f_{vko}$  per murature in elementi artificiali in laterizio pieni e semipieni**

Resistenza caratteristica a compressione $f_{bk}$ dell'elemento		Tipo di malta	$f_{vko}$	
N/mm <sup>2</sup>	Kgf/cm <sup>2</sup>		N/mm <sup>2</sup>	Kgf/cm <sup>2</sup>
$f_{bk} \leq 15$	$f_{bk}$	M1 – M2 – M3 – M4	0,20	2,0
$f_{bk} > 15$	$f_{bk}$	M1 – M2 – M3 – M4	0,30	3,0

**Tabella 49.5 – Valore di  $f_{vko}$  per murature in elementi artificiali in calcestruzzo pieni e semipieni**

Resistenza caratteristica a compressione $f_{bk}$ dell'elemento		Tipo di malta	$f_{vko}$	
N/mm <sup>2</sup>	Kgf/cm <sup>2</sup>		N/mm <sup>2</sup>	Kgf/cm <sup>2</sup>
$f_{bk} \leq 3$	$f_{bk} \leq 30$	M1 – M2 – M3 – M4	0,1	1
$f_{bk} > 3$	$f_{bk} > 30$	M1 – M2 – M3 – M4	0,1	1
			0,2	2
			0,1	1

#### 49.10. Murature formate da elementi resistenti naturali

##### 49.10.1. Resistenza caratteristica a compressione della muratura

La resistenza caratteristica a compressione della muratura si determina per via sperimentale su campioni di muro secondo quanto indicato nell'Allegato 2 del D.M. 20 novembre 1987, oppure può essere valutata in funzione delle proprietà dei suoi componenti tramite la tabella 49.5.

La validità di tale tabella è limitata a quelle murature aventi giunti orizzontali e verticali riempiti con malta avente le caratteristiche descritte all'art. 48 del presente capitolato e di spessore compreso tra 5 e 15 mm.

In ogni caso la resistenza caratteristica a compressione  $f_k$  della muratura richiesta dal calcolo statico deve essere indicata nel progetto delle opere.

Per progetti nei quali la verifica di stabilità richiede un valore di  $f_k$  maggiore o eguale a  $8/N \text{ mm}^2$  [ $80 \text{ Kgf/cm}^2$ ] la direzione dei lavori procederà al controllo del valore di  $f_k$ , secondo le modalità descritte nell'Allegato 2 del D.M. 20 novembre 1987.

##### 49.10.1.1. Determinazione della resistenza caratteristica a compressione della muratura in base alle caratteristiche dei componenti.

Ai fini della determinazione della resistenza caratteristica a compressione della muratura in funzione delle proprietà dei suoi componenti si assume convenzionalmente la resistenza caratteristica a compressione dell'elemento  $f_k$  pari a:

$$f_{bk} = 0,75 f_{bm}$$

dove  $f_{bm}$  rappresenta la resistenza media a compressione degli elementi in pietra squadrata valutata secondo le indicazioni dell'Allegato 1 al D.M. 20 novembre 1987.

Il valore della resistenza caratteristica a compressione della muratura  $f_k$  può essere dedotto dalla resistenza caratteristica a compressione degli elementi  $f_{bk}$  e dalla classe di appartenenza della malta tramite la seguente tabella

Per valori non contemplati in tabella è ammessa l'interpolazione lineare; in nessun caso sono ammesse estrapolazioni.

**Tabella 49.6 - Valore della  $f_k$  per murature in elementi naturali di pietra squadrata.**

Resistenza caratteristica a compressione $f_{bk}$ dell'elemento		Tipo di malta							
		M1		M2		M3		M4	
N/mm <sup>2</sup>	kgf/cm <sup>2</sup>	N/mm <sup>2</sup>	kgf/cm <sup>2</sup>	N/mm <sup>2</sup>	kgf/cm <sup>2</sup>	N/mm <sup>2</sup>	kgf/cm <sup>2</sup>	N/mm <sup>2</sup>	kgf/cm <sup>2</sup>
1.5	15	1.0	10	1.0	10	1.0	10	1.0	10
3.0	30	2.2	22	2.2	22	2.2	22	2.0	20
5.0	50	3.5	35	3.4	34	3.3	33	3.0	30
7.5	75	5.0	50	4.5	45	4.1	41	3.5	35
10.0	100	6.2	62	5.3	53	4.7	47	4.1	41
15.0	150	8.2	82	6.7	67	6.0	60	5.1	51
20.0	200	9.7	97	8.0	80	7.0	70	6.1	61
30.0	300	12.0	120	10.0	100	8.6	86	7.2	72
≥40.0	≥400	14.3	143	12.0	120	10.4	104	–	–

#### 49.10.1.2. Resistenza caratteristica a taglio della muratura

La resistenza caratteristica a taglio della muratura in assenza di carichi verticali  $f_{vko}$  si determina per via sperimentale su campioni di muro, secondo le modalità dell'Allegato 2 del D.M. 20 novembre 1987.

Tale resistenza può essere valutata anche in funzione delle proprietà dei suoi componenti nel caso in cui siano verificate le condizioni di cui al primo comma del punto 3.3.1. del D.M. 20 novembre 1987.

La resistenza caratteristica a taglio della muratura in base alle caratteristiche dei componenti è definita come resistenza all'effetto combinato delle forze orizzontali e dei carichi verticali agenti nel piano del muro e può essere ricavata tramite la seguente relazione:

$$f_{vk} = f_{vko} + 0,4 \sigma_n$$

dove

$f_{vko}$ : resistenza caratteristica a taglio in assenza di carichi verticali;

$\sigma_n$ : tensione normale media dovuta ai carichi verticali agenti nella sezione di verifica.

I valori di  $f_{vko}$  possono essere dedotti dalla resistenza caratteristica a compressione  $f_{bk}$  degli elementi resistenti tramite la tabella 49.6.

**Tabella 49.7 – Valore di  $f_{vko}$  per murature in pietra naturale squadrata**

Resistenza caratteristica a compressione $f_{bk}$ dell'elemento		Tipo di malta	$f_{vko}$	
			N/mm <sup>2</sup>	kgf/cm <sup>2</sup>
$f_{bk} \leq 3$	$f_{bk} \leq 30$	M1 – M2 – M3 – M4	0,1	1
$f_{bk} > 3$	$f_{bk} > 30$		0,1	1
			0,2	2
			0,1	1

#### **49.11. Incatenamenti orizzontali interni**

Gli incatenamenti orizzontali interni, aventi lo scopo di collegare i muri paralleli della scatola muraria ai livelli dei solai, devono essere realizzati per mezzo di armature metalliche.

Tali incatenamenti dovranno avere le estremità efficacemente ancorate ai cordoli.

Nella direzione di tessitura del solaio possono essere omessi gli incatenamenti quando il collegamento è assicurato dal solaio stesso.

In direzione ortogonale al senso di tessitura del solaio gli incatenamenti orizzontali saranno obbligatori per solai con luce superiore ai 4,5 m e saranno costituiti da armature con una sezione totale pari a 4 cm<sup>2</sup> per ogni campo di solaio.

#### **49.12. Collegamenti**

Tutti i muri saranno collegati al livello dei solai mediante cordoli e, tra di loro, mediante ammorsamenti lungo le intersezioni verticali.

Inoltre essi saranno collegati da opportuni incatenamenti al livello dei solai. Nella direzione di tessitura dei solai la funzione di collegamento potrà essere espletata dai solai stessi purché adeguatamente ancorati alla muratura.

Il collegamento tra la fondazione e la struttura in elevazione di norma deve essere realizzato mediante cordolo in c.a. disposto alla base di tutte le murature verticali resistenti, di spessore pari a quello della muratura di fondazione e di altezza non inferiore alla metà di detto spessore.

### **Art. 50 – Costruzione delle volte**

Le volte in genere saranno costruite sopra solide armature, formate secondo le migliori regole, e in modo che il manto o tamburo assuma la conformazione assegnata all'intradosso degli archi, volte o piattabande, salvo a tener conto di quel tanto in più, nel sesto delle centine, che si crederà necessario a compenso del presumibile abbassamento della volta dopo il disarmo.

È data facoltà all'appaltatore di adottare nella formazione delle armature suddette quel sistema che crederà di sua convenienza, purché presenti la necessaria stabilità e sicurezza, avendo l'appaltatore l'intera responsabilità della loro riuscita, con l'obbligo di demolire e rifare a sue spese le parti che, in seguito al disarmo, si siano deformati o perduta la voluta robustezza.

Ultimata l'armatura e diligentemente preparate le superfici d'imposta delle volte, saranno collocati in opera i conci di pietra o i mattoni con le connessure disposte nella direzione precisa dei successivi raggi di curvatura dell'intradosso, curando di far procedere la costruzione gradatamente contemporaneamente sui due fianchi. Dovranno inoltre essere sovraccaricate le centine alla chiave per impedirne lo sfiancamento, impiegando a tale scopo lo stesso materiale destinato alla costruzione della volta.

Nelle volte con mattoni di forma ordinaria le connessure non dovranno mai eccedere la larghezza di 5 mm all'intradosso e di 10 all'estradosso. A tal fine l'appaltatore per le volte di piccolo raggio, è obbligato, senza diritto ad alcun compenso speciale, a tagliare diligentemente i mattoni per renderli cuneiformi, ovvero a provvedere, pure senza speciale compenso, mattoni speciali lavorati a raggio.

Si avrà la maggiore cura tanto nella scelta dei materiali, quanto nel loro collocamento in opera, e nell'unire con malta gli ultimi filari alla chiave si useranno i migliori metodi suggeriti dall'arte, onde abbia a risultare un lavoro in ogni parte perfetto.

Le imposte degli archi, piattabande e volte, dovranno essere eseguite contemporaneamente ai muri e dovranno riuscire bene collegate a essi. La larghezza delle imposte stesse non dovrà in nessun caso essere inferiore a 20 cm. Occorrendo impostare volte o archi su piedritti esistenti, si dovranno preparare preventivamente i piani di imposta mediante i lavori che saranno necessari, e che sono compresi fra gli oneri a carico dell'appaltatore.

Per le volte oblique, i mattoni debbono essere tagliati sulle teste e disposti seguendo la linea prescritta.

Nelle murature di mattoni pieni, messi in foglio o di costa, murati con cemento a pronta presa per formazione di volte a botte, a crociera, a padiglione, a vela, ecc., e per volte di scale alla romana, saranno seguite tutte le norme e cautele che l'arte specializzata prescrive, in modo da ottenere una perfetta riuscita dei lavori.

Sulle volte saranno formati i regolari rinfianchi fino al livello dell'estradosso in chiave, con buona muratura in malta in corrispondenza delle pareti superiori e con calcestruzzo per il resto. Le sopraindicate volte in foglio dovranno essere rinforzate, ove occorra, da ghiera o fasce della grossezza di una testa di mattoni collegate alla volta durante la costruzione.

Per le volte e gli archi di qualsiasi natura l'appaltatore non procederà al disarmo senza il preventivo assenso della direzione dei lavori. Le centinature saranno abbassate lentamente e uniformemente per tutta la larghezza, evitando soprattutto che per una parte il volto rimanga privo di appoggio, mentre l'altra è sostenuta dall'armatura.

## **Art. 51 – Calcestruzzo leggero strutturale e per strutture in c.a. normale. Calcestruzzo aerato autoclavato**

### **51.1. Calcestruzzo leggero strutturale**

#### **51.1.1. Definizioni**

Si definisce calcestruzzo leggero strutturale, un conglomerato cementizio a struttura chiusa ottenuto sostituendo tutto o in parte l'inerte ordinario con aggregato leggero artificiale, costituito da argilla o scisti espansi.

Questo calcestruzzo è caratterizzato da una massa volumica a 28 gg. compresa tra 1400 e 2000 kg/m<sup>3</sup>.

La resistenza caratteristica a compressione  $R_{ck}$  a 28 gg. deve risultare non inferiore a 15 N/mm<sup>2</sup>.

La massa volumica del conglomerato viene misurata secondo le procedure indicate nella norma **UNI 7548 – Parte 2°**.

Per la determinazione di  $R_{ck}$  valgono le prescrizioni relative ai conglomerati ordinari.

#### **51.1.2. Aggregato leggero**

##### **51.1.2.1. Definizioni**

Si definisce massa volumica media dei granuli il rapporto tra la massa del materiale essiccato e il suo volume, delimitato dalla superficie dei granuli stessi. Il suo valore si può determinare con le procedure indicate nella norma **UNI 7549 – Parte 5°**.

Si definisce massa volumica dell'aggregato leggero in mucchio (peso in mucchio) la massa di un volume unitario di aggregato, comprendendo nella misura i vuoti dei granuli e fra i granuli. Il suo valore si può determinare con le procedure indicate nella norma **UNI 7549 – Parte 4°**.

Per gli aggregati di argilla espansa, in via approssimata, la massa volumica media dei granuli può stimarsi moltiplicando per 1,7 la massa volumica in mucchio.

##### **51.1.2.2. Caratteristiche dei granuli**

Per granuli di argilla espansa e di scisti espansi si richiede:

– *nel caso di argilla espansa*: superficie a struttura prevalentemente chiusa, con esclusione di frazioni granulometriche ottenute per frantumazione successiva alla cottura;

– *nel caso di scisti espansi*: struttura non sfaldabile con esclusione di elementi frantumati come sopra indicato.

##### **51.1.2.3. Coefficiente di imbibizione**

Il coefficiente di imbibizione dell'aggregato leggero è definito come quantità di acqua che l'inerte leggero può assorbire, in determinate condizioni, espressa in per cento della sua massa.

Il suo valore si può determinare con le procedure indicate nella norma **UNI 7549 Parte 6°** (giugno 1976).

Il coefficiente di imbibizione determinato dopo 30 min. deve essere non maggiore del 10% per aggregati con massa volumica in mucchio superiore a 500 kg/m<sup>3</sup>, e 15% per aggregati con massa volumica in mucchio non superiore a 500 kg/m<sup>3</sup>.

### **51.1.3. Composizione del calcestruzzo**

#### **51.1.3.1. Definizioni**

Il volume del calcestruzzo assestato è uguale alla somma dei volumi assoluti del cemento, degli aggregati, dell'acqua e dell'aria occlusa.

Si definisce volume assoluto di un componente il suo volume reale, escludendo i vuoti dei granuli e fra i granuli, per i componenti solidi.

Si definisce indice di assestamento di un calcestruzzo leggero il valore determinato con le procedure indicate nell'Appendice B della norma **UNI 7549 – Parte 12°**.

#### **51.1.3.2. Acqua**

L'acqua impiegata per l'impasto del calcestruzzo leggero deve essere costituita da:

– acqua efficace: quella contenuta nella pasta cementizia. Essa condiziona la lavorabilità e la resistenza del calcestruzzo leggero. A titolo orientativo, per un calcestruzzo di consistenza plastica, avente un indice di assestamento compreso tra 1,15 e 1,20 il dosaggio di acqua efficace risulta compreso fra 150 e 180 litri per metro cubo di calcestruzzo assestato;

– acqua assorbita dell'aggregato leggero nel periodo di tempo tra miscelazione e posa in opera.

L'assorbimento dà luogo a una perdita progressiva di lavorabilità dell'impasto.

Si assume pari all'assorbimento in peso a 30 min misurato secondo la **UNI 7549-76**. In mancanza di una determinazione diretta, tale assorbimento può essere valutato pari al 10% del peso dell'aggregato leggero presente nell'impasto.

Il dosaggio dell'acqua risulta dalla somma dell'acqua efficace e dell'acqua assorbita. Da tale somma si deve detrarre l'acqua contenuta nella sabbia naturale e il 40% dell'acqua presente come umidità nell'aggregato leggero.

Quindi l'umidità presente nell'aggregato leggero deve essere determinata ai fini del calcolo del dosaggio dell'acqua di impasto. La prebagnatura degli aggregati leggeri non è necessaria se non in casi particolari.

#### *51.1.3.3. Aria occlusa*

È misurata dai vuoti residui di assestamento dell'impasto e ha un volume che può considerarsi mediamente compreso tra il 2,5% e il 3,5% del volume del calcestruzzo assestato.

La quantità di aria occlusa può essere aumentata a mezzo di additivi aeranti (vedi **UNI 7103-72**), comunque non superando il 7% del volume del calcestruzzo assestato.

#### *51.1.4. Confezione e posa del calcestruzzo*

##### *51.1.4.1. Confezione*

È opportuno eseguire una prova del mescolatore al fine di verificare l'idoneità per l'impasto previsto.

In condizioni normali, si consiglia di introdurre i componenti dell'impasto nel mescolatore in rotazione nel seguente ordine:

- aggregato grosso;
- 2/3 dell'acqua totale prevista e, dopo un intervallo di circa 30" / 60":
- aggregato fine e cemento,
- 1/3 dell'acqua prevista, con eventuali additivi.

Il tempo di miscelazione, a partire dall'avvenuta introduzione di tutti i componenti, non deve risultare inferiore a un minuto primo, seppure sia consigliabile un tempo maggiore.

##### *51.1.4.2. Consistenza*

Per disporre di sufficiente coesione ed evitare segregazioni, la consistenza dovrà essere «plastica» al momento della posa in opera, e cioè con un indice di assestamento compreso, nei casi ordinari, tra 1,10 e 1,20.

La consistenza necessaria al momento del getto dovrà essere determinata, caso per caso, con prove preliminari.

##### *51.1.4.3. Posa e compattazione*

I getti devono essere eseguiti a strati di spessore limitato per consentirne la vibrazione completa ed evitare il fenomeno della segregazione.

La compattazione del calcestruzzo leggero va sempre realizzata con l'impiego di vibrazione, la cui entità deve essere maggiore che per il calcestruzzo ordinario.

##### *51.1.5. Proprietà del calcestruzzo indurito*

Data la estrema variabilità delle caratteristiche meccaniche del calcestruzzo leggero in funzione della sua composizione e del tipo di aggregato leggero utilizzato, la maggior parte delle caratteristiche necessarie ai fini dei calcoli strutturali andranno definite per via sperimentale.

È obbligatorio quindi eseguire uno «studio preliminare di qualificazione» esteso alle grandezze di seguito indicate:

##### *51.1.5.1. Massa volumica*

Si intende quella misurata a 28 giorni di stagionatura, determinata secondo la norma **UNI 7548 – Parte 2°**.

La massa del calcestruzzo armato, in mancanza di valutazioni specifiche, si potrà assumere incrementando di 100 kg/m<sup>3</sup> la massa misurata del calcestruzzo.

#### 51.1.5.2. Resistenza caratteristica a compressione

La resistenza caratteristica a compressione va controllata come per il calcestruzzo normale secondo i criteri di cui all'Allegato 2 del D.M. 9 gennaio 1996.

#### 51.1.5.3. Resistenza a trazione

Va determinata mediante prove sperimentali a trazione semplice, secondo le modalità di cui alle norme UNI vigenti.

Se la resistenza a trazione è determinata mediante prove di resistenza a trazione indiretta o a trazione per flessione, il valore della resistenza a trazione semplice può essere dedotto utilizzando opportuni coefficienti di correlazione.

Valutata la resistenza a trazione media  $f_{ctm}$  su almeno 6 campioni prismatici o cilindrici, i valori caratteristici corrispondenti ai frattili 5% e 95% possono assumersi pari a:

$$\begin{aligned} f_{ctk} (5\%) &= 0,7 f_{ctm} \\ f_{ctk} (95\%) &= 1,3 f_{ctm} \end{aligned}$$

Il valore della resistenza a trazione per flessione si assumerà, in mancanza di sperimentazione diretta, pari a:

$$f_{ctm} = 1,2 f_{ctm}$$

#### 51.1.5.4. Modulo elastico

Il modulo elastico secante a compressione va determinato mediante sperimentazione diretta da eseguirsi secondo la norma **UNI 6556**, ed è dato dal valore medio su almeno 3 provini prismatici o cilindrici.

#### 51.1.5.5. Dilatazione termica

In mancanza di determinazione diretta, il coefficiente di dilatazione termica può assumersi pari a:

$$\lambda = 0,8 \cdot 10^{-5} \text{C}^{-1}$$

### 51.2. Calcestruzzo per strutture in c.a. normale

#### 51.2.1. Trasporto e consegna

Il direttore dei lavori prima dell'accettazione del calcestruzzo dovrà verificare l'eventuale segregazione dei materiali, perdita di componenti o contaminazione della miscela durante il trasporto e lo scarico dai mezzi.

Per il calcestruzzo preconfezionato i tempi di trasporto devono essere commisurati alla composizione del calcestruzzo e alle condizioni atmosferiche.

L'appaltatore dovrà fornire alla direzione dei lavori, prima o durante l'esecuzione del getto, il documento di consegna del produttore del calcestruzzo contenente almeno i seguenti dati:

- impianto di produzione;
- quantità in mc del calcestruzzo trasportato;
- dichiarazione di conformità alle disposizioni della norma **UNI EN 206-1**;
- denominazione o marchio dell'ente di certificazione;
- ora di carico;
- ore di inizio e fine scarico;
- dati dell'appaltatore;
- cantiere di destinazione.

Per il calcestruzzo a prestazione garantita, la direzione dei lavori potrà chiedere le seguenti informazioni:

- tipo e classe di resistenza del cemento;
- tipo di aggregato;
- tipo di additivi eventualmente aggiunti;
- rapporto acqua cemento;
- prove di controllo di produzione del calcestruzzo;
- sviluppo della resistenza;
- provenienza dei materiali componenti.

Per i calcestruzzi di particolare composizione dovranno essere fornite informazioni circa la composizione, il rapporto acqua/cemento e la dimensione massima dell'inerte.

Il direttore dei lavori potrà rifiutare il calcestruzzo qualora non risponda alle prescrizioni contrattuali e alle prescrizioni delle norme UNI vigenti in materia ovvero se la consistenza venga portata ai valori contrattuali.

Le considerazioni su esposte valgono anche per il calcestruzzo confezionato in cantiere.

Norma di riferimento:

**UNI EN 206-1** *Calcestruzzo. Specificazione, prestazione, produzione e conformità.*

#### 51.2.2. Getto

##### 51.2.2.1. Modalità

Prima dell'esecuzione del getto la direzione dei lavori dovrà verificare la corretta posizione delle armature metalliche, la rimozione di polvere, terra, ecc, dentro le casseformi; i giunti di ripresa delle armature, la bagnatura dei casseri, le giunzioni tra i casseri, la pulitura dell'armatura da ossidazioni metalliche superficiali, la stabilità delle casseformi, ecc.

I getti devono essere eseguiti a strati di spessore limitato per consentirne la vibrazione completa ed evitare il fenomeno della segregazione dei materiali, spostamenti e danni alle armature, guaine, ancoraggi, ecc

Il calcestruzzo pompabile deve avere una consistenza semifluida, con uno slump non inferiore a 10-15 cm, inoltre l'aggregato deve avere diametro massimo non superiore a 1/3 del diametro interno del tubo della pompa.

Le pompe a rotore o a pistone devono essere impiegate per calcestruzzo avente diametro massimo dell'aggregato non inferiore a 15 mm. In caso di uso di pompe a pistone devono adoperarsi le necessarie riduzioni del diametro del tubo in relazione al diametro massimo dell'inerte che non deve essere superiore a 1/3 del diametro interno del tubo di distribuzione.

Le pompe pneumatiche devono adoperarsi per i betoncini e le malte o pasta di cemento.

La direzione dei lavori, durante l'esecuzione del getto del calcestruzzo, dovrà verificare la profondità degli strati, e la distribuzione uniforme entro le casseformi, l'uniformità della compattazione senza fenomeni di segregazione, gli accorgimenti per evitare danni dovuti alle vibrazioni o urti alle strutture già gettate.

L'appaltatore ha l'onere di approntare i necessari accorgimenti per la protezione delle strutture appena gettate dalle condizioni atmosferiche negative o estreme: piogge, freddo, caldo. La superficie dei getti deve essere mantenuta umida per almeno tre giorni.

Non si deve mettere in opera calcestruzzo a temperature minori di 0°C salvo il ricorso a opportune cautele autorizzate dalla direzione dei lavori.

##### 51.2.2.2. Riprese di getto. Riprese di getto su calcestruzzo fresco e su calcestruzzo indurito

Le interruzioni del getto devono essere limitate al minimo possibile, in tutti i casi devono essere autorizzati dalla direzione dei lavori.

Le riprese del getto su calcestruzzo fresco possono essere eseguite mediante l'impiego di additivi ritardanti nel dosaggio necessario in relazione alla composizione del calcestruzzo.

Le riprese dei getti su calcestruzzo indurito devono prevedere superfici di ripresa del getto precedente molto rugose che devono essere accuratamente pulite e superficialmente trattate per assicurare la massima adesione tra i due getti di calcestruzzo. La superficie di ripresa del getto di calcestruzzo può essere ottenuta con:

- scarificazione della superficie del calcestruzzo già gettato;
- spruzzando sulla superficie del getto una dose di additivo ritardante la presa;
- collegare i due getti con malta collegamento a ritiro compensato.

##### 51.2.2.3. Getti in climi freddi

I getti di calcestruzzo in climi freddi non devono essere eseguiti a temperatura inferiore a 0°C. Nei casi estremi la direzione dei lavori potrà autorizzare l'uso di additivi acceleranti. In caso di temperature molto basse il calcestruzzo dovrà essere confezionato con inerti preriscaldati con vapore e acqua con temperatura tra 50 e 90°C, avendo cura di non mescolare il cemento con l'acqua calda per evitare una rapida presa.

A discrezione della direzione dei lavori anche le casseforme potranno essere riscaldate dall'esterno mediante vapore acqueo, acqua calda o altro.

##### 51.2.2.4. Getti in climi caldi

I getti di calcestruzzo in climi caldi devono essere eseguiti di mattina, di sera o di notte ovvero quando la temperatura risulta più bassa.

I calcestruzzi dovranno essere confezionati preferibilmente con cementi a basso calore di idratazione oppure aggiungendo additivi ritardanti all'impasto.

Il getto successivamente deve essere trattato con acqua nebulizzata e con barriere frangivento per ridurre l'evaporazione dell'acqua di impasto.

Nei casi estremi il calcestruzzo potrà essere confezionato raffreddando i componenti a esempio tenendo all'ombra gli inerti e aggiungendo ghiaccio all'acqua. In tal caso, prima dell'esecuzione del getto entro le casseforme, la direzione dei lavori dovrà accertarsi che il ghiaccio risulti completamente disciolto.

#### 51.2.3. *Vibrazione e compattazione*

La compattazione del calcestruzzo deve essere appropriata alla consistenza del calcestruzzo. Nel caso di impiego di vibratori l'uso non deve essere prolungato per non provocare la separazione dei componenti il calcestruzzo per effetto della differenza del peso specifico e il rifluimento verso l'alto dell'acqua di impasto con conseguente trasporto di cemento.

La compattazione del calcestruzzo deve evitare la formazione di vuoti, soprattutto nelle zone di copriferro.

#### 51.2.4. *Stagionatura e protezione – Fessurazione superficiale*

La stagionatura delle strutture in calcestruzzo armato potrà essere favorita approntando accorgimenti per prevenire il prematuro essiccamento per effetto dell'irraggiamento solare e dell'azione dei venti, previa autorizzazione della direzione dei lavori, mediante copertura con teli di plastica, rivestimenti umidi, getti d'acqua nebulizzata sulla superficie, prodotti filmogeni per la protezione del calcestruzzo durante la maturazione e il ultimo allungando i tempi del disarmo. I metodi predetti possono essere applicati sia separatamente o combinati.

I tempi di stagionatura potranno essere determinati con riferimento alla maturazione in base al grado di idratazione della miscela di calcestruzzo, agli usi locali, ecc.. Per determinare lo sviluppo della resistenza e la durata della stagionatura del calcestruzzo si farà riferimento al prospetto 12 della norma **UNI EN 206-1**.

Per le strutture in c.a. in cui non sono ammesse fessurazioni dovranno essere predisposti i necessari accorgimenti previsti dal progetto esecutivo o impartite dalla direzione dei lavori. Le fessurazioni superficiali dovute al calore che si genera nel calcestruzzo devono essere controllate mantenendo la differenza di temperatura tra il centro e la superficie del getto intorno ai 20°C.

Norma di riferimento:

**UNI EN 206-1** *Calcestruzzo. Specificazione, prestazione, produzione e conformità.*

**UNI 8656** *Prodotti filmogeni per la protezione del calcestruzzo durante la maturazione. Classificazione e requisiti.*

**UNI 8657** *Prodotti filmogeni per la protezione del calcestruzzo durante la maturazione. Determinazione della ritenzione d'acqua.*

**UNI 8658** *Prodotti filmogeni per la protezione del calcestruzzo durante la maturazione. Determinazione del tempo di essiccamento.*

**UNI 8659** *Prodotti filmogeni per la protezione del calcestruzzo durante la maturazione. Determinazione del fattore di riflessione dei prodotti filmogeni pigmentati di bianco.*

**UNI 8660** *Prodotti filmogeni per la protezione del calcestruzzo durante la maturazione. Determinazione dell'influenza esercitata dai prodotti filmogeni sulla resistenza all'abrasione del calcestruzzo.*

#### 51.2.5. *Maturazione accelerata a vapore*

In cantiere la maturazione accelerata a vapore del calcestruzzo gettato può ottenersi con vapore alla temperatura di 55-80°C alla pressione atmosferica. La temperatura massima raggiunta dal calcestruzzo non deve superare i 60°C, il successivo raffreddamento deve avvenire con gradienti non superiori a 10°C/h.

#### 51.2.6. *Disarmo delle strutture*

Il disarmo deve avvenire per gradi e in modo da evitare azioni dinamiche adottando opportuni provvedimenti.

Il disarmo non deve avvenire prima che la resistenza del conglomerato abbia raggiunto il valore necessario in relazione all'impiego della struttura all'atto del disarmo, tenendo anche conto delle altre esigenze progettuali e costruttive; la decisione è lasciata al giudizio del direttore dei lavori.

Le operazioni di disarmo delle strutture devono essere eseguite da personale specializzato, dopo l'autorizzazione del direttore dei lavori e alla presenza del capo cantiere. Si dovrà tenere conto e prestare attenzione che sulle armature da disarmare non vi siano carichi accidentali e temporanei e verificare i tempi di maturazione dei getti in calcestruzzo.

Il disarmo di armature provvisorie di grandi opere quali:

- centine per ponti ad arco;
- coperture ad ampia luce e simili,
- altre opere che non rientrano negli schemi di uso corrente,

deve essere eseguito:

- con cautela,
- da operai pratici,
- sotto la stretta sorveglianza del capo cantiere,
- solo dopo l'autorizzazione del direttore dei lavori;

È vietato disarmare le armature di sostegno se sulle strutture insistono carichi accidentali e temporanei.

Il disarmo deve essere eseguito ad avvenuto indurimento del calcestruzzo, le operazioni non devono provocare danni al calcestruzzo e soprattutto agli spigoli.

L'appaltatore non può effettuare il disarmo delle strutture entro giorni \_\_\_\_\_ dalla data di esecuzione del getto.

Il caricamento delle strutture in c.a. disarmate deve essere autorizzato dalla direzione dei lavori che deve valutarne l'idoneità statica o in relazione alla maturazione del calcestruzzo e i carichi sopportabili.

La direzione dei Lavori potrà procedere alla misura delle deformazioni delle strutture dopo il disarmo, considerando l'azione del solo peso proprio

In ogni caso per il disarmo delle strutture in c.a. si farà riferimento alle norme:

**D.P.R. 7 gennaio 1956, n. 164** – *Norme per la prevenzione degli infortuni sul lavoro nelle costruzioni.*

**UNI EN 206 – 1 Calcestruzzo.** *Specificazione, prestazione, produzione e conformità.*

**Tabella 51.1 - Tempi minimi per del disarmo delle strutture in c.a. dalla data del getto.**

	Calcestruzzo normale (giorni)	Calcestruzzo ad alta resistenza (giorni)
Sponde dei casseri di travi e pilastri	3	2
Solette si luce modesta	10	4
Puntelli e centine di travi, archi e volte	24	12
Strutture a sbalzo	28	14

#### 51.2.7. Casseforme e puntelli

Le casseforme possono essere realizzate con i seguenti materiali:

- a) metallici: acciai e leghe di alluminio;
- b) legno e materiali a base di legno;
- c) altri materiali purché rispondenti alle prescrizioni di sicurezza per la struttura.

I casseri e i puntelli devono rimanere indisturbati fino alla data di disarmo delle strutture. I casseri e i puntelli devono assicurare le tolleranze strutturali in modo da non compromettere l'idoneità delle strutture interessate.

La controfreccia assicurata ai casseri deve essere rispondente alle prescrizioni progettuali strutturali e della centinatura.

Le giunzioni dei pannelli dei casseri devono assicurare una tenuta stagna per evitare la perdita degli inerti fini. La superficie interna dei casseri non deve provocare difetti alla superficie del calcestruzzo. La superficie interna dei casseri, prima dell'uso, deve essere accuratamente pulita, gli eventuali prodotti disarmanti devono essere autorizzati dalla direzione dei lavori.

**Tabella 51.2 - Legname per carpenteria**

Tavolame	Tavole (o sottomisure)	spessore 2,5 cm larghezza 8 – 16 cm lunghezza 4 m
	Tavoloni (da ponteggio)	spessore 5 cm larghezza 30 – 40 cm lunghezza 4 m
Legname segato	Travi (sostacchine)	sezione quadrata da 12x12 a 20x20 cm lunghezza 4 m

Legname tondo	Antenne, candeie	diametro min 12 cm lunghezza > 10 – 12 cm
	Pali, ritti	diametro 10 – 12 cm lunghezza > 6 – 12 cm
Residui di lavorazioni precedenti	da tavole (mascelle) da travi (mozzature)	lunghezza > 20 cm

( fonte: AITEC, Il cemento armato: carpenteria, )

#### 51.2.8. Disarmanti

L'impiego di disarmanti per facilitare il distacco delle casseforme non deve pregiudicare l'aspetto della superficie del calcestruzzo, la permeabilità, influenzarne la presa, formazione di bolle e macchie.

La direzione dei lavori potrà autorizzare l'uso di disarmanti sulla base di prove sperimentali per valutarne gli effetti finali; in generale le quantità di disarmante non devono superare i dosaggi indicati dal produttore lo stesso vale per l'applicazione del prodotto.

Norme di riferimento:

**UNI 8866-1** *Prodotti disarmanti per calcestruzzi. Definizione e classificazione.*

**UNI 8866-2** *Prodotti disarmanti per calcestruzzi. Prova dell'effetto disarmante, alle temperature di 20 e 80°C, su superficie di acciaio o di legno trattato.*

#### 51.3. Protezione dei materiali metallici contro la corrosione

I rivestimenti a protezione dei materiali metallici contro la corrosione devono rispettare le prescrizioni delle seguenti norme:

**UNI EN 12329** *Protezione dei materiali metallici contro la corrosione. Rivestimenti elettrolitici di zinco con trattamento supplementare su materiali ferrosi o acciaio.*

**UNI EN 12330** *Protezione dei materiali metallici contro la corrosione. Rivestimenti elettrolitici di cadmio su ferro o acciaio.*

**UNI EN 12487** *Protezione dei materiali metallici contro la corrosione. Rivestimenti di conversione cromati per immersione e senza immersione su alluminio e leghe di alluminio.*

**UNI EN 12540** *Protezione dei materiali metallici contro la corrosione. Rivestimenti elettrodepositati di nichel, nichel più cromo, rame più nichel e rame più nichel più cromo.*

**UNI EN 1403** *Protezione dalla corrosione dei metalli. Rivestimenti elettrolitici. Metodo per la definizione dei requisiti generali.*

**UNI EN ISO 12944-1** *Pitture e vernici. Protezione dalla corrosione di strutture di acciaio mediante verniciatura. Introduzione generale.*

**UNI EN ISO 12944-2** *Pitture e vernici. Protezione dalla corrosione di strutture di acciaio mediante verniciatura. Classificazione degli ambienti.*

**UNI EN ISO 12944-3** *Pitture e vernici. Protezione dalla corrosione di strutture di acciaio mediante verniciatura. Considerazioni sulla progettazione.*

**UNI EN ISO 12944-4** *Pitture e vernici. Protezione dalla corrosione di strutture di acciaio mediante verniciatura. Tipi di superficie e loro preparazione.*

**UNI EN ISO 12944-6** *Pitture e vernici. Protezione dalla corrosione di strutture di acciaio mediante verniciatura. Prove di laboratorio per le prestazioni.*

**UNI EN ISO 12944-7** *Pitture e vernici. Protezione dalla corrosione di strutture di acciaio mediante verniciatura. Esecuzione e sorveglianza dei lavori di verniciatura.*

### Art. 52 – Cemento armato precompresso

#### 52.1. Compattazione dei getti

Il getto deve essere costipato per mezzo di pervibratori ad ago o a lamina, ovvero con vibratori esterni, facendo particolare attenzione a non deteriorare le guaine dei cavi.

#### 52.2. Spessore di ricoprimento delle armature di precompressione

Le superfici esterne dei cavi post-tesi devono distare dalla superficie del conglomerato non meno di 25 mm nei casi normali, e non meno di 35 mm in caso di strutture site all'esterno o in ambiente aggressivo. Il ricoprimento delle

armature pre-tese non deve essere inferiore a 15 mm o al diametro massimo dell'inerte impiegato, e non meno di 25 mm in caso di strutture site all'esterno o in ambiente aggressivo.

### **52.3. Testate di ancoraggio dell'armatura di precompressione**

Dietro gli apparecchi di ancoraggio deve disporsi una armatura tridirezionale atta ad assorbire, con largo margine, gli sforzi di trazione e di taglio derivanti dalla diffusione delle forze concentrate, ivi comprese le eventuali reazioni vincolari.

### **52.4. Posa delle barre, dei cavi e loro messa in opera**

Nel corso dell'operazione di posa si deve evitare, con particolare cura, di danneggiare l'acciaio con intaglio, pieghe, ecc.

Si deve altresì prendere ogni precauzione per evitare che i fili subiscano danni di corrosione sia nei depositi di approvvigionamento sia in opera, fino alla ultimazione della struttura. All'atto della messa in tiro si debbono misurare contemporaneamente lo sforzo applicato e l'allungamento conseguito; i due dati debbono essere confrontati tenendo presente la forma del diagramma sforzi allungamenti a scopo di controllo delle perdite per attrito.

Il posizionamento delle barre e dei cavi dovrà essere accuratamente controllato prima del getto.

#### **52.4.1. Operazioni di tiro**

Qualora all'atto del tiro si riscontrino perdite per attrito superiori a quelle previste in progetto, un'aliquota di queste, fino a un massimo del 7% della tensione iniziale, potrà essere compensata da una maggiore tensione di carattere temporaneo.

I risultati conseguiti nelle operazioni di tiro, ossia le letture ai manometri e gli allungamenti misurati, verranno registrati in apposite tabelle sulle quali saranno preventivamente indicate le tensioni iniziali delle armature e gli allungamenti teorici.

Il dispositivo di misura dello sforzo deve essere possibilmente indipendente dalle apparecchiature per indurre la pre-tensione.

I manometri debbono essere frequentemente tarati.

Si deve inoltre effettuare preventivamente una misura degli attriti che si sviluppano all'interno del martinetto.

All'atto del tiro si confronteranno gli allungamenti rilevati con quelli previsti dal calcolo.

Un'insufficienza di allungamento, rilevando un attrito superiore a quello supposto, richiede la messa in atto di appositi accorgimenti innalzando la tensione iniziale fino al massimo consentito e, all'occorrenza, l'attuazione di procedimenti particolari, quale lubrificazione che però non deve alterare la successiva aderenza tra armatura e malta delle iniezioni.

Un'eccedenza di allungamento, quando non sia dovuta al cedimento dell'ancoraggio opposto o all'assestamento iniziale del cavo - ciò che si deve accertare con particolare attenzione - indica un attrito inferiore a quello previsto; in tal caso si deve ridurre la tensione per evitare che la tensione finale lungo il cavo sia superiore a quella ammessa.

#### **52.4.2. Protezione dei cavi e iniezioni**

Le guaine dei cavi devono essere assolutamente stagne e le giunzioni devono essere efficacemente protette.

Alla buona esecuzione delle iniezioni è affidata la conservazione nel tempo delle strutture in c.a.p. a cavi e, pertanto, di seguito vengono fornite apposite indicazioni.

L'iniezione dei cavi scorrevoli ha due scopi principali:

- a) prevenire la corrosione dell'acciaio di precompressione;
- b) fornire un'efficace aderenza fra l'acciaio e il conglomerato.

##### **52.4.2.1. Caratteristiche della malta**

La malta deve essere fluida e stabile con minimo ritiro e adeguata resistenza e non deve contenere agenti aggressivi. Deve essere composta da cemento, acqua ed eventuali additivi. Elementi inerti (ad esempio farina di sabbia) possono impiegarsi solo per guaine di dimensioni superiori a 12 cm nel rapporto in peso inerti/cemento < 25%.

Gli additivi non debbono contenere ioni aggressivi (cloruri, solfati, nitrati, ecc.) e comunque non produrre un aumento di ritiro.

Possono impiegarsi resine sintetiche o bitume o altro materiale solo dopo averne dimostrato la validità mediante idonea documentazione sperimentale.

La malta deve essere sufficientemente fluida perché la si possa correttamente iniettare nei canali. Si consiglia di controllare la fluidità della malta accertando che il tempo misurato al cono di Marsh sia compreso fra 13 e 25 secondi.

La resistenza a trazione per flessione a 8 giorni deve essere maggiore o eguale a 4 N/mm<sup>2</sup>.

Il tempo d'inizio della presa a 30°C deve essere superiore a tre ore.

Il rapporto acqua/cemento, da determinare sperimentalmente per ogni tipo di cemento, deve essere il minore possibile compatibilmente con la fluidità richiesta e comunque non deve superare 0,40 e 0,38 se con additivi, e inoltre deve essere tale che la quantità d'acqua di essudamento alla superficie della pasta, in condizioni di riposo sia inferiore al 2%.

Il ritiro a 28 giorni non deve superare 2,8 mm/m.

#### 52.4.2.2. Operazioni di iniezione

Dopo l'impasto la malta deve essere mantenuta in movimento continuo. È essenziale che l'impasto sia esente da grumi.

Immediatamente prima dell'iniezione di malta, i cavi vanno puliti.

L'iniezione deve avvenire con continuità e senza interruzioni. La pompa deve avere capacità sufficiente perché in cavi di diametro inferiore a 10 cm la velocità della malta sia compresa fra 6 e 12 m al minuto, senza che la pressione superi le 1000 kPa (10 atm).

La pompa deve avere un efficace dispositivo per evitare le sovrappressioni.

Non è ammessa l'iniezione con aria compressa.

Quando possibile l'iniezione si deve effettuare dal più basso ancoraggio o dal più basso foro del condotto.

Per condotti di grande diametro può essere necessario ripetere l'iniezione dopo circa due ore.

La malta che esce dagli sfiati deve essere analoga a quella alla bocca di immissione e non contenere bolle d'aria; una volta chiusi gli sfiati si manterrà una pressione di 500 kPa 5 (atm) fin tanto che la pressione permane senza pompare per almeno 1 minuto.

La connessione fra l'ugello del tubo di iniezione e il condotto deve essere realizzata con dispositivo meccanico e tale che non possa aversi entrata d'aria.

Appena terminata l'iniezione, bisogna avere cura di evitare perdite di malta dal cavo. I tubi di iniezione devono essere di conseguenza colmati di malta, se necessario.

#### 52.4.2.3. Condotti

I punti di fissaggio dei condotti debbono essere frequenti ed evitare un andamento serpeggiante.

Per evitare sacche d'aria devono essere disposti sfiati nei punti più alti del cavo.

I condotti debbono avere forma regolare, preferibilmente circolare. In ogni caso l'area libera del condotto dovrà risultare non minore di 4 cm<sup>2</sup>.

Si devono evitare per quanto possibile brusche deviazioni o cambiamenti di sezione.

#### 52.4.2.4. Iniezioni

Fino al momento dell'iniezione dei cavi occorre proteggere l'armatura dall'ossidazione. Le iniezioni dovranno essere eseguite entro 15 giorni a partire dalla messa in tensione, salvo casi eccezionali di ritardatura nei quali debbono essere adottati accorgimenti speciali al fine di evitare che possano iniziare fenomeni di corrosione.

In tempo di gelo, è bene rinviare le iniezioni, a meno che non siano prese precauzioni speciali.

Se si è sicuri che la temperatura della struttura non scenderà al di sotto di 5°C nelle 48 ore seguenti alla iniezione, si può continuare l'iniezione stessa con una malta antigelo di cui sia accertata la non aggressività, contenente il 6 ÷ 10% di aria occlusa.

Se può aversi gelo nelle 48 ore seguenti all'iniezione, bisogna riscaldare la struttura e mantenerla calda almeno per 48 ore, in modo che la temperatura della malta iniettata non scenda al di sotto di 5°C.

Dopo il periodo di gelo bisogna assicurarsi che i condotti siano completamente liberi da ghiaccio o brina. È vietato il lavaggio a vapore.

### **Art. 53 – Armature minime degli elementi strutturali in c.a**

Le armature elementi strutturali in c.a secondo le norme tecniche D.M. 9 gennaio 1996 e delle indicazioni contenute nella C.M. 10 aprile 1997, n. 65/AA.GG, Istruzioni per l'applicazione delle " *Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche* " di cui al decreto ministeriale 16 gennaio 1996 – debbono rispettare le seguenti dimensioni minime:

### 53.1. Pilastri

#### a.1) armature longitudinali

L'armatura deve rispettare le seguenti limitazioni:

$$1\% \geq \frac{A_{\text{totale armatura}}}{B \times H} \leq 4\%$$

dove A e B sono le dimensioni della sezione trasversale, si ricorda che A e B devono avere la dimensione minima di 30 cm.

Per tutta la lunghezza del pilastro l'interasse delle barre longitudinali non deve essere superiore a 25 cm.

#### a.2) armature trasversali

Alle due estremità del pilastro si devono disporre staffe di contenimento e legature per una lunghezza, misurata a partire dalla sezione di estremità, pari alla maggiore delle seguenti quantità:

- il lato maggiore della sezione trasversale;
- un sesto dell'altezza netta del pilastro;
- 45 cm.

In ciascuna delle due zone di estremità devono essere rispettate le condizioni seguenti: le barre disposte sugli angoli della sezione devono essere contenute dalle staffe; almeno una barra ogni due, di quelle disposte sui lati, dovrà essere trattenuta da staffe interne o da legature; le barre non fissate devono trovarsi a meno di 15 cm da una barra fissata.

Il diametro delle staffe di contenimento e legature non deve essere inferiore a 8 mm.

Esse saranno disposte a un passo pari alla più piccola delle quantità seguenti:

- 6 volte il diametro delle barre longitudinali che collegano;
- un quarto del lato minore della sezione trasversale;
- 15 cm.

Nelle parti intermedie del pilastro la distanza tra le staffe non deve superare i valori seguenti:

- 10 volte il diametro delle barre longitudinali che collegano;
- metà del lato minore della sezione trasversale;
- 25 cm.

Le armature di cui sopra devono comunque soddisfare la verifica a taglio.

### 53.2. Travi normali di strutture intelaiate

#### b.1) Armature longitudinali

Almeno due barre di diametro non inferiore a 12 mm devono essere presenti superiormente e inferiormente per tutta la lunghezza della trave.

#### b.2) Armature trasversali

Nelle zone di attacco con i pilastri, per un tratto pari a due volte l'altezza utile della sezione trasversale, devono essere previste staffe di contenimento. La prima staffa di contenimento deve distare non più di 5 cm dalla sezione a filo pilastro; le successive devono essere disposte a un passo non maggiore della più piccola delle grandezze seguenti:

- un quarto dell'altezza utile della sezione trasversale;
- sei volte il diametro minimo delle barre longitudinali considerate ai fini delle verifiche;
- 15 cm.

### 53.3. Nodi trave-pilastro

Le armature longitudinali delle travi, sia superiori che inferiori, devono attraversare, di regola, il nodo senza giunzioni. Quando ciò non risulti possibile, sono da rispettare le seguenti prescrizioni:

- le barre vanno ancorate oltre la faccia opposta a quella di intersezione, oppure rivoltate verticalmente in corrispondenza di tale faccia;
- la lunghezza di ancoraggio va calcolata in modo da sviluppare una tensione nelle barre pari a  $1,25 f_{yk}$ , e misurata a partire da una distanza pari a 6 diametri dalla faccia del pilastro verso l'interno.

Lungo le armature longitudinali del pilastro che attraversano i nodi devono essere disposte staffe di contenimento in quantità almeno pari alla maggiore prevista nelle zone del pilastro inferiore e superiore adiacenti al nodo.

Questa regola può non essere osservata quando nel pilastro si innestano travi su ciascuna delle quattro facce.

#### 53.4. Pareti

Le armature, sia orizzontali che verticali, devono essere disposte su entrambe le facce della parete.

Le armature presenti sulle due facce devono essere collegate con legature in ragione di almeno sei ogni metro quadrato.

Il passo tra le barre deve essere non maggiore di 30 cm.

Il diametro delle barre deve essere non maggiore di un decimo dello spessore della parete.

Un'armatura trasversale orizzontale più fitta va disposta alla base della parete per un'altezza pari alla lunghezza in pianta ( $l$ ) della parete stessa, in vicinanza dei due bordi per una lunghezza pari a  $0,20 \times l$  su ciascun lato.

In tali zone l'armatura trasversale deve essere costituita da tondini di diametro non inferiore a 8 mm, disposti in modo da fermare tutte le barre verticali con un passo pari a 10 volte il diametro della barra ma non inferiore a 25 cm.

#### 53.5. Travi di collegamento tra pareti

Le travi di collegamento di pareti accoppiate vanno verificate con i criteri previsti per le travi normali delle strutture intelaiate purché il rapporto tra luce netta e altezza sia superiore a 3.

Quando tale condizione non è soddisfatta esse devono essere armate a flessione con armatura doppia simmetrica; la stessa armatura trasversale richiesta per assorbire il taglio deve essere disposta anche longitudinalmente in modo da costituire due reti a maglia quadrata disposte sulle due facce.

Se il valore della tensione tangenziale di calcolo eccede il limite previsto dalle norme, tutto il taglio deve essere assorbito da un'armatura a X che attraversa diagonalmente la trave e si ancora nelle due pareti adiacenti.

Ciascuno dei due fasci di armatura deve essere racchiuso da armatura a spirale o da staffe di contenimento con passo non superiore a 100 mm.

In questo caso, in aggiunta all'armatura diagonale sarà disposta su ciascuna faccia della trave una rete di diametro 10 mm a maglia quadrata di lato 10 cm, e armatura corrente di 2 barre da 16 mm ai bordi superiore e inferiore.

Gli ancoraggi delle armature nelle pareti saranno del 50% più lunghi di quanto previsto per le zone non sismiche.

Quando è necessario adottare armature a X lo spessore delle pareti accoppiate e delle travi deve essere non minore di 20 cm.

#### 53.6. Solai

Lo spessore minimo dei solai a portata unidirezionale che non siano di semplice copertura è riportato nella seguente tabella.

**Tabella 53.1 - Spessore minimo dei solai**

Tipo di solaio	Spessore in rapporto alla luce di calcolo L
Solai gettati in opera in c.a. normale	$h \geq 1/25 L$ In ogni caso $h \geq 12$ cm
Solai con travetti in c.a.p. e blocchi interposti	$h \geq 1/30 L$ In ogni caso $h \geq 12$ cm

Nei solai con blocchi aventi funzione principale di alleggerimento lo spessore minimo della soletta di conglomerato cementizio non deve essere minore di 4 cm.

Nei solai con blocchi aventi funzione statica in collaborazione con il conglomerato può essere omessa la soletta di calcestruzzo e la zona rinforzata con laterizio, per altro sempre rasata con calcestruzzo, può essere considerata collaborante e deve soddisfare i seguenti requisiti:

- avere spessore non minore di 1/5 di quello del solaio qualora sia minore o uguale a 25 cm, e non minore di 5 cm per solai con spessore maggiore;
- avere area effettiva dei setti e delle pareti misurata in qualunque sezione normale alla direzione dello sforzo di compressione, non minore del 50% della superficie lorda.

La larghezza minima delle nervature in calcestruzzo per i solai con nervature gettate o completate in opera non deve essere minore di 1/8 dell'interasse e comunque non inferiore a 8 cm. Per i pannelli di solai completi realizzati in stabilimento il limite può scendere a 5 cm.

**Art. 54 – Dimensioni minime degli elementi strutturali in c.a****54.1. Riferimenti normativi**

Gli elementi strutturali secondo le norme tecniche D.M. 9 gennaio 1996 e delle indicazioni contenute nella citata C.M. 10 aprile 1997, n. 65/AA.GG., debbono rispettare le dimensioni minime di cui ai seguenti punti.

**54.1.1. Pilastri**

La dimensione minima della sezione trasversale non deve essere inferiore a 30 cm. Il rapporto tra i lati minimo e massimo della sezione trasversale non deve essere inferiore a 0,3; in caso contrario l'elemento sarà assimilato a setto o parete portante. Il rapporto  $L/b$  tra l'altezza netta e la minima dimensione trasversale non deve essere maggiore di:

16 se il pilastro è soggetto a momenti di segno opposto alle due estremità;

10 negli altri casi.

Ove gli indicati valori del rapporto  $L/b$  non vengano rispettati, occorre seguire una specifica verifica che tenga conto dalle sollecitazioni indotte dagli effetti del 2° ordine;

**54.1.2. Travi normali di strutture intelaiate**

La lunghezza libera delle travi non deve essere minore di tre volte l'altezza,  $h$ , della sezione trasversale. In caso contrario l'elemento si definisce trave corta e dovrà rispettare le prescrizioni per i setti o pareti portanti. La larghezza della trave  $b$ , non deve essere minore di 20 cm e, per le travi basse comunemente denominate *a spessore*, non maggiore della larghezza del pilastro, aumentata da ogni lato di metà dell'altezza della sezione trasversale del pilastro stesso. Il rapporto  $b/h$  non deve essere minore di 0,25.

**54.1.3. Nodi trave-pilastro**

Si definiscono nodi le zone dei pilastri che si incrociano con le travi a esso concorrenti. Sono da evitare per quanto possibile eccentricità tra l'asse della trave e l'asse del pilastro. Nel caso che tale eccentricità superi  $\frac{1}{4}$  della lunghezza del pilastro la trasmissione degli sforzi deve essere assicurata da armature adeguatamente dimensionate allo scopo.

**54.1.4. Pareti**

Si definiscono pareti gli elementi portanti verticali che hanno il rapporto tra la minima e la massima dimensione della sezione trasversale inferiore a 0,3. Lo spessore delle pareti deve essere generalmente non inferiore a 15 cm, oppure 20 cm nel caso previsto al punto 4.3 della suddetta C.M. 10 aprile 1997, n. 65/AA.GG.

**54.1.5. Travi di collegamento tra pareti**

Il rapporto tra la luce netta e l'altezza della trave ( $L/h$ ) deve essere superiore a 3.

**54.1.6. Solai (D.M. 9 gennaio 1996)**

Nei solai con blocchi aventi funzione principale di alleggerimento lo spessore minimo della soletta di conglomerato cementizio non deve essere minore di 4 cm.

Nei solai con blocchi aventi funzione statica in collaborazione con il conglomerato può essere omessa la soletta di calcestruzzo e la zona rinforzata con laterizio, per altro sempre rasata con calcestruzzo, può essere considerata collaborante e deve soddisfare i seguenti requisiti:

– avere spessore non minore di  $\frac{1}{5}$  di quello del solaio qualora sia minore o uguale a 25 cm, e non minore di 5 cm per solai con spessore maggiore;

– avere area effettiva dei setti e delle pareti misurata in qualunque sezione normale alla direzione dello sforzo di compressione, non minore del 50% della superficie lorda.

La larghezza minima delle nervature in calcestruzzo per i solai con nervature gettate o completate in opera non deve essere minore di  $\frac{1}{8}$  dell'interasse e comunque non inferiore a 8 cm. Per i pannelli di solai completi realizzati in stabilimento il limite può scendere a 5 cm.

**Art. 55 – Solai misti di c.a. e c.a.p. e blocchi forati in laterizio****55.1. Classificazione**

I solai misti in cemento armato normale e precompresso e blocchi forati in laterizio si distinguono nelle seguenti categorie:

a) solai con blocchi aventi funzione principale di alleggerimento;

b) solai con blocchi aventi funzione statica in collaborazione con il conglomerato.

### **55.2. Prescrizioni generali**

I blocchi di cui al punto 55.1 devono essere conformati in modo che nel solaio in opera sia assicurata con continuità la trasmissione degli sforzi dall'uno all'altro elemento.

Nel caso si richieda al laterizio il concorso alla resistenza agli sforzi tangenziali, si devono usare elementi monoblocco disposti in modo che nelle file adiacenti, comprendenti una nervatura di conglomerato, i giunti risultino sfalsati tra loro. In ogni caso, ove sia prevista una soletta di conglomerato staticamente integrativa di altra in laterizio, quest'ultima deve avere forma e finitura tali da assicurare la solidarietà ai fini della trasmissione degli sforzi tangenziali.

Per entrambe le categorie il profilo dei blocchi delimitanti la nervatura di conglomerato da gettarsi in opera non deve presentare risvolti che ostacolino il deflusso di calcestruzzo e restringano la sezione delle nervature stesse sotto i limiti stabiliti nel punto 104.4.3.

### **55.3. Requisiti di accettazione prove e controlli**

#### **55.3.1. Spessore delle pareti e dei setti**

Lo spessore delle pareti orizzontali compresse non deve essere minore di 8 mm, quello delle pareti perimetrali non minore di 8 mm, quello dei setti non minore di 7 mm.

Tutte le intersezioni dovranno essere raccordate con raggio di curvatura, al netto delle tolleranze, maggiore di 3 mm.

Si devono adottare forme semplici, caratterizzate da setti rettilinei e allineati, particolarmente in direzione orizzontale, con setti con rapporto spessore/lunghezza il più possibile uniforme.

Il rapporto fra l'area complessiva dei fori e l'area lorda delimitata dal perimetro della sezione del blocco non deve risultare superiore a  $0,6 + 0,625 h$ , ove  $h$  è l'altezza del blocco in metri, con un massimo del 75%.

#### **55.3.2. Caratteristiche fisico-meccaniche**

La resistenza caratteristica a compressione, determinata secondo le prescrizioni dell'Allegato 7 del D.M. 9 gennaio 1996, riferita alla sezione netta delle pareti e delle costolature deve risultare non minore di:

- 30 N/mm<sup>2</sup> nella direzione dei fori;
- 15 N/mm<sup>2</sup> nella direzione trasversale ai fori, nel piano del solaio, per i blocchi di cui al punto 55.1;

e di:

- 15 N/mm<sup>2</sup> nella direzione dei fori;
- 5 N/mm<sup>2</sup> nella direzione trasversale ai fori, nel piano del solaio, per i blocchi di cui al 55.1.

La resistenza caratteristica a trazione per flessione determinata secondo l'Allegato 7, deve essere non minore di:

- 10 N/mm<sup>2</sup> per i blocchi di tipo b);

e di:

- 7 N/mm<sup>2</sup> per i blocchi tipo a).

In assenza di cassero continuo inferiore durante la fase di armatura e getto tutti i blocchi devono resistere a un carico concentrato, applicato nel centro della faccia superiore (su un'area di 5 x 5 cm<sup>2</sup>) non inferiore a 1,5 kN. La prova va effettuata secondo le modalità indicate nell'Allegato 7 del D.M. 9 gennaio 1996.

Il modulo elastico del laterizio non deve essere superiore a: 25 kN/mm<sup>2</sup>.

#### **55.3.3. Integrità dei blocchi**

Speciale cura deve essere rivolta al controllo dell'integrità dei blocchi con particolare riferimento alla eventuale presenza di fessurazioni.

#### **55.3.4. Controlli di qualità dei blocchi in laterizio**

La produzione degli elementi laterizi deve essere controllata mediante prove su blocchi di produzione corrente certificate da laboratori ufficiali, con frequenza almeno annuale.

#### 55.4. Progettazione (prescrizioni regolamentari)

##### 55.4.1. Spessore minimo dei solai

Lo spessore dei solai a portata unidirezionale che non siano di semplice copertura non deve essere minore di 1/25 della luce di calcolo e in nessun caso minore di 12 cm.

Per i solai costituiti da travetti precompressi e blocchi interposti il predetto limite può scendere a 1/30.

Le deformazioni devono risultare compatibili con le condizioni di esercizio del solaio e degli elementi costruttivi e impiantistici a esso collegati.

##### 55.4.2. Spessore minimo della soletta

Nei solai di cui al punto 7.1.1.a) del D.M. 9 gennaio 1996 lo spessore minimo del calcestruzzo della soletta di conglomerato non deve essere minore di 4 cm.

Nei solai di cui al punto 7.1.1.b) del D.M. 9 gennaio 1996, può essere omessa la soletta di calcestruzzo e la zona rinforzata di laterizio, per altro sempre rasata con calcestruzzo, può essere considerata collaborante e deve soddisfare i seguenti requisiti:

- possedere spessore non minore di 1/5 dell'altezza, per solai con altezza fino a 25 cm, non minore di 5 cm per solai con altezza maggiore;
- avere area effettiva dei setti e delle pareti, misurata in qualunque sezione normale alla direzione dello sforzo di compressione, non minore del 50% della superficie lorda.

##### 55.4.3. Larghezza e interasse delle nervature

La larghezza minima delle nervature in calcestruzzo per solai con nervature gettate o completate in opera non deve essere minore di 1/8 dell'interasse e comunque non inferiore a 8 cm.

Nel caso di produzione di serie in stabilimento di pannelli di solaio completi controllati come previsto al punto 7.1.4.1. il predetto limite minimo potrà scendere a 5 cm.

L'interasse delle nervature non deve in ogni caso essere maggiore di 15 volte lo spessore medio della soletta. Il blocco interposto deve avere dimensione massima inferiore a 52 cm.

Per i solai di categoria *b*) possono considerarsi appartenenti alle nervature ai fini del calcolo le pareti di laterizio formanti cassero, sempre che sia assicurata l'aderenza fra i due materiali.

##### 55.4.4. Armatura trasversale

Per i solai con nervatura gettata o completata in opera e di luce superiore a 4,50 m o quando sia sensibile il comportamento a piastra o quando agiscano carichi concentrati che incidano in misura considerevole sulle sollecitazioni di calcolo, si deve prevedere all'estradosso una soletta gettata in opera di spessore non inferiore a 4 cm munita di adeguata armatura delle solette o nelle eventuali nervature pari almeno a 3 Ø 6 al metro o al 20% di quella longitudinale nell'intradosso del solaio.

Particolare attenzione deve essere dedicata alla sicurezza al distacco di parti laterizie, specialmente in dipendenza di sforzi trasversali anche di carattere secondario.

In assenza di soletta in calcestruzzo (solaio rasato) è necessaria l'adozione di almeno una nervatura trasversale per luci superiori a 4,5 m. Nel caso di produzione di serie in stabilimento di pannelli solaio completi, la capacità di ripartizione trasversale potrà essere garantita anche a mezzo di altri dispositivi la cui efficacia è da dimostrarsi con idonee prove sperimentali.

##### 55.4.5. Armatura longitudinale

L'armatura longitudinale deve essere superiore a:

$$A_{s \min} \geq 0,07 h \text{ cm}^2 \text{ al metro}$$

ove *h* è l'altezza del solaio espressa in cm.

##### 55.4.6. Armatura per il taglio

Nelle condizioni previste in 4.2.2.2. del D.M. 9 gennaio 1996 può non disporsi armatura per il taglio.

Quando invece occorre far ricorso a una armatura per il taglio, non è ammesso tener conto della collaborazione delle pareti laterali di laterizio ai fini della valutazione della sollecitazione tangenziale  $\tau_{cT}$ .

### **55.5. Esecuzione (prescrizioni regolamentari)**

#### **55.5.1. Protezione delle armature**

Nei solai, la cui armatura è collocata entro scanalature, qualunque superficie metallica deve risultare contornata in ogni direzione da uno spessore minimo di 5 mm di malta cementizia.

Per armatura collocata entro nervatura, le dimensioni di questa devono essere tali da consentire il rispetto dei seguenti limiti:

- distanza netta tra armatura e blocco  $\geq 8$  mm;
- distanza netta tra armatura e armatura  $\geq 10$  mm.

#### **55.5.2. Bagnatura degli elementi**

Prima di procedere ai getti i laterizi devono essere convenientemente bagnati.

#### **55.5.3. Caratteristiche degli impasti per elementi prefabbricati**

Devono impiegarsi malte cementizie con dosature di legante non minori a 450 kg/ m<sup>3</sup> di cemento e conglomerati con  $R_{ck} \geq 25$  N/mm<sup>2</sup>.

#### **55.5.4. Blocchi**

Gli elementi con rilevanti difetti di origine o danneggiati durante la movimentazione dovranno essere eliminati e sostituiti con altri idonei.

#### **55.5.5. Allineamenti e forzature**

Si dovrà curare il corretto allineamento dei blocchi evitando la forzatura dei blocchi interposti tra i travetti prefabbricati.

#### **55.5.6. Conglomerati per i getti in opera**

Si dovrà studiare la composizione del getto in modo da evitare rischi di segregazione o la formazione di nidi di ghiaia e per ridurre l'entità delle deformazioni differite.

Il diametro massimo degli inerti impiegati non dovrà superare 1/5 dello spessore minimo delle nervature né la distanza netta minima tra le armature.

Il getto deve essere costipato in modo da garantire l'avvolgimento delle armature e l'aderenza sia con i blocchi sia con eventuali altri elementi prefabbricati.

#### **55.5.7. Modalità di getto**

Per rendere efficace quanto indicato ai punti precedenti occorre con opportuni provvedimenti eliminare il rischio di arresto del getto al livello delle armature.

#### **55.5.8. Solidarizzazione tra intonaci e superfici di intradosso**

Qualora si impieghino materiali d'intonaco cementizi aventi resistenza caratteristica a trazione superiore a 1 N/mm<sup>2</sup> dovranno adottarsi spessori inferiori a 1 cm o predisporre armature di sostegno e diffusione opportunamente ancorate nelle nervature.

### **55.6. Disposizioni aggiuntive per travetti di solaio precompressi prefabbricati per la realizzazione di solai con blocchi di laterizio**

#### **55.6.1. Elementi con armatura pre-tesa**

Per elementi con armatura pre-tesa è ammessa la deroga all'obbligo di disporre la staffatura minima prevista al punto 5.4.2 del D.M. 9 gennaio 1996.

#### **55.6.2. Getti in opera**

I travetti privi di armature a taglio devono essere integrati sugli appoggi da getti in opera armati secondo quanto previsto al punto 7.0. a), ultimo capoverso del D.M. 9 gennaio 1996, salvo che per gli elementi di solai di copertura poggianti su travi e dotati di adeguata lunghezza di appoggio.

Tali collegamenti, se destinati ad assicurare continuità strutturale agli appoggi, dovranno essere verificati secondo le disposizioni relative al conglomerato cementizio armato normale, verificando altresì le condizioni di aderenza fra getti in opera e travetti, secondo i criteri indicati al punto 7.1.6.2 del D.M. 9 gennaio 1996.

#### **Art. 56 – Solai misti di c.a. e c.a.p. e blocchi diversi dal laterizio**

##### **56.1. Classificazione e prescrizioni generali**

I blocchi con funzione principale di alleggerimento, possono essere realizzati anche con materiali diversi dal laterizio (calcestruzzo leggero di argilla espansa, calcestruzzo normale sagomato, materie plastiche, elementi organici mineralizzati ecc.).

Il materiale dei blocchi deve essere stabile dimensionalmente.

Ai fini statici si distinguono due categorie di blocchi per solaio:

a) blocchi collaboranti;

b) blocchi non collaboranti.

Salvo contraria indicazione nel seguito valgono le prescrizioni generali e le prescrizioni di progettazione e di esecuzione riportate al punto 7.1 del D.M. 9 gennaio 1996.

##### **56.2. Blocchi collaboranti**

I blocchi collaboranti devono avere modulo elastico superiore a 8 kN/mm<sup>2</sup> e inferiore a 25 kN/mm<sup>2</sup>.

I blocchi devono essere totalmente compatibili con il conglomerato con cui collaborano sulla base di dati e caratteristiche dichiarate dal produttore e verificate dalla direzione dei lavori. Devono soddisfare a tutte le caratteristiche fissate nel paragrafo 7.1 del D.M. 9 gennaio 1996, per i blocchi in laterizio avente funzione statica con il conglomerato.

##### **56.3. Blocchi non collaboranti**

I blocchi non collaboranti devono avere modulo elastico inferiore a 8 kN/mm<sup>2</sup> e svolgere funzioni di solo alleggerimento.

I solai con blocchi non collaboranti richiedono necessariamente una soletta di ripartizione, dello spessore minimo di 4 cm, armata opportunamente e dimensionata per la flessione trasversale. Il profilo e le dimensioni dei blocchi devono essere tali da soddisfare le prescrizioni dimensionali imposte nel paragrafo 7.1. del D.M. 9 gennaio 1996 per i blocchi in laterizio non collaboranti.

##### **56.4. Verifiche di rispondenza**

Le caratteristiche dei blocchi devono essere controllate mediante prove certificate da laboratori ufficiali secondo le norme dell'Allegato 7 del D.M. 9 gennaio 1996, con frequenza almeno annuale.

##### **56.5. Spessori minimi**

Per tutti i solai, così come per i componenti collaboranti, lo spessore delle singole parti di calcestruzzo contenenti armature di acciaio non potrà essere inferiore a 4 cm.

#### **Art. 57 – Solai realizzati con l'associazione di elementi in c.a. e c.a.p. prefabbricati con unioni e/o getti di completamento**

Oltre a quanto indicato nei precedenti paragrafi, in quanto applicabile e in particolare al punto 104.6, per elementi precompressi devono essere tenute presenti le seguenti norme complementari.

##### **57.1. Solidarizzazione tra gli elementi del solaio**

Ove si debba garantire il comportamento del solaio a piastra o a diaframma, è prescritto un collegamento trasversale discreto o continuo tra strisce di solaio accostate.

##### **57.2. Altezza minima del solaio**

L'altezza minima del solaio va determinata con riferimento alle dimensioni finali di esercizio e non riguarda le dimensioni degli elementi componenti nelle fasi di costruzione.

L'altezza minima non può essere inferiore a 8 cm.

Nel caso di solaio vincolato in semplice appoggio monodirezionale, il rapporto tra luce di calcolo del solaio e spessore del solaio stesso non deve essere superiore a 25.

Per solai costituiti da pannelli piani, pieni o alleggeriti, prefabbricati precompressi (Tipo III), senza soletta integrativa, in deroga alla precedente limitazione, il rapporto sopra indicato può essere portato a 35.

Per i solai continui, in relazione al grado d'incastro o di continuità realizzato agli estremi, tali rapporti possono essere incrementati fino a un massimo del 20%.

### **57.3. Solai alveolari**

Per i solai alveolari, per elementi privi d'armatura passiva d'appoggio, il getto integrativo deve estendersi all'interno degli alveoli interessati dall'armatura aggiuntiva per un tratto almeno pari alla lunghezza di trasferimento della precompressione. Vale anche quanto indicato al punto 104.6.

### **57.4. Solai con getto di completamento**

La soletta gettata in opera deve avere uno spessore non inferiore a 4 cm ed essere dotata di una armatura di ripartizione a maglia incrociata.

## **Art. 58 – Solai in legno**

### **58.1. Generalità**

Le travi principali di legno avranno le dimensioni e le distanze che saranno indicate in relazione alla luce e al sovraccarico.

I travetti (secondari) saranno collocati alla distanza, fra asse e asse, corrispondente alla lunghezza delle tavelle che devono essere collocate su di essi e sull'estradosso delle tavelle deve essere disteso uno strato di calcestruzzo magro di calce idraulica formato con ghiaietto fino o altro materiale inerte.

Si premette che in Italia, per l'assenza di una specifica normativa sulle costruzioni in legno, massiccio o lamellare, si fa riferimento alle seguenti normative tecniche estere:

- DIN 1052, Germania;
- REGLES C.B. 71, Francia;
- SIA 164, Svizzera;
- ASTM, Stati Uniti;
- BRITISH STANDARD (Gran Bretagna);
- EUROCODICE 5.

#### **58.1.1. Solai a orditura semplice**

Il solaio a orditura semplice, che è impiegato per coprire ambienti con luce netta massima di 3,50 ÷ 4,00 m, è composto da:

– travi (dette *travicelli* o *panconi*) disposte parallelamente al lato minore del vano, con interasse di 40 ÷ 80 cm in relazione all'entità dei carichi gravanti, alle dimensioni delle travi e allo spessore dell'assito. Per le travi si consiglia orientativamente di porre l'altezza minima della sezione pari a 1/14 della lunghezza. Le travi sono incastrate nei muri perimetrali per profondità minime di 25 ÷ 30 cm, avendo cura di disporre sotto di esse un appoggio costituito da una lastra di pietra o un piano di muratura in mattoni. Inoltre gli alloggiamenti delle travi devono essere dotati di opportuna ventilazione al fine di evitare che la testata della trave stessa possa essere soggetta a infradiciatura. L'ancoraggio delle travi principali sui muri perimetrali può essere reso molto efficace dotando le testate di opportune chiavi in ferro;

- assito (o *tavolato*) con spessore di 2,5 ÷ 7 cm;
- caldana realizzata in materiale leggero dello spessore di circa 4 cm;
- sottofondo di allettamento;
- pavimento;
- soffitto che può essere costituito da:
  - un semplice tavolato fissato alle travi portanti;
  - correnti fissati alle travi portanti per il sostegno di cannicciato sul quale viene applicato l'intonaco in malta di calce dello spessore di circa un 1 cm.

#### **58.1.2. Solai a orditura composta**

Il solaio a orditura composta è impiegato per coprire ambienti con luce netta maggiore di 4,00 ÷ 5,00 m. A differenza di quello a orditura semplice ha la struttura portante composta da due ordini di travi: principali e secondarie.

Le travi principali (dette anche *travi maestre*) sono disposte parallelamente al lato minore del vano, a interasse variabile di  $2 \div 4$  m. Le travi secondarie sono disposte ortogonalmente a quelle principali e hanno interassi variabili di  $40 \div 60$  cm.

### **58.2. Interventi di consolidamento dei solai in legno**

In generale gli interventi di consolidamento statico dei solai devono mirare a conseguire i seguenti risultati:

- resistenza adeguata ai carichi previsti in fase di utilizzazione;
- in relazione a detti carichi, rigidzze (trasversali e nel proprio piano) sufficienti ad assicurare sia la funzionalità in esercizio dell'elemento strutturale, sia la funzione di diaframma di collegamento e ripartizione tra le strutture verticali;
- collegamento efficace con le murature verticali, agli effetti delle trasmissioni degli sforzi.

Le nuove norme sismiche emanate con D.M. 16 gennaio 1996, al punto C.9.8.2. Solai, prevedono che in caso di sostituzione di solai questi devono essere del tipo in cemento armato ordinario o precompresso o solai misti con blocchi interposti in laterizio o altro materiale, ovvero in acciaio efficacemente ancorati alle estremità di cordoli.

Qualora le murature portanti siano prive di cordoli armati in corrispondenza degli orizzontamenti, questi devono essere realizzati con altezze non inferiori allo spessore del solaio. I cordoli possono essere eseguiti – se necessario – a tratti, sovrapponendo le armature ed eventualmente con predisposizione di un tubo centrale per l'inserimento di tiranti o cavi di precompressione. Nel caso invece che le murature presentino consistenza e buona fattura, i cordoli possono non essere estesi a tutto lo spessore del muro ovvero sostituiti con iniezioni di pasta cementizia o miscele sintetiche.

#### **58.2.1. Interventi di irrigidimento**

L'irrigidimento del solaio in legno può essere conseguito con:

- a) collocazione di un nuovo assito, dello spessore minimo di 3 cm, con le tavole disposte ortogonalmente a quelle dell'assito preesistente, e ancorato alle pareti mediante reggette poste a interasse di circa 2,50 m;
- b) getto di uno strato di calcestruzzo dello spessore di almeno 4 cm, disposto su una rete elettrosaldata delle dimensioni  $15 \times 15$  cm con tondini  $\varnothing 4$  mm, fissata alle travi portanti e collegata alle pareti mediante un cordolo in c.a.;
- c) totale sostituzione del solaio in legno con uno nuovo in c.a. e laterizio opportunamente collegato alle pareti mediante cordolo in c.a.;
- d) collegamento delle travi portanti ai muri perimetrali mediante tiranti metallici a coda di rondine o piastra fissati alla trave per una lunghezza minima dall'appoggio di circa 100 cm;
- f) collegamento del solaio ai muri perimetrali mediante realizzazione di cordolo in c.a. parzialmente inserito nella muratura e ancorato con apparecchi a coda di rondine;
- g) applicazione all'intradosso del solaio di tiranti metallici opportunamente vincolati ai muri perimetrali e fissati alle travi mediante cravatte metalliche.

#### **58.2.2. Interventi sulle travi portanti**

Gli interventi sulle travi portanti possono riguardare:

- a) iniezione di resine nelle parti degradate per effetto di insetti o funghi o che presentano lesioni;
- b) inserimento di una trave in legno lamellare o in profilato in ferro piatto previa esecuzione di un incavo longitudinale lungo la faccia superiore della trave. Le nuove subtravi saranno rese solidali alla trave preesistente mediante l'applicazione di resine epossidiche;
- c) formazione di reticoli in vetroresina all'interno della trave, realizzati praticando dei fori sulla faccia inferiore della trave;
- d) sostituzione della parte di trave degradata con una altra in legno. Il collegamento delle parti a contatto è realizzato con resina epossidica e in questi casi è preferibile risolvere la soluzione di continuità della trave ricorrendo a piastre o profilati opportunamente imbullonati alle parti da giuntare.

#### **58.2.3. Interventi sugli appoggi**

Gli interventi sugli appoggi, che in generale comportano la riduzione della luce della trave, possono riguardare:

- a) la realizzazione di appoggi sui muri perimetrali mediante mensole in acciaio con profilati a L;
- b) la realizzazione di appoggi con scarpe metalliche;
- c) la realizzazione di nuovi appoggi con elemento continuo sporgente rispetto alla superficie esterna della muratura, a esempio mediante l'applicazione di profilati a L;
- d) il rinforzo della parte terminale dell'appoggio della trave con piastre metalliche poste sulle superfici di intradosso ed estradosso;

e) il rifacimento degli appoggi mediante cordolo in c.a. con una fascia sporgente per ampliare la profondità della lunghezza di appoggio;

f) il rifacimento degli appoggi con cordolo in c.a. e sostituzione della parte terminale della trave mediante mensola realizzata in profilato di acciaio a U.

#### 58.2.4. Consolidamento delle travi

Gli interventi di consolidamento delle travi possono consistere in:

a) applicazione di un profilato metallico, a esempio del tipo IPE, all'estradosso della trave in legno. Il collegamento tra le due travi sarà reso solidale mediante cravatte metalliche ovvero mediante tirafondi;

b) applicazione di profilati metallici sulle superfici laterali della trave. Il collegamento tra le travi sarà realizzato mediante cravatte metalliche;

c) rinforzo della trave mediante l'applicazione di piastre metalliche lungo la superficie di intradosso della trave. La piastra viene collegata alla trave tramite chiodi metallici imbullonate alle estremità;

d) ripristino della continuità della trave mediante l'applicazione, lungo una sufficiente lunghezza maggiore di quella della parte danneggiata, di profilati metallici del tipo IPE o L posti sulle superfici laterali della trave e resi solidali da chiodi;

e) applicazione una trave in legno a quella preesistente. Le superfici di contatto delle due travi possono essere connesse mediante incastri, biette o strato di resina epossidica. Il collegamento delle due travi avverrà mediante tiranti metallici verticali imbullonati alle estremità;

f) applicazione di una o più travi in legno, lamellare o normale, di irrigidimento accostate a quella preesistente. Il collegamento delle travi sarà realizzato con tiranti metallici orizzontali imbullonati alle estremità;

g) applicazione di un ferro piatto fissato con resina epossidica, oppure di uno strato di vetroresina, lungo la porzione della superficie di intradosso della trave da consolidare.

### Art. 59 – Solai in ferro e tavelloni

#### 59.1. Solai con tavelloni

I solai misti in acciaio e tavelloni sono formati da profilati metallici e laterizi e massetto in c.a., armato con armatura di ripartizione, e riempimento (*cretonato*) in calcestruzzo alleggerito o altro materiale in modo da raggiungere l'altezza del profilato metallico.

Le tipologie più comuni di solai sono:

- solaio con tavelloni appoggiati lungo l'estradosso dell'ala inferiore;
- solaio con travi a vista con tavelloni appoggiati lungo l'estradosso dell'ala superiore;
- solaio con camera d'aria.

La funzione dei laterizi e del calcestruzzo non è collaborante con la sezione resistente del profilato, ma quella di struttura secondaria portata dai profilati.

#### 59.2. Tavelle e tavelloni

Le tavelle sono elementi laterizi con due dimensioni prevalenti e con altezza minore o uguale a 4 cm.

I tavelloni sono invece quei elementi laterizi aventi due dimensioni prevalenti e altezza superiore ai 4 cm (generalmente 6 ÷ 8 cm).

La lunghezza dei tavelloni dato il loro diversificato impiego in edilizia (falde sottotetto, gronde, ecc.) può raggiungere fino a 2 metri.

**Tabella 59.1 – Caratteristiche di tavelle e tavelloni di uso comune**

Tipo	Spessore cm	W (cm <sup>3</sup> /ml)	Peso kN/m <sup>2</sup>	Lunghezza cm	Larghezza cm	Rottura	
						P (kN)	Mr (kNm)
Tavellone UNI 2105	3	122	0,28	50	25	1,50	0,72
	3	122	0,28	60	25		
	4	187	0,34	60	25	1,80	1,00
	4	187	0,34	70	25	1,70	1,00
	4	187	0,34	80	25	1,50	1,00
	4	187	0,34	90	25	1,10	1,00
	4	187	0,34	100	25	1,00	1,00

Tavellone UNI 2106	6	332	0,38	80	25	2,60	1,95
	6	332	0,38	90	25	2,30	1,95
	6	332	0,38	100	25	2,10	1,95
	4	496	0,44	110	25	3,10	2,95
	4	496	0,44	110	25	2,80	2,95
	4	496	0,44	120	25	2,60	2,95

W = Momento resistente minimo riferito alla sezione larga 1 m (4 elementi affiancati); P= Carico minimo di rottura concentrato in mezzera di una tavella poggiante su due coltelli posti a cm 2,5 dagli estremi (Tabella UNI 2107); Mr= Momento flettente di rottura minimo riferito alla sezione larga 1,00 m (4 elementi affiancati). (fonte: *Manualetto RDB*, Fag, Milano, 1997)

### 59.3. Solai a orditura semplice

Il solaio a orditura semplice è composto da travi disposte parallelamente al lato minore del vano, aventi interasse solitamente non superiore a 100 cm in relazione all'entità dei carichi gravanti; in caso di dimensioni maggiori è consigliabile armare i tavelloni con barre di piccolo diametro sigillando i fori con malta cementizia.

È buona regola d'arte disporre lungo il muro perimetrale un profilato su cui fare appoggiare i tavelloni, in questo caso si può impiegare un profilato a C.

### 59.4. Solai a orditura composta

Il solaio a orditura composta è impiegato per coprire ambienti con luce netta maggiore di 6,00÷7,00 m. A differenza di quello a orditura semplice ha la struttura portante composta da due ordini di travi: principali e secondarie.

Le travi secondarie sono disposte ortogonalmente a quelle principali e possono essere a collegate nei seguenti tre modi:

- poste sopra le principali, in questo caso si un solaio di notevole spessore;
- fissate mediante ferri angolari saldati bullonati alle anime delle travi principali;
- poggiate sulle ali inferiori delle travi principali.

Le travi principali, in presenza di carichi elevati, possono essere costituite anche da due travi accostate.

### 59.5. Consolidamento di solai in acciaio e laterizio

#### 59.5.1. Sostituzione degli elementi in laterizio

La sostituzione degli elementi in laterizio con un nuovo tavellonato è eseguita in caso di forte danneggiamento o deterioramento del massetto; l'intervento solitamente riguarda i solai realizzati con voltine quando presentano lesioni o depressioni o deterioramento del legante.

L'intervento richiede l'esecuzione della puntellatura del solaio, solitamente si impiega un rompitratta a un  $\frac{1}{2}$  di L ovvero due rompitratta a  $\frac{1}{3}$  di L.

Le operazioni consistono:

- puntellamento del solaio;
- demolizione del pavimento e del relativo sottofondo fino all'estradosso delle travi e degli elementi in laterizio;
- demolizione degli elementi in laterizio preferibilmente con metodi manuali per evitare ulteriormente disseti alle strutture portanti per effetto delle vibrazioni;
- collocazione di un tavolato di servizio sulle travi via via che si procede con la demolizione;
- sostituzione degli elementi in laterizi in base all'altezza del solaio e dell'interasse delle travi e caratteristiche prestazionali. In generale si impiega un tavellonato piano appoggiato sulle ali inferiori delle travi ed elementi di alleggerimento o riempimento costituiti, a esempio, da blocchi di laterizi forati o di polistirolo, in base allo spessore della soletta di calcestruzzo che si vuole ottenere;
- saldatura sopra le ali delle travi, previa pulitura con mola a smeriglio, di un tondino di ferro ad aderenza migliorata  $\varnothing 10 \div 16$  sagomato a zig-zag per garantire maggiore collaborazione con il getto di calcestruzzo. La sezione resistente della trave in ferro esistente può essere migliorata saldando o bullonando a essa un altro profilato metallico. Il tondino sagomato può essere sostituito anche da cavallotti.
- collocazione di armatura di ripartizione costituita da rete elettrosaldata o da ferri incrociati;
- esecuzione del getto di calcestruzzo, previa bagnatura delle superfici.

È consigliabile prevedere all'intradosso del solaio una rete metallica porta intonaco, fissata con chiodi o altro alla inferiore delle travi metalliche.

**Tabella 59.2 – Peso delle reti elettrosaldate**

Diametro Ø	Peso barra kg/m	Peso in una direzione kg/m <sup>2</sup>								
		Interasse tondini in mm								
mm	kg/m	50	75	100	125	150	200	250	300	350
4	0,099	1,98	1,32	0,99	0,79	0,66	0,49	0,39	0,33	0,28
5	0,154	3,08	2,05	1,54	1,23	1,03	0,77	0,62	0,51	0,44
6	0,222	4,44	2,96	2,22	1,78	1,48	1,11	0,89	0,75	0,63
7	0,302	6,04	4,03	3,02	2,42	2,01	1,51	1,21	1,01	0,86
8	0,394	7,89	5,26	3,94	3,15	2,63	1,97	1,58	1,31	1,13
9	0,499	9,98	6,60	4,99	4,00	3,30	2,49	1,98	1,65	1,43
10	0,617	12,30	8,18	6,17	4,93	4,09	3,08	2,45	2,04	1,76
11	0,746	14,90	9,84	7,46	5,97	4,92	3,73	2,96	2,46	2,13
12	0,888	17,80	11,80	8,88	7,10	5,88	4,44	3,52	2,94	2,54

Il peso per m<sup>2</sup> della rete elettrosaldata è ottenuto sommando i pesi delle barre longitudinali e trasversali.

**Tabella 59.3 - Sezioni delle reti elettrosaldate**

Diametro Ø	Sezione barra cm <sup>2</sup>	cm <sup>2</sup> per metro								
		Barre portanti					Barre trasversali			
mm	cm <sup>2</sup>	50	75	100	125	150	200	250	300	350
4	0,126	2,52	1,68	1,26	1,01	0,84	0,63	0,50	0,42	0,36
5	0,196	3,93	2,62	1,96	1,57	1,31	0,98	0,79	0,65	0,56
6	0,283	5,65	3,77	2,83	2,30	1,88	1,41	1,13	0,94	0,81
7	0,385	7,69	5,13	3,85	3,00	2,56	1,92	1,54	1,28	1,10
8	0,502	10,05	6,70	5,02	4,00	3,35	2,51	2,01	1,67	1,43
9	0,635	12,70	8,45	6,35	5,10	4,23	3,18	2,54	2,12	1,81
10	0,785	15,70	10,50	7,85	6,30	5,22	3,92	3,14	2,61	2,24
11	0,947	18,90	12,60	9,47	7,60	6,31	4,74	3,79	3,15	2,71
12	1,130	22,60	15,10	11,30	9,10	7,53	5,65	4,52	3,76	3,23

#### 59.5.2. Irrigidimento e rafforzamento mediante soletta in calcestruzzo armato

L'irrigidimento e rafforzamento del solaio è conseguito realizzando una soletta in calcestruzzo armato collegata alla travi in ferro mediante un tondino di ferro sagomato saldato sull'estradosso, previa pulitura delle travi, chiaramente l'intervento richiede la rimozione del pavimento e del relativo sottofondo, ecc.

L'intervento può richiedere l'esecuzione della puntellatura del solaio, solitamente si impiega un rompitratta a un ½ di L ovvero due rompitratta a 1/3 di L.

La demolizione del pavimento e del sottofondo avviene progressivamente per una larghezza di circa 40 cm lungo l'asse di ogni trave, fino alla messa a nudo della ala superiore e di parte dell'anima fino all'estradosso degli elementi in laterizio (tabelloni, volterranee, voltine, ecc.). È necessario demolire anche una striscia perimetrale di intonaco per un'altezza di 10 ÷ 20 cm.

Le travi, dopo la loro messa a nudo, devono essere pulite dalle tracce di malta e dalla ruggine mediante mole a smeriglio.

L'armatura della soletta, realizzata con tondini o con rete elettrosaldata, è ancorata alle travi con:

- tondini Ø 6 ÷ 10, sagomati a zig-zag;
- tondini Ø 6 ÷ 10 sagomati e saldati alle travi, posti a distanza di 10 ÷ 15 cm;

successivamente, previa bagnatura, dovrà essere eseguito il getto di calcestruzzo.

### 59.5.3. Irrigidimento e rafforzamento del solaio mediante intervento sulle travi

L'intervento necessita l'esecuzione della puntellatura del solaio, solitamente si impiega un rompitratta a un ½ di L ovvero due rompitratta a 1/3 di L.

La demolizione del pavimento e del sottofondo avviene progressivamente per una larghezza di circa 40 cm lungo l'asse di ogni trave, fino alla messa a nudo della ala superiore e di parte dell'anima fino all'estradosso degli elementi in laterizio (tavelloni, volterranee, voltine, ecc.). È necessario demolire anche una striscia perimetrale di intonaco per un'altezza di 10 ÷ 20 cm.

L'armatura della soletta è ancorata a staffe o cavallotti di tondino in ferro Ø 6 ÷ 10, posti a distanza di 10 ÷ 15 cm, posizionati a partire dall'appoggio entro un 1/3 della luce della trave e inclinati di 45° come i ferri piegati delle travi in c.a. e disposti alternativamente, al fine garantire una maggiore rigidità al solaio. Le staffe vengono mantenute in posizione con saldatura all'estradosso delle travi ovvero fissandole mediante legatura a ferri longitudinali posti lungo l'anima delle travi.

Il getto di calcestruzzo deve essere eseguito previa bagnature delle zone interessate.

È consigliabile, qualora possibile, prevedere all'intradosso del solaio una rete metallica porta intonaco, fissata con chiodi o altro alla inferiore delle travi metalliche.

### 59.5.4. Intervento sull'ancoraggio delle travi nei muri perimetrali

L'intervento di consolidamento dell'ancoraggio o appoggio delle travi lungo i muri perimetrali, viene eseguito in caso insufficiente profondità di appoggio, eccessiva dilatazione termica delle travi, degradazione della malta, ecc.

L'intervento sulla singola trave consiste in:

- puntellamento della trave;
- liberazione dell'intorno della trave per una profondità di circa 15 ÷ 20 cm;
- saldatura sulle facce dell'anima della trave di spezzoni in ferro ad aderenza migliorata Ø 10 ÷ 16 uncinati all'estremità;
- saldatura di una piastra metallica sull'ala inferiore della trave per migliorare la ripartizione dei carichi sulla muratura sottostante;
- bagnatura ed esecuzione del getto di calcestruzzo.

Il collegamento di tutte le travi invece viene realizzato ancorando al muro un profilato a L a lati disuguali e di forte spessore (8 ÷ 10 mm), e saldando a essa le ali inferiori delle travi, previa interposizione di elementi metallici anch'essi saldati. Il profilato a L può essere ancorato al muro con iniezioni armate o con barre filettate resinare.

### 59.5.5. Inserimento di solaio con la tecnica grip-round

La tecnica denominata grip-round è impiegata, soprattutto nell'inserimento di nuovi solai in edifici con struttura in c.a. La metodologia consiste nel fissare con barre filettate resinare (min Ø 16) ai lati del vano un profilato metallico a L di forte spessore (8 ÷ 10 mm) a lati disuguali, sul quale vengono appoggiate le travi metalliche (IPE o HEB) aventi l'estremità sagomate a becco di flauto in modo da consentire la formazione di un cordolo perimetrale di collegamento.

La soletta in c.a. del solaio, alleggerita con pannelli isolanti appoggiati sugli elementi in laterizio, è collegata al muro perimetrale mediante barre d'ancoraggio, che possono essere anche saldate all'estradosso delle travi o all'armatura di ripartizione generalmente costituita da una rete elettrosaldata di min Ø 6/10x10 cm.

Sugli angolari disposti parallelamente alle travi vengono appoggiati gli elementi in laterizio.

La struttura del solaio è completata con la collocazione di 2 tiranti diagonali disposti a croce di S Andrea messi in tensione previo riscaldamento.

## Art. 60 – Esecuzione coperture continue (piane)

### 60.1. Definizioni

Si intendono per coperture continue quelle in cui la tenuta all'acqua è assicurata indipendentemente dalla pendenza della superficie di copertura.

Esse si intendono convenzionalmente suddivise nelle seguenti categorie:

- copertura senza elemento termoisolante con strato di ventilazione oppure senza;
- copertura con elemento termoisolante, con strato di ventilazione oppure senza strato di ventilazione.

Quando non è diversamente descritto negli altri documenti progettuali (o quando questi non sono sufficientemente dettagliati) si intende che ciascuna delle categorie sopracitate sarà composta dai seguenti strati funzionali (definite secondo **UNI 8178**).

- a) La copertura non termoisolata non ventilata avrà quali strati di elementi fondamentali:
- l'elemento portante con funzioni strutturali;
  - lo strato di pendenza con funzione di portare la pendenza della copertura al valore richiesto;
  - l'elemento di tenuta all'acqua con funzione di realizzare la prefissata impermeabilità all'acqua meteorica e di resistere alle sollecitazioni dovute all'ambiente esterno;
  - lo strato di protezione con funzione di limitare le alterazioni dovute ad azioni meccaniche, fisiche, chimiche e/o con funzione decorativa.
- b) La copertura ventilata ma non termoisolata avrà quali strati ed elementi fondamentali:
- l'elemento portante;
  - lo strato di ventilazione con funzione di contribuire al controllo del comportamento igrotermico delle coperture attraverso ricambi d'aria naturali o forzati;
  - strato di pendenza (se necessario);
  - elemento di tenuta all'acqua;
  - strato di protezione.
- c) La copertura termoisolata non ventilata avrà quali strati ed elementi fondamentali:
- l'elemento portante;
  - strato di pendenza;
  - strato di schermo o barriera al vapore con funzione di impedire (schermo), o di ridurre (barriera) il passaggio del vapore d'acqua e per controllare il fenomeno della condensa;
  - elemento di tenuta all'acqua;
  - elemento termoisolante con funzione di portare al valore richiesto la resistenza termica globale della copertura;
  - strato filtrante;
  - strato di protezione.
- d) copertura termoisolata e ventilata avrà quali strati ed elementi fondamentali:
- l'elemento portante con funzioni strutturali;
  - l'elemento termoisolante;
  - lo strato di irrigidimento o supporto con funzione di permettere allo strato sottostante di sopportare i carichi previsti;
  - lo strato di ventilazione;
  - l'elemento di tenuta all'acqua;
  - lo strato filtrante con funzione di trattenere il materiale trasportato dalle acque meteoriche;
  - lo strato di protezione.
- e) La presenza di altri strati funzionali (complementari) eventualmente necessari perché dovuti alla soluzione costruttiva scelta dovrà essere coerente con le indicazioni della **UNI 8178** sia per quanto riguarda i materiali utilizzati sia per quanto riguarda la collocazione rispetto agli altri strati nel sistema di copertura.

### **60.2. Realizzazione degli strati**

Per la realizzazione degli strati si utilizzeranno i materiali indicati nel progetto, ove non sia specificato in dettaglio nel progetto o a suo complemento si rispetteranno le prescrizioni seguenti:

1) per l'elemento portante, a seconda della tecnologia costruttiva adottata, si farà riferimento alle prescrizioni già date nel presente capitolato sui calcestruzzi, strutture metalliche, sulle strutture miste acciaio calcestruzzo, sulle strutture o prodotti di legno, ecc.;

2) per l'elemento termoisolante si farà riferimento all'articolo sui materiali per isolamento termico e inoltre si curerà che nella posa in opera siano realizzate correttamente le giunzioni, siano curati i punti particolari, siano assicurati adeguati punti di fissaggio e/o garantita una mobilità termoigrometrica rispetto allo strato contiguo;

3) per lo strato di irrigidimento (o supporto), a seconda della soluzione costruttiva impiegata e del materiale, si verificherà la sua capacità di ripartire i carichi, la sua resistenza alle sollecitazioni meccaniche che deve trasmettere e la durabilità nel tempo;

4) lo strato di ventilazione sarà costituito da una intercapedine d'aria avente aperture di collegamento con l'ambiente esterno, munite di griglie, aeratori, ecc. capaci di garantire adeguato ricambio di aria, ma limitare il passaggio di piccoli animali e/o grossi insetti;

5) lo strato di tenuta all'acqua sarà realizzato a seconda della soluzione costruttiva prescelta con membrane in fogli o prodotti fluidi da stendere in sito fino a realizzare uno strato continuo:

a) le caratteristiche delle membrane sono quelle indicate all'articolo prodotti per coperture. In fase di posa si dovrà curare: la corretta realizzazione dei giunti utilizzando eventualmente i materiali ausiliari (adesivi, ecc.), le modalità di

realizzazione previste dal progetto e/o consigliate dal produttore nella sua documentazione tecnica ivi incluse le prescrizioni sulle condizioni ambientali (umidità, temperature, ecc.) e di sicurezza. Attenzione particolare sarà data all'esecuzione dei bordi, punti particolari, risvolti, ecc. ove possono verificarsi infiltrazioni sotto lo strato;

b) le caratteristiche dei prodotti fluidi e/o in pasta sono quelle indicate nell'articolo prodotti per coperture. In fase di posa si dovrà porre cura nel seguire le indicazioni del progetto e/o del fabbricante allo scopo di ottenere strati uniformi e dello spessore previsto che garantiscano continuità anche nei punti particolari quali risvolti, asperità, elementi verticali (camini, aeratori, ecc.).

Sarà curato inoltre che le condizioni ambientali (temperatura, umidità, ecc.) o altre situazioni (presenza di polvere, tempi di maturazione, ecc.) siano rispettate per favorire una esatta rispondenza del risultato finale alle ipotesi di progetto;

6) lo strato filtrante, quando previsto, sarà realizzato a seconda della soluzione costruttiva prescelta con fogli di nontessuto sintetico o altro prodotto adatto accettato dalla direzione dei lavori. Sarà curata la sua corretta collocazione nel sistema di copertura e la sua congruenza rispetto all'ipotesi di funzionamento con particolare attenzione rispetto a possibili punti difficili;

7) lo strato di protezione, sarà realizzato secondo la soluzione costruttiva indicata dal progetto. I materiali (verniciature, granigliature, lamine, ghiaietto, ecc.) risponderanno alle prescrizioni previste nell'articolo loro applicabile. Nel caso di protezione costituita da pavimentazione quest'ultima sarà eseguita secondo le indicazioni del progetto e/o secondo le prescrizioni previste per le pavimentazioni curando che non si formino incompatibilità meccaniche, chimiche, ecc. tra la copertura e la pavimentazione sovrastante.

8) lo strato di pendenza è solitamente integrato in altri strati, pertanto si rinvia i materiali allo strato funzionale che lo ingloba. Per quanto riguarda la realizzazione si curerà che il piano (od i piani) inclinato che lo concretizza abbia corretto orientamento verso eventuali punti di confluenza e che nel piano non si formino avvallamenti più o meno estesi che ostacolano il deflusso dell'acqua. Si cureranno inoltre le zone raccordate all'incontro con camini, aeratori, ecc.;

9) lo strato di barriera o schermo al vapore sarà realizzato con membrane di adeguate caratteristiche (vedere articolo prodotti per coperture continue).

Nella fase di posa sarà curata la continuità dello strato fino alle zone di sfogo (bordi, aeratori, ecc.), inoltre saranno seguiti gli accorgimenti già descritti per lo strato di tenuta all'acqua;

10) per gli altri strati complementari riportati nella norma **UNI 8178** si dovranno adottare soluzioni costruttive che impieghino uno dei materiali ammessi dalla norma stessa. Il materiale prescelto dovrà rispondere alle prescrizioni previste nell'articolo di questo capitolato a esso applicabile.

Per la realizzazione in opera si seguiranno le indicazioni del progetto e/o le indicazioni fornite dal produttore, e accettate dalla direzione dei lavori, ivi comprese quelle relative alle condizioni ambientali e/o le precauzioni da seguire nelle fasi di cantiere.

### **60.3. Compiti del direttore dei lavori**

Il direttore dei lavori per la realizzazione delle coperture piane opererà come segue:

a) nel corso dell'esecuzione dei lavori (con riferimento ai tempi e alle procedure) verificherà via via che i materiali impiegati e le tecniche di posa siano effettivamente quelle prescritte e inoltre, almeno per gli strati più significativi, verificherà che il risultato finale sia coerente con le prescrizioni di progetto e comunque con la funzione attribuita all'elemento o strato considerato.

In particolare verificherà: il collegamento tra gli strati; la realizzazione dei giunti/sovrapposizioni (per gli strati realizzati con pannelli, fogli e in genere con prodotti preformati); l'esecuzione accurata dei bordi e dei punti particolari. Ove sono richieste lavorazioni in sito verificherà con semplici metodi da cantiere:

- 1) le resistenze meccaniche (portate, punzonamenti, resistenze a flessione);
- 2) adesioni o connessioni fra strati (o quando richiesta l'esistenza di completa separazione);
- 3) la tenuta all'acqua, all'umidità ecc.;

b) a conclusione dell'opera eseguirà prove (anche solo localizzate di funzionamento formando battenti di acqua, condizioni di carico, di punzonamento, ecc. che siano significative delle ipotesi previste dal progetto e dalla realtà.

Avrà cura di far aggiornare e raccogliere i disegni costruttivi più significativi unitamente alla descrizione e/o schede tecniche dei prodotti impiegati (specialmente quelli non visibili a opera ultimata) e le prescrizioni attinenti la successiva manutenzione.

## Art. 61 – Esecuzione coperture discontinue (a falda)

### 61.1. Generalità

Si intendono per coperture discontinue (a falda) quelle in cui l'elemento di tenuta all'acqua assicura la sua funzione solo per valori della pendenza maggiori di un minimo, che dipende prevalentemente dal materiale e dalla conformazione dei prodotti.

Esse si intendono convenzionalmente suddivise nelle seguenti categorie:

- coperture senza elemento termoisolante, con strato di ventilazione oppure senza;
- coperture con elemento termoisolante, con strato di ventilazione oppure senza.

### 61.2. Strati funzionali

Quando non è diversamente descritto negli altri documenti progettuali (o quando questi non sono sufficientemente dettagliati), si intende che ciascuna delle categorie sopracitate sarà composta dai seguenti strati funzionali (definite secondo la norma **UNI 8178**).

a) la copertura non termoisolata e non ventilata avrà quali strati ed elementi fondamentali:

- 1) l'elemento portante: con funzione di sopportare i carichi permanenti e i sovraccarichi della copertura;
- 2) strato di pendenza: con funzione di portare la pendenza al valore richiesto (questa funzione è sempre integrata in altri strati);
- 3) elemento di supporto: con funzione di sostenere gli strati a esso appoggiati (e di trasmettere la forza all'elemento portante);

4) elemento di tenuta: con funzione di conferire alle coperture una prefissata impermeabilità all'acqua meteorica e di resistere alle azioni meccaniche fisiche e chimiche indotte dall'ambiente esterno e dall'uso.

b) la copertura non termoisolata e ventilata avrà quali strati ed elementi funzionali:

- 1) lo strato di ventilazione: con funzione di contribuire al controllo delle caratteristiche igrotermiche attraverso ricambi d'aria naturali o forzati;
- 2) strato di pendenza (sempre integrato);
- 3) l'elemento portante;
- 4) l'elemento di supporto;
- 5) l'elemento di tenuta.

c) la copertura termoisolata e non ventilata avrà quali strati ed elementi fondamentali:

- 1) l'elemento termoisolante: con funzione di portare al valore richiesto la resistenza termica globale della copertura;
- 2) lo strato di pendenza (sempre integrato);
- 3) l'elemento portante;
- 4) lo strato di schermo al vapore o barriera al vapore: con funzione di impedire (schermo) o di ridurre (barriera) il passaggio del vapore d'acqua e per controllare il fenomeno della condensa;
- 5) l'elemento di supporto;
- 6) l'elemento di tenuta.

d) la copertura termoisolata e ventilata avrà quali strati ed elementi fondamentali:

- 1) l'elemento termoisolante;
- 2) lo strato di ventilazione;
- 3) lo strato di pendenza (sempre integrato);
- 4) l'elemento portante;
- 5) l'elemento di supporto;
- 6) l'elemento di tenuta.

e) la presenza di altri strati funzionali (complementari) eventualmente necessari perché dovuti alla soluzione costruttiva scelta dovrà essere coerente con le indicazioni della **UNI 8178** sia per quanto riguarda i materiali utilizzati sia per quanto riguarda la collocazione nel sistema di copertura.

### 61.3. Realizzazione degli strati

Per la realizzazione degli strati si utilizzeranno i materiali indicati nel progetto, ove non sia specificato in dettaglio nel progetto o a suo complemento si rispetteranno le prescrizioni seguenti:

- 1) per l'elemento portante vale quanto riportato al punto 60.2.;
- 2) per l'elemento termoisolante vale quanto indicato nell'articolo sulle membrane destinate a formare strati di protezione;

3) per l'elemento di supporto a seconda della tecnologia costruttiva adottata si farà riferimento alle prescrizioni già date nel presente capitolato su prodotti di legno, malte di cemento, profilati metallici, getti di calcestruzzo, elementi preformati di base di materie plastiche. Si verificherà durante l'esecuzione la sua rispondenza alle prescrizioni del progetto, l'adeguatezza nel trasmettere i carichi all'elemento portante nel sostenere lo strato sovrastante;

4) l'elemento di tenuta all'acqua sarà realizzato con i prodotti previsti dal progetto e che rispettino anche le prescrizioni previste nell'articolo sui prodotti per coperture discontinue. In fase di posa si dovrà curare la corretta realizzazione dei giunti e/o le sovrapposizioni, utilizzando gli accessori (ganci, viti, ecc.) e le modalità esecutive previste dal progetto e/o consigliate dal produttore nella sua documentazione tecnica, e accettate dalla direzione dei lavori, ivi incluse le prescrizioni sulle condizioni ambientali (umidità, temperatura, ecc.) e di sicurezza. Attenzione particolare sarà data alla realizzazione dei bordi, punti particolari e comunque ove è previsto l'uso di pezzi speciali e il coordinamento con opere di completamento e finitura (scossaline, gronde, colmi, camini, ecc.);

5) per lo strato di ventilazione vale quanto riportato in 60.2. Inoltre nel caso di coperture con tegole posate su elemento di supporto discontinuo, la ventilazione può essere costituita dalla somma delle microventilazioni sottotegola:

6) lo strato di schermo al vapore o barriera al vapore dovrà soddisfare a quanto prescritto nel punto 59.4.;

7) per gli altri strati complementari il materiale prescelto dovrà rispondere alle prescrizioni previste nell'articolo di questo capitolato a esso applicabile. Per la realizzazione in opera si seguiranno le indicazioni del progetto e/o le indicazioni fornite dal produttore, ed accettate dalla direzione dei lavori, ivi comprese quelle relative alle condizioni ambientali e/o precauzioni da seguire nelle fasi di cantiere.

#### **61.4. Compiti del direttore dei lavori**

Il direttore dei lavori per la realizzazione delle coperture discontinue (a falda) opererà come segue:

Nel corso dell'esecuzione dei lavori con riferimento ai tempi e alle procedure, verificherà via via che i materiali impiegati e le tecniche di posa siano effettivamente quelle prescritte e inoltre almeno per gli strati più significativi verificherà che il risultato finale sia coerente con le prescrizioni di progetto e comunque con la funzione attribuita all'elemento o strato considerato.

In particolare verificherà i collegamenti tra gli strati, la realizzazione dei giunti/sovrapposizioni dei singoli prodotti costituenti uno strato, l'esecuzione accurata dei bordi e dei punti particolari ove sono richieste lavorazioni in sito. Per quanto applicabili verificherà con semplici metodi da cantiere le resistenze meccaniche (portate, punzonamenti, resistenza a flessione, ecc.), la impermeabilità dello strato di tenuta all'acqua, la continuità (o discontinuità) degli strati, ecc.

A conclusione dell'opera eseguirà prove (anche solo localizzate) per verificare la tenuta all'acqua, condizioni di carico (frecce), resistenza ad azioni localizzate e quanto altro può essere verificato direttamente in sito a fonte delle ipotesi di progetto. Avrà cura di far aggiornare e raccogliere i disegni costruttivi unitamente alla descrizione e/o schede tecniche dei prodotti impiegati (specialmente quelli non visibili a opera ultimata) e le prescrizioni attinenti la successiva manutenzione.

### **Art. 62 – Opere di impermeabilizzazione**

#### **62.1. Definizioni**

Si intendono per opere di impermeabilizzazione quelle che servono a limitare (o ridurre entro valori prefissati) il passaggio di acqua (sotto forma liquida o vapore) attraverso una parte dell'edificio (pareti, fondazioni, pavimenti controterra ecc.) o comunque lo scambio igrometrico tra ambienti.

Esse si dividono in:

- impermeabilizzazioni costituite da strati continui (o discontinui) di prodotti;
- impermeabilizzazioni realizzate mediante la formazione di intercapedini ventilate.

#### **62.2. Categorie di impermeabilizzazioni**

Le impermeabilizzazioni, si intendono suddivise nelle seguenti categorie:

- a) impermeabilizzazioni di coperture continue o discontinue;
- b) impermeabilizzazioni di pavimentazioni;
- c) impermeabilizzazioni di opere interrato;
- d) impermeabilizzazioni di elementi verticali (non risalita d'acqua).

### 62.3. Realizzazione

Per la realizzazione delle diverse categorie si utilizzeranno i materiali e le modalità indicate negli altri documenti progettuali, ove non siano specificate in dettaglio nel progetto o a suo completamento si rispetteranno le prescrizioni seguenti:

- 1) Per le impermeabilizzazioni di coperture, vedere l'articolo 60.
- 2) Per le impermeabilizzazioni di pavimentazioni, vedere l'articolo. "Prodotti per pavimentazione".
- 3) Per la impermeabilizzazione di opere interrato valgono le prescrizioni seguenti.

a) Per le soluzioni che adottino membrane in foglio o rotolo si sceglieranno i prodotti che per resistenza meccanica a trazione, agli urti e alla lacerazione meglio si prestano a sopportare l'azione del materiale di reinterro (che comunque dovrà essere ricollocato con le dovute cautele) le resistenze predette potranno essere raggiunte mediante strati complementari e/o di protezione ed essere completate da soluzioni adeguate per ridurre entro limiti accettabili, le azioni di insetti, muffe, radici e sostanze chimiche presenti del terreno.

Inoltre durante la realizzazione si curerà che i risvolti, punti di passaggio di tubazioni, ecc. siano accuratamente eseguiti onde evitare sollecitazioni localizzate o provocare distacchi e punti di infiltrazione.

b) Per le soluzioni che adottano prodotti rigidi in lastre, fogli sagomati e similari (con la formazione di interspazi per la circolazione di aria) si opererà come indicato nel comma a) circa la resistenza meccanica. Per le soluzioni ai bordi e nei punti di attraversamento di tubi, ecc. si eseguirà con cura la soluzione adottata in modo da non costituire punti di infiltrazione e di debole resistenza meccanica.

c) Per le soluzioni che adottano intercapedini di aria si curerà la realizzazione della parete più esterna (a contatto con il terreno) in modo da avere continuità e adeguata resistenza meccanica. Al fondo dell'intercapedine si formeranno opportuni drenaggi dell'acqua che limitino il fenomeno di risalita capillare nella parete protetta.

d) Per le soluzioni che adottano prodotti applicati fluidi o in pasta si sceglieranno prodotti che possiedano caratteristiche di impermeabilità e anche di resistenza meccanica (urti, abrasioni, lacerazioni). Le resistenze predette potranno essere raggiunte mediante strati complementari e/o di protezione ed essere completate da soluzioni adeguate per ottenere valori accettabili di resistenza ad agenti biologici quali radici, insetti, muffe, ecc. nonché di resistenza alle possibili sostanze chimiche presenti nel terreno. Durante l'esecuzione si curerà la corretta esecuzione di risvolti e dei bordi, nonché dei punti particolari quali passaggi di tubazioni, ecc. in modo da evitare possibili zone di infiltrazione e/o distacco. La preparazione del fondo, l'eventuale preparazione del prodotto (miscelazioni, ecc.) le modalità di applicazione ivi comprese le condizioni ambientali (temperatura e umidità) e quelle di sicurezza saranno quelle indicate dal produttore nella sua documentazione tecnica e accettate dalla direzione dei lavori.

4) Per le impermeabilizzazioni di elementi verticali (con risalita d'acqua) si eseguiranno strati impermeabili (o drenanti) che impediscano o riducano al minimo il passaggio di acqua per capillarità, ecc. Gli strati si eseguiranno con fogli, prodotti spalmati, malte speciali, ecc. curandone la continuità e la collocazione corretta nell'elemento. L'utilizzo di estrattori di umidità per murature, malte speciali e altri prodotti similari, sarà ammesso solo con prodotti di provata efficacia e osservando scrupolosamente le indicazioni del progetto e del produttore per la loro realizzazione.

### 62.4. Compiti del direttore dei lavori

Il direttore dei lavori per la realizzazione delle opere di impermeabilizzazione opererà come segue:

– nel corso dell'esecuzione dei lavori, con riferimento ai tempi e alle procedure, verificherà via via che i materiali impiegati e le tecniche di posa siano effettivamente quelle prescritte e inoltre almeno per gli strati più significativi verificherà che il risultato finale sia coerente con le prescrizioni di progetto e comunque con la funzione attribuita all'elemento o strato considerato. In particolare verificherà i collegamenti tra gli strati, la realizzazione di giunti/sovrapposizioni dei singoli prodotti costituenti uno strato, l'esecuzione accurata dei bordi e dei punti particolari ove sono richieste lavorazioni in sito. Per quanto applicabili verificherà con semplici metodi da cantiere le resistenze meccaniche (punzonamenti, resistenza a flessione, ecc.) la impermeabilità dello strato di tenuta all'acqua, le continuità (o discontinuità) degli strati, ecc.;

– a conclusione dell'opera eseguire prove (anche solo localizzate) per verificare le resistenze ad azioni meccaniche localizzate, l'interconnessione e compatibilità con altre parti dell'edificio e con eventuali opere di completamento;

– avrà cura di far aggiornare e raccogliere i disegni costruttivi unitamente alle schede tecniche di prodotti ed eventuali prescrizioni per la manutenzione futura dell'opera.

## **Art. 63 – Esecuzione delle pareti esterne e partizioni interne**

### **63.1. Definizioni**

Si intende per parete esterna il sistema edilizio avente la funzione di separare e conformare gli spazi interni al sistema rispetto all'esterno.

Si intende per partizione interna un sistema edilizio avente funzione di dividere e conformare gli spazi interni del sistema edilizio.

Nella esecuzione delle pareti esterne si terrà conto della loro tipologia (trasparente, portante, portata, monolitica, a intercapedine, termoisolata, ventilata) e della loro collocazione (a cortina, a semicortina o inserita).

Nella esecuzione delle partizioni interne si terrà conto della loro classificazione in partizione semplice (solitamente realizzata con piccoli elementi e leganti umidi) o partizione prefabbricata (solitamente realizzata con montaggio in sito di elementi predisposti per essere assemblati a secco).

### **63.2. Strati funzionali**

Quando non è diversamente descritto negli altri documenti progettuali (o quando questi non sono sufficientemente dettagliati) si intende che ciascuna delle categorie di parete composta da più strati funzionali (costruttivamente uno strato può assolvere a più funzioni), deve essere realizzata come segue:

Le pareti a cortina (facciate continue) saranno realizzate utilizzando i materiali e prodotti rispondenti al presente capitolato (vetro, isolanti, sigillanti, pannelli, finestre, elementi portanti, ecc.). Le parti metalliche si intendono lavorate in modo da non subire microfessure o comunque danneggiamenti e, a seconda del metallo, opportunamente protette dalla corrosione. Durante il montaggio si curerà la corretta esecuzione dell'elemento di supporto e il suo ancoraggio alla struttura dell'edificio eseguendo (per parti) verifiche della corretta esecuzione delle giunzioni (bullonature, saldature, ecc.) e del rispetto delle tolleranze di montaggio e dei giochi. Si effettueranno prove di carico (anche per parti) prima di procedere al successivo montaggio degli altri elementi. La posa dei pannelli di tamponamento, dei telai, dei serramenti, ecc. sarà effettuata rispettando le tolleranze di posizione, utilizzando i sistemi di fissaggio previsti. I giunti saranno eseguiti secondo il progetto e comunque posando correttamente le guarnizioni e i sigillanti in modo da garantire le prestazioni di tenuta all'acqua, all'aria, isolamento termico, acustico, ecc. tenendo conto dei movimenti localizzati della facciata e dei suoi elementi dovuti a variazioni termiche, pressione del vento, ecc. La posa di scossaline coprigiunti, ecc. avverrà in modo da favorire la protezione e la durabilità dei materiali protetti e in modo che le stesse non siano danneggiate dai movimenti delle facciate.

Le pareti esterne o partizioni interne realizzate a base di elementi di laterizio, calcestruzzo, calcio silicato, pietra naturale o ricostruita e prodotti simili saranno realizzate con le modalità descritte nell'articolo opere di muratura, tenendo conto delle modalità di esecuzione particolari (giunti, sovrapposizioni, ecc.) richieste quando la muratura ha compiti di isolamento termico, acustico, resistenza al fuoco, ecc. Per gli altri strati presenti morfologicamente e con precise funzioni di isolamento termico, acustico, barriera al vapore, ecc. si rinvia alle prescrizioni date nell'articolo relativo alle coperture. Per gli intonaci e i rivestimenti in genere si rinvia all'articolo sull'esecuzione di queste opere. Comunque in relazione alle funzioni attribuite alle pareti e al livello di prestazione richiesto si curerà la realizzazione dei giunti, la connessione tra gli strati e le compatibilità meccaniche e chimiche. Nel corso dell'esecuzione si curerà la completa esecuzione dell'opera con attenzione alle interferenze con altri elementi (impianti), all'esecuzione dei vani di porte e finestre, alla realizzazione delle camere d'aria o di strati interni curando che non subiscano schiacciamenti, discontinuità, ecc. non coerenti con la funzione dello strato.

Le partizioni interne costituite da elementi predisposti per essere assemblati in sito (con o senza piccole opere di adeguamento nelle zone di connessione con le altre pareti o con il soffitto) devono essere realizzate con prodotti rispondenti alle prescrizioni date nell'articolo prodotti per pareti esterne e partizioni interne. Nell'esecuzione si seguiranno le modalità previste dal produttore (ivi incluso l'utilizzo di appositi attrezzi) e approvate dalla direzione dei lavori. Si curerà la corretta predisposizione degli elementi che svolgono anche funzione di supporto in modo da rispettare le dimensioni, tolleranze e i giochi previsti o comunque necessari ai fini del successivo assemblaggio degli altri elementi. Si curerà che gli elementi di collegamento e di fissaggio vengano posizionati e installati in modo da garantire l'adeguata trasmissione delle sollecitazioni meccaniche. Il posizionamento di pannelli, vetri, elementi di completamento, ecc. sarà realizzato con l'interposizione di guarnizioni, distanziatori, ecc. che garantiscano il raggiungimento dei livelli di prestazione previsti ed essere completate con sigillature, ecc. Il sistema di giunzione nel suo insieme deve completare il comportamento della parete e deve essere eseguito secondo gli schemi di montaggio previsti; analogamente si devono eseguire secondo gli schemi previsti e con accuratezza le connessioni con le pareti murarie, con i soffitti, ecc.

## **Art. 64 – Sistemi per rivestimenti interni ed esterni**

### **64.1. Definizioni**

Si definisce sistema di rivestimento il complesso di strati di prodotti della stessa natura o di natura diversa, omogenei o disomogenei che realizzano la finitura dell'edificio.

I sistemi di rivestimento si distinguono, a seconda della loro funzioni in:

- rivestimenti per esterno e per interno;
- rivestimenti protettivi in ambienti con specifica aggressività;
- rivestimenti protettivi di materiali lapidei, legno, ferro, metalli non ferrosi, ecc.

### **64.2. Sistemi realizzati con prodotti rigidi**

Devono essere realizzati secondo le prescrizioni del progetto esecutivo e a completamento del progetto con le indicazioni seguenti.

Per le piastrelle di ceramica (o lastre di pietra, ecc. con dimensioni e pesi simili) si procederà alla posa su letto di malta svolgente funzioni di strato di collegamento e di compensazione e curando la sufficiente continuità dello strato stesso, lo spessore, le condizioni ambientali di posa (temperatura e umidità) e di maturazione. Si valuterà inoltre la composizione della malta onde evitare successivi fenomeni di incompatibilità chimica o termica con il rivestimento e/o con il supporto. Durante la posa del rivestimento si curerà l'esecuzione dei giunti, il loro allineamento, la planarità della superficie risultante e il rispetto di eventuali motivi ornamentali. In alternativa alla posa con letto di malta si procederà all'esecuzione di uno strato ripartitore avente adeguate caratteristiche di resistenza meccanica, planarità, ecc. in modo da applicare successivamente uno strato di collegamento (od ancoraggio) costituito da adesivi aventi adeguate compatibilità chimica e termica con lo strato ripartitore e con il rivestimento. Durante la posa si procederà come sopra descritto.

Per le lastre di pietra, calcestruzzo, fibrocemento e prodotti simili si procederà alla posa mediante fissaggi meccanici (elementi a espansione, elementi a fissaggio chimico, ganci, zanche e simili) a loro volta ancorati direttamente nella parte muraria e/o su tralici o similari. Comunque i sistemi di fissaggio devono garantire una adeguata resistenza meccanica per sopportare il peso proprio e del rivestimento, resistere alle corrosioni, permettere piccole regolazioni dei singoli pezzi durante il fissaggio e il loro movimento in opera dovuto a variazioni termiche. Il sistema nel suo insieme deve avere comportamento termico accettabile, nonché evitare di essere sorgente di rumore inaccettabile dovuto al vento, pioggia, ecc. e assolvere le altre funzioni loro affidate quali tenuta all'acqua ecc. Durante la posa del rivestimento si cureranno gli effetti estetici previsti, l'allineamento o comunque corretta esecuzione di giunti (sovrapposizioni, ecc.), la corretta forma della superficie risultante, ecc.

Per le lastre, pannelli, ecc. a base di metallo o materia plastica si procederà analogamente a quanto descritto in *b)* per le lastre.

Si curerà in base alle funzioni attribuite dal progetto al rivestimento, l'esecuzione dei fissaggi la collocazione rispetto agli strati sottostanti onde evitare incompatibilità termiche, chimiche o elettriche. Saranno considerate le possibili vibrazioni o rumore indotte da vento, pioggia, ecc. Verranno inoltre verificati i motivi estetici, l'esecuzione dei giunti, la loro eventuale sigillatura, ecc.

### **64.3. Sistemi realizzati con prodotti flessibili**

I sistemi con prodotti flessibili devono essere realizzati secondo le prescrizioni date nel progetto con prodotti costituiti da carte da parati (a base di carta, tessuti, fogli di materie plastiche o loro abbinamenti) aventi le caratteristiche riportate nell'articolo loro applicabile e a completamento del progetto devono rispondere alle indicazioni seguenti.

A seconda del supporto (intonaco, legno, ecc.), si procederà alla sua pulizia e asportazione dei materiali esistenti nonché al riempimento di fessure, piccoli fori, alla spianatura di piccole asperità, ecc. avendo cura di eliminare, al termine, la polvere e i piccoli frammenti che possono successivamente collocarsi tra il foglio e il supporto durante la posa.

Si stenderà uno strato di fondo (fissativo) solitamente costituito dallo stesso adesivo che si userà per l'incollaggio (ma molto più diluito con acqua) in modo da rendere uniformemente assorbente il supporto stesso e da chiudere i pori più grandi. Nel caso di supporti molto irregolari e nella posa di rivestimenti particolarmente sottili e lisci (esempio tessuti) si provvederà ad applicare uno strato intermedio di carta fodera o prodotto simile allo scopo di ottenere la levigatezza e continuità volute.

Si applica infine il telo di finitura curando il suo taglio preliminare in lunghezza e curando la concordanza dei disegni, la necessità di posare i teli con andamento alternato ecc.

Durante l'applicazione si curerà la realizzazione dei giunti, la quantità di collante applicato, l'esecuzione dei punti particolari quali angoli, bordi di porte, finestre, ecc., facendo le opportune riprese in modo da garantire la continuità dei disegni e comunque la scarsa percepibilità dei giunti.

#### **64.4. Sistemi realizzati con prodotti fluidi**

I sistemi con prodotti fluidi devono essere realizzati secondo le prescrizioni date nel progetto (con prodotti costituiti da pitture, vernici impregnanti, ecc.) aventi le caratteristiche riportate nell'articolo loro applicabile e a completamento del progetto devono rispondere alle indicazioni seguenti:

a) su pietre naturali e artificiali impregnazione della superficie con siliconi o olii fluorurati, non pellicolanti, resistenti agli UV, al dilavamento, agli agenti corrosivi presenti nell'atmosfera;

b) su intonaci esterni:

- tinteggiatura della superficie con tinte alla calce, o ai silicati inorganici;
- pitturazione della superficie con pitture organiche;

c) su intonaci interni:

- tinteggiatura della superficie con tinte alla calce, o ai silicati inorganici;
- pitturazione della superficie con pitture organiche o ai silicati organici;
- rivestimento della superficie con materiale plastico a spessore;
- tinteggiatura della superficie con tinte a tempera;

d) su prodotti di legno e di acciaio.

I sistemi si intendono realizzati secondo le prescrizioni del progetto e in loro mancanza (od a loro integrazione) si intendono realizzati secondo le indicazioni date dal produttore e accettate dalla direzione dei lavori; le informazioni saranno fornite secondo le norme **UNI 8758** o **UNI 8760** e riguarderanno:

- criteri e materiali di preparazione del supporto;
- criteri e materiali per realizzare l'eventuale strato di fondo ivi comprese le condizioni ambientali (temperatura, umidità) del momento della realizzazione e del periodo di maturazione, condizioni per la successiva operazione;
- criteri e materiali per realizzare l'eventuale strato intermedio ivi comprese le condizioni citate all'alinea precedente per la realizzazione e maturazione;
- criteri e materiali per lo strato di finiture ivi comprese le condizioni citate al secondo alinea.

e) durante l'esecuzione, per tutti i tipi predetti, si curerà per ogni operazione la completa esecuzione degli strati, la realizzazione dei punti particolari, le condizioni ambientali (temperatura, umidità) e la corretta condizione dello strato precedente (essiccazione, maturazione, assenza di bolle, ecc.), nonché le prescrizioni relative alle norme di igiene e sicurezza.

#### **64.5. Compiti del direttore dei lavori**

Il direttore dei lavori per la realizzazione del sistema di rivestimento opererà come segue.

Nel corso dell'esecuzione dei lavori (con riferimento ai tempi e alle procedure) verificherà via via che i materiali impiegati e le tecniche di posa siano effettivamente quelle prescritte e inoltre almeno per gli strati più significativi verificherà che il risultato delle operazioni predette sia coerente con le prescrizioni di progetto e comunque con la funzione che è attribuita all'elemento o strato realizzato. In particolare verificherà:

- per i rivestimenti rigidi le modalità di fissaggio, la corretta esecuzione dei giunti e quanto riportato nel punto loro dedicato, eseguendo verifiche intermedie di resistenza meccanica, ecc.;
- per i rivestimenti con prodotti flessibili (fogli) la corretta esecuzione delle operazioni descritte nel relativo punto;
- per i rivestimenti fluidi o in pasta il rispetto delle prescrizioni di progetto o concordate come detto nel punto a) verificando la loro completezza, ecc. specialmente delle parti difficilmente controllabili al termine dei lavori.

A conclusione dei lavori eseguirà prove (anche solo localizzate) e con facili mezzi da cantiere creando sollecitazioni compatibili con quelle previste dal progetto o comunque similanti le sollecitazioni dovute all'ambiente, agli utenti futuri, ecc. Per i rivestimenti rigidi verificherà in particolare il fissaggio e l'aspetto delle superfici risultanti; per i rivestimenti in fogli, l'effetto finale e l'adesione al supporto; per quelli fluidi la completezza, l'assenza di difetti locali, l'aderenza al supporto.

## Art. 65 – Opere di vetrazione e serramentistica

### 65.1. Definizioni

Si intendono per opere di vetrazione quelle che comportano la collocazione in opera di lastre di vetro (o prodotti similari sempre comunque in funzione di schermo) sia in luci fisse sia in ante fisse o mobili di finestre, portefinestre o porte.

Si intendono per opere di serramentistica quelle relative alla collocazione di serramenti (infissi) nei vani aperti delle parti murarie destinate a riceverli.

### 65.2. Realizzazione

La realizzazione delle opere di vetrazione deve avvenire con i materiali e le modalità previsti dal progetto e ove questo non sia sufficientemente dettagliato valgono le prescrizioni seguenti.

Le lastre di vetro in relazione al loro comportamento meccanico devono essere scelte tenendo conto delle loro dimensioni, delle sollecitazioni previste dovute a carico vento e neve, delle sollecitazioni dovute a eventuali sbattimenti e delle deformazioni prevedibili del serramento.

Devono inoltre essere considerate per la loro scelta le esigenze di isolamento termico, acustico, di trasmissione luminosa, di trasparenza o traslucidità, di sicurezza sia ai fini antinfortunistici che di resistenza alle effrazioni, atti vandalici, ecc.

Per la valutazione della adeguatezza delle lastre alle prescrizioni predette, in mancanza di prescrizioni nel progetto si intendono adottati i criteri stabiliti nelle norme UNI per l'isolamento termico e acustico, la sicurezza, ecc. (**UNI 7143**, **UNI 7144**, **UNI 7170** e **UNI 7697**).

Gli smussi ai bordi e negli angoli devono prevenire possibili scagliature.

I materiali di tenuta, se non precisati nel progetto, si intendono scelti in relazione alla conformazione e dimensioni delle scanalature (o battente aperto con ferma vetro) per quanto riguarda lo spessore e dimensioni in genere, capacità di adattarsi alle deformazioni elastiche dei telai fissi e ante apribili; resistenza alle sollecitazioni dovute ai cicli termoigrometrici tenuto conto delle condizioni microlocali che si creano all'esterno rispetto all'interno, ecc. e tenuto conto del numero, posizione e caratteristiche dei tasselli di appoggio, periferici e spaziatori.

Nel caso di lastre posate senza serramento gli elementi di fissaggio (squadrette, tiranti, ecc.) devono avere adeguata resistenza meccanica, essere preferibilmente di metallo non ferroso o comunque protetto dalla corrosione. Tra gli elementi di fissaggio e la lastra deve essere interposto materiale elastico e durabile alle azioni climatiche.

La posa in opera deve avvenire previa eliminazione di depositi e materiali dannosi dalle lastre, serramenti, ecc. e collocando i tasselli di appoggio in modo da far trasmettere correttamente il peso della lastra al serramento; i tasselli di fissaggio servono a mantenere la lastra nella posizione prefissata.

Le lastre che possono essere urtate devono essere rese visibili con opportuni segnali (motivi ornamentali, maniglie, ecc.).

La sigillatura dei giunti tra lastra e serramento deve essere continua in modo da eliminare ponti termici e acustici. Per i sigillanti e gli adesivi si devono rispettare le prescrizioni previste dal fabbricante per la preparazione, le condizioni ambientali di posa e di manutenzione. Comunque la sigillatura deve essere conforme a quella richiesta dal progetto o effettuata sui prodotti utilizzati per qualificare il serramento nel suo insieme.

L'esecuzione effettuata secondo la norma **UNI 6534** potrà essere considerata conforme alla richiesta del presente capitolato nei limiti di validità della norma stessa.

### 65.3. Posa in opera dei serramenti

La realizzazione della posa dei serramenti deve essere effettuata come indicato nel progetto esecutivo e quando non precisato deve avvenire secondo le prescrizioni seguenti.

Le finestre collocate su propri controtelai e fissate con i mezzi previsti dal progetto e comunque in modo da evitare sollecitazioni localizzate.

Il giunto tra controtelaio e telaio fisso se non progettato in dettaglio onde mantenere le prestazioni richieste al serramento dovrà essere eseguito con le seguenti attenzioni:

- assicurare tenuta all'aria e isolamento acustico;
- gli interspazi devono essere sigillati con materiale comprimibile e che resti elastico nel tempo, se ciò non fosse sufficiente (giunti larghi più di 8 mm) si sigillerà anche con apposito sigillante capace di mantenere l'elasticità nel tempo e di aderire al materiale dei serramenti;
- il fissaggio deve resistere alle sollecitazioni che il serramento trasmette sotto l'azione del vento o i carichi dovuti all'utenza (comprese le false manovre).

La posa con contatto diretto tra serramento e parte muraria deve avvenire:

- assicurando il fissaggio con l'ausilio di elementi meccanici (zanche, tasselli a espansione, ecc.);
- sigillando il perimetro esterno con malta previa eventuale interposizione di elementi separatori quali non tessuti, fogli, ecc.;
- curando l'immediata pulizia delle parti che possono essere danneggiate (macchiate, corrose, ecc.) dal contatto con la malta o altri prodotti utilizzati durante l'installazione del serramento.

Le porte devono essere posate in opera analogamente a quanto indicato per le finestre; inoltre si dovranno curare le altezze di posa rispetto al livello del pavimento finito.

Per le porte con alte prestazioni meccaniche (anteffrazione) acustiche, termiche o di comportamento al fuoco, si rispetteranno inoltre le istruzioni per la posa date dal fabbricante e accettate dalla direzione dei lavori.

#### **65.4. Compiti del direttore dei lavori**

Il direttore dei lavori per la realizzazione opererà come segue.

Nel corso dell'esecuzione dei lavori (con riferimento ai tempi e alle procedure) verificherà via via che i materiali impiegati e le tecniche di posa siano effettivamente quelli prescritti.

In particolare verificherà la realizzazione delle sigillature tra lastre di vetro e telai e tra i telai fissi e i controtelai; la esecuzione dei fissaggi per le lastre non intelaiate; il rispetto delle prescrizioni di progetto, del capitolato e del produttore per i serramenti con altre prestazioni.

A conclusione dei lavori eseguirà verifiche visive della corretta messa in opera e della completezza dei giunti, sigillature, ecc. Eseguirà controlli orientativi circa la forza di apertura e chiusura dei serramenti (stimandole con la forza corporea necessaria) l'assenza di punti di attrito non previsti, e prove orientative di tenuta all'acqua, con spruzzatori a pioggia, e all'aria, con l'uso di fumogeni, ecc.

Avrà cura di far aggiornare e raccogliere i disegni costruttivi più significativi unitamente alla descrizione e/o schede tecniche dei prodotti impiegati (specialmente quelli non visibili a opera ultimata) e le prescrizioni attinenti la successiva manutenzione.

### **Art. 66 – Esecuzione delle pavimentazioni**

#### **66.1. Definizioni**

Si intende per pavimentazione un sistema edilizio avente quale scopo quello di consentire o migliorare il transito e la resistenza alle sollecitazioni in determinate condizioni di uso.

Esse si intendono convenzionalmente suddivise nelle seguenti categorie:

- pavimentazioni su strato portante;
- pavimentazioni su terreno (cioè dove la funzione di strato portante del sistema di pavimentazione è svolta del terreno).

#### **66.2. Strati funzionali**

Quando non è diversamente descritto negli altri documenti progettuali (o quando questi non sono sufficientemente dettagliati) si intende che ciascuna delle categorie sopracitate sarà composta dai seguenti strati funzionali.

a) La pavimentazione su strato portante avrà quali elementi o strati fondamentali:

- lo strato portante, con la funzione di resistenza alle sollecitazioni meccaniche dovute ai carichi permanenti o di esercizio;
- lo strato di scorrimento, con la funzione di compensare e rendere compatibili gli eventuali scorrimenti differenziali tra strati contigui;
- lo strato ripartitore, con funzione di trasmettere allo strato portante le sollecitazioni meccaniche impresse dai carichi esterni qualora gli strati costituenti la pavimentazione abbiano comportamenti meccanici sensibilmente differenziati;
- lo strato di collegamento, con funzione di ancorare il rivestimento allo strato ripartitore (o portante);
- lo strato di rivestimento con compiti estetici e di resistenza alle sollecitazioni meccaniche, chimiche, ecc.).

A seconda delle condizioni di utilizzo e delle sollecitazioni previste i seguenti strati possono diventare fondamentali:

- strato di impermeabilizzante con funzione di dare alla pavimentazione una prefissata impermeabilità ai liquidi e ai vapori;
- strato di isolamento termico con funzione di portare la pavimentazione a un prefissato isolamento termico;
- strato di isolamento acustico con la funzione di portare la pavimentazione a un prefissato isolamento acustico;

– strato di compensazione con funzione di compensare quote, le pendenze, gli errori di planarità ed eventualmente incorporare impianti (questo strato frequentemente ha anche funzione di strato di collegamento).

b) La pavimentazione su terreno avrà quali elementi o strati funzionali:

- il terreno (suolo) con funzione di resistere alle sollecitazioni meccaniche trasmesse dalla pavimentazione;
- strato impermeabilizzante (o drenante);
- lo strato ripartitore;
- strati di compensazione e/o pendenza;
- il rivestimento.

A seconda delle condizioni di utilizzo e delle sollecitazioni possono essere previsti altri strati complementari.

### **66.3. Realizzazione degli strati**

Per la pavimentazione su strato portante sarà effettuata la realizzazione degli strati utilizzando i materiali indicati nel progetto, ove non sia specificato in dettaglio nel progetto o a suo complemento si rispetteranno le prescrizioni seguenti:

1) per lo strato portante, a seconda della soluzione costruttiva adottata si farà riferimento alle prescrizioni già date nel presente capitolato sulle strutture di calcestruzzo, strutture metalliche, sulle strutture miste acciaio e calcestruzzo, sulle strutture di legno, ecc.;

2) per lo strato di scorrimento, a seconda della soluzione costruttiva adottata si farà riferimento alle prescrizioni già date per i prodotti quali la sabbia, membrane a base sintetica o bituminosa, fogli di carta o cartone, geotessili o pannelli di fibre, di vetro o roccia. Durante la realizzazione si curerà la continuità dello strato, la corretta sovrapposizione, o realizzazione dei giunti e l'esecuzione dei bordi, risvolti, ecc.;

3) per lo strato ripartitore, a seconda della soluzione costruttiva adottata si farà riferimento alle prescrizioni già date per i prodotti quali calcestruzzi armati o non, malte cementizie, lastre prefabbricate di calcestruzzo armato o non, lastre o pannelli a base di legno. Durante la realizzazione si curerà oltre alla corretta esecuzione dello strato in quanto a continuità e spessore, la realizzazione di giunti e bordi e dei punti di interferenza con elementi verticali o con passaggi di elementi impiantistici in modo da evitare azioni meccaniche localizzate o incompatibilità chimico fisiche. Sarà infine curato che la superficie finale abbia caratteristiche di planarità, rugosità, ecc. adeguate per lo strato successivo;

4) per lo strato di collegamento, a seconda della soluzione costruttiva adottata si farà riferimento alle prescrizioni già date per i prodotti quali malte, adesivi organici e/o con base cementizia e nei casi particolari alle prescrizioni del produttore per elementi di fissaggio, meccanici o altro tipo. Durante la realizzazione si curerà la uniforme e corretta distribuzione del prodotto con riferimento agli spessori e/o quantità consigliate dal produttore in modo da evitare eccesso da rifiuto o insufficienza che può provocare scarsa resistenza o adesione. Si verificherà inoltre che la posa avvenga con gli strumenti e nelle condizioni ambientali (temperatura, umidità) e preparazione dei supporti suggeriti dal produttore;

5) per lo strato di rivestimento, a seconda della soluzione costruttiva adottata si farà riferimento alle prescrizioni già date nell'art. "Prodotti per pavimentazione". Durante la fase di posa si curerà la corretta esecuzione degli eventuali motivi ornamentali, la posa degli elementi di completamento e/o accessori, la corretta esecuzione dei giunti, delle zone di interferenza (bordi, elementi verticali, ecc.) nonché le caratteristiche di planarità o comunque delle conformazioni superficiali rispetto alle prescrizioni di progetto, nonché le condizioni ambientali di posa e i tempi di maturazione;

6) per lo strato di impermeabilizzazione, a seconda che abbia funzione di tenuta all'acqua, barriera o schermo al vapore valgono le indicazioni fornite per questi strati all'articolo sulle coperture continue;

7) per lo strato di isolamento termico, valgono le indicazioni fornite per questo strato all'articolo sulle coperture piane;

8) per lo strato di isolamento acustico, a seconda della soluzione costruttiva adottata si farà riferimento per i prodotti alle prescrizioni già date nell'apposito articolo. Durante la fase di posa in opera si curerà il rispetto delle indicazioni progettuali e comunque la continuità dello strato con la corretta realizzazione dei giunti/sovrapposizioni, la realizzazione accurata dei risvolti ai bordi e nei punti di interferenza con elementi verticali (nel caso di pavimento cosiddetto galleggiante i risvolti dovranno contenere tutti gli strati sovrastanti). Sarà verificato nei casi dell'utilizzo di supporti di gomma, sughero, ecc., il corretto posizionamento di questi elementi e i problemi di compatibilità meccanica, chimica, ecc., con lo strato sottostante e sovrastante;

9) per lo strato di compensazione delle quote valgono le prescrizioni date per lo strato di collegamento (per gli strati sottili) e/o per lo strato ripartitore (per gli spessori maggiori a 20 mm).

#### **66.4. Materiali**

Per le pavimentazioni su terreno la realizzazione degli strati sarà effettuata utilizzando i materiali indicati nel progetto, ove non sia specificato in dettaglio nel progetto o da suo complemento si rispetteranno le prescrizioni seguenti:

1) per lo strato costituito dal terreno si provvederà alle operazioni di asportazione dei vegetali e dello strato contenente le loro radici o comunque ricco di sostanze organiche. Sulla base delle sue caratteristiche di portanza, limite liquido, plasticità, massa volumica, ecc. si procederà alle operazioni di costipamento con opportuni mezzi meccanici, alla formazione di eventuale correzione e/o sostituzione (trattamento) dello strato superiore per conferirgli adeguate caratteristiche meccaniche, di comportamento all'acqua, ecc. In caso di dubbio o contestazioni si farà riferimento alla norma **UNI 8381** e/o alle norme CNR sulle costruzioni stradali.

2) per lo strato impermeabilizzante o drenante si farà riferimento alle prescrizioni già fornite per i materiali quali sabbia, ghiaia, pietrisco, ecc. indicate nella norma **UNI 8381** per le massicciate (o alle norme CNR sulle costruzioni stradali) e alle norme UNI e/o CNR per i tessuti nontessuti (geotessili). Per l'esecuzione dello strato si adotteranno opportuni dosaggi granulometrici di sabbia, ghiaia e pietrisco in modo da conferire allo strato resistenza meccanica, resistenza al gelo, limite di plasticità adeguati. Per gli strati realizzati con geotessili si curerà la continuità dello strato, la sua consistenza e la corretta esecuzione dei bordi e dei punti di incontro con opere di raccolta delle acque, strutture verticali, ecc. In caso di dubbio o contestazione si farà riferimento alla **UNI 8381** e/o alle norme CNR sulle costruzioni stradali.

3) per lo strato ripartitore dei carichi si farà riferimento alle prescrizioni contenute sia per i materiali sia per la loro realizzazione con misti cementati, solette di calcestruzzo, conglomerati bituminosi alle prescrizioni della **UNI 8381** e/o alle norme CNR sulle costruzioni stradali. In generale si curerà la corretta esecuzione degli spessori, la continuità degli strati, la realizzazione dei giunti dei bordi e dei punti particolari.

4) per lo strato di compensazione e/o pendenza valgono le indicazioni fornite per lo strato ripartitore; è ammesso che esso sia eseguito anche successivamente allo strato ripartitore purché sia utilizzato materiale identico o comunque compatibile e siano evitati fenomeni di incompatibilità fisica o chimica o comunque scarsa aderenza dovuta ai tempi di presa, maturazione e/o alle condizioni climatiche al momento dell'esecuzione.

5) per lo strato di rivestimento valgono le indicazioni fornite nell'articolo sui prodotti per pavimentazione (conglomerati bituminosi, massetti calcestruzzo, pietre, ecc.). Durante l'esecuzione si curerà a secondo della soluzione costruttiva prescritta dal progetto le indicazioni fornite dal progetto stesso e comunque si curerà, in particolare, la continuità e regolarità dello strato (planarità, deformazioni locali, pendenze, ecc.) l'esecuzione dei bordi e dei punti particolari. Si curerà inoltre l'impiego di criteri e macchine secondo le istruzioni del produttore del materiale e il rispetto delle condizioni climatiche e di sicurezza e dei tempi di presa e maturazione.

#### **66.5. Compiti del direttore dei lavori**

Il direttore dei lavori per la realizzazione delle pavimentazioni opererà come segue.

Nel corso dell'esecuzione dei lavori (con riferimento ai tempi e alle procedure) verificherà via via che i materiali impiegati e le tecniche di posa siano effettivamente quelle prescritte e inoltre, almeno per gli strati più significativi verificherà che il risultato finale sia coerente con le prescrizioni di progetto e comunque con la funzione che è attribuita all'elemento o strato realizzato. In particolare verificherà: il collegamento tra gli strati; la realizzazione dei giunti/sovrapposizioni per gli strati realizzati con pannelli, fogli e in genere con prodotti preformati; la esecuzione accurata dei bordi e dei punti particolari. Ove sono richieste lavorazioni in sito verificherà con semplici metodi da cantiere:

- le resistenze meccaniche (portate, punzonamenti, resistenze a flessione);
- adesioni fra strati (o quando richiesto l'esistenza di completa separazione);
- tenute all'acqua, all'umidità, ecc.

A conclusione dei lavori eseguirà prove (anche solo localizzate) di funzionamento formando battenti di acqua, condizioni di carico, di punzonamento, ecc. che siano significativi delle ipotesi previste dal progetto o dalla realtà.

Avrà cura di far aggiornare e raccogliere i disegni costruttivi unitamente alla descrizione e/o schede tecniche dei prodotti impiegati (specialmente quelli non visibili a opera ultimata) e le prescrizioni attinenti la successiva manutenzione.

### **Art. 67 – Regole pratiche di progettazione ed esecuzione per le strutture in acciaio**

#### **67.1. Composizione degli elementi strutturali**

#### 67.1.1. Spessori limite

È vietato l'uso di profilati con spessore  $t < 4$  mm. Una deroga a tale norma, fino a uno spessore  $t = 3$  mm, è consentita per opere sicuramente protette contro la corrosione, quali per esempio tubi chiusi alle estremità e profilati zincati, od opere non esposte agli agenti atmosferici.

Le limitazioni di cui sopra non riguardano ovviamente elementi di lamiera grecata e profili sagomati a freddo in genere per i quali occorre fare riferimento ad altre prescrizioni costruttive e di calcolo.

#### 67.1.2. Impiego di ferri piatti

L'impiego di piatti o larghi piatti, in luogo di lamiere, per anime e relativi coprigiunti delle travi a parete piena, e in genere per gli elementi in lastra soggetti a stati di tensione biassiali appartenenti a membrature aventi funzione statica non secondaria, è ammesso soltanto se i requisiti di accettazione prescritti per il materiale (in particolare quelli relativi alle prove di piegamento a freddo e resilienza) siano verificati anche nella direzione normale a quella di laminazione.

#### 67.1.3. Variazioni di sezione

Le eventuali variazioni di sezione di una stessa membratura devono essere il più possibile graduali, soprattutto in presenza di fenomeni di fatica. Di regola sono da evitarsi le pieghe brusche. In ogni caso si dovrà tener conto degli effetti dell'eccentricità.

Nelle lamiere o piatti appartenenti a membrature principali e nelle piastre di attacco le concentrazioni di sforzo in corrispondenza di angoli vivi rientranti debbono essere evitate mediante raccordi i cui raggi saranno indicati nei disegni di progetto.

#### 67.1.4. Giunti di tipo misto

In uno stesso giunto è vietato l'impiego di differenti metodi di collegamento di forza (ad esempio saldatura e bullonatura o chiodatura), a meno che uno solo di essi sia in grado di sopportare l'intero sforzo.

### 67.2. Unioni chiodate

#### 67.2.1. Chiodi e fori normali

I chiodi da impiegarsi si suddividono nelle categorie appresso elencate, ciascuna con l'indicazione della UNI cui devono corrispondere:

- chiodi a testa tonda stretta, secondo **UNI 136**;
- chiodi a testa svasata piana, secondo **UNI 139**;
- chiodi a testa svasata con calotta, secondo **UNI 140**.

I fori devono corrispondere alla **UNI 141**.

#### 67.2.2. Diametri normali

Di regola si devono impiegare chiodi dei seguenti diametri nominali:

$d = 10, 13, 16, 19, 22, 25$  mm; e, ordinatamente, fori dei diametri:

$d1 = 10,5, 14, 17, 20, 23, 26$  mm.

Nei disegni si devono contraddistinguere con opportune convenzioni i chiodi dei vari diametri. Nei calcoli si assume il diametro  $d_1$ , tanto per verifica di resistenza della chiodatura, quanto per valutare l'indebolimento degli elementi chiodati.

#### 67.2.3. Scelta dei chiodi in relazione agli spessori da unire

In relazione allo spessore complessivo  $t$  da chiodare si impiegano:

chiodi a testa tonda e a testa svasata piana, per  $t/d \leq 4,5$ ;

chiodi a testa svasata con calotta, per  $4,5 < t/d \leq 6,5$ .

#### 67.2.4. Interasse dei chiodi e distanza dai margini

Per l'interasse dei chiodi e distanza dai margini si rinvia alle disposizioni del punto 7.2.4., parte seconda del D.M. 9 gennaio 1996.

**Art. 68 – Unioni con bulloni normali e saldate****68.1. Bulloni**

La lunghezza del tratto non filettato del gambo del bullone deve essere in generale maggiore di quella della parti da serrare e si deve sempre far uso di rosette. È tollerato tuttavia che non più di mezza spira del filetto rimanga compresa nel foro. Qualora resti compreso nel foro un tratto filettato se ne dovrà tenere adeguato conto nelle verifiche di resistenza.

In presenza di vibrazioni o inversioni di sforzo, si devono impiegare controdadi oppure rosette elastiche, tali da impedire l'allentamento del dado. Per bulloni con viti 8.8 e 10.9 è sufficiente l'adeguato serraggio.

**68.2. Diametri normali**

Di regola si devono impiegare bulloni dei seguenti diametri:

$$d = 12, 14, 16, 18, 20, 22, 24, 27 \text{ mm.}$$

I fori devono avere diametro uguale a quello del bullone maggiorato di 1 mm fino al diametro 20 mm e di 1,5 mm oltre il diametro 20 mm, quando è ammissibile un assestamento sotto carico del giunto.

Quando tale assestamento non è ammesso, il giuoco complessivo tra diametro del bullone e diametro del foro non dovrà superare 0,3 mm, ivi comprese le tolleranze.

Nei disegni si devono contraddistinguere con opportune convenzioni i bulloni dei vari diametri e devono essere precisati i giuochi foro – bullone.

**68.3. Interasse dei bulloni e distanza dai margini**

Vale quanto specificato al punto 7.2.4. della parte del D.M. 9 gennaio 1996.

**68.4. Unioni ad attrito**

Nelle unioni ad attrito si impiegano bulloni ad alta resistenza. Il gambo può essere filettato per tutta la lunghezza.

Le rosette, disposte una sotto il dado e una sotto la testa, devono avere uno smusso a 45° in un orlo interno e identico smusso sul corrispondente orlo esterno. Nel montaggio lo smusso deve essere rivolto verso la testa della vite o verso il dado. I bulloni, i dadi e le rosette devono portare, in rilievo impresso, il marchio di fabbrica e la classificazione secondo la citata **UNI 3740**.

**68.5. Diametri normali**

Di regola si devono impiegare bulloni dei seguenti diametri:

$$d = 12, 14, 16, 18, 20, 22, 24, 27 \text{ mm}$$

e fori di diametro pari a quello del bullone maggiorato di 1,5 mm fino al diametro 24 mm e di 2 mm per il diametro 27 mm. Nei disegni devono essere distinti con opportune convenzioni i bulloni dei vari diametri.

**68.6. Interasse dei bulloni e distanza dai margini**

Vale quanto specificato al punto 67.2.4.

**68.7. Unioni saldate**

A tutti gli elementi strutturali saldati devono essere applicate le prescrizioni di cui all'art. 67.

Per gli attacchi d'estremità di aste sollecitate da forza normale, realizzati soltanto con cordoni d'angolo paralleli all'asse di sollecitazione, la lunghezza minima dei cordoni stessi deve essere pari a 15 volte lo spessore.

L'impiego di saldature entro fori o intagli deve essere considerato eccezionale: qualora detti fori o intagli debbano essere usati, il loro contorno non dovrà presentare punti angolosi, né raggi di curvatura minori di metà della dimensione minima dell'intaglio.

I giunti testa a testa di maggior importanza appartenenti a membrature tese esposte a temperature minori di 0°C devono essere previsti con saldatura di I classe.

La saldatura a tratti non è ammessa che per cordoni d'angolo.

Nei giunti a croce o a T a completa penetrazione dovrà essere previsto un graduale allargamento della saldatura, la cui larghezza dovrà essere almeno pari a 1,3 volte lo spessore in corrispondenza della lamiera su cui viene a intestarsi.

## Art. 69 – Modalità esecutive per le unioni di strutture in acciaio

### 69.1. Unioni chiodate

Le teste ottenute con la ribaditura devono risultare ben centrate sul fusto, ben nutrite alle loro basi, prive di screpolature e ben combacianti con la superficie dei pezzi. Dovranno poi essere liberate dalle bavature mediante scalpello curvo, senza intaccare i ferri chiodati.

Le teste di materiale diverso dall'acciaio Fe 360 e Fe 430 **UNI 7356** porteranno in rilievo in sommità, sopra una zona piana, un marchio caratterizzante la qualità del materiale.

Il controstampo dovrà essere piazzato in modo da lasciare sussistere detto marchio dopo la ribaditura.

### 69.2. Unioni ad attrito

Le superfici di contatto al montaggio si devono presentare pulite, prive cioè di olio, vernice, scaglie di laminazione, macchie di grasso.

La pulitura deve, di norma, essere eseguita con sabbatura al metallo bianco; è ammessa la semplice pulizia meccanica delle superfici a contatto per giunzioni montate in opera, purché vengano completamente eliminati tutti i prodotti della corrosione e tutte le impurità della superficie metallica. Le giunzioni calcolate con  $\mu = 0,45$  debbono comunque essere sabbiate al metallo bianco.

I bulloni, i dadi e le rosette dovranno corrispondere a quanto prescritto all'art. 68.

Nei giunti flangiati dovranno essere particolarmente curati la planarità e il parallelismo delle superfici di contatto.

Per il serraggio dei bulloni si devono usare chiavi dinamometriche a mano, con o senza meccanismo limitatore della coppia applicata, o chiavi pneumatiche con limitatore della coppia applicata; tutte peraltro devono essere tali da garantire una precisione non minore di  $\pm 5\%$ .

Il valore della coppia di serraggio, da applicare sul dado o sulla testa del bullone, deve essere quella indicata al punto 4.4., Parte II del D.M. 9 gennaio 1996.

Per verificare l'efficienza dei giunti serrati, il controllo della coppia torcente applicata può essere effettuato in uno dei seguenti modi:

a) si misura con chiave dinamometrica la coppia richiesta per far ruotare ulteriormente di  $10^\circ$  il dado;

b) dopo aver marcato dado e bullone per identificare la loro posizione relativa, il dado deve essere prima allentato con una rotazione almeno pari a  $60^\circ$  e poi riserrato, controllando se l'applicazione della coppia prescritta riporta il dado nella posizione originale.

Se in un giunto anche un solo bullone non risponde alle prescrizioni circa il serraggio, tutti i bulloni del giunto devono essere controllati.

### 69.3. Unioni saldate

Sia in officina sia in cantiere, le saldature da effettuare con elettrodi rivestiti devono essere eseguite da saldatori che abbiano superato, per la relativa qualifica, le prove richieste dalla **UNI 4634**.

Per le costruzioni tubolari si farà riferimento alla **UNI 4633** per i giunti di testa.

Le saldature da effettuare con altri procedimenti devono essere eseguite da operai sufficientemente addestrati all'uso delle apparecchiature relative e al rispetto delle condizioni operative stabilite in sede di qualifica del procedimento.

I lembi, al momento della saldatura, devono essere regolari, lisci ed esenti da incrostazioni, ruggine, scaglie, grassi, vernici, irregolarità locali e umidità.

Il disallineamento dei lembi deve essere non maggiore di  $1/8$  dello spessore con un massimo di 1,5 mm; nel caso di saldatura manuale ripresa al vertice, si potrà tollerare un disallineamento di entità doppia.

Nei giunti di testa e in quelli a T a completa penetrazione effettuati con saldatura manuale, il vertice della saldatura deve essere sempre asportato, per la profondità richiesta per raggiungere il metallo perfettamente sano, a mezzo di scalpellatura, smerigliatura, o altro adeguato sistema, prima di effettuare la seconda saldatura (nel caso di saldature effettuate dai due lati) o la ripresa.

Qualora ciò non sia assolutamente possibile, si deve fare ricorso alla preparazione a V con piatto di sostegno che è, peraltro, sconsigliata nel caso di strutture sollecitate a fatica o alla saldatura effettuata da saldatori speciali secondo la citata **UNI 4634** o, nel caso di strutture tubolari, di classe TT secondo la citata **UNI 4633**.

### 69.4. Unioni per contatto

Le superfici di contatto devono essere convenientemente piane e ortogonali all'asse delle membrature collegate.

Le membrature senza flange di estremità devono avere le superfici di contatto segate o, se occorre, lavorate con la piallatrice, la fresatrice o la molatrice.

Per le membrature munite di flange di estremità si dovranno distinguere i seguenti casi:

- a) per flange di spessore inferiore o uguale a 50 mm è sufficiente la spianatura alla pressa o con sistema equivalente;
- b) per flange di spessore compreso tra i 50 e i 100 mm, quando non sia possibile una accurata spianatura alla pressa, è necessario procedere alla piallatura o alla fresatura delle superfici di appoggio;
- c) per flange di spessore maggiore di 100 mm le superfici di contatto devono sempre essere lavorate alla pialla o alla fresa.

Nel caso particolare delle piastre di base delle colonne si distingueranno i due casi seguenti:

- a) per basi senza livellamento con malta occorre, sia per la piastra della colonna che per l'eventuale contropiastra di fondazione, un accurato spianamento alla pressa e preferibilmente la piallatura o la fresatura;
- b) per basi livellate con malta non occorre lavorazione particolare delle piastre di base.

### **69.5. Prescrizioni particolari**

Quando le superfici comprendenti lo spessore da bullonare per una giunzione di forza non abbiano giacitura ortogonale agli assi dei fori, i bulloni devono essere piazzati con interposte rosette cuneiformi, tali da garantire un assetto corretto della testa e del dado e da consentire un serraggio normale.

## **Art. 70 – Piastre o apparecchi di appoggio**

### **70.1. Basi di colonne**

Le piastre di appoggio e le relative eventuali costolature devono essere proporzionate in modo da assicurare una ripartizione approssimativamente lineare della pressione sul cuscinetto sottostante.

I bulloni di ancoraggio devono essere collocati a conveniente distanza dalle superfici che limitano lateralmente la fondazione. La lunghezza degli ancoraggi è quella prescritta al punto 5.3.3. della Parte 1<sup>a</sup> del D.M. 9 gennaio 1996, quando non si faccia ricorso a traverse d'ancoraggio o dispositivi analoghi.

### **70.2. Appoggi metallici (fissi e scorrevoli)**

Di regola, per gli appoggi scorrevoli, non sono da impiegare più di due rulli o segmenti di rullo; se i rulli sono due occorrerà sovrapporre a essi un bilanciante che assicuri l'equipartizione del carico. Il movimento di traslazione dei rulli deve essere guidato in modo opportuno, dispositivi di arresto devono essere previsti dove il caso lo richieda. Le parti degli apparecchi che trasmettono pressioni per contatto possono essere di acciaio fuso, oppure ottenute per saldatura di laminati di acciaio. Le superfici di contatto devono essere lavorate con macchina utensile.

### **70.3. Appoggi di gomma**

Per questo tipo di appoggi valgono le istruzioni di cui alla norma CNR 10018/87 (Bollettino ufficiale C.N.R. – XXVI – n. 161 – 1992).

### **70.4. Appoggio delle piastre di base**

È necessario curare che la piastra di base degli apparecchi di appoggio delle colonne appoggi per tutta la sua superficie sulla sottostruttura attraverso un letto di malta.

## **Art. 71 – Travi a parete piena e reticolari**

### **71.1. Travi chiodate**

Nel proporzionamento delle chiodature che uniscono all'anima i cantonali del corrente caricato, si deve tener conto del contributo di sollecitazione di eventuali carichi direttamente applicati al corrente stesso. Se tali carichi sono concentrati e il corrente è sprovvisto di piattabande, si provvederà a diffonderli con piastra di ripartizione.

Le interruzioni degli elementi costituenti le travi devono essere convenientemente distanziate e singolarmente provviste di coprigiunto. La coincidenza trasversale di più interruzioni non è ammessa neanche per coprigiunto adeguato alla sezione interrotta, eccettuato il caso di giunti di montaggio. I coprigiunti destinati a ricostituire l'intera sezione dell'anima devono estendersi all'intera altezza di essa.

Nelle travi con pacchetti di piattabande distribuite con il criterio di ottenere l'uniforme resistenza a flessione, ciascuna piattabanda deve essere attaccata al pacchetto esternamente alla zona dove ne è necessario il contributo; il prolungamento di ogni piattabanda oltre la sezione in cui il momento flettente massimo eguaglia quello resistente, deve

essere sufficiente per consentire la disposizione di almeno due file di chiodi, la prima delle quali può essere disposta in corrispondenza della sezione suddetta.

#### **71.2. Travi saldate**

Quando le piattabande sono più di una per ciascun corrente si potranno unire tra loro con cordoni d'angolo laterali lungo i bordi, purché abbiano larghezza non maggiore di 30 volte lo spessore.

L'interruzione di ciascuna piattabanda deve avvenire esternamente alla zona dove ne è necessario il contributo, prolungandosi per un tratto pari almeno alla metà della propria larghezza. In corrispondenza della sezione terminale di ogni singolo tronco di piattabanda si deve eseguire un cordone d'angolo di chiusura che abbia altezza di gola pari almeno alla metà dello spessore della piattabanda stessa e sezione dissimmetrica col lato più lungo nella direzione della piattabanda. Inoltre, in presenza di fenomeni di fatica, la piattabanda deve essere raccordata al cordone con opportuna rastremazione.

#### **71.3. Nervature dell'anima**

Le nervature di irrigidimento dell'anima in corrispondenza degli appoggi della trave o delle sezioni in cui sono applicati carichi concentrati devono essere, di regola, disposte simmetricamente rispetto all'anima e verificate a carico di punta per l'intera azione localizzata.

Potrà a tali effetti considerarsi collaborante con l'irrigidimento una porzione d'anima di larghezza non superiore a 12 volte lo spessore dell'anima, da entrambe le parti adiacenti alle nervature stesse.

Per la lunghezza d'inflexione dovrà assumersi un valore commisurato alle effettive condizioni di vincolo dell'irrigidimento e in ogni caso non inferiore ai  $\frac{3}{4}$  dell'altezza dell'anima.

I rapporti larghezza-spessore delle nervature di irrigidimento dell'anima devono soddisfare le limitazioni previste al punto 5.1.7 del D.M. 9 gennaio 1996.

Le nervature di irrigidimento di travi composte saldate devono essere collegate all'anima mediante cordoni di saldatura sottili e, di regola, continui.

Nel caso si adottino cordoni discontinui, la lunghezza dei tratti non saldati dovrà essere inferiore a 12 volte lo spessore dell'anima, e, in ogni caso, a 25 cm; inoltre nelle travi soggette a fatica si verificherà che la tensione longitudinale nell'anima non superi quella ammissibile a fatica per le disposizioni corrispondenti.

#### **71.4. Travi reticolari**

Gli assi baricentrici delle aste devono di regola coincidere con gli assi dello schema reticolare; tale avvertenza è particolarmente importante per le strutture sollecitate a fatica. La coincidenza predetta per le aste di strutture chiodate o bullonate costituite da cantonali può essere osservata per gli assi di chiodatura e bullonatura anziché per gli assi baricentrici.

Il baricentro della sezione resistente del collegamento ai nodi deve cadere, di regola, sull'asse geometrico dell'asta. Ove tale condizione non sia conseguibile, dovrà essere considerato, nel calcolo del collegamento, il momento dovuto all'eccentricità tra baricentro del collegamento e asse baricentrico dell'asta.

Nei correnti a sezione variabile gli elementi, che via via si richiedono in aumento della sezione resistente, devono avere lunghezza tale da essere pienamente efficienti là ove ne è necessario il contributo.

### **Art. 72 – Verniciatura e zincatura di strutture in acciaio**

Gli elementi delle strutture in acciaio, a meno che siano di comprovata resistenza alla corrosione, dovranno essere idoneamente protetti tenendo conto del tipo di acciaio, della sua posizione nella struttura e dell'ambiente nel quale è collocato.

Devono essere particolarmente protetti gli elementi dei giunti ad attrito, in modo da impedire qualsiasi infiltrazione all'interno del giunto.

Il progettista prescriverà il tipo e le modalità di applicazione della protezione, che potrà essere di pitturazione o di zincatura a caldo.

Gli elementi destinati a essere incorporati in getti di conglomerato cementizio non dovranno essere pitturati: potranno essere invece zincati a caldo.

**Art. 73 – Strutture in legno****73.1. Adesivi**

Gli adesivi da impiegare per realizzare elementi di legno per usi strutturali devono consentire la realizzazione di incollaggi con caratteristiche di resistenza e durabilità tali che il collegamento si mantenga per tutta la vita della struttura.

Esempi di adesivi idonei sono forniti nel prospetto 1, nel quale sono descritte due categorie di condizioni di esposizione: ad alto rischio e a basso rischio.

**Tabella 73.1 - Tipi di adesivi idonei**

Categoria d'esposizione condizioni di esposizione tipiche	Esempi di adesivi
<i>Ad alto rischio</i>	
– Esposizione diretta alle intemperie, per esempio strutture marine e strutture all'esterno nelle quali l'incollaggio è esposto agli elementi (per tali condizioni di esposizione si sconsiglia l'uso di strutture incollate diverse dal legno lamellare incollato).	RF PF PF/RF
– Edifici con condizioni caldo-umide, dove l'umidità del legno è superiore al 18% e la temperatura degli incollaggi può superare i 50°C, per esempio lavanderie, piscine e sottotetti non ventilati.	
– Ambienti inquinati chimicamente, per esempio stabilimenti chimici e di tintoria.	
– Muri esterni a parete semplice con rivestimento protettivo.	
<hr/> <i>A basso rischio</i>	
– Strutture esterne protette dal sole e dalla pioggia, coperture di tettoie aperte e porticati.	RF PF PF/RF
– Strutture provvisorie come le casseforme per calcestruzzo.	
– Edifici riscaldati e aerati nei quali la umidità del legno non superi il 18% e la temperatura dell'incollaggio rimanga al di sotto di 50°C, per esempio interni di case, sale di riunione o di spettacolo, chiese e altri edifici.	MF/UF UF
RF: Resorcinolo – formaldeide. PF: Fenolo – formaldeide. PF/RF: Fenolo/resorcinolo – formaldeide. MF/UF: Melamina/urea – formaldeide. UF: Urea – formaldeide e UF modificato	

**Tabella 73.2 – Protezione anticorrosione minima per le parti di acciaio, descritta secondo la norma UNI ISO 2081**

CLASSE DI UMIDITÀ	TRATTAMENTO
1	nessuno (1)
2	Fe/Zn 12c
3	Fe/Zn 25c (2)

(1) Minimo per le graffe: Fe/Zn 12c.

(2) In condizioni severe: Fe/Zn 40c o rivestimento di zinco per immersione a caldo.

### **73.2. Elementi di collegamento meccanici**

Per gli elementi di collegamento usati comunemente quali: chiodi, bulloni, perni e viti, la capacità portante caratteristica e la deformazione caratteristica dei collegamenti devono essere determinate sulla base di prove condotte in conformità alla norma ISO 6891. Si deve tenere conto dell'influenza del ritiro per essiccazione dopo la fabbricazione e delle variazioni del contenuto di umidità in esercizio.

Si presuppone che altri dispositivi di collegamento eventualmente impiegati siano stati provati in maniera corretta completa e comprovata da idonei certificati.

Classe di umidità 1: questa classe di umidità è caratterizzata da un contenuto di umidità nei materiali corrispondente a una temperatura di 20 +/- 2°C e a una umidità relativa nell'aria circostante che supera il 65% soltanto per alcune settimane all'anno.

Nella classe di umidità 1 l'umidità media di equilibrio per la maggior parte delle conifere non supera il 12%.

Classe di umidità 2: questa classe di umidità è caratterizzata da un contenuto di umidità nei materiali corrispondente a una temperatura di 20 +/- 2°C e a una umidità relativa dell'aria circostante che supera l'80% soltanto per alcune settimane all'anno.

Nella classe di umidità 2 l'umidità media di equilibrio per la maggior parte delle conifere non supera il 18%.

Classe di umidità 3: condizioni climatiche che danno luogo a contenuti di umidità più elevati.

### **73.3. Disposizioni costruttive e controllo dell'esecuzione**

#### **73.3.1. Generalità**

Le strutture di legno devono essere costruite in modo tale da conformarsi ai principi e alle considerazioni pratiche che sono alla base della loro progettazione.

I prodotti per le strutture devono essere applicati, usati o installati in modo tale da svolgere in modo adeguato le funzioni per le quali sono stati scelti e dimensionali.

La qualità della fabbricazione, preparazione e messa in opera dei prodotti deve conformarsi alle prescrizioni del progetto e dal presente capitolato.

#### **73.3.1.1. Instabilità laterale**

Per i pilastri e per le travi in cui può verificarsi instabilità laterale e per elementi di telai, lo scostamento iniziale dalla rettilineità (eccentricità) misurato a metà luce, deve essere limitato a 1/450 della lunghezza per elementi lamellari incollati e a 1/300 della lunghezza per elementi di legno massiccio.

Nella maggior parte dei criteri di classificazione del legname, sulla arcuatura dei pezzi sono inadeguate ai fini della scelta di tali materiali per fini strutturali; si dovrà pertanto far attenzione particolare alla loro rettilineità.

Non si dovranno impiegare per usi strutturali elementi rovinati, schiacciati o danneggiati in altro modo.

Il legno e i componenti derivati dal legno, e gli elementi strutturali non dovranno essere esposti a condizioni più severe di quelle previste per la struttura finita.

Prima della costruzione il legno dovrà essere portato a un contenuto di umidità il più vicino possibile a quello appropriato alle condizioni ambientali in cui si troverà nella struttura finita. Se non si considerano importanti gli effetti di qualunque ritiro, o se si sostituiscono parti che sono state danneggiate in modo inaccettabile, è possibile accettare maggiori contenuti di umidità durante la messa in opera, purché ci si assicuri che al legno sia consentito di asciugare fino a raggiungere il desiderato contenuto di umidità.

#### **73.3.1.2. Incollaggio**

Quando si tiene conto della resistenza dell'incollaggio delle unioni per il calcolo allo stato limite ultimo, si presuppone che la fabbricazione dei giunti sia soggetta a un controllo di qualità che assicuri che l'affidabilità sia equivalente a quella dei materiali giuntati.

La fabbricazione di componenti incollati per uso strutturale dovrà avvenire in condizioni ambientali controllate.

Quando si tiene conto della rigidità dei piani di incollaggio soltanto per il progetto allo stato limite di esercizio, si presuppone l'applicazione di una ragionevole procedura di controllo di qualità che assicuri che solo una piccola percentuale dei piani di incollaggio cederà durante la vita della struttura.

Si dovranno seguire le istruzioni dei produttori di adesivi per quanto riguarda la miscelazione, le condizioni ambientali per l'applicazione e la presa, il contenuto di umidità degli elementi lignei e tutti quei fattori concernenti l'uso appropriato dell'adesivo.

Per gli adesivi che richiedono un periodo di maturazione dopo l'applicazione, prima di raggiungere la completa resistenza, si dovrà evitare l'applicazione di carichi ai giunti per il tempo necessario.

#### *73.3.1.3. Unioni con dispositivi meccanici*

Nelle unioni con dispositivi meccanici si dovranno limitare smussi, fessure, nodi o altri difetti in modo tale da non ridurre la capacità portante dei giunti.

In assenza di altre specificazioni, i chiodi dovranno essere inseriti ad angolo retto rispetto alla fibratura e fino a una profondità tale che le superfici delle teste dei chiodi siano a livello della superficie del legno.

La chiodatura incrociata dovrà essere effettuata con una distanza minima della testa del chiodo dal bordo caricato che dovrà essere almeno  $10d$ , essendo  $d$  il diametro del chiodo.

I fori per i bulloni possono avere un diametro massimo aumentato di 1 mm rispetto a quello del bullone stesso.

Sotto la testa e il dado si dovranno usare rondelle con il lato o il diametro di almeno  $3d$  e spessore di almeno  $0,3d$  (essendo  $d$  il diametro del bullone).

Le rondelle dovranno appoggiare sul legno per tutta la loro superficie.

Bulloni e viti dovranno essere stretti in modo tale che gli elementi siano ben serrati e se necessario dovranno essere stretti ulteriormente quando il legno abbia raggiunto il suo contenuto di umidità di equilibrio. Il diametro minimo degli spinotti è 8 mm. Le tolleranze sul diametro dei perni sono di 0,1 mm e i fori predisposti negli elementi di legno non dovranno avere un diametro superiore a quello dei perni.

Al centro di ciascun connettore dovranno essere disposti un bullone o una vite. I connettori dovranno essere inseriti a forza nei relativi alloggiamenti.

Quando si usano connettori a piastra dentata, i denti dovranno essere pressati fino al completo inserimento nel legno.

L'operazione di pressatura dovrà essere normalmente effettuata con speciali presse o con speciali bulloni di serraggio aventi rondelle sufficientemente grandi e rigide da evitare che il legno subisca danni.

Se il bullone resta quello usato per la pressatura, si dovrà controllare attentamente che esso non abbia subito danni durante il serraggio. In questo caso la rondella dovrà avere almeno la stessa dimensione del connettore e lo spessore dovrà essere almeno 0,1 volte il diametro o la lunghezza del lato.

I fori per le viti dovranno essere preparati come segue:

a) il foro guida per il gambo dovrà avere lo stesso diametro del gambo e profondità pari alla lunghezza del gambo non filettato;

b) il foro guida per la porzione filettata dovrà avere un diametro pari a circa il 50% del diametro del gambo;

c) le viti dovranno essere avvitate, non spinte a martellate, nei fori predisposti.

#### *73.3.1.4. Assemblaggio*

L'assemblaggio dovrà essere effettuato in modo tale che non si verifichino tensioni non volute. Si dovranno sostituire gli elementi deformati, e fessurati o malamente inseriti nei giunti.

Si dovranno evitare stati di sovraccarico negli elementi durante l'immagazzinamento, il trasporto e la messa in opera. Se la struttura è caricata o sostenuta in modo diverso da come sarà nell'opera finita, si dovrà dimostrare che questa è accettabile anche considerando che tali carichi possono avere effetti dinamici. Nel caso per esempio di telai ad arco, telai a portale, ecc., si dovranno accuratamente evitare distorsioni nel sollevamento dalla posizione orizzontale a quella verticale.

### **Art. 74 – Dimensioni minime delle unità ambientali per l'accessibilità e la visitabilità**

#### **74.1. Balconi e terrazze**

Il parapetto deve avere una altezza minima di 100 cm ed essere inattraversabile da una sfera di 10 cm di diametro.

Per permettere il cambiamento di direzione, balconi e terrazze dovranno avere almeno uno spazio entro il quale sia inscrivibile una circonferenza di diametro 140 cm.

#### **74.2. Percorsi orizzontali e corridoi**

I corridoi o i percorsi devono avere una larghezza minima di 100 cm, e avere allargamenti atti a consentire l'inversione di marcia da parte di persona su sedia a ruote (vedi punto 8.0.2. – Spazi di manovra del D.M. lavori pubblici)

14 giugno 1989, n. 236). Questi allargamenti devono di preferenza essere posti nelle parti terminali dei corridoi e previsti comunque ogni 10 m di sviluppo lineare degli stessi.

Per le parti di corridoio o disimpegni sulle quali si aprono porte devono essere adottate le soluzioni tecniche di cui al punto 9.1.1, nel rispetto anche dei sensi di apertura delle porte e degli spazi liberi necessari per il passaggio di cui al punto 8.1.1 del citato D.M. n. 236/1989; le dimensioni ivi previste devono considerarsi come minimi accettabili.

#### **74.3. Rampe**

Non viene considerato accessibile il superamento di un dislivello superiore a 3,20 m ottenuto esclusivamente mediante rampe inclinate poste in successione.

La larghezza minima di una rampa deve essere:

- di 90 cm per consentire il transito di una persona su sedia a ruote;
- di 150 cm per consentire l'incrocio di due persone.

Ogni 10 m di lunghezza e in presenza di interruzioni mediante porte, la rampa deve prevedere un ripiano orizzontale di dimensioni minime pari a 1,50 m × 1,50 m, ovvero 1,40 m × 1,70 m in senso trasversale e 1,70 m in senso longitudinale al verso di marcia, oltre l'ingombro di apertura di eventuali porte.

Qualora al lato della rampa sia presente un parapetto non pieno, la rampa deve avere un cordolo di almeno 10 cm di altezza.

La pendenza delle rampe non deve superare l'8%.

Sono ammesse pendenze superiori, nei casi di adeguamento, rapportate allo sviluppo lineare effettivo della rampa.

I percorsi che superano i 6 m di larghezza devono essere, di norma, attrezzati anche con corrimano centrale.

In tal caso il rapporto tra la pendenza e la lunghezza deve essere comunque di valore inferiore rispetto a quelli individuati dalla linea di interpolazione del seguente grafico.

#### **74.4. Marciapiedi**

Per i percorsi pedonali in adiacenza a spazi carrabili le indicazioni normative di cui ai punti 4.2.2. e 8.2.2. del D.M. n. 236/1989, valgono limitatamente alle caratteristiche delle pavimentazioni e ai raccordi tra marciapiedi e spazi carrabili.

Il dislivello, tra il piano del marciapiede e zone carrabili a esso adiacenti non deve comunque superare i 15 cm.

La larghezza dei marciapiedi realizzati in interventi di nuova urbanizzazione deve essere tale da consentire la fruizione anche da parte di persone su sedia a ruote.

#### **74.5. Scale**

Le rampe di scale che costituiscono parte comune o siano di uso pubblico devono avere una larghezza minima di 1,20 m e avere una pendenza limitata e costante per l'intero sviluppo della scala. I gradini devono essere caratterizzati da un corretto rapporto tra alzata e pedata (pedata minimo 30 cm): la somma tra il doppio dell'alzata e la pedata deve essere compresa tra 62/64 cm.

Il profilo del gradino deve presentare preferibilmente un disegno continuo a spigoli arrotondati, con sottogrado inclinato rispetto al grado, e formante con esso un angolo di circa 75° - 80°.

In caso di disegno discontinuo, l'aggetto del grado rispetto al sottogrado deve essere compreso fra un minimo di 2 cm e un massimo di 2,5 cm.

Un segnale al pavimento (fascia di materiale diverso o comunque percepibile anche da parte dei non vedenti), situato almeno a 30 cm dal primo e dall'ultimo scalino, deve indicare l'inizio e la fine della rampa.

Il parapetto che costituisce la difesa verso il vuoto deve avere un'altezza minima di 100 cm ed essere inattraversabile da una sfera di diametro di 10 cm.

In corrispondenza delle interruzioni del corrimano, questo deve essere prolungato di 30 cm oltre il primo e l'ultimo gradino.

Il corrimano deve essere posto a un'altezza compresa tra 90 - 100 cm.

Nel caso in cui è opportuno prevedere un secondo corrimano, questo deve essere posto a una altezza di 75 cm.

Il corrimano su parapetto o parete piena deve essere distante da essi almeno 4 cm.

Le rampe di scale che non costituiscono parte comune o non sono di uso pubblico devono avere una larghezza minima di 0,80 m.

In tal caso devono comunque essere rispettati il già citato rapporto tra alzata e pedata (in questo caso minimo 25 cm), e l'altezza minima del parapetto.

I percorsi che superano i 6 m di larghezza devono essere, di norma, attrezzati anche con corrimano centrale.

**Art. 75 – Edifici in muratura. Provvedimenti tecnici di intervento****75.1. Generalità**

Nella concezione ed esecuzione degli interventi di seguito illustrati, particolare attenzione deve essere dedicata ai problemi della durabilità; in particolare, ove si utilizzino elementi metallici, si consiglia l'uso di materiali autopassivanti o adeguatamente protetti.

**75.2. Pareti murarie**

Per aumentare la resistenza di un elemento murario si può ricorrere, in genere, a uno o più dei seguenti provvedimenti:

- iniezioni di miscele leganti;
- applicazione di lastre in cemento armato o di reti metalliche elettrosaldate e betoncino;
- inserimento di pilastri in cemento armato o metallici in breccia nella muratura;
- tirature orizzontali e verticali.

Gli interventi localizzati sono sconsigliati come unico modo di rafforzamento delle murature se non inseriti in un sistema generale di riorganizzazione della struttura.

Devono essere eliminati o consolidati indebolimenti locali delle pareti murarie in prossimità degli innesti e degli incroci per l'eventuale presenza di canne fumarie o vuoti di qualsiasi genere.

In caso di irregolare distribuzione delle aperture (vani di finestre o porte) nei muri maestri, quando non sia possibile la loro chiusura, con muratura efficacemente ammorsata alla esistente, si deve provvedere alla cerchiatura delle aperture stesse a mezzo di telai in cemento armato o metallici collegati alla muratura adiacente tramite perforazioni armate.

**75.3. Applicazione di tiranti**

Ove non sia presente un efficace cordolo in cemento armato, devono disporsi tiranti ancorati tramite piastre di dimensioni opportune o di chiavi, che consentano una efficace cerchiatura dell'edificio.

I tiranti possono essere realizzati con normali barre in acciaio per armatura, piatti o profilati metallici o con trefoli in acciaio armonico. Questi possono essere disposti sia orizzontalmente che verticalmente, e devono essere estesi a tutta la dimensione della parete.

Se i solai non sono in grado di assicurare un sufficiente incatenamento delle pareti, si deve intervenire con tiranti orizzontali, ancorati all'esterno delle pareti stesse. In alternativa si possono far funzionare i solai come incatenamenti, applicando alle travi e ai travetti, se questi elementi possono essere ritenuti idonei allo scopo, chiavi metalliche ancorate all'esterno delle pareti.

L'uso di tiranti di acciaio, analogamente a quello dei cordoli di piano, mira a migliorare lo schema strutturale tramite la realizzazione di efficaci collegamenti tra le strutture murarie portanti, assicurando un funzionamento monolitico del complesso edificio da consolidare.

Non risultano, peraltro, trascurabili i vantaggi che ne conseguono nei riguardi della duttilità e della risposta ultima alle azioni sismiche se i tiranti sono presollecitati. Tuttavia, per quanto riguarda in particolare la presollecitazione verticale, è opportuno che la tensione normale, nelle murature, non superi, aggiunta alla precompressione, il valore di un quinto di quella di rottura.

I tiranti possono essere posti in opera all'interno o all'esterno delle murature. Nel primo caso (tiranti trivellati) essi sono costituiti da trefoli d'acciaio armonico disposti inguainati entro fori trivellati nello spessore delle murature. Nel secondo caso i tiranti sono costituiti da barre, piatti o profilati in acciaio paralleli sulle due facce della muratura e ammorsati a una piastra in testa del muro per mezzo di un sistema a vite che consente di imprimere uno stato di presollecitazione. Questo tipo di tiranti è usato prevalentemente nella disposizione orizzontale.

Gli elementi di contrasto sulle murature, sono di regola costituiti da piastre metalliche che hanno il compito di distribuire la forza indotta dal tirante sulla muratura evitando concentrazioni di sforzi. Le tirature orizzontali, adempiono inoltre, al compito di legare le pareti ortogonali: a questo fine è opportuno che le teste dei tiranti siano collegate a piastre o a chiavi di dimensioni adeguate alle caratteristiche di connessione.

I tiranti esterni sono costituiti da barre metalliche aderenti alle murature o poste in scanalature ricavate sulla loro superficie in modo da occultarne la vista. Anche qui, per i tiranti orizzontali, è opportuno disporre chiavi in testata, di dimensioni tali da garantire una buona legatura tra le murature.

#### 75.4. Iniezioni di miscele leganti

L'adozione di iniezioni di miscele leganti, mira al miglioramento delle caratteristiche meccaniche della muratura da consolidare. A tale tecnica, pertanto, non può essere affidato il compito di realizzare efficaci ammorsature dei muri e quindi di migliorare, se applicata da sola, il primitivo schema strutturale.

Le iniezioni possono essere eseguite con miscele cementizie, semplici o additivate, oppure a base di resine organiche.

Le miscele a base di resine saranno scelte adottando, in generale, prodotti a basso valore di modulo elastico quando l'ampiezza media delle lesioni è piccola e a più elevato valore di detto modulo per riempimenti di zone estese.

##### a) Miscele a base di legante cementizio

La miscela da iniettare deve possedere le seguenti proprietà:

- buona fluidità;
- buona stabilità;
- tempo di presa opportuno;
- adeguata resistenza;
- minimo ritiro.

Tali proprietà, sono agevolmente conseguibili con le sospensioni cementizie in acqua, semplici o con sabbie molto fini a granuli arrotondati, caratterizzate da valori del rapporto acqua-cemento in genere variabili da 0,6 a 1,2 e migliorate con l'aggiunta di additivi fluidificanti ed espansivi antiritiro. Il cemento deve essere di granulometria molto fine.

La scelta della pressione di immissione va fatta tenendo conto che le dilatazioni trasversali prodotte dal fluido in pressione, a cause delle eventuali discontinuità della muratura nei piani paralleli ai paramenti, potrebbero modificare negativamente la configurazione di equilibrio raggiunta dalla costruzione.

In ogni caso le iniezioni devono essere fatte a bassa pressione, eventualmente ricorrendo a fasi successive con pressioni via via crescenti e vanno condotte iniziando dal basso, e procedendo con simmetria.

Nel caso di murature incoerenti e caotiche, l'uso di questa tecnica richiede la loro incamiciatura o il ricorso ad altri provvedimenti cautelativi per non disperdere la miscela.

La tecnica operativa può essere articolata nelle seguenti fasi di lavoro:

a) scelta dei punti in cui praticare i fori, effettuata in funzione della diffusione delle fessure e della porosità del muro; in genere sono sufficienti 2 - 3 fori per m<sup>2</sup>;

b) asportazione dell'intonaco lesionato e stuccatura con malta cementizia delle lesioni per evitare risorgenze di miscela;

c) esecuzione dei fori con perforazioni di diametro fino a 40 mm, eseguite mediante trapani o sonde rotative;

d) posizionamento nei fori degli ugelli di immissione e successiva sigillatura con malta di cemento;

e) immissione preliminare di acqua a leggera pressione, allo scopo di effettuare il lavaggio delle sezioni filtranti e di saturare la massa muraria;

f) iniezione della miscela.

Nel caso di dissesti localizzati in zone limitate può risultare conveniente risanare dapprima a bassa pressione queste zone e poi operare a pressione più elevata, nelle zone rimanenti.

##### b) Miscele a base di resine

Stante la forte dipendenza, per il buon esito dell'operazione, dal dosaggio dei componenti base e dalle condizioni di esecuzione, si consiglia l'uso delle iniezioni di miscele a base di resine soltanto nei casi in cui risulti dimostrata la convenienza economica e si possa fare ricorso a operatori specializzati.

La tecnica operativa resta, comunque, non dissimile da quelle già illustrate per le iniezioni cementizie alla quale si rimanda.

##### c) Iniezioni armate

Tale sistema di consolidamento prevede l'inserimento nella muratura di un reticolo di barre metalliche, assicurandone la collaborazione per aderenza mediante miscele cementanti. In condizioni sfavorevoli, può essere necessario consolidare, preventivamente la muratura mediante iniezioni semplici.

L'uso di questa tecnica è consigliabile allorché si debbano realizzare efficaci ammorsature tra le murature portanti, nei casi in cui non si possa ricorrere all'uso di altre tecnologie. In questo caso le cuciture si realizzano mediante armature di lunghezza pari a 2 ÷ 3 volte lo spessore delle murature, disposte in fori trivellati alla distanza di 40 - 50 cm l'uno dall'altro e preferibilmente inclinati alternativamente verso l'alto e verso il basso.

Le miscele leganti da impiegare sono dello stesso tipo di quelle esaminate al punto *a*) con l'avvertenza che dovranno essere ancora più accentuate le caratteristiche di aderenza e antiritiro, oltre che di resistenza, per poter contare sulla collaborazione fra armature e muratura, poiché nel caso specifico le iniezioni sono localizzate nelle zone più sollecitate.

#### **75.5. Applicazione di lastre e reti metalliche elettrosaldate**

L'intervento mira a conservare, adeguandola alle nuove esigenze, la funzione resistente degli elementi murari, fornendo a essi un'adeguata resistenza a trazione e dotandoli di un grado più o meno elevato di duttilità, sia nel comportamento a piastra che in quello a parete di taglio.

È opportuno che questo tipo di intervento venga esteso, con particolari accorgimenti, in corrispondenza degli innesti murari, onde realizzare anche una modificazione migliorativa dello schema strutturale.

Il consolidamento si effettua con l'apposizione, possibilmente su una o entrambe le facce del muro, di lastre cementizie opportunamente armata e di adeguato spessore. Le armature sono costituite da barre verticali e orizzontali o da reti, nonché da ferri trasversali passanti nel muro che assicurino i collegamenti.

In relazione al tipo e allo stato di consistenza della muratura, a questo intervento può essere associata la iniezione in pressione, nel corpo murario, di miscele leganti.

Su ciascun elemento murario l'intervento può ancora essere dosato, sia operando per «fasce» verticali e orizzontali, sia limitandolo al solo rinforzo del perimetro dai vani porta o finestra o adottando un sistema misto di rinforzo.

La tecnologia dell'intervento, di norma è articolata nelle seguenti operazioni:

- 1) preparazione delle murature, previa adeguata puntellatura: asportazione dell'intonaco, riempimento delle cavità esistenti con particolare riguardo a quelle in prossimità delle ammorsature tra i muri, rifacimento a cucì-scucì;
- 2) spazzolatura e lavaggio con acqua o aria in pressione;
- 3) esecuzione delle perforazioni nella muratura su una o entrambe le facce del muro, con adeguate sovrapposizioni e risvolti;
- 5) messa in opera di distanziatori dell'armatura dal muro, per consentire il completo avvolgimento delle barre da parte della lastra cementizia, di spessore adeguato e comunque non inferiore a 2 cm;
- 6) alloggiamento, nei fori, delle barre trasversali con adeguati risvolti di ancoraggio;
- 7) l'inserimento dei collegamenti delle lastre cementizie agli elementi resistenti di contorno (solai – cordoli – pareti trasversali – fondazioni);
- 8) esecuzione della lastra cementizia per lo spessore prefissato, dopo abbondante lavaggio della superficie muraria;
- 9) esecuzione delle eventuali iniezioni nei muri, effettuate con pressioni che, per la presenza delle lastre armate aventi funzione di contenimento, possono essere anche elevate, fino a  $2 \div 3 \text{ kg/cm}^2$ .

#### **75.6. Inserimento di cordoli e pilastri**

Il presente intervento consiste nell'introduzione nelle murature di elementi resistenti – atti a confinare la muratura o dotarla di duttilità strutturale – in modo discontinuo e concentrato, anziché diffuso.

Per tale motivo è consigliabile l'adozione di questa tecnica quando si debba operare con murature a blocchi squadrate (mattoni, pietre lavorate) o comunque di discreta consistenza, risultando per contro consigliabile per interventi su murature di costituzione caotica e con malta degradata.

Il funzionamento dell'insieme strutturale si modifica profondamente in senso positivo, soltanto se gli elementi in cemento armato o in acciaio, sono convenientemente organizzati fra loro e in rapporto alla muratura, come può ottenersi eseguendo una serie di cordoli verticali e orizzontali tutti collegati fra loro.

L'inserimento di pilastri in breccia è effettuato a distanze regolari (circa 2 m). Si crea uno scasso per circa 15 cm all'interno della muratura e si realizza l'ancoraggio, per mezzo di staffe passanti o di spaccature distribuite lungo l'altezza.

Per la realizzazione di cordoli a tutto spessore, è necessario procedere al taglio a forza della muratura, operando per campioni o globalmente.

Nel primo caso si affida la resistenza del pannello murario durante le fasi realizzative alle porzioni di murature integre o già trattate; nel secondo caso occorre disporre appositi sostegni (eventualmente martinetti) ai quali è delegato il compito di sostenere i carichi verticali durante la costruzione del cordolo.

Per i cordoli di tipo a spessore parziale è necessario predisporre tagli passanti per realizzare poi collegamenti di ancoraggio e sostegno; se due cordoli cingono la muratura al medesimo livello, tali collegamenti hanno sagoma cilindrica, mentre se il cordolo è da un solo lato, tali collegamenti sono conformati a di tronco di piramide con dimensione maggiore verso l'esterno.

L'armatura metallica è costituita da una gabbia formata da barre longitudinali e staffe, con un minimo di  $4 \varnothing 12$  e staffe  $\varnothing 6$  ogni 30 cm.

Nei cordoli a tutto spessore, realizzati globalmente, i martinetti a vite restano inglobati nel getto.

L'esecuzione di cordoli e pilastri in acciaio avviene con modalità analoghe a quelle sopra indicate, assicurando la collaborazione con la muratura mediante opportune zancature.

#### **75.7. Archi e volte**

Gli archi e le volte devono essere muniti di cinture, chiavi e tiranti, posti convenientemente in tensione, e atti ad assorbire integralmente le spinte, a meno che le murature di sostegno abbiano spessori sufficienti a sopportare le spinte, valutate tenendo conto anche delle azioni sismiche.

Qualora occorra risanare o rinforzare le volte, è possibile intervenire con la tecnica delle iniezioni di miscele leganti meglio se integrate da perforazioni armate.

Nel caso delle volte di luce non molto grande, un valido sistema di rafforzamento consiste nel costruire in aderenza un guscio portante, generalmente estradossato, realizzato da una rete metallica elettrosaldata chiodata alla struttura da rinforzare e da uno strato di malta antiritiro a elevata resistenza o di miscele di resine. L'intervento deve essere preceduto da una accurata pulitura della superficie, in aderenza alla quale si esegue il rinforzo, con aria compressa ed eventualmente qualora si impieghino malte cementizie, con acqua, nonché dalla sigillatura delle lesioni macroscopiche.

Con tale procedimento, in particolare, è possibile evitare interventi sulla superficie d'intradosso, il che assume fondamentale importanza allorché, quest'ultima sia affrescata o presenti, comunque, caratteristiche estetiche da non alterare.

Gli archi e le volte che siano interessati da gravi dissesti, se realizzati con muratura di non buona consistenza e fattura, devono essere eliminati.

#### **75.8. Solai**

Il restauro statico del solaio deve puntare al soddisfacimento dei seguenti requisiti fondamentali:

- resistenza adeguata ai carichi previsti in fase di utilizzazione;
- in relazione a detti carichi, rigidità (trasversali e nel proprio piano) sufficienti ad assicurare sia la funzionalità in esercizio dell'elemento strutturale, sia la funzione di diaframma di collegamento e ripartizione tra le strutture verticali;
- collegamento efficace con le murature verticali, agli effetti delle trasmissioni degli sforzi.

I primi due requisiti, nel caso di solai in legno, possono essere agevolmente realizzati, a esempio, inchiodando al tavolato esistente uno strato di tavole ortogonali alle precedenti di conveniente spessore ( $S \geq 3$  cm) oppure, realizzando una soletta di calcestruzzo armato di sufficiente spessore per assicurare resistenza e rigidità alla struttura mista finale (legno-cemento armato).

Qualora i solai siano deteriorati, sì da non possedere adeguata rigidità nel proprio piano, essi devono essere sostituiti o rinforzati.

Nel caso si impieghino travetti prefabbricati in cemento armato ordinario o precompresso, si deve disporre una apposita armatura di collegamento dei travetti alle strutture perimetrali in modo da costituire un efficace ancoraggio sia agli effetti della trasmissione del momento negativo, sia della forza di taglio che delle azioni normali alla parete.

L'ancoraggio alle murature verticali può essere realizzato con l'esecuzione di un cordolo in cemento armato, di altezza non inferiore a quella del solaio in corrispondenza di ciascun orizzontamento, oppure con il consolidamento della muratura in corrispondenza degli orizzontamenti mediante iniezioni di miscele leganti armate. In quest'ultimo caso le perforazioni possono essere eseguite trasversalmente alle murature, con andamento incrociato e inclinazione tale da interessare un'altezza pari almeno a quella del solaio, oppure orizzontalmente e parallelamente all'asse della muratura, completandole in tal caso, eventualmente, con cuciture d'angolo, in modo da legare solidamente tutti gli elementi componenti la compagine strutturale.

In alternativa, per le strutture più modeste può essere sufficiente anche un collegamento discontinuo che, nel caso di solai in legno, può realizzarsi mediante piatti metallici d'ancoraggio chiodati alle travi, passanti in fori predisposti nei muri e successivamente sigillati con malta cementizia.

Infine per solai in legno con cappa in calcestruzzo e solai latero-cementizi di nuova costruzione, un sufficiente collegamento può essere costituito da un cordolo continuo in cemento armato a spessore parziale o semplicemente in aderenza, provvisto di cunei di ancoraggio passanti attraverso le murature e opportunamente armati.

#### **75.9. Scale**

Le scale in muratura a sbalzo, cioè quelle aventi gli scalini o la sottostruttura incastrati nei muri di gabbia da un lato e liberi dall'altro, devono essere di regola sostituite con scale in cemento armato o in acciaio. Possono tuttavia essere conservate solo se prive di lesioni e dopo averne verificata l'efficienza a mezzo di prove di carico.

Quando necessità ambientali-architettoniche richiedono la conservazione di scale a sbalzo staticamente non sicure, potranno adottarsi rinforzi con strutture metalliche oppure cementizie. In quest'ultimo caso dovrà porsi massima cura affinché, gli sforzi di trazione, presenti sulla struttura muraria delle scale, siano completamente assorbiti da armature opportunamente inserite, ancorate alla muratura perimetrale e suggellate con malte cementizie antiritiro o epossidiche.

#### **75.10. Coperture**

I tetti devono essere resi non spingenti. Negli interventi di semplice miglioramento occorre, in particolare, assicurarsi della capacità di resistere alle azioni orizzontali da parte delle murature perimetrali e interne che spiccano dall'ultimo solaio per sostenere il tetto e di realizzare un efficace collegamento fra le strutture del tetto e le murature su accennate. Nel caso di tetti in legno si deve garantire anche una adeguata connessione fra i diversi elementi costituenti l'orditura.

Gli elementi sporgenti dalle coperture (comignoli, abbaini, parapetti, torrini, antenne, ecc.) devono essere ben fissati alla base e, se necessario, controventati.

I provvedimenti intesi a ottenere l'adeguamento sismico possono essere i seguenti:

- costruzione di cordoli di sottotetto in c.a. per la ripartizione delle forze trasmesse alla muratura dagli elementi strutturali lignei e cerchiatura dell'edificio in sommità;
- applicazione di un tavolato di sottotetto in legno o di croci di Sant'Andrea per irrigidire la struttura nel piano di falda;
- applicazione di catene in ferro e/o in legno.

Qualora, per motivi di particolare pregio architettonico o per l'ottimo stato di conservazione della copertura, non risulti conveniente la creazione di cordoli in cemento armato di sommità, si può, in via del tutto eccezionale, procedere al rinforzo della muratura che spicca dall'ultimo piano (compresi gli eventuali timpani) mediante iniezioni e cuciture armate o incorniciatura con lastre di cemento armato; particolare cura si deve porre comunque per realizzare efficaci collegamenti dell'orditura principale lignea con la muratura così rinforzata.

#### **75.11. Fondazioni**

Nella maggior parte degli edifici in muratura, la struttura di fondazione è sostanzialmente coincidente con l'edificio stesso. Pertanto gli eventuali interventi sono prevalentemente di tipo localizzato, tendenti a sanare eventuali situazioni di debolezza puntuali.

Nel caso di inserimento nell'edificio di una nuova muratura, la sua fondazione deve essere ammorsata in quella delle murature esistenti mediante un opportuno innesto.

La riduzione della pressione di contatto edificio-terreno può ottenersi, in generale, ampliando la base del fabbricato mediante placcaggi in conglomerato cementizio a getto o a spruzzo convenientemente armati, applicati da uno o da entrambi i lati della muratura. L'efficacia di tale intervento è peraltro legata alle caratteristiche di compressibilità del terreno e alle modalità esecutive.

In quei particolari casi in cui il terreno di fondazione sia di scadenti proprietà fisico-meccaniche, può essere necessario riportare i carichi in profondità mediante pozzi o pali. Si possono usare pali di normale diametro opportunamente collegati alle strutture, ovvero si possono utilizzare pali di piccolo diametro eventualmente eseguiti attraverso le strutture esistenti così da collegarsi a esse, per poi approfondirsi nel terreno sottostante.

Per i pali di regola si adotta il sistema di trivellazione a rotazione, che non comporta scuotimenti pericolosi per strutture già in fase di dissesto.

### **Art. 76 – Consolidamenti di edifici in cemento armato. Provvedimenti tecnici d'intervento**

#### **76.1. Generalità**

Nell'esecuzione degli interventi di seguito illustrati, particolare attenzione deve essere dedicata ai problemi della durabilità; in particolare, ove si utilizzino elementi metallici, si consiglia l'uso di materiali autopassivanti.

#### **76.2. Strutture in elevazione**

Per la riparazione e il rafforzamento locale delle strutture in elevazione, si può ricorrere a uno o più dei seguenti provvedimenti tecnici:

- iniezioni di miscele leganti;
- ripristino localizzato con conglomerati;
- ripristino e rinforzo dell'armatura metallica;
- cerchiature di elementi strutturali;

- integrazione di armatura con l'applicazione di lamiere metalliche;
- rinforzo con tiranti.

Nei casi in cui l'intervento consista nel ripristinare strutture cementizie per porzioni o tratti di entità considerevoli può essere usato calcestruzzo ordinario, che abbia resistenza e modulo elastico non troppo diversi da quelli del calcestruzzo esistente; l'aderenza del getto all'elemento da riparare può essere migliorata mediante l'applicazione di uno strato adesivo.

Per conciliare le esigenze di elevata resistenza e buona lavorabilità dei getti può essere opportuno usare additivi fluidificanti (che in genere migliorano anche l'adesione al materiale preesistente).

Idoneo, in generale, è anche l'uso di calcestruzzi o malte con additivi che realizzano un'espansione volumetrica iniziale capace di compensare o addirittura di superare il ritiro.

Questo accorgimento permette di creare modesti stati di coazione, benefici per l'inserimento dei nuovi getti; è peraltro essenziale utilizzare casseri contrastanti.

#### *76.2.1. Iniezioni con miscele leganti*

Le iniezioni sotto pressione di materiali (miscele cementizie e di resine) di opportuno modulo elastico e con spiccate proprietà di aderenza al calcestruzzo e all'acciaio possono essere usate soltanto per la risarcitura di lesioni la cui apertura non superi i 3-4 mm.

L'impiego di resine migliora la resistenza sia a compressione che a trazione. Il materiale si presta bene a essere usato per iniezioni anche mescolato con inerti fini. In funzione di molti fattori, fra cui anche il tipo di inerti, si ottengono moduli elastici molto variabili (da 20.000 kg/cm<sup>2</sup> a valori simili a quelli del calcestruzzo ordinario).

Le caratteristiche finali delle miscele dipendono sensibilmente, tra l'altro, dalle condizioni ambientali (temperature e umidità) nelle quali avviene la loro maturazione. Pertanto, è raccomandabile che lo studio delle modalità di preparazione tenga conto delle effettive condizioni ambientali prevedibili e che si provveda, in sede di esecuzione, al controllo delle condizioni stesse, eventualmente con misurazioni della temperatura e dell'umidità.

Risarciture di lesioni localizzate di piccola entità sono effettuabili con miscele prevalentemente di resine con viscosità e pressioni dipendenti dalle ampiezze delle stesse. Si raccomanda di usare pressioni non troppo elevate per non indurre stati di coazione eccessivi nell'elemento iniettato. Si sconsigliano iniezioni di resina per lesioni rilevanti per evitare eccessivi riscaldamenti prodotti dalla polimerizzazione della miscela.

Le operazioni da effettuare sono:

- a) pulizia della polvere o dalla altre impurità delle superfici danneggiate con l'eliminazione del materiale disgregato;
- b) pulizia in profondità con aria o acqua in pressione;
- c) sigillatura delle lesioni con stucco o intonaco e predisposizione di tubicini di ingresso della miscela che è costituita generalmente da resina pura o debolmente caricata.

La tecnica descritta è altresì da evitare nel caso di lesioni molto piccole (ad esempio attorno al decimo di millimetro) perché l'iniezione diventa difficoltosa e richiede pressioni elevate, con esito incerto e possibilità di effetti negativi difficilmente controllabili sulle parti di struttura lesionate. In questi casi si raccomanda di non fare affidamento sul completo ripristino della continuità dell'elemento fessurato, ma soltanto su una percentuale cautelativa che tenga conto appunto della probabile presenza di lesioni e distacchi non iniettati.

#### *76.2.2. Ripristino localizzato con conglomerati*

Nel caso di lesioni di apertura superiore ai 3-4 mm ovvero quando il calcestruzzo si presenta fortemente degradato o frantumato si ricorre al ripristino dell'elemento danneggiato mediante il getto localizzato di conglomerato, che potrà essere, a seconda dei casi, di tipo ordinario, di tipo additivato con spiccata proprietà di aderenza al preesistente calcestruzzo e alle armature di tipo spruzzato (gunite, spritzbeton, ecc.) adoperabile soltanto su nuclei integri e per spessori non eccessivi, e del tipo composto da resine.

Qualsiasi intervento deve essere preceduto dalla scarificazione nel calcestruzzo con la rimozione di tutte le parti disgregate.

La riparazione con getto di calcestruzzo, ordinario o con additivi, è la più frequente nel caso che si presenti parziale disgregazione del materiale (eventualmente evidenziabile anche con debole percussione).

Eseguite le occorrenti puntellature o tirantature provvisorie, si procede nella maniera seguente:

- a) eliminazione di tutte le parti disgregate o parzialmente espulse ponendo attenzione a non danneggiare le armature presenti;
- b) eventuale iniezione della parte messa a nudo;
- c) pulizia della superficie con aria compressa e lavaggio; se si rende necessario l'inserimento di nuove armature, dopo l'operazione indicata alla lettera a) si prosegue con le operazioni appresso elencate;

d) messa in opera di nuove armature mediante saldatura alle preesistenti, semplice legatura con spinotti o con barre infilate in fori trapanati nella parte di calcestruzzo indenne (successivamente iniettati); quest'ultimo intervento è da effettuare quando non si ritenga sufficiente per il collegamento tra vecchio e nuovo, la sola aderenza del calcestruzzo o la resistenza dell'adesivo spalmato prima del getto;

e) posizionamento dei casseri e loro eventuale contrasto;

f) eventuale spalmatura di adesivo tra vecchio calcestruzzo e nuovo getto;

g) esecuzione del getto di calcestruzzo e di malta, prima che l'eventuale adesivo abbia iniziato la polimerizzazione; un'analoga tecnica utilizzabile quando il danno si limita al copriferro o poco di più, consiste nella applicazione di una intonacatura con malta cementizia a ritiro compensato, posta in opera mediante spruzzatura.

Questo tipo di applicazione, deve essere eseguito per spessori non superiori a 3 cm, ed è conveniente nella riparazione delle pareti di cemento armato. In questo caso la riparazione si effettua applicando uno o più strati di rete elettrosaldata e collegando i due strati con barre, spinotti o gabbie staffate passanti attraverso la parete; i collegamenti sono completati iniettando i fori di attraversamento.

Il materiale per la ricostruzione dell'elemento può essere anche malta di resina con il vantaggio di avere una resistenza e un'adesione elevate, ma con la possibilità di introdurre una zona con moduli elastici e resistenze generalmente diversi da quelli del calcestruzzo.

#### 76.2.3. Ripristino e rinforzo dell'armatura metallica

Ove necessario, le armature vanno integrate. Particolare cura va posta all'ancoraggio delle nuove armature e alla loro solidarizzazione all'elemento esistente.

Il rinforzo può essere realizzato localmente con l'aggiunta di nuove barre, o interessare l'intera struttura, con l'inserimento di elementi aggiuntivi in cemento armato o in acciaio, resi collaboranti con quelli esistenti. In presenza di pilastri fortemente danneggiati alle estremità, la riparazione deve comportare anche il rinforzo delle armature longitudinali e trasversali.

Il getto di completamento può essere eseguito con malta o calcestruzzo a stabilità volumetrica oppure con malta o calcestruzzo ordinari assicurando in ogni caso l'aderenza tra il nuovo e il vecchio calcestruzzo.

Il rinforzo dei nodi trave-pilastro deve assicurare il miglioramento dell'ancoraggio delle armature, e una continuità meccanica sufficiente a trasmettere gli sforzi massimi sopportabili dalle sezioni di estremità interessate, contenere il conglomerato e le armature nei riguardi della espulsione trasversale, mediante opportuna staffatura.

Quando i nodi trave-pilastro sono tanto danneggiati da rendere tecnicamente difficile la loro riparazione, la funzione statica degli elementi strutturali convergenti nei nodi deve essere attribuita ad altri elementi portanti dell'ossatura.

Per ripristinare l'efficienza di barre ingobbate, occorre un provvedimento diretto di riparazione costituito, a esempio, da saldatura di spezzoni di barre o di angolari a cavallo del tratto danneggiato e da inserimenti di armature trasversali per ridurre la lunghezza libera di inflessione.

Il caso di un insufficiente o mal disposto ancoraggio delle barre dei pilastri si può risolvere con armature saldate passanti entro fori praticati attraverso i nodi, e successivamente ricoperti con malta cementizia a ritiro compensato o epossidica e/o con iniezioni di resina. Nuove barre possono essere saldate anche in elementi inflessi a cavallo delle sezioni danneggiate per difetto di armature longitudinali, con adeguato prolungamento per l'ancoraggio.

In elementi sottoposti a forze di taglio e nei nodi dei telai possono essere applicate staffe o collari per quanto possibile perpendicolari alla lesione. Le armature vanno poi protette da intonaco cementizio a ritiro compensato.

In ogni caso gli ancoraggi delle barre e le loro giunzioni mediante saldatura sono migliorati dal confinamento realizzato da una fitta armatura trasversale che avvolga la zona trattata.

Per l'acciaio in barre, quando ne sia previsto il collegamento alle armature esistenti tramite saldature, si raccomanda di controllare la saldabilità, sia delle esistenti che di quelle aggiuntive, o meglio la capacità di sopportare l'unione senza divenire fragile.

#### 76.2.4. Cerchiature di elementi strutturali

L'effetto della «cerchiatura» si ottiene con staffe o altre armature trasversali di contenimento. Esso ha lo scopo di contrastare le deformazioni trasversali del calcestruzzo, prodotte dalle tensioni di compressione longitudinali, migliorandone le caratteristiche di resistenza e di duttilità.

Queste armature possono essere semplici collari di lamierino, ovvero eliche di filo d'acciaio, oppure vere e proprie strutture di carpenteria metallica, calastrellate o più raramente reticolate. Le armature esterne devono essere protette mediante intonaco cementizio o gunita armata con rete.

Una cerchiatura si realizza anche con la messa in opera di armature trasversali generalmente chiuse, quali staffe (eventualmente saldate), spirali, collari o profilati saldati a formare una struttura chiusa.

#### 76.2.5. Integrazioni di armatura con l'applicazione di lamiere metalliche

Un'armatura aggiuntiva, se necessaria, può essere realizzata mediante piastre di acciaio, applicate sulla superficie dell'elemento strutturale da rinforzare o da riparare e a questo solidarizzate opportunamente.

Nel caso di piastre sollecitate a taglio o compressione, deve porsi attenzione al pericolo di instabilità; in ogni caso, questa tecnica comporta un aumento della rigidità dell'elemento riparato, di cui si deve tener conto nei calcoli.

Le piastre devono essere opportunamente protette dalla corrosione.

Tale tecnica consiste nella solidarizzazione tramite incollaggio e chiodature di lamiere o profilati su elementi in cemento armato. Questo provvedimento può essere usato in casi particolari in cui non sono applicabili metodi tradizionali; ne può essere giustificato l'impiego a esempio quando si riscontrino:

a) danni nella parte tesa di elementi inflessi. In questo caso la lamiera ha funzione di armatura tesa e la resina, e i chiodi, assicurano la trasmissione delle forze di scorrimento;

b) danni in zone sottoposte a taglio. In questo caso la lamiera è posta in genere a cavallo fra zona tesa e compressa; in quest'ultima vanno posti i connettori di collegamento trasversale per prevenire fenomeni di instabilità delle lamiere stesse. Alla lamiera viene affidato il compito di trasmettere le forze di scorrimento;

c) danni per eccessiva trazione o nelle zone di ancoraggio delle barre di armatura.

L'incollaggio delle lamiere è ammesso quando il conglomerato presenta buone caratteristiche di resistenza.

In ogni caso le operazioni consistono in:

1) pulizia della superficie da incollare previa asportazione dello strato di calcestruzzo degradato mediante azione di spicconatura e di martellinatura;

2) applicazione di successivi strati di malta di resina per regolarizzare, ove necessario, la superficie (si raccomanda di non superare, lo spessore di ogni strato, che deve essere di circa 5 - 6 mm);

3) incollaggio delle lamiere con adesivo spalmato. Le lamiere devono essere tenute in sito con chiodi a espansione con puntelli forzanti fino a indurimento;

4) in alternativa al punto 3) possono impiegarsi lamiere con successive iniezioni di resina;

5) protezione delle lamiere con prodotti anticorrosivi.

Il rinforzo di elementi in cemento armato può conseguirsi mediante tiranti di acciaio posti in tensione seguendo la tecnica della precompressione, oppure delle chiodature pretese.

In ogni caso deve verificarsi che l'intervento non provochi dannosi stati di coazione.

#### 76.3. Fondazioni

In consolidamento delle fondazioni può in genere conseguirsi:

– con la costruzione, ove possibile di travi in cemento armato per il collegamento dei plinti nelle due direzioni in guisa da realizzare un reticolo orizzontale di base;

– con la costruzione di setti in cemento armato al livello di primo interpiano si da costruire nel suo complesso una struttura scatolare rigida;

– con l'approfondimento delle strutture fondali mediante pali di piccolo o medio diametro, fortemente armati;

– con l'allargamento della base d'appoggio mediante sottofondazione in cemento armato oppure mediante la costruzione di cordolature laterali in cemento armato;

– con rinforzi localizzati delle strutture di fondazione (fasciature in acciaio o in cemento armato presollecitato, cerchiature ecc.).

Nei casi in cui l'intervento consista nel ripristinare strutture cementizie per porzioni o tratti di entità considerevoli può essere usato calcestruzzo ordinario, che abbia resistenza e modulo elastico non troppo diversi da quelli del calcestruzzo esistente; l'aderenza del getto all'elemento da riparare può essere migliorata mediante l'applicazione di uno strato adesivo.

Per conciliare le esigenze di elevata resistenza e buona lavorabilità dei getti può essere opportuno usare additivi fluidificanti (che in genere migliorano anche l'adesione al materiale preesistente).

Idoneo, in generale, è anche l'uso di calcestruzzi o malte con additivi che realizzano un'espansione volumetrica iniziale capace di compensare o addirittura di superare il ritiro.

Questo accorgimento permette di creare modesti stati di coazione, benefici per l'inserimento dei nuovi getti; è peraltro essenziale utilizzare casseri contrastanti.

**Art. 77 – Decorazioni, tinteggiature, verniciature, tappezzerie****77.1. Decorazioni**

Per l'esecuzione delle decorazioni, sia nelle pareti interne che nei prospetti esterni, la direzione dei lavori fornirà all'appaltatore, qualora non compresi tra i disegni di contratto o a integrazione degli stessi, i necessari particolari costruttivi.

Le campionature dovranno essere formalmente accettate dal direttore dei lavori

**77.2. Tinteggiature e verniciature**

Le operazioni di tinteggiatura o verniciatura dovranno essere precedute da un'accurata preparazione delle superfici interessate (raschiature, scrostature, stuccature, levigature ecc.) con sistemi idonei ad assicurare la perfetta riuscita del lavoro.

La miscelazione e posa in opera di prodotti monocomponenti e bicomponenti dovrà avvenire nei rapporti, modi e tempi indicati dal produttore onde evitare alterazioni del prodotto.

L'applicazione dei prodotti vernicianti non dovrà venire effettuata su superfici umide, l'intervallo di tempo fra una mano e la successiva sarà, salvo diverse prescrizioni, di 24 ore, la temperatura ambiente non dovrà superare i 40°C e la temperatura delle superfici dovrà essere compresa fra i 5 e 50°C. con un massimo di 80% di umidità relativa.

In ogni caso le opere eseguite dovranno essere protette, fino al completo essiccamento, dalla polvere, dall'acqua e da ogni altra fonte di degradazione.

Le opere di verniciatura su manufatti metallici saranno precedute da accurate operazioni di pulizia (nel caso di elementi esistenti) e rimozione delle parti ossidate; verranno quindi applicate almeno una mano di vernice protettiva e un numero non inferiore a due mani di vernice del tipo e colore previsti fino al raggiungimento della completa uniformità della superficie.

Nelle opere di verniciatura eseguite su intonaco, oltre alle verifiche della consistenza del supporto e alle successive fasi di preparazione, si dovrà attendere un adeguato periodo, fissato dalla direzione lavori, di stagionatura degli intonaci; trascorso questo periodo si procederà all'applicazione di una mano di imprimitura (eseguita con prodotti speciali) o una mano di fondo più diluita alla quale seguiranno altre due mani di vernice del colore e caratteristiche fissate.

La tinteggiatura potrà essere eseguita, salvo altre prescrizioni, a pennello, a rullo, a spruzzo, ecc. in conformità con i modi fissati per ciascun tipo di lavorazione.

**77.3. Tappezzerie**

L'applicazione di tappezzerie verrà eseguita con collanti a freddo (per quelle di carta) o adesivi vinilici (per quelle in plastica) che non dovranno danneggiare in alcun modo i materiali di rivestimento o di supporto.

Questo tipo di rivestimenti dovranno essere applicati in un solo pezzo per tutta l'altezza della parete con giunti realizzati secondo le prescrizioni della direzione lavori.

## CAPITOLO 4 – IMPIANTI

### Art. 78 – Impianti idrico sanitari

#### 78.1. Prescrizioni normative

Ai sensi dell'art. 1, lettera *d*) della legge 5 marzo 1990, n. 46, sono soggetti all'applicazione della stessa legge, gli impianti idrosanitari nonché quelli di trasporto, di trattamento, di uso, di accumulo e di consumo di acqua all'interno degli edifici a partire dal punto di consegna dell'acqua fornita dall'ente distributore.

*a*) Per i criteri di progettazione, collaudo e gestione valgono le seguenti norme:

**UNI 9182** *Edilizia. Impianti di alimentazione e distribuzione d'acqua fredda e calda. Criteri di progettazione, collaudo e gestione.*

**UNI 9183** *Edilizia. Sistemi di scarico delle acque usate. Criteri di progettazione, collaudo e gestione.*

**UNI 9184** *Edilizia. Sistemi di scarico delle acque meteoriche. Criteri di progettazione, collaudo e gestione.*

*b*) Disegni tecnici

**UNI 9511-1** *Disegni tecnici. Rappresentazione delle installazioni. Segni grafici per impianti di condizionamento dell'aria, riscaldamento, ventilazione, idrosanitari, gas per uso domestico.*

**UNI 9511-2** *Disegni tecnici. Rappresentazione delle installazioni. Segni grafici per apparecchi e rubinetteria sanitaria.*

**UNI 9511-3** *Disegni tecnici. Rappresentazione delle installazioni. Segni grafici per la regolazione automatica.*

**UNI 9511-4** *Disegni tecnici. Rappresentazione delle installazioni. Segni grafici per impianti di refrigerazione.*

**UNI 9511-5** *Disegni tecnici. Rappresentazione delle installazioni. Segni grafici per sistemi di drenaggio e scarico acque usate.*

#### 78.2. Contatori per acqua

##### 78.2.1. Contatori per acqua fredda

I contatori da impiegarsi normalmente sui circuiti idraulici per temperature dell'acqua non superiori a 35°C potranno essere dei seguenti tipi:

- tipo a turbina, a getto multiplo o unico, a quadrante asciutto o bagnato;
- a mulinello (Woltmann), in esecuzione chiusa o a revisione.

I contatori a turbina a getto unico saranno di solito impiegati per acque con tendenza a formare incrostazioni, e in questo caso, si darà la preferenza a contatori a quadrante bagnato.

Per la misura di portate rilevanti, e non soggette a notevoli variazioni (condotte prementi, circuiti di raffreddamento e simili) saranno impiegati contatori a mulinello (Woltmann).

Per quanto riguarda definizioni, requisiti, prove di attacchi, si fa riferimento alle seguenti norme (valide per i contatori a turbina – per i contatori a mulinello si ricorrerà alle norme solo in quanto a essi applicabili):

definizioni e prove: **UNI 1075 – UNI 1077**;

dimensioni e quadranti: **UNI 1064 – UNI 1067**;

raccordi sulla tubazione: **UNI 1073 – UNI 1074 – UNI 2223 UNI 2229**.

I contatori debbono essere costruiti con materiali di note caratteristiche per quanto riguarda la loro resistenza meccanica e strutturale a temperature non inferiori a 35°C. Detti materiali debbono essere tali da non formare tra loro coppie elettrolitiche capaci di causare fenomeni di corrosione apprezzabili, nonché, capaci di resistere a ogni possibile attacco chimico dell'acqua.

Le orologerie dovranno essere facilmente smontabili per le operazioni di revisione e riparazione; i quadranti in materiale indeformabile, con scritte inalterabili nel tempo, anche se immersi nell'acqua; i rulli, nei contatori a lettura diretta, in materiale rigorosamente inossidabile; i vetri ben trasparenti, senza difetti e idonei a sopportare una eventuale sovrappressione per colpo d'ariete.

##### 78.2.2. Contatori per acqua calda

I contatori per acqua calda avranno caratteristiche analoghe ai precedenti, con l'avvertenza che i materiali impiegati dovranno essere inalterabili per temperature sino a 100°C. Per essi vale la norma **UNI 8349**.

### **78.3. Criteri di esecuzione**

#### **78.3.1. Posa in opera delle tubazioni**

Per la posa delle tubazioni si applicano le disposizioni dell'Appendice U (Prescrizioni particolari di impiego e posa delle tubazioni) alla norma **UNI 9182**.

In particolare le tubazioni in acciaio zincato non devono essere piegate a caldo o a freddo per angoli superiori a 45°, né sottoposte a saldatura. Tali tipi di tubazioni se interrati e non facilmente ispezionabili devono essere opportunamente protette dalla corrosione, non devono essere impiegate per convogliare acqua avente temperatura superiore a 60°C e durezza inferiore a 10°F e non essere preceduti da serbatoi o tratti di tubazione in rame.

#### **78.3.2. Ancoraggi delle tubazioni a vista**

Gli ancoraggi e i sostegni delle tubazioni non interrate devono essere eseguiti:

- per le tubazioni di ghisa e di plastica: mediante collari in due pezzi fissati immediatamente a valle del bicchiere, con gambo inclinato verso il tubo; per pezzi uguali o superiori al metro deve applicarsi un collare per ogni giunto;
- per le tubazioni in acciaio e rame: mediante collari di sostegno in due pezzi, nelle tubazioni verticali; mediante mensole nelle tubazioni orizzontali, poste a distanza crescente al crescere del diametro delle tubazioni e comunque a distanza tale da evitare avvallamenti.

#### **78.3.3. Pulizia e disinfezione della rete idrica e dei serbatoi**

Le tubazioni per la distribuzione di acqua potabile, come stabilito dalla norma **UNI 9182**, prima della messa in funzione dovranno essere sottoposte a:

- prelavaggio per l'eliminazione dei residui di lavorazione;
- lavaggio prolungato dopo l'ultimazione dell'impianto, compresa l'installazione dei rubinetti;
- disinfezione mediante immissione nella rete idrica cloro gassoso, miscela di acqua con cloro gassoso, miscela d'acqua con ipoclorito di calcio, risciacquando fino a quando necessario con acqua potabile. La miscela disinfettante dovrà permanere in tutti i tratti della rete idrica per almeno 8 ore.
  - risciacquo finale effettuato con acqua potabile sino a quando necessario, prelevando successivamente i campioni d'acqua da sottoporre ad analisi presso laboratori specializzati. I risultati delle analisi sono fondamentali e indispensabili per l'utilizzazione dell'impianto di distribuzione.

I serbatoi di accumulo acqua devono essere disinfettati allo stesso modo della rete idrica, con la differenza che la soluzione deve fare rilevare almeno 200 ppm di cloro residuo.

L'impresa appaltatrice durante la disinfezione deve predisporre tutti i provvedimenti cautelativi (avvisi, segnali, ecc.) per impedire il prelievo d'acqua potabile da parte di non addetti ai lavori.

In caso di modifiche all'impianto di distribuzione deve essere ripetuta l'operazione di pulizia e disinfezione.

### **78.4. Isolamento termico**

Le protezioni termiche (rivestimenti isolanti) delle tubazioni devono essere costituite da materiali aventi bassa conducibilità termica, e vengono impiegate per due distinti scopi:

- impedire la condensazione del vapore acqueo dell'aria su tubazioni e apparecchiature attraversate da acqua fredda;
- ridurre le dispersioni di calore nelle tubazioni e apparecchiature attraversate da acqua calda.

#### **78.4.1. Materiali isolanti**

I rivestimenti isolanti, applicati alle tubazioni per impedire la condensazione del vapore acqueo, saranno costituiti da:

- lana di roccia, in materassini aventi spessore non inferiore a 20 mm, trapunta su cartone catramato;
- sughero, in lastre o coppelle, avente spessore non inferiore a 25 mm e densità non superiore a 120 kg/m<sup>3</sup>.

### **78.5. Protezione contro le corrosioni**

#### **78.5.1. Generalità**

Con il termine protezione contro le corrosioni si indica l'insieme di quegli accorgimenti tecnici atti a evitare che si verifichino le condizioni per certe forme di attacco dei manufatti metallici, dovute – per la maggior parte – a una azione elettrochimica.

In linea generale occorrerà evitare che si verifichi una disimmertia del sistema metallo-elettrolita, a esempio: il contatto di due metalli diversi, aerazione differenziale, ecc.

Le protezioni possono essere di tipo passivo o di tipo attivo, o di entrambi i tipi.

La protezione passiva consiste nell'isolare le tubazioni dall'ambiente esterno e fra loro, mediante idonei rivestimenti superficiali di natura organica e inorganica, e/o interrompere la continuità di ciascuna tubazione interponendo speciali giunti dielettrici.

La protezione attiva consiste nel mantenere le tubazioni in particolari condizioni elettrochimiche in modo da evitare la continua cessione di metallo al mezzo circostante.

#### *78.5.2. Mezzi impiegabili per la protezione passiva*

I mezzi per la protezione passiva delle tubazioni sono costituiti da:

- speciali vernici bituminose, applicate a caldo o a freddo;
- vernici anticorrosive a base di adatte resine sintetiche metallizzate o meno;
- vernici anticorrosive a base di ossidi;
- fasce in fibra di vetro bituminoso;
- fasce sovrapponibili paraffinate in resine sintetiche;
- manicotti isolanti e canne isolanti in amianto cemento o in resine sintetiche, usabili per l'attraversamento di parti murarie;
- giunti dielettrici.

I rivestimenti, di qualsiasi natura, debbono essere accuratamente applicati alle tubazioni, previa accurata pulizia, e non debbono presentare assolutamente soluzioni di continuità.

All'atto della applicazione dei mezzi di protezione occorre evitare che in essi siano contenute sostanze suscettibili di attaccare sia direttamente che indirettamente il metallo sottostante, attraverso eventuale loro trasformazione.

Le tubazioni interrate dovranno essere posate su un letto di sabbia neutra e ricoperte con la stessa sabbia per un'altezza non inferiore a 15 cm sulla generatrice superiore del tubo.

#### *78.5.3. Mezzi impiegabili per la protezione attiva*

La protezione attiva delle condotte assoggettabili alle corrosioni per l'azione di corrente esterna impressa o vagante, deve essere effettuata mediante protezione catodica: sovrapponendo alla corrente di corrosione una corrente di senso contrario di intensità uguale o superiore a quella di corrosione.

L'applicazione di questo procedimento sarà condizionata dalla continuità elettrica di tutti gli elementi delle tubazioni e dall'isolamento esterno rinforzato dei tubi.

#### *78.5.4. Protezione passiva e attiva*

Qualora le tubazioni isolate con uno dei mezzi indicati per la protezione passiva non risultassero sufficientemente difese, dovrà provvedersi anche alla contemporanea protezione attiva adottando uno dei sistemi già illustrati.

### **78.6. Rete di ventilazione**

#### *78.6.1. Sistemi di aerazione delle reti di ventilazione*

Per ventilazione di un impianto idrosanitario si intende il complesso di colonne e diramazioni che collegano le colonne di scarico e i sifoni dei singoli apparecchi sanitari con l'aria esterna, al fine di evitare pressioni e depressioni nella rete di scarico. Le diramazioni di ventilazione sono le tubazioni che collegano i sifoni degli apparecchi con le colonne di ventilazione. Le colonne di ventilazione sono delle tubazioni verticali parallele alle colonne di scarico.

La ventilazione degli impianti sanitari per lo smaltimento verso l'esterno di cattivi odori, può essere realizzata nelle seguenti modi.

*Ventilazione primaria:* ottenuta prolungando la colonna di scarico oltre la copertura dell'edificio, preferibilmente al di sopra del punto più alto dell'edificio per un'altezza di almeno un metro. Il punto terminale deve essere dotato di cappello esalatore del tipo anti-pioggia. È consigliabile installare il tipo girevole in modo che la bocca di aerazione si venga a trovare in posizione riparata rispetto alla direzione del vento.

*Ventilazione a gancio:* è impiegata per gli apparecchi in batteria (max 3), tipico dei servizi igienici di edifici pubblici, applicando la ventilazione all'estremità del collettore di scarico in prossimità della parte terminale fino al di sopra degli apparecchi serviti; in caso in cui gli apparecchi sanitari sono più di tre dovrà effettuarsi la ventilazione anche in una posizione intermedia del collettore di scarico.

*Ventilazione unitaria:* ottenuta ventilando i sifoni di tutti gli apparecchi sanitari. L'attacco della diramazione alla tubazione di scarico dovrà essere il più vicino possibile al sifone senza peraltro nuocere al buon funzionamento sia dell'apparecchio servito che del sifone.

In assenza di precise indicazioni progettuali si farà riferimento all'Appendice F (raccordi di ventilazione) della norma **UNI 9183**, in generale per i vasi dovranno adoperarsi diametri di almeno 40 mm e di 32 mm negli altri casi.

Le tubazioni di ventilazione non dovranno mai essere utilizzate come tubazioni di scarico dell'acqua di qualsiasi natura, né, essere destinate ad altro genere di ventilazione, aspirazione di fumo, esalazioni di odori da ambienti, e simili.

**Tabella 78.1 – Diametri interni delle diramazioni di ventilazione secondaria**

Apparecchio sanitario	Diametro (mm)
Bidé	35
lavabo	35
vasca da bagno	40
vaso a cacciata	50
vaso alla turca	50
lavello	40
orinatoi sospesi	40
orinatoi a stallo	50
piatto doccia	40
fontanella	25
lavapiedi	40
scatola sifonata	40

**Tabella 78.2 – Diametri i della diramazione di ventilazione per più apparecchi sanitari**

Gruppo di apparecchi senza vasi		Gruppo di apparecchi con vasi	
Unità di scarico	Diramazione di ventilazione	Unità di scarico	Diramazione di ventilazione
1	35	fino a 17	50
2 a 8	40	18 a 36	60
9 a 18	50	37 a 60	70
19 a 36	60		

#### 78.6.2. Materiali ammessi

Nella realizzazione della rete di ventilazione, sono ammesse tubazioni realizzate con i seguenti materiali:

- ghisa catramata centrifugata, con giunti a bicchiere sigillati a caldo con materiale idoneo, o a freddo con opportuno materiale (sono tassativamente vietate le sigillature con materiale cementizio);
- acciaio, trafilato o liscio, con giunti a vite e manicotto o saldati con saldatura autogena o elettrica;
- PVC con pezzi speciali di raccordo con giunto filettato o ad anello dello stesso materiale;
- fibrocemento;
- polipropilene;
- polietilene ad alta densità.

Altri sistemi di ventilazione degli impianti idrosanitari dovranno essere autorizzati dalla direzione dei lavori.

#### 78.6.3. Requisiti minimi delle tubazioni di ventilazione

Il diametro del tubo di ventilazione di ogni singolo apparecchio dovrà essere almeno pari ai tre quarti del diametro della corrispondente colonna di scarico, senza superare i 50 mm.

Nel caso in cui una diramazione di ventilazione raccolga la ventilazione singola di più apparecchi sanitari, il suo diametro sarà almeno pari ai tre quarti del diametro del corrispondente collettore di scarico, senza superare i 70 mm.

Il diametro della colonna di ventilazione sarà costante e sarà determinato in base al diametro della colonna di scarico alla quale è abbinato, alla quantità di acqua di scarico e alla lunghezza della colonna di ventilazione stessa. Tale diametro non potrà essere inferiore a quello della diramazione di ventilazione di massimo diametro che in essa si innesta.

## 78.7. Rete di scarico delle acque di rifiuto

### 78.7.1. Generalità. Classificazioni

Con il nome generico di scarichi, si indicano le tubazioni in cui scorrono tutte le acque di rifiuto e le acque piovane. Le tubazioni destinate alla raccolta delle acque di rifiuto e quelle destinate alla raccolta delle acque piovane, dovranno essere separate, fino al recapito esterno.

La rete di scarico dovrà corrispondere ai seguenti requisiti:

- allontanare rapidamente le acque di rifiuto, senza che si formino sedimentazioni di materie putrescibili o incrostazioni;
- garantire la perfetta tenuta con materiale di giunzione dotato di proprietà plastiche allo scopo di consentire un conveniente grado di scorrevolezza del giunto in caso di variazioni termiche e di possibili assestamenti strutturali;
- impedire il passaggio di esalazioni dalle tubazioni agli ambienti abitati;
- essere resistente a corrosione per effetto di gas e acidi corrosivi.

Le tubazioni di scarico vengono distinte in:

- diramazioni di scarico, sono costituiti dai tronchi di tubazione che collegano gli apparecchi sanitari alla colonna;
- colonne di scarico, sono costituite da tronchi di tubazione verticale;
- collettori di scarico, sono costituiti da tronchi orizzontali di tubazioni poste alle base delle colonne con la funzione di raccogliere le acque delle colonne e convogliarle alla fognatura urbana.

Le tubazioni di scarico per le acque piovane non dovranno essere usate come reti di esalazione naturale delle fogne cittadine e delle reti di scarico delle acque di rifiuto.

L'impianto di cui sopra si intende funzionalmente suddiviso come segue:

- parte destinata al convogliamento delle acque (racordi, diramazioni, colonne, collettori);
- parte destinata alla ventilazione primaria;
- parte destinata alla ventilazione secondaria;
- raccolta e sollevamento sotto quota;
- trattamento delle acque.

### 78.7.2. Materiali

Per la realizzazione delle diverse parti funzionali si utilizzeranno i materiali e i componenti indicati nei documenti progettuali e a loro completamento si rispetteranno le prescrizioni seguenti.

Vale inoltre, quale precisazione ulteriore a cui fare riferimento, la norma **UNI 9183**.

1) I tubi utilizzabili devono rispondere alle seguenti norme:

- tubi di acciaio, senza saldatura e saldati, per condotte di acqua: **UNI 6363**.

Il loro uso deve essere limitato alle acque di scarico con poche sostanze in sospensione e non saponose.

Per la zincatura si fa riferimento alle norme sui trattamenti galvanici. Per i tubi di acciaio rivestiti, il rivestimento deve rispondere alle prescrizioni delle norme UNI esistenti (polietilene, bitume, ecc.) e comunque non deve essere danneggiato o staccato; in tal caso deve essere eliminato il tubo;

- tubi di ghisa: devono essere del tipo centrifugato e ricotto, possedere rivestimento interno di catrame, resina epossidica ed essere esternamente catramati o verniciati con vernice antiruggine;
- tubi di grès: devono rispondere alla norma **UNI EN 295** (varie parti);
- tubi di fibrocemento; devono rispondere alla norma **UNI EN 588-1**;
- tubi di calcestruzzo non armato per fognature, a sezione interna circolare, senza piede di appoggio, devono rispondere alla norma **UNI 9534**;
- tubi di materiale plastico:
  - tubi di PVC per condotte all'interno dei fabbricati;
  - tubi di PVC per condotte interrate;
  - tubi di polietilene ad alta densità (PEAD) per condotte interrate;
  - tubi di polipropilene (PP);
  - tubi di polietilene ad alta densità (PEAD) per condotte all'interno dei fabbricati;.

2) Per gli altri componenti vale quanto segue:

- per gli scarichi e i sifoni di apparecchi sanitari vedere l'articolo sui componenti dell'impianto di adduzione dell'acqua;

– in generale i materiali di cui sono costituiti i componenti del sistema di scarico devono rispondere alle seguenti caratteristiche:

- a) minima scabrezza, al fine di opporre la minima resistenza al movimento dell'acqua;

- b) impermeabilità all'acqua e ai gas per impedire i fenomeni di trasudamento e di fuoriuscita odori;
- c) resistenza all'azione aggressiva esercitata dalle sostanze contenute nelle acque di scarico, con particolare riferimento a quelle dei detersivi e delle altre sostanze chimiche usate per lavaggi;
- d) resistenza all'azione termica delle acque aventi temperature sino a 90°C circa;
- e) opacità alla luce per evitare i fenomeni chimici e batteriologici favoriti dalle radiazioni luminose;
- f) resistenza alle radiazioni UV, per i componenti esposti alla luce solare;
- g) resistenza agli urti accidentali.

In generale i prodotti e i componenti devono inoltre rispondere alle seguenti caratteristiche:

- h) conformazione senza sporgenze all'interno per evitare il deposito di sostanze contenute o trasportate dalle acque;
  - i) stabilità di forma in senso sia longitudinale sia trasversale;
  - l) sezioni di accoppiamento con facce trasversali perpendicolari all'asse longitudinale;
  - m) minima emissione di rumore nelle condizioni di uso;
  - n) durabilità compatibile con quella dell'edificio nel quale sono montati.
- gli accumuli e sollevamenti devono essere a tenuta di aria per impedire la diffusione di odori all'esterno, ma devono avere un collegamento con l'esterno a mezzo di un tubo di ventilazione di sezione non inferiore a metà del tubo o della somma delle sezioni dei tubi che convogliano le acque nell'accumulo;
  - le pompe di sollevamento devono essere di costituzione tale da non intasarsi in presenza di corpi solidi in sospensione la cui dimensione massima ammissibile è determinata dalla misura delle maglie di una griglia di protezione da installare a monte delle pompe.

#### 78.7.3. Criteri di esecuzione

Per la realizzazione dell'impianto si utilizzeranno i materiali, i componenti e le modalità indicate nei documenti progettuali, e qualora non siano specificate in dettaglio nel progetto o a suo completamento si rispetteranno le prescrizioni seguenti o ulteriori disposizioni impartite dalla direzione dei lavori.

Vale inoltre, quale prescrizione ulteriore a cui fare riferimento, la norma **UNI 9183**.

1) Nel suo insieme l'impianto deve essere installato in modo da consentire la facile e rapida manutenzione e pulizia; deve permettere la sostituzione, anche a distanza di tempo, di ogni sua parte senza gravosi o non previsti interventi distruttivi di altri elementi della costruzione; deve permettere l'estensione del sistema, quando previsto, e il suo facile collegamento ad altri sistemi analoghi.

2) Le tubazioni orizzontali e verticali devono essere installate in allineamento secondo il proprio asse, parallele alle pareti e con la pendenza di progetto. Esse non devono passare sopra apparecchi elettrici o simili o dove le eventuali fuoriuscite possono provocare inquinamenti. Quando ciò è inevitabile devono essere previste adeguate protezioni che convogliano i liquidi in un punto di raccolta. Quando applicabile vale il D.M. 12 dicembre 1985 per le tubazioni interrato.

3) I raccordi con curve e pezzi speciali devono rispettare le indicazioni predette per gli allineamenti, le discontinuità, le pendenze, ecc. Le curve ad angolo retto non devono essere usate nelle connessioni orizzontali (sono ammesse tra tubi verticali e orizzontali), sono da evitare le connessioni doppie e tra loro frontali e i raccordi a T. I collegamenti devono avvenire con opportuna inclinazione rispetto all'asse della tubazione ricevente e in modo da mantenere allineate le generatrici superiori dei tubi.

4) I cambiamenti di direzione devono essere fatti con raccordi che non producano apprezzabili variazioni di velocità o altri effetti di rallentamento. Le connessioni in corrispondenza di spostamento dell'asse delle colonne dalla verticale devono avvenire a opportuna distanza dallo spostamento e comunque a non meno di 10 volte il diametro del tubo e al di fuori del tratto di possibile formazione delle schiume.

5) Gli attacchi dei raccordi di ventilazione secondaria devono essere realizzati come indicato nella norma **UNI 9183**. Le colonne di ventilazione secondaria, quando non hanno una fuoriuscita diretta all'esterno, possono:

- essere raccordate alle colonne di scarico a una quota di almeno 15 cm più elevata del bordo superiore del troppopieno dell'apparecchio collocato alla quota più alta nell'edificio;
- essere raccordate al disotto del più basso raccordo di scarico;
- devono essere previste connessioni intermedie tra colonna di scarico e ventilazione almeno ogni 10 connessioni nella colonna di scarico.

6) I terminali delle colonne fuoriuscenti verticalmente dalle coperture devono essere a non meno di 0,15 m dall'estradosso per coperture non praticabili e a non meno di 2 m per coperture praticabili. Questi terminali devono distare almeno 3 m da ogni finestra oppure essere ad almeno 0,60 m dal bordo più alto della finestra.

7) Punti di ispezione devono essere previsti con diametro uguale a quello del tubo fino a 100 mm, e con diametro minimo di 100 mm negli altri casi. La loro posizione deve essere:

- al termine della rete interna di scarico insieme al sifone e a una derivazione;
- a ogni cambio di direzione con angolo maggiore di 45°;
- ogni 15 m di percorso lineare per tubi con diametro sino a 100 mm e ogni 30 m per tubi con diametro maggiore;
- a ogni confluenza di due o più provenienze;
- alla base di ogni colonna.

Le ispezioni devono essere accessibili e avere spazi sufficienti per operare con gli utensili di pulizia. Apparecchi facilmente rimovibili possono fungere da ispezioni. Nel caso di tubi interrati con diametro uguale o superiore a 300 mm bisogna prevedere pozzetti di ispezione a ogni cambio di direzione e comunque ogni 40 - 50 m.

8) I supporti di tubi e apparecchi devono essere staticamente affidabili, durabili nel tempo e tali da non trasmettere rumori e vibrazioni. Le tubazioni vanno supportate a ogni giunzione; e inoltre quelle verticali almeno ogni 2,5 m e quelle orizzontali ogni 0,5 m per diametri fino a 50 mm, ogni 0,8 m per diametri fino a 100 mm, ogni 1,00 m per diametri oltre 100 mm. Il materiale dei supporti deve essere compatibile chimicamente e in quanto a durezza con il materiale costituente il tubo.

9) Si devono prevedere giunti di dilatazione, per i tratti lunghi di tubazioni, in relazione al materiale costituente e alla presenza di punti fissi quali parti murate o vincolate rigidamente. Gli attraversamenti delle pareti a seconda della loro collocazione possono essere per incasso diretto, con utilizzazione di manicotti di passaggio (controtubi) opportunamente riempiti tra tubo e manicotto, con foro predisposto per il passaggio in modo da evitare punti di vincolo.

10) Gli scarichi a pavimento all'interno degli ambienti devono sempre essere sifonati con possibilità di un secondo attacco.

#### 78.7.4. Diramazioni di scarico

Le diramazioni di scarico possono essere realizzate in tubi di piombo, ghisa, materiale plastico (PVC o polietilene ad alta densità, PE ad) o acciaio. Le diramazioni deve convogliare le acque di scarico provenienti dagli apparecchi sanitari senza eccessive pressioni o formazione di perturbazione nelle colonne di scarico per effetto dei flussi discendenti.

La portata della diramazione di scarico deve essere maggiore o uguale alla somma delle portate dei singoli apparecchi sanitari collegati dalla diramazione.

Il collegamento delle diramazioni di scarico di piombo con le colonne di scarico di ghisa deve avvenire mediante l'interposizione di anelli di congiunzione (virola) in rame. Nel caso di diramazioni materiali plastici il collegamento alle colonne di scarico può essere eseguito con anello elastico a pressione o mediante incollaggio con speciale mastice, in modo da assicurare la perfetta tenuta idraulica.

Per le diramazioni in tubazioni di policloruro di vinile non plastificato (PVC – U) nel campo degli scarichi (a bassa e alta temperatura), sia all'interno della struttura degli edifici (marcati "B"), sia nel sottosuolo entro la struttura dell'edificio (marcati "BD"), si applicheranno le disposizioni della norma **UNI EN 1329-1**.

La pendenza delle diramazioni deve essere maggiore del 2%. Ai tratti orizzontali deve essere assicurato un minimo di pendenza per facilitare il deflusso delle acque reflue.

**Tabella 78.3 – Diametro minimo delle diramazioni di scarico in funzione della pendenza**

Diametro minimo (mm)	Max numero unità di scarico con pendenza		
	1%	2%	4%
35(senza vasi)	1	1	1
40(senza vasi)	2	3	4
50(senza vasi)	4	5	6
60(senza vasi)	7	10	12
70(senza vasi)	12	15	18
80(senza vasi)	22	28	34
80 (max 2 vasi)	14	16	20
100	80	90	100
125	120	160	200
150	250	300	400

**Tabella 78.4 – Diametro minimo delle diramazioni di scarico interne in funzione delle unità di scarico**

Apparecchio sanitario	Diametro minimo (mm)	Unità di scarico
Lavabo	35	1 – 2
Lavello da cucina	40	3
Vaso a cacciata	100	2 – 4
Vaso ad aspirazione	80	6
Vaso alla turca	100	7 – 8
Vasca da bagno	40 – 50	3 – 4
Doccia	40 – 50	2 – 3
Piletta	40	3
Bidè	35	1 – 2
Orinatoi	40	2 – 4
Lavapiedi	40	2
Vuotatoi	100	8

#### 78.7.5. Colonne di scarico

Le colonne di scarico sono costituite da tubazioni verticali in ghisa, materiale plastico (PVC o polietilene ad alta densità, PE ad), acciaio, acciaio smaltato o in grès.

Il diametro della colonna di scarico deve essere determinato in funzione delle unità di scarico delle diramazioni servite e dall'altezza della colonna; tale diametro deve essere mantenuto costante per tutta l'altezza della colonna. In caso di spostamenti dell'asse della colonna superiori a 45° rispetto alla si rimanda alle disposizioni della **UNI 9183**, che prevede la suddivisione della colonna in tratti.

Le colonne di scarico devono essere fissate alle strutture portanti mediante collari in acciaio inox o acciaio zincato. Le tubazioni in plastica, per tenere conto delle dilatazioni termiche, vanno fissate con due ancoraggi (del tipo a manicotti scorrevoli) posti sotto il bicchiere.

**Tabella 78.5 – Diametro minimo delle colonne di scarico**

Diametro minimo (mm)	Max numero unità di scarico		Lunghezza max della colonna (m)
	per ogni piano	per tutta la colonna	
40(senza vasi)	3	8	14
50(senza vasi)	5	18	18
60(senza vasi)	8	25	25
70(senza vasi)	20	35	30
80	40	70	50
100	100	350	80
125	200	800	100
150	300	1200	140

#### 78.7.6. Collettori di scarico

I collettori di scarico devono essere collocati in modo da avere la massima pendenza possibile e la minima lunghezza. Gli eventuali cambiamenti di direzione devono avvenire mediante curve ampie con angolo non superiore ai 45°. In prossimità del cambiamento di direzione da verticale a orizzontale devono usarsi due mezze curve a 45 in modo formare una curva più ampia possibile.

I collettori di scarico a soffitto devono essere sostenuti da braccialetti apribili, collocati in prossimità di ogni bicchiere e in generale ogni 2 m di lunghezza di tubazione in ghisa o materiale plastico, per le tubazioni in grès tale distanza deve essere ridotta a 1 metro. I collari di sostegno a soffitto possono essere del tipo a nastro regolabile o a collare pesante in metallo o in PVC.

I collettori di scarico dovranno essere dotati, prima del loro collegamento con il recapito esterno, di un idoneo dispositivo ispezionabile a chiusura idraulica provvisto di attacco per la ventilazione.

Nei collettori deve essere assicurata una velocità di deflusso non inferiore a 0,6 m/s in modo da evitare la separazione dei materiali solidi da allontanare, l'eventuale velocità massima di deflusso deve essere compatibile con il materiale componente il collettore in modo da non provocare forme di abrasione della superficie interna dei tubi. La velocità media di deflusso deve essere compresa tra 0,7 e 2,5 m/s.

La direzione dei lavori potrà procedere alla verifica della velocità di deflusso in relazione alla portata e pendenza della tubazione.

**Tabella 78.6 – Collettori di scarico: Diametro minimo in funzione della pendenza**

Diametro minimo (mm)	Max numero unità di scarico con pendenza		
	2%	3%	4%
35(senza vasi)	30	40	60
80 (senza vasi)	80	40	60
100	80	100	150
125	200	250	350
150	500	600	800
200	1500	2000	2500
250	3000	4000	5000
300	5000	6500	8000

**Tabella 78.7 – Collettori di scarico: Velocità dell'acqua e massimo numero di unità di scarico in funzione del diametro e della pendenza**

Diametro colonna	Velocità (m/s) pendenza (%)				Carico US pendenza (%)		
	0,5	1	2	4	1	2	4
50	0,31	0,44	0,62	0,88	–	21	26
65	0,34	0,49	0,68	0,98	–	24	31
80	0,38	0,54	0,76	1,08	20	27	36
100	0,44	0,62	0,88	1,24	180	216	250
125	0,49	0,69	1,08	1,39	390	480	575
150	0,54	0,76	1,24	1,52	700	840	1000
200	0,62	0,88	1,29	1,75	1600	1920	2300
250	0,69	0,98	1,39	1,96	29900	3500	4200
300	0,75	1,07	1,47	2,06	4600	5600	6700

**Tabella 78.8 – Collettori di scarico: Pendenze minime consigliata per i tratti sub – orizzontali**

Tubazione	Pendenza (%)
grès o piombo	0,5
ghisa, acciaio, materiale plastico	1
fibrocemento	1,5
cemento	2

**Tabella 78.9 – Diametri indicativi delle tubazioni di scarico di alcuni apparecchi idrosanitari**

Apparecchio idrosanitario	Diametro minimo interno del sifone e dello scarico (mm)
lavabo	32
vaso a sedere normale	100
vaso a sedere ad aspirazione	75
vaso alla turca	100
vasca da bagno	50
bidè	32
doccia	50
lavastoviglie, lavatrice	40
orinatoio sospeso	40
orinatoio a stallo verticale	50
orinatoio ad aspirazione	32

lavello da cucina di appartamento	40
lavello da cucina di ristorante	75
lavabo da ristorante	50
lavabo da laboratorio	40
vuotatoio	100
lavapiedi	40
lavatoio	40
fontanella d'acqua da bere	32
chiusino a pavimento	50

#### 78.7.7. Dispositivo a chiusura idraulica

Ogni apparecchio sanitario dovrà essere corredato di un dispositivo a chiusura idraulica, inserito sullo scarico, ispezionabile e collegabile alla diramazione di ventilazione.

#### 78.7.8. Pozzetti di ispezioni

Le reti di scarico devono essere dotate di pozzetti di ispezione, le cui dimensioni dipendono dalla quota del piano di posa delle tubazioni, conformemente alle prescrizioni del progetto esecutivo o ulteriori disposizioni impartite dalla direzione dei lavori.

Il volume interno del pozzetto deve essere maggiore o uguale al volume dell'interno della colonna di scarico servita.

**Tabella 78.10 – Dimensioni indicative di pozzetti di ispezione**

Profondità (cm)	Dimensioni interne del pozzetto (cm)	Muratura	Chiusino dimensione esterne (cm)
< 90	52x52	a 1 testa	64x64
90 – 250	82x82	a 2 teste	84x84
>250	Ø 90	cls prefabbricato	84x84

### 78.8. Rete di scarico delle acque piovane. Canali di gronda e pluviali

#### 78.8.1. Generalità

I sistemi di scarico delle acque meteoriche possono essere realizzati in:

- canali di gronda: lamiera zincata, rame, PVC, acciaio inossidabile;
- pluviali ( tubazioni verticali): lamiera zincata, rame, PVC, acciaio inossidabile, polietilene ad alta densità (PE ad), alluminio, ghisa e acciaio smaltato;
- collettori di scarico (o orizzontali): ghisa, PVC, polietilene ad alta densità (PE ad), cemento e fibrocemento.

Le tubazioni di scarico per le acque piovane non dovranno essere usate come reti di esalazione naturale delle fogne cittadine e delle reti di scarico delle acque di rifiuto.

#### 78.8.2. Materiali e criteri di esecuzione

Per la realizzazione delle diverse parti funzionali si utilizzeranno i materiali e i componenti indicati nei documenti progettuali. Qualora non siano specificati in dettaglio nel progetto o a suo completamento, si rispetteranno le prescrizioni seguenti:

a) in generale tutti i materiali e i componenti devono resistere all'aggressione chimica degli inquinanti atmosferici, all'azione della grandine, ai cicli termici di temperatura (compreso gelo/disgelo) combinate con le azioni dei raggi IR, UV, ecc.;

b) gli elementi di convogliamento e i canali di gronda, oltre a quanto detto in a), se di metallo devono resistere alla corrosione, se di altro materiale devono rispondere alle prescrizioni per i prodotti per le coperture, se verniciate dovranno essere realizzate con prodotti per esterno rispondenti al comma a);

c) i tubi di convogliamento dei pluviali e dei collettori devono rispondere, a seconda del materiale, a quanto indicato nell'articolo relativo allo scarico delle acque usate;

d) per i punti di smaltimento valgono, per quanto applicabili, le prescrizioni sulle fognature impartite dalle pubbliche autorità. Dispositivi di coronamento e di chiusura per zone di circolazione utilizzate da pedoni e da veicoli vale la norma **UNI EN 124**.

Per la realizzazione dell'impianto si utilizzeranno i materiali, i componenti e le modalità indicate nei documenti progettuali esecutivi, e qualora non siano specificati in dettaglio nel progetto o a suo completamento, si rispetteranno le prescrizioni seguenti. Vale inoltre, quale prescrizione ulteriore cui fare riferimento, la norma **UNI 9184**:

– i pluviali montati all'esterno devono essere installati in modo da lasciare libero uno spazio tra parete e tubo di 5 cm; i passaggi devono essere almeno uno in prossimità di ogni giunto ed essere di materiale compatibile con quello del tubo.

– i bocchettoni e i sifoni devono essere sempre del diametro delle tubazioni che immediatamente li seguono. Quando l'impianto acque meteoriche è collegato all'impianto di scarico acque usate deve essere interposto un sifone. Tutte le caditoie a pavimento devono essere sifonate. Ogni inserimento su un collettore orizzontale deve avvenire ad almeno 1,5 m dal punto di innesto di un pluviale.

– per i pluviali e i collettori installati in parti interne all'edificio (intercapedini di pareti, ecc.) devono essere prese tutte le precauzioni di installazione (fissaggi elastici, materiali coibenti acusticamente, ecc.) per limitare entro valori ammissibili i rumori trasmessi.

### 78.8.3. Canali di gronda

Il bordo esterno dei canali di gronda deve essere leggermente più alto di quello interno per consentire l'arresto dell'acqua piovana di raccolta proveniente dalle falde o dalla converse di convogliamento. La pendenza verso i tubi pluviali deve essere superiore all'1%. I canali di gronda devono essere fissati alla struttura del tetto con zanche sagomate o con tiranti, eventuali altri sistemi devono essere autorizzati dalla direzione dei lavori.

Per l'accettazione dei canali di gronda e relativi accessori di PVC non plastificato, all'esame visivo le superfici interna ed esterna devono presentarsi lisce, pulite e prive di rigature, cavità e altri difetti di superficie. Le estremità dei canali di gronda devono essere tagliate in modo netto e perpendicolare rispetto all'asse longitudinale del profilo.

I canali di gronda devono avere pendenza non inferiore a 0,25%.

**Tabella 78.11 – Dati dimensionali dei lamierini**

Spessore (mm)	Peso (kg/dm <sup>3</sup> )	Dimensioni	
		Larghezza (mm)	Lunghezza (mm)
4/10	3,20	1.000	2.000
6/10	4,80	1.100	3.000
8/10	6,40	1.300	3.000
10/10	8,00	1.400	3.500
12/10	9,60	1.500	4.000
14/10	11,20	1.500	4.000
16/10	12,80	1.500	4.000
18/10	14,40	1.500	4.000
2	16,00	1.500	5.000
2 ½	20,00	1.600	6.000
3	24,00	1.800	10.000

**Tabella 78.12 – Dati dimensionali delle lamiere zincate**

Lastre piane 1x2	
Spessore (mm)	Peso kg
3/10	6,80
4/10	8,00
5/10	9,50
6/10	11,50
8/10	14,00
10/10	17,00
12/10	20,00
15/10	25,00
20/10	34,00

**Tabella 78.13 – Dati dimensionali dei canali di gronda in lamiera zincata (peso in kg)**

Spessore (mm)	Per bocca di sviluppo di cm				
	15x25	18x30	19x33	20x25	22x40
4/10	1,00	1,20	1,30	1,40	1,60
5/10	1,20	1,50	1,60	1,70	1,90
6/10	1,40	1,70	1,90	2,00	2,20
8/10	1,70	2,00	2,30	2,50	2,70
10/10	2,20	2,50	2,85	3,10	3,40

**78.8.4. Pluviali**

I pluviali possono essere sistemati all'interno o all'esterno della muratura perimetrale. Il fissaggio dei pluviali alle strutture deve essere realizzato con cravatte collocate sotto i giunti a bicchiere, inoltre per consentire eventuali dilatazioni non devono risultare troppo strette, a tal fine tra cravatta e tubo deve essere inserito del materiale elastico o della carta ondulata.

L'unione dei pluviali deve essere eseguita mediante giunti a bicchiere con l'ausilio di giunti di gomma.

L'imboccatura dei pluviali deve essere protetta da griglie metalliche per impedirne l'ostruzione (foglie, stracci, nidi, ecc.).

Il collegamento tra pluviali e canali di gronda deve avvenire mediante bocchettoni di sezione e forma adeguata che si innestano ai pluviali.

I pluviali esterni devono essere protetti per un'altezza inferiore a 2 m da terra con elementi in acciaio o ghisa resistenti agli urti.

I pluviali incassati devono essere alloggiati in vano opportunamente impermeabilizzato, il vano deve essere facilmente ispezionabile per il controllo dei giunti o la sostituzione dei tubi; in tal caso il vano può essere chiuso con tavelline intonacate, facilmente sostituibili.

I pluviali devono avere un diametro non inferiore a 80 mm.

**Tabella 78.14 – Dati dimensionali dei tubi pluviali in lamiera zincata (peso in kg)**

Spessore (mm)	Per diametro di mm						
	80	85	90	95	100	110	120
3,5/10	1,00	1,10	1,15	1,20	1,25	1,35	1,45
4/10	1,15	1,20	1,30	1,35	1,40	1,50	1,60
5/10	1,30	1,40	1,50	1,60	1,70	1,80	1,90
6/10	1,65	1,75	1,85	2,00	2,10	2,25	2,40
8/10	2,00	2,15	2,30	2,45	2,50	2,60	2,80
10/10	2,40	2,55	2,80	2,90	3,00	3,15	3,40

**Tabella 78.15 – Diametro dei canali di gronda e dei pluviali in funzione della superficie del tetto**

Superficie del tetto in proiezione orizzontale (m <sup>2</sup> )	Diametro minimo del canale di gronda (mm)	Diametro interno minimo del canale del pluviale (mm)
fino a 8	80	40
9 a 25	100	50
26 a 75	100	75
76 a 170	(125)	(90)
171 a 335	150	100
336 a 500	200	125
501 a 1000	250	150

Nota: il canale di gronda è considerato di forma semicircolare.

**78.8.5. Collettori di scarico**

Il diametro minimo dei collettori di scarico (interrati o sospesi al soffitto del piano cantinato) per il convogliamento delle acque piovane alla fognatura può essere desunto dalla seguente tabella, in funzione della superficie del tetto. Tali

valori sono stati ottenuti applicando la formula di Chèzy – Bazin, in base a un coefficiente di scabrezza = 0,16, intensità di pioggia = 100 mm/h, coefficienti di assorbimento =1 e canali pieni a metà altezza:

**Tabella 78.16 – Diametro dei collettori di scarico per pluviali**

Diametro minimo del collettore (mm)	Pendenza del collettore			
	1%	2%	3%	4%
	Superficie della copertura (mq)			
80	50	75	90	110
100	100	135	170	190
125	180	250	310	350
150	300	410	500	600
200	650	900	1100	1280
250	1100	1650	2000	2340
300	1900	2700	3300	3820

#### 78.8.6. Pozzetto a chiusura idraulica

I pluviali che si allacciano alla rete fognante devono essere dotati di pozzetti a chiusura idraulica o sifoni, entrambi ispezionabili secondo il progetto esecutivo e/o secondo le indicazioni della direzione dei lavori.

I pozzetti possono essere prefabbricati in conglomerato cementizio armato e vibrato oppure realizzati in opera.

#### 78.8.7. Compiti del direttore dei lavori

Il direttore dei lavori per la realizzazione dell'impianto di scarico delle acque meteoriche opererà come segue:

a) nel corso dell'esecuzione dei lavori, con riferimento ai tempi e alle procedure, verificherà via via che i materiali impiegati e le tecniche di esecuzione siano effettivamente quelle prescritte e inoltre, per le parti destinate a non restare in vista o che possono influire irreversibilmente sul funzionamento finale, verificherà che l'esecuzione sia coerente con quella concordata (questa verifica potrà essere effettuata anche in forma casuale e statistica nel caso di grandi opere). Effettuerà o farà effettuare e sottoscrivere in una dichiarazione di conformità le prove di tenuta;

b) al termine dei lavori eseguirà una verifica finale dell'opera e si farà rilasciare dall'esecutore una dichiarazione di conformità dell'opera alle prescrizioni del progetto, del presente capitolato e di altre eventuali prescrizioni concordate.

Il direttore dei lavori raccoglierà inoltre in un fascicolo i documenti progettuali più significativi, la dichiarazione di conformità predetta (ed eventuali schede di prodotti) nonché le istruzioni per la manutenzione con modalità e frequenza delle operazioni.

#### 78.8.8. Norme di riferimento

a) *Canali di gronda e relativi accessori di PVC non plastificato*

**UNI EN 607** *Canali di gronda e relativi accessori di PVC non plastificato. Definizioni, requisiti e prove.*

b) *Canali di gronda e pluviali di lamiera metallica*

**UNI EN 612** *Canali di gronda e pluviali di lamiera metallica. Definizioni, classificazioni e requisiti.*

c) *Supporti per canali di gronda*

**UNI EN 1462** *Supporti per canali di gronda. Requisiti e prove.*

d) *Criteri di progettazione, collaudo*

**UNI 9183** *Edilizia. Sistemi di scarico delle acque usate. Criteri di progettazione, collaudo e gestione.*

**UNI 9184** *Edilizia. Sistemi di scarico delle acque meteoriche. Criteri di progettazione, collaudo e gestione.*

#### 78.8.9. Pompe

L'installazione delle elettropompe dovrà essere eseguita con notevole cura, per ottenerne il perfetto funzionamento idraulico, meccanico ed elettrico; in particolare si opererà in modo da:

- assicurare il perfetto livellamento orizzontale (o verticale) dell'asse delle pompe sul basamento di appoggio;
- consentire lo smontaggio e il rimontaggio senza manomissioni delle tubazioni di attacco;
- prevenire qualsiasi trasmissione di rumori e vibrazioni agli ambienti, sia mediante interposizione di idoneo materiale smorzante, sia mediante adeguata scelta delle caratteristiche del motore elettrico, che dovrà essere comunque del tipo a quattro poli;
- inserire sulla tubazione di mandata valvole di ritegno del tipo a ogiva silenziosa, o altro eventuale tipo avente uguali o migliori caratteristiche;

– garantire la piena osservanza delle norme CEI, sia per quanto riguarda la messa a terra, come per quanto concerne l'impianto elettrico.

Le pompe dovranno rispondere alle prescrizioni delle seguenti norme:

**UNI ISO 2548** *Pompe centrifughe, semiassiali e assiali. Codice di prove d'accettazione. Classe.*

**UNI ISO 3555** *Pompe centrifughe, semiassiali e assiali. Codice per le prove di accettazione. Classe B.*

## **78.9. Prove e verifiche**

### **78.9.1. Generalità**

Le verifiche e le prove indicate ai punti che seguono, saranno eseguite in corso d'opera dal direttore dei lavori, che ne redige regolare verbale in contraddittorio con l'appaltatore; l'emissione del certificato di collaudo è subordinata al positivo esito delle sottoelencate verifiche e prove che dovranno essere eseguite quando le tubazioni sono ancora in vista e cioè prima che si proceda a verniciature, coibentazioni e rivestimenti, chiusura di tracce con malta o altro, cunicoli o cavedi impraticabili, rivestimenti murari, massetti, pavimentazioni, ecc.

### **78.9.2. Prova di tenuta idraulica delle reti di distribuzione**

La prova a tenuta idraulica (**UNI 9182**) deve essere eseguita prima del montaggio della rubinetteria, chiusura dei vani, cavedi, ecc., dopo aver chiuso le estremità delle condutture con tappi a vite o flange, in modo da costituire un circuito chiuso e dopo aver riempito d'acqua il circuito stesso, si sottoporrà a pressione, per almeno 4 ore, la rete o parte di essa a mezzo di una pompa idraulica munita di manometro inserita in un punto qualunque del circuito.

Tutte le tubazioni in prova complete delle valvole e dei rubinetti di intercettazione mantenuti in posizione aperta saranno provate a una pressione pari a una 1,5 volte la pressione massima di esercizio dell'impianto ma comunque non inferiore a 6 kg/cm<sup>2</sup>.

La pressione di prova sarà letta su manometro inserito a metà altezza delle colonne montanti. Per pressione massima di esercizio si intende la massima pressione per la quale è stato dimensionato l'impianto onde assicurare la erogazione al rubinetto più alto e più lontano con la contemporaneità prevista e con il battente residuo non inferiore a 5 m H<sub>2</sub>O.

La prova di tenuta sarà giudicata positiva se l'impianto, mantenuto al valore della pressione stabilita per 24 ore consecutive, non manifesterà perdite e quindi abbassamenti di pressione al di fuori delle tolleranze ammesse.

### **78.9.3. Prova di portata rete acqua fredda**

La prova di portata rete acqua fredda intende accertare che l'impianto sia in grado di erogare la portata alla pressione stabilita quando sia funzionante un numero di erogazioni pari a quelle previste dai coefficienti di contemporaneità fissati nel presente capitolato.

Si seguiranno le seguenti operazioni:

– apertura di un numero di utenze pari a quello stabilito dal coefficiente di contemporaneità, calcolato per il numero totale di apparecchi installati;

– le utenze funzionanti (il cui numero totale è fissato già dal comma precedente) saranno distribuite a partire dalle colonne più sfavorite (scelte in rapporto alla distanza e al numero di apparecchi serviti), in maniera tale che ciascun tronco del collettore orizzontale alimenti il numero di apparecchi previsto dalla contemporaneità stabilita dalle prescrizioni contrattuali.

Nelle condizioni suddette si dovrà verificare che la portata alle utenze più sfavorite sia almeno quella prescritta nel capitolato speciale d'appalto, e che la portata totale (misurata se è possibile all'organo erogatore), non sia inferiore alla portata prevista, in rapporto alle utenze funzionanti.

La prova potrà essere ripetuta distribuendo le utenze in modo da verificare il corretto dimensionamento delle varie colonne montanti, sempre nelle condizioni di contemporaneità stabilite dal contratto.

### **78.9.4. Prova idraulica a caldo**

La prova di portata rete acqua calda (**UNI 9182**) viene eseguita con le medesime modalità per la rete acqua fredda, nelle seguenti condizioni di funzionamento:

– messa in funzione dell'impianto di preparazione acqua centralizzato per un tempo non inferiore a 2 ore consecutive;

– temperatura iniziale maggiore di almeno 10°C della temperatura di esercizio;

La prova sarà ritenuta positiva se non si sono verificate eccessive dilatazioni termiche delle tubazioni con conseguenti danneggiamenti alle strutture murarie (intonaci, rivestimenti, ecc.) e naturalmente perdite d'acqua.

#### 78.9.5. Prova di erogazione di acqua calda

La prova di erogazione d'acqua calda (**UNI 9182**) viene eseguita con le medesime modalità nelle seguenti condizioni di funzionamento:

- durata minima 2 ore;
- apertura contemporanea di tutti i rubinetti o bocche di erogazione meno una.

La prova sarà ritenuta positiva se l'acqua calda viene erogata sempre alla stessa temperatura e portata, ammettendo una tolleranza del 10% rispetto alla portata prevista e non si sono verificate eccessive dilatazioni termiche delle tubazioni con conseguenti danneggiamenti alle strutture murarie (intonaci, rivestimenti, ecc.) e naturalmente perdite d'acqua. Per la temperatura, dopo l'erogazione di 1,5 litri, è ammessa una tolleranza di 1°C.

#### 78.9.6. Prova di circolazione e coibentazione delle rete di distribuzione di acqua calda a erogazione nulla

La prova ha lo scopo di verificare la funzionalità della rete di distribuzione dell'acqua calda e della coibentazione delle tubazioni.

La prova deve essere effettuata in periodo invernale o freddo, si riterrà soddisfacente quando la differenza di temperatura dell'acqua misurata tra il punto di partenza a quello di erogazione più lontano è inferiore o uguale a 2°C.

#### 78.9.7. Prova di efficienza della rete di ventilazione secondaria

La prova di efficienza della rete di ventilazione secondaria consiste nel controllo della tenuta dei sifoni degli apparecchi gravanti sulle colonne da provare, quando venga fatto scaricare contemporaneamente, un numero di apparecchi pari a quello stabilito dalla contemporaneità.

#### 78.9.8. Verifica del livello del rumore

La verifica del livello del rumore (**UNI 9182**) deve essere effettuata collocando il microfono ad almeno un 1 m dalle pareti e a un'altezza di 1,20 m dal pavimento. La prova deve essere effettuata eseguendo almeno 3 prelievi, ruotando il microfono secondo archi di cerchio.

La prova si ritiene positiva se i valori sono compresi nella tabella riportata al punto 23.4 della norma **UNI 9182**.

### **Art. 79 – Impianti di adduzione del gas**

#### **79.1. Generalità**

Il dimensionamento delle tubazioni e degli eventuali riduttori di pressione deve essere tale da garantire il corretto funzionamento degli apparecchi di utilizzazione. L'impianto interno e i materiali impiegati devono essere conformi alla legislazione tecnica vigente.

Possono essere utilizzati esclusivamente tubi idonei. Sono considerati tali quelli rispondenti alle caratteristiche di seguito indicate e realizzati in acciaio, in rame o in polietilene.

#### **79.2. Norme per impianti a gas di rete: progettazione, installazione, manutenzione**

**UNI 7128** Impianti a gas per uso domestico alimentati da rete di distribuzione. Termini e definizioni.

**UNI 7129** Impianti a gas per uso domestico alimentati da rete di distribuzione. Progettazione, installazione e manutenzione.

**UNI 10738** Impianti alimentati a gas combustibile per uso domestico preesistenti alla data 13 marzo 1990. Linee guida per la verifica delle caratteristiche funzionali.

**UNI 10435** Impianti di combustione alimentati a gas con bruciatori ad aria soffiata di portata termica nominale maggiore di 35 kW. Controllo e manutenzione.

#### **79.3. Condotte di distribuzione del gas. Tubi**

**D.M. 24 novembre 1984** – Norme di sicurezza antincendio per il trasporto, la distribuzione, l'accumulo e l'utilizzazione del gas naturale con densità superiore a 0,8 Kg/m<sup>3</sup>.

**UNI 9034** Condotte di distribuzione del gas con pressioni massime di esercizio minore/uguale 5 bar. Materiali e sistemi di giunzione.

**UNI 9165** Reti di distribuzione del gas con pressione massime di esercizio minori o uguali a 5 bar. Progettazioni, costruzioni e collaudi.

**UNI EN 969** Tubi, raccordi e accessori di ghisa sferoidale e loro assemblaggio per condotte di gas. Prescrizioni e metodi di prova.

**UNI EN 1057** *Rame e leghe di rame. Tubi rotondi di rame senza saldatura per acqua e gas nelle applicazioni sanitarie e di riscaldamento.*

*Impianti di derivazione di utenza del gas*

**UNI 9860** *Impianti di derivazione di utenza del gas. Progettazione, costruzione e collaudo.*

*Impianti a gas GPL*

**UNI 7131** *Impianti a GPL per uso domestico non alimentati da rete di distribuzione. Progettazione, installazione, esercizio e manutenzione.*

#### **79.4. Tubi di acciaio**

a) i tubi di acciaio possono essere senza saldatura oppure con saldatura longitudinale e devono avere caratteristiche qualitative e dimensionali non inferiori a quelle indicate dalle norme:

**UNI 8863** Tubi senza saldatura e saldati, di acciaio non legato, filettabili secondo **UNI ISO 7/1**;

b) i tubi in acciaio con saldatura longitudinale, se interrati, devono avere caratteristiche qualitative e dimensionali non inferiori a quelle indicate dalle norme:

**UNI EN 10208-1** *Tubi di acciaio per condotte di fluidi combustibili. Condizioni tecniche di fornitura. Tubi della classe di prescrizione A.*

**UNI EN 10208-2** *Tubi di acciaio per condotte di fluidi combustibili. Condizioni tecniche di fornitura. Tubi della classe di prescrizione B.*

#### **79.5. Tubi di rame**

I tubi di rame, da utilizzare esclusivamente per le condotte del gas della VII specie (pressione di esercizio non superiore a 0,04 bar) devono avere caratteristiche qualitative e dimensionali non minori di quelle indicate dalla norma **UNI EN 1057**.

Nel caso di interrimento lo spessore non può essere minore di 2,0 mm.

#### **79.6. Tubi di polietilene**

I tubi di polietilene, ammessi unicamente per l'interramento all'esterno di edifici, devono avere caratteristiche qualitative e dimensionali non minori di quelle indicate dalla norma **UNI ISO 4437**, e in particolare della serie S8, con spessore minimo di 3 mm.

#### **79.7. Giunzioni, raccordi e pezzi speciali, valvole**

##### **79.7.1. Tubazioni in acciaio**

Per le tubazioni in acciaio si applicano le seguenti prescrizioni:

a) l'impiego di giunti a tre pezzi è ammesso esclusivamente per i collegamenti iniziale e finale dell'impianto interno;

b) le giunzioni dei tubi di acciaio devono essere realizzate mediante raccordi con filettature o a mezzo saldatura di testa per fusione o a mezzo di raccordi flangiati;

c) nell'utilizzo di raccordi con filettatura è consentito l'impiego di mezzi di tenuta, quali a esempio canapa con mastici adatti (tranne per il gas con densità maggiore di 0,8), nastro di tetrafluoroetilene, mastici idonei per lo specifico gas. È vietato l'uso di biacca, minio o altri materiali simili;

d) tutti i raccordi e i pezzi speciali devono essere realizzati di acciaio oppure di ghisa malleabile; quelli di acciaio con estremità filettate o saldate, quelli di ghisa malleabile con estremità unicamente filettate;

e) le valvole devono essere di facile manovrabilità e manutenzione e con possibilità di rilevare facilmente le posizioni di aperto e di chiuso. Esse devono essere di acciaio, di ottone o di ghisa sferoidale con sezione libera di passaggio non minore del 75% di quella del tubo sul quale vengono inserite. Non è consentito l'uso di ghisa sferoidale nel caso di gas con densità maggiore di 0,8.

##### **79.7.2. Tubazioni in rame**

Per le tubazioni in rame si applicano le seguenti prescrizioni:

a) le giunzioni dei tubi di rame devono essere realizzate mediante brasatura capillare forte;

b) i collegamenti mediante raccordi metallici a serraggio meccanico sono ammessi unicamente nel caso di installazioni fuori terra e a vista o ispezionabili. Non sono ammessi raccordi meccanici con elementi di materiale non

metallico. I raccordi e i pezzi speciali possono essere di rame, di ottone o di bronzo. Le giunzioni miste, tubo di rame con tubo di acciaio, devono essere realizzate mediante brasatura forte o raccordi filettati;

c) non è ammesso l'impiego di giunti misti all'interno degli edifici, a eccezione del collegamento della tubazione in rame con l'apparecchio utilizzatore;

d) le valvole per i tubi di rame devono essere di ottone, di bronzo o di acciaio.

#### **79.7.3. Tubazioni in polietilene**

Per le tubazioni in polietilene si applicano le seguenti prescrizioni:

a) i raccordi e i pezzi speciali devono essere realizzati in polietilene; le giunzioni devono essere realizzate mediante saldatura di testa per fusione a mezzo di elementi riscaldanti o mediante saldatura per elettrofusione o saldatura mediante appositi raccordi elettrosaldabili;

b) le giunzioni miste, tubo di polietilene con tubo metallico, devono essere realizzate mediante raccordi speciali (giunti di transizione) polietilene-metallo idonei per saldatura o raccordi metallici filettati o saldati. Sono altresì ammesse giunzioni flangiate;

c) le valvole per tubi di polietilene possono essere, oltre che dello stesso polietilene, anche con il corpo di ottone, di bronzo o di acciaio. In particolare la sezione libera di passaggio non deve essere minore di 75% di quella del tubo.

#### **79.8. Posa in opera**

Il percorso tra il punto di consegna e gli apparecchi utilizzatori deve essere il più breve possibile ed è ammesso:

a) all'esterno dei fabbricati:

- interrato;
- in vista;
- in canaletta;

b) all'interno dei fabbricati:

- in appositi alloggiamenti, in caso di edifici o locali destinati a uso civile o ad attività soggette al controllo dei Vigili del fuoco;
- in guaina d'acciaio in caso di attraversamento di locali non ricompresi nei punti precedenti, di androni permanentemente aerati, di intercapedini, a condizione che il percorso sia ispezionabile.

Nei locali di installazione degli apparecchi il percorso delle tubazioni è consentito in vista.

Per le installazioni a servizio di locali o edifici adibiti ad attività industriali si applicano le disposizioni previste dal D.M. 24 novembre 1984.

#### **79.9. Particolarità costruttive e divieti**

L'appaltatore deve rispettare le seguenti prescrizioni:

a) le tubazioni devono essere protette contro la corrosione e collocate in modo tale da non subire danneggiamenti dovuti a urti;

b) è vietato l'uso delle tubazioni del gas come dispersori, conduttori di terra o conduttori di protezione di impianti e apparecchiature elettriche, telefono compreso;

c) è vietata la collocazione delle tubazioni nelle canne fumarie, nei vani e cunicoli destinati a contenere servizi elettrici, telefonici, ascensori o per lo scarico delle immondizie;

d) eventuali riduttori di pressione o prese libere dell'impianto interno devono essere collocati all'esterno degli edifici o, nel caso delle prese libere, anche all'interno dei locali, se destinati esclusivamente all'installazione degli apparecchi. Queste devono essere chiuse o con tappi filettati o con sistemi equivalenti;

e) è vietato l'utilizzo di tubi, rubinetti, accessori, ecc., rimossi da altro impianto già funzionante;

f) all'esterno dei locali di installazione degli apparecchi deve essere installata, sulla tubazione di adduzione del gas, in posizione visibile e facilmente raggiungibile una valvola di intercettazione manuale con manovra a chiusura rapida per rotazione di 90° e arresti di fine corsa nelle posizioni di tutto aperto e di tutto chiuso;

g) per il collegamento dell'impianto interno finale, e iniziale (se alimentato tramite contatore), devono essere utilizzati tubi metallici flessibili continui;

h) nell'attraversamento di muri la tubazione non deve presentare giunzioni o saldature e deve essere protetta da guaina murata con malta di cemento. Nell'attraversamento di muri perimetrali esterni, l'intercapedine fra guaina e tubazione gas deve essere sigillata con materiali adatti in corrispondenza della parte interna del locale, assicurando comunque il deflusso del gas proveniente da eventuali fughe mediante almeno uno sfiato verso l'esterno;

i) è vietato l'attraversamento di giunti sismici;

l) le condotte, comunque installate, devono distare almeno 2 cm dal rivestimento della parete o dal filo esterno del solaio;

m) fra le condotte e i cavi o tubi di altri servizi deve essere adottata una distanza minima di 10 cm; nel caso di incrocio, quando tale distanza minima non possa essere rispettata, deve comunque essere evitato il contatto diretto interponendo opportuni setti separatori con adeguate caratteristiche di rigidità dielettrica e di resistenza meccanica; qualora, nell'incrocio, il tubo del gas sia sottostante a quello dell'acqua, esso deve essere protetto con opportuna guaina impermeabile in materiale incombustibile o non propagante la fiamma;

n) è vietato collocare tubi del gas a contatto con tubazioni di adduzione dell'acqua, in prossimità degli incroci il tubo del gas deve essere protetto con apposita guaina impermeabile, incombustibile.

Per altri riferimenti si rimanda alle prescrizioni della norma **UNI 7129**.

### **79.10. Modalità di posa in opera all'esterno dei fabbricati**

#### **79.10.1. Posa in opera interrata**

Tutti i tratti interrati delle tubazioni metalliche devono essere provvisti di un adeguato rivestimento protettivo contro la corrosione e isolati, mediante giunti dielettrici, da collocarsi fuori terra, nelle immediate prossimità delle risalite della tubazione.

Le tubazioni devono essere posate su un letto di sabbia lavata, di spessore minimo 100 mm, e ricoperte, per altri 100 mm, di sabbia dello stesso tipo. Per le tubazioni in polietilene è inoltre necessario prevedere, a circa 300 mm sopra la tubazione, la sistemazione di nastri di segnalazione.

L'interramento della tubazione, misurato fra la generatrice superiore del tubo e il livello del terreno, deve essere almeno pari a 600 mm. Nei casi in cui tale profondità non possa essere rispettata occorre prevedere una protezione della tubazione con tubi di acciaio, piastre di calcestruzzo o con uno strato di mattoni pieni.

Le tubazioni interrate in polietilene devono essere collegate alle tubazioni metalliche prima della fuoriuscita dal terreno e prima del loro ingresso nel fabbricato.

Le tubazioni metalliche interrate devono essere protette con rivestimento esterno pesante, di tipo bituminoso oppure di materiali plastici, e devono essere posate a una distanza reciproca non minore del massimo diametro esterno delle tubazioni (ivi compresi gli spessori delle eventuali guaine). Nel caso di parallelismi, sovrappassi e sottopassi tra i tubi del gas e altre canalizzazioni preesistenti, la distanza minima, misurata fra le due superfici affacciate, deve essere tale da consentire gli eventuali interventi di manutenzione su entrambi i servizi.

#### **79.10.2. Posa in opera in vista**

Le tubazioni installate in vista devono essere adeguatamente ancorate per evitare scuotimenti, vibrazioni e oscillazioni. Esse devono essere collocate in posizione tale da impedire urti e danneggiamenti e ove necessario, adeguatamente protette.

Le tubazioni di gas di densità non superiore a  $0,8 \text{ Kg/m}^3$  devono essere contraddistinte con il colore giallo, continuo o in bande da 20 cm, poste a una distanza massima di 1,00 m l'una dall'altra. Le altre tubazioni di gas devono essere contraddistinte con il colore giallo, a bande alternate da 20 cm di colore arancione.

All'interno dei locali serviti dagli apparecchi le tubazioni non devono presentare giunti meccanici.

#### **79.10.3. Posa in opera in canaletta**

Le canalette devono essere:

- ricavate nell'estradosso delle pareti;
- rese stagne verso l'interno delle pareti nelle quali sono ricavate mediante idonea rinzaffatura di malta di cemento;
- nel caso siano chiuse, dotate di almeno due aperture di ventilazione verso l'esterno di almeno  $100 \text{ cm}^2$  cadauna, poste nella parte alta e nella parte bassa della canaletta. L'apertura alla quota più bassa deve essere provvista di rete tagliafiamma e, nel caso di gas con densità superiore a  $0,8 \text{ Kg/m}^3$ , deve essere ubicata a quota superiore del piano di campagna;
- a esclusivo servizio dell'impianto.

### **79.11. Modalità di posa in opera all'interno dei fabbricati**

#### **79.11.1. Posa in opera in appositi alloggiamenti**

L'installazione in appositi alloggiamenti è consentita a condizione che:

- gli alloggiamenti siano realizzati in materiale incombustibile, di resistenza al fuoco pari a quella richiesta per le pareti del locale o del compartimento attraversato e in ogni caso non inferiore a REI 30;
- le canalizzazioni non presentino giunti meccanici all'interno degli alloggiamenti non ispezionabili;
- le pareti degli alloggiamenti siano impermeabili ai gas;
- siano a esclusivo servizio dell'impianto interno;
- gli alloggiamenti siano permanentemente aerati verso l'esterno con apertura alle due estremità; l'apertura di aerazione alla quota più bassa deve essere provvista di rete tagliafiamma e, nel caso di gas con densità maggiore di 0,8, deve essere ubicata a quota superiore al piano di campagna, a una distanza misurata orizzontalmente di almeno 10 m da altre aperture alla stessa quota o quota inferiore.

#### *79.11.2. Posa in opera in guaina*

Le guaine da collocare a vista devono essere:

- di acciaio di spessore minimo di 2 mm e di diametro superiore di almeno 2 cm a quello della tubazione del gas;
- devono essere dotate di almeno uno sfiato verso l'esterno. Nel caso una estremità della guaina sia attestata verso l'interno, questa dovrà essere resa stagna verso l'interno tramite sigillatura in materiale incombustibile.

Le tubazioni non devono presentare giunti meccanici all'interno delle guaine.

Sono consentite guaine metalliche o di plastica, non propagante la fiamma, nell'attraversamento di muri o solai esterni.

Nell'attraversamento di elementi portanti orizzontali, il tubo deve essere protetto da una guaina sporgente almeno 20 mm dal pavimento e l'intercapedine fra il tubo e il tubo guaina deve essere sigillata con materiali adatti (ad esempio asfalto, cemento plastico e simili). È vietato tassativamente l'impiego di gesso.

Nel caso di androni fuori terra e non sovrastanti piani cantinati è ammessa la posa in opera delle tubazioni sotto pavimento a condizioni che siano protette da una guaina corredata di sfiati alle estremità verso l'esterno.

Nel caso di intercapedini superiormente ventilate e attestate su spazio scoperto non è richiesta la posa in opera in guaina, purché le tubazioni siano in acciaio con giunzioni saldate.

#### *79.12. Gruppo di misurazione. Contatore*

Il contatore del gas può essere installato:

- all'esterno in contenitore (armadio) o nicchia aerati;
- all'interno in locale o in una nicchia, entrambi aerati direttamente dall'esterno.

#### *79.13. Prova di tenuta idraulica*

La prova di tenuta idraulica deve essere eseguita prima di mettere in servizio l'impianto interno e di collegarlo al punto di consegna e quindi al contatore e agli apparecchi utilizzatori.

Se qualche parte dell'impianto non è in vista, la prova di tenuta idraulica deve essere eseguita prima della copertura della tubazione. La prova dei tronchi in guaina contenenti giunzioni saldate deve essere eseguita prima del collegamento alle condotte di impianto.

## **Art. 80 – Impianti termici**

### **80.1. Impianti termici alimentati con gas combustibile**

#### *80.1.1. Norme di riferimento*

Tutti i materiali, gli apparecchi, le installazioni e gli impianti alimentati con gas combustibile per uso domestico e usi similari devono essere realizzati secondo le regole specifiche della buona tecnica, per la salvaguardia della sicurezza, devono rispondere alle prescrizioni della legge 6 dicembre 1971, n. 1083, recante norme per la sicurezza dell'impiego del gas combustibile.

I materiali, gli apparecchi, le installazioni e gli impianti alimentati con gas combustibile per uso domestico e l'odorizzazione del gas, realizzati secondo le norme specifiche per la sicurezza pubblicate dall'Ente nazionale di unificazione (UNI) in tabelle con la denominazione UNI – CIG (Comitato Italiano Gas), si considerano eseguiti secondo le regole della buona tecnica per la sicurezza.

L'esecuzione dell'impianto termico farà riferimento al D.M. 12 aprile 1996 e alle norme UNI vigenti in materia di cui ai seguenti punti.

*80.1.2. Norme per impianti a gas di rete: progettazione, installazione, manutenzione*

- UNI 7128** *Impianti a gas per uso domestico alimentati da rete di distribuzione. Termini e definizioni.*
- UNI 7129** *Impianti a gas per uso domestico alimentati da rete di distribuzione. Progettazione, installazione e manutenzione.*
- UNI 10738** *Impianti alimentati a gas combustibile per uso domestico preesistenti alla data 13 marzo 1990. Linee guida per la verifica delle caratteristiche funzionali.*
- UNI 10435** *Impianti di combustione alimentati a gas con bruciatori ad aria soffiata di portata termica nominale maggiore di 35 kW. Controllo e manutenzione.*
- UNI 9165** *Reti di distribuzione del gas con pressione massime di esercizio minori o uguali a 5 bar. Progettazioni, costruzioni e collaudi.*

*80.1.3. Dispositivi di sorveglianza di fiamma. Termostati. Norme UNI*

- UNI EN 125** *Dispositivi di sorveglianza di fiamma per apparecchi utilizzatori a gas. Dispositivi termoelettrici di sicurezza all'accensione e allo spegnimento.*
- UNI EN 257** *Termostati meccanici per apparecchi utilizzatori a gas.*
- UNI 10156** *Dispositivi automatici di programmazione e verifica della presenza di fiamma per bruciatori di gas. Prescrizioni di sicurezza.*

*80.1.4. Bruciatori e caldaie*

Le caldaie a gas debbono essere dotate di organi di sicurezza che interrompano automaticamente il flusso del gas in caso di spegnimento della fiamma per qualsiasi causa, in tempi misurati in secondi, commisurati alla potenzialità.

Le caldaie devono essere contrassegnate dalla marcatura CE e corredate dalla dichiarazione CE di cui all'art. 8 del D.P.R. 15 novembre 1996, n. 660.

Le disposizioni di cui sopra si applicano altresì agli apparecchi commercializzati separatamente. In tal caso nella dichiarazione CE di conformità vengono riportati i parametri che consentono di ottenere, dopo il montaggio, i tassi di rendimento utile prescritti.

Le caldaie, con i requisiti di rendimento energetico maggiore o uguale a quello previsto all'Allegato VI per le caldaie standard, possono recare le indicazioni specifiche di cui all'Allegato I, punto 2, e all'Allegato II del D.P.R. 15 novembre 1996, n. 660.

La marcatura CE e le altre indicazioni di cui al regolamento del D.P.R. n. 660/1996 sono apposte sulle caldaie e sugli apparecchi in modo visibile, facilmente leggibile e con sistema indelebile. È vietato apporre su tali prodotti qualsiasi altro segno che possa trarre in inganno sul significato e sul simbolo grafico della marcatura CE.

Norme di riferimento:

**D.P.R. 15 novembre 1996, n. 660** – *Regolamento per l'attuazione della direttiva 92/42/CEE concernente i requisiti di rendimento delle nuove caldaie ad acqua calda, alimentate con combustibili liquidi o gassosi.*

- UNI EN 676** *Bruciatori automatici di combustibili gassosi ad aria soffiata.*
- UNI 7271** *Caldaie ad acqua funzionanti a gas con bruciatore atmosferico. Prescrizione di sicurezza.*
- UNI EN 297** *Caldaie di riscaldamento centralizzato alimentate a combustibili gassosi. Caldaie di tipo B11 e B11BS equipaggiate con bruciatore atmosferico con portata termica nominale minore o uguale a 70 kW.*
- UNI EN 298** *Sistemi automatici di comando e sicurezza per bruciatori a gas e apparecchi a gas con o senza ventilatore.*
- UNI EN 625** *Caldaie a gas per riscaldamento centrale. Prescrizioni specifiche per la funzione acqua calda sanitaria delle caldaie combinate con portata termica nominale non maggiore di 70 kW.*
- UNI EN 676** *Bruciatori automatici di combustibili gassosi ad aria soffiata.*
- UNI 9893** *Caldaie ad acqua funzionanti a gas corredate di bruciatore atmosferico con ventilatore nel circuito di combustione. Prescrizioni di sicurezza.*
- UNI 10436** *Caldaie a gas di portata termica nominale non maggiore di 35 kW. Controllo e manutenzione.*

*80.1.5. Valvole automatiche di sezionamento Rubinetti. Norme UNI*

- UNI EN 161** *Valvole automatiche di sezionamento per bruciatori a gas e apparecchi utilizzatori a gas.*
- UNI EN 331** *Rubinetti a sfera e a maschio conico con fondo chiuso, a comando manuale, per impianti a gas negli edifici.*

### 80.1.6. Criteri di verifica dei requisiti di sicurezza e sistemi di sicurezza

#### 80.1.6.1. Verifica dei requisiti di sicurezza

Le verifiche dei requisiti di sicurezza, con riferimento agli art. 2 e 3 del D.P.R. 13 maggio 1998, n. 218, dovranno rilevare nel rispetto della normativa UNICIG quanto segue:

a) negli ambienti, ove sono installati gli apparecchi, deve essere assicurata la ventilazione in misura adeguata al tipo e al numero degli apparecchi utilizzatori, allo scopo di garantire l'alimentazione di aria per la combustione, durante il funzionamento degli apparecchi;

b) negli ambienti, ove sono installati gli apparecchi di cottura privi del controllo fiamma o di tipo A, deve essere assicurata una adeguata aerazione, per garantire il ricambio dell'aria sia per lo smaltimento di prodotti della combustione, sia per evitare la creazione di eventuali miscugli con un tenore pericoloso in gas non combustibili;

c) gli impianti interni, dal misuratore, o dal punto di consegna del GPL, fino agli apparecchi utilizzatori, devono essere in grado di superare, con esito positivo, il controllo di tenuta, ivi comprese le tubazioni, gli accessori e il collegamento con gli apparecchi installati. I tubi flessibili devono essere conformi alle norme vigenti ed essere in regola con la data di sostituzione;

d) il sistema di evacuazione dei fumi deve essere in grado di superare con esito positivo le verifiche di efficacia, con riferimento al tiraggio dei sistemi fumari e all'assenza di rigurgito dei fumi nei locali di installazione;

e) gli apparecchi per la produzione di acqua calda sanitaria o per riscaldamento devono essere muniti di dispositivo di controllo che interrompe l'afflusso del gas all'apparecchio stesso, nel caso di spegnimento accidentale delle fiamme dei bruciatori.

L'eventuale impiego di dispositivi destinati a contribuire con misure aggiuntive, ma non sostitutive alla sicurezza di impiego del gas combustibile, mediante una funzione di rilevamento e di attivazione dell'intercettazione del gas stesso, in eventi eccezionali non intenzionali, non esonera dal rispetto di tutti i requisiti sopra richiamati, mentre le verifiche, ove siano presenti tali dispositivi, dovranno essere volte anche all'accertamento materiale della specifica funzione svolta.

Le modalità per effettuare i controlli e le verifiche atte all'accertamento dei requisiti di sicurezza sono indicate nelle norme tecniche per la salvaguardia della sicurezza, pubblicate dall'Ente nazionale di unificazione – UNI, ai sensi del comma 1 dell'art. 7 della legge 5 marzo 1990, n. 46, e approvate dal Ministero dell'industria, del commercio e dell'artigianato, in conformità dell'art. 3 della legge 6 dicembre 1971, n. 1083.

Gli apparecchi a gas che rientrano nel campo di applicazione della direttiva 90/396/CEE del 29 giugno 1990 e i relativi dispositivi di sicurezza, regolazione e controllo, devono essere muniti rispettivamente di marcatura CE e di attestato di conformità ai sensi della citata direttiva.

Gli apparecchi che non rientrano nel campo di applicazione della citata direttiva 90/396/CEE devono essere costruiti secondo le regole della buona tecnica ai fini della salvaguardia della sicurezza ed essere rispondenti alla vigente legislazione in materia. In ogni caso tali apparecchi dovranno essere dotati di dispositivi di sicurezza, di regolazione e controllo, muniti di attestato di conformità ai sensi della direttiva stessa.

#### 80.1.6.2. Conformità degli apparecchi a gas

Per gli apparecchi a gas si farà riferimento al D.P.R. 15 novembre 1996, n. 661, secondo il quale, all'art.6, i metodi per attestare la conformità degli apparecchi fabbricati in serie sono i seguenti:

a) l'esame CE del tipo previsto all'Allegato II, punto 1;

b) prima dell'immissione in commercio, a scelta del fabbricante:

1) la dichiarazione CE di conformità al tipo, prevista dall'Allegato II, punto 2;

2) la dichiarazione CE di conformità al tipo, a garanzia della qualità della produzione, prevista dall'Allegato II, punto 3;

3) La dichiarazione CE di conformità al tipo, a garanzia della qualità del prodotto, prevista dall'Allegato II, punto 4;

4) la verifica CE prevista dall'Allegato II, punto 5.

Ogni dispositivo deve essere accompagnato da una dichiarazione del fabbricante che attesti la conformità del dispositivo alle disposizioni del regolamento a esso applicabili, nonché le caratteristiche e le condizioni di montaggio o d'inserimento in un apparecchio, in modo che risulti garantito il rispetto dei requisiti essenziali richiesti per gli apparecchi completi.

#### 80.1.6.3. Sistemi di sicurezza

Definizioni:

1) Rivelatore di gas (RG):

dispositivo costituito da almeno un elemento sensore atto a rivelare una determinata concentrazione di gas in aria, un dispositivo atto a generare il segnale d'allarme, elementi per il comando a distanza di altri dispositivi. Il RG può contenere l'alimentatore. Quando il RG non è direttamente alimentato dalla rete di pubblica distribuzione dell'energia elettrica tramite alimentatore incorporato, il costruttore deve specificare l'alimentatore esterno da impiegare e indicarne tutte le caratteristiche atte a individuarlo (**CIG/UNI – CEI 70028**).

2) Apparecchio di utilizzazione a gas.

complesso fornito di uno o più bruciatori muniti dei rispettivi organi di regolazione.

3) Sistema di rilevamento gas (SRG).

insieme composto dal RG, dal relativo alimentatore e da tutti i dispositivi supplementari come a esempio allarmi ottici o acustici lontani, elementi attuatori per elettrovalvole (**CIG/UNI – CEI 70028**).

4) Organo di intercettazione:

dispositivo atto a interrompere l'afflusso del gas in una condotta, in seguito a segnale di comando emesso dal SRG.

5) Limite inferiore di esplosività (LIE):

minima concentrazione di gas, espressa come percentuale in volume di gas nella miscela aria-gas, al di sotto della quale, anche in presenza di un innesco, non si ha propagazione di fiamma (**CIG/UNI – CEI 70028**).

6) Segnale di allarme:

segnale ottico, acustico ed elettrico emesso dal rivelatore per indicare una concentrazione di gas in aria maggiore di una soglia di intervento prestabilita (**CIG/UNI – CEI 70028**).

7) Segnale di guasto:

Segnale ottico o acustico atto a indicare una condizione di difetto o guasto dei RG (**CIG/UNI – CEI 70028**).

I rivelatori di gas che possono installarsi, sono dei seguenti tipi:

– sensori a infrarosso, spettrometri, gas-cromotografi;

– tubi di rilevazione, basati sul cambiamento di colore provocato dalla reazione chimica fra il gas e il contenuto del tubo;

– sensore catalitico, il cui funzionamento è basato sulla variazione di temperatura prodotta dalla combustione catalitica di un rivelatore a filo di platino;

– sensore a semiconduttore: un semiconduttore sintetizzato, di tipo N composto in maggior parte da ossidi viene mantenuto a una temperatura di circa 450°C da un elemento riscaldante. Se del gas viene assorbito si produce uno scambio elettronico e una conseguente variazione nella resistenza dinamica del semiconduttore.

In assenza di specifiche indicazioni circa le caratteristiche dei rivelatori di gas del progetto esecutivo dell'impianto, l'appaltatore si uniformerà alle indicazioni impartite dalla direzione dei lavori.

Per i criteri di installazione e i requisiti di accettazione si rimanda a: **CIG – UNI – CEI 70028**, C.M. 8 agosto 1996, n. 162429.

#### 80.1.6.4. Criteri tecnici di riferimento per l'installazione

Criteri di installazione dei rivelatori di gas naturale o GPL, per uso domestico o simile con riferimento alla norma **CIG/UNI – CEI 70028**:

##### A) Criteri generali

Qualora installato il RG dovrà essere posizionato nei locali in cui sono previsti uno o più apparecchi utilizzatori del gas combustibile.

L'installazione del RG e degli organi di intercettazione non deve alterare le condizioni di sicurezza dell'impianto interno.

L'installazione del RG e degli organi di intercettazione non deve alterare il corretto funzionamento degli apparecchi utilizzatori del gas combustibile.

Quando un RG viene installato in luoghi o ambienti in cui esista un locale presidiato esso deve essere dotato di ripetizione dei segnali ottici e acustici in tale locale.

Il RG deve essere opportunamente collocato lontano da sorgenti di calore.

Il collegamento fra i vari elementi di un SRG deve essere realizzato secondo le istruzioni fornite dal costruttore e tale da realizzare un sistema conforme alla norma **CIG/UNI – CEI 70028**.

Nel caso in cui più apparecchi utilizzatori siano collocati in ambienti diversi, ogni ambiente potrà essere protetto da uno o più RG collegati all'organo di intercettazione di cui al successivo punto.

L'organo di intercettazione collegato al SRG deve essere a riarmo manuale e installato possibilmente a valle del punto di ingresso della condotta del gas dell'ambiente controllato, o all'esterno e di conseguenza adeguatamente protetto dagli agenti atmosferici.

**B) Criteri di installazione dei rivelatori di gas naturale (metano)**

Il RG va installato al di sopra del livello della possibile fuga di gas a circa 300 mm dal soffitto, in una posizione dove i movimenti dell'aria non siano impediti.

Il posizionamento del regolatore di gas non deve essere troppo vicino alle aperture o ai condotti di ventilazione poiché il flusso d'aria nei loro pressi può essere intenso e diminuire localmente la concentrazione dei gas.

Il RG non va installato al di sopra o presso le apparecchiature a gas poiché piccoli rilasci di gas possono avvenire l'atto dell'accensione e potrebbe causare falsi allarmi.

Per interventi immediati in caso di cedimento dei collegamenti flessibili, si fa rimando alle apparecchiature previste dalle norme specifiche.

**C) Criteri di installazione dei rivelatori di GPL (gas di petrolio liquido)**

Il RG va montato su una parete liscia a una altezza sul pavimento di circa 300 mm e a una distanza di non più di 4 m dalla apparecchiatura più usata. Il sito va protetto dagli urti e dai getti d'acqua durante le normali operazioni quali a esempio quelle di pulizia.

Il RG non va installato:

- in uno spazio chiuso (ad esempio in un mobile o dietro un tendaggio);
- direttamente sopra un lavandino;
- vicino a una porta o una finestra;
- vicino a un ventilatore estrattore d'aria;
- in una zona dove la temperatura è al di fuori dei limiti previsti dal costruttore;
- dove sporczia e polvere possono intasare il sensore.

Per interventi immediati in caso di cedimento dei collegamenti flessibili, si fa rimando alle apparecchiature previste dalle norme specifiche.

**80.1.7. Locali di installazione di apparecchi per la climatizzazione di edifici e ambienti, per la produzione centralizzata di acqua calda, acqua surriscaldata e/o vapore****80.1.7.1. Ubicazione**

I locali devono essere destinati esclusivamente agli impianti termici e non devono risultare sottostanti o contigui a locali di pubblico spettacolo, ad ambienti soggetti ad affollamento superiore a 0,4 persone/m<sup>2</sup> o ai relativi sistemi di vie di uscita. Tale sottostanza o contiguità è tuttavia ammessa purché la parete confinante con spazio scoperto, strada pubblica o privata scoperta, o nel caso di locali interrati con intercapedine a uso esclusivo, attestata superiormente su spazio scoperto o strada scoperta, si estenda per una lunghezza non inferiore al 20% del perimetro e la pressione di esercizio non superi i 0,04 bar.

**80.1.7.2. Caratteristiche costruttive**

I locali posti all'interno di fabbricati destinati anche ad altri usi devono costituire compartimento antincendio.

Le strutture portanti devono possedere i requisiti di resistenza al fuoco non inferiore a R 120, quelle di separazione da altri ambienti non inferiore a REI 120. Le strutture devono essere realizzate con materiale di classe 0 di reazione. Nel caso di apparecchi di portata termica complessiva inferiore a 116 kW è ammesso che tali caratteristiche siano ridotte a R60 e REI 60. L'altezza del locale di installazione deve rispettare le seguenti misure minime, in funzione della portata termica complessiva:

- non superiore a 116 kW: 2,00 m;
- superiore a 116 kW e sino a 350 kW: 2,30 m;
- superiore a 350 kW e sino a 580 kW: 2,60 m;
- superiore a 580 kW: 2,90 m.

Nel caso di locali con copertura piana e inclinata occorre far riferimento all'altezza media del locale, assicurando comunque un'altezza minima di 2 m laddove è prevista l'accessibilità agli organi di regolazione, sicurezza e controllo per gli interventi di manutenzione.

**80.1.7.3. Aperture di aerazione**

La superficie di aerazione, calcolata secondo quanto impartito nel punto 4.1.2 del D.M. 12 aprile 1996, non deve essere in ogni caso inferiore di 3.000 cm<sup>2</sup> e nel caso di densità maggiore di 0,8 gr/dm<sup>3</sup> a 5.000 cm<sup>2</sup>.

In caso di locali sottostanti o contigui a locali di pubblico spettacolo o soggetti ad affollamento superiore a 0,4 persone/ m<sup>2</sup> o ai relativi sistemi di via di uscita, l'apertura di aerazione si deve estendere a filo del soffitto, nella parte più alta della parete attestata su spazio scoperto o su strada pubblica o privata scoperta o nel caso di locali interrati, su

intercapedine a uso esclusivo attestata superiormente su spazio scoperto o strada scoperta. La superficie netta di aerazione deve essere aumentata del 50% rispetto ai valori indicati al punto 4.1.2 del citato D.M. 12 aprile 1996 e in ogni caso deve estendersi lungo almeno il 70% della parete attestata sull'esterno, come sopra specificato, per una altezza, in ogni punto, non inferiore a 0,50 m. Nel caso di alimentazione con gas a densità superiore a 0,8 gr/dm<sup>3</sup>, tale apertura deve essere realizzata anche a filo del pavimento nel rispetto di quanto previsto al punto 4.1.2.1. del citato D.M. 12 aprile 1996 di seguito riportato:

«4.1.2.1 Limitazioni delle aperture di aerazione per gli apparecchi alimentati con gas a densità maggiore di 0,8.

Almeno i 2/3 della superficie di aerazione devono essere realizzati a filo del piano di calpestio, con un'altezza minima di 0,2 m. Le aperture di aerazione devono distare non meno di 2 m, per portate termiche non superiori a 116 kW e 4,5 m per portate termiche superiori, da cavità, depressioni o aperture comunicanti con locali ubicati al di sotto del piano di calpestio o da canalizzazioni drenanti.»

#### 80.1.7.4. *Disposizione degli impianti all'interno dei locali*

Lungo il perimetro dell'apparecchio è consentito il passaggio dei canali da fumo e delle condotte aerotermiche, delle tubazioni dell'acqua, gas, vapore e dei cavi elettrici a servizio dell'apparecchio.

È consentita l'installazione a parete di apparecchi previsti per tale tipo di installazione.

È consentito che più apparecchi termici a pavimento o a parete, previsti per il particolare tipo di installazione, siano posti tra loro in adiacenza o sovrapposti, a condizione che tutti i dispositivi di sicurezza e di controllo siano facilmente raggiungibili.

Il posizionamento dei vari componenti degli impianti deve essere tale da evitare il rischio di formazione di sacche di gas in misura pericolosa.

#### 80.1.7.5. *Accesso*

L'accesso può avvenire dall'esterno da:

- spazio scoperto;
- strada pubblica o privata scoperta;
- porticati;
- intercapedine antincendio di larghezza non inferiore a 0,9 m;

oppure dall'interno tramite disimpegno, realizzato in modo da evitare la formazione di sacche di gas, e avente le seguenti caratteristiche:

a) impianti di portata termica non superiore a 116 kW: resistenza al fuoco della struttura REI 30 e con porte REI 30;

b) impianti di portata termica superiore a 116 kW:

- superficie netta minima di 2 m<sup>2</sup>;
- resistenza al fuoco della struttura REI 60 e con porte REI 60;
- aerazione a mezzo di aperture di superficie complessiva non inferiore a 0,5 m<sup>2</sup> realizzate su parete attestata su spazio scoperto, strada pubblica o privata scoperta, intercapedine.

Nel caso di alimentazione con gas a densità non superiore a 0,8, è consentito l'utilizzo di un camino di sezione non inferiore a 0,1 m<sup>2</sup>.

Nel caso di locali ubicati all'interno del volume di fabbricati destinati, anche parzialmente a pubblico spettacolo, caserme, attività comprese nei punti 51, 75, 84, 85, 86, 87, 89, 90, 92 e 94 (per altezza antincendio oltre 54 m), dell'Allegato al D.M. 16 febbraio 1982 o soggetti ad affollamento superiore a 0,4 persone per m<sup>2</sup>, l'accesso deve avvenire direttamente dall'esterno o da intercapedine antincendio di larghezza non inferiore a 0,9 m.

#### 80.1.7.6. *Porte*

Le porte dei locali e dei disimpegni devono:

- essere apribili verso l'esterno e munite di congegno di autochiusura, di altezza minima di 2 m e larghezza minima 0,6 m. Per impianti con portata termica complessiva inferiore a 116 kW il senso di apertura delle porte non è vincolato;
- possedere caratteristiche di resistenza al fuoco non inferiori a REI 60 o REI 30, per impianti di portata termica rispettivamente superiore e non a 116 kW. Alle porte di accesso diretto da spazio scoperto, strada pubblica o privata, scoperta, o da intercapedine antincendio non è richiesto tale requisito, purché siano in materiale di classe 0 di reazione al fuoco.

#### 80.1.7.7. *Limitazioni per l'installazione a quota inferiore a – 5 m e sino a – 10 m al di sotto del piano di riferimento*

Le aperture di aerazione e l'accesso devono essere ricavati su una o più intercapedini antincendio, attestate su spazio scoperto, non comunicanti con alcun locale e a esclusivo uso del locale destinato agli apparecchi.

All'esterno del locale e in prossimità di questo deve essere installata, sulla tubazione di adduzione del gas, una valvola automatica del tipo normalmente chiuso asservita al funzionamento del bruciatore e al dispositivo di controllo della tenuta del tratto di impianto interno tra la valvola stessa e il bruciatore.

La pressione di esercizio non deve essere superiore a 0,04 bar.

#### *80.1.8. Locali di installazione di impianti cucina e lavaggio stoviglie*

I locali, fatto salvo quanto consentito nel successivo punto 80.1.8.3., devono essere esclusivamente destinati agli apparecchi.

##### *80.1.8.1. Caratteristiche costruttive*

Le strutture portanti devono possedere resistenza al fuoco non inferiore a R 120, quelle di separazione da altri ambienti non inferiore a REI 120. Per impianti di portata termica complessiva fino a 116 kW sono consentite caratteristiche R/REI 60.

##### *80.1.8.2. Accesso e comunicazioni*

L'accesso ai locali può avvenire direttamente:

- dall'esterno, tramite porta larga almeno 0,9 m in materiale di classe 0 di reazione al fuoco;
- e/o dal locale consumazione pasti, tramite porte larghe almeno 0,9 m di caratteristiche almeno REI 30 negli altri casi, dotate di dispositivo di autochiusura anche del tipo normalmente aperto purché asservito a un sistema di rivelazione incendi.

È consentita la comunicazione con altri locali, pertinenti l'attività servita dall'impianto, tramite disimpegno anche non aerato, con eccezione dei locali destinati a pubblico spettacolo, con i quali la comunicazione può avvenire esclusivamente tramite disimpegno avente le caratteristiche indicate al punto 80.1.7.5, b), indipendentemente dalla portata termica.

##### *80.1.8.3. Installazioni in locali in cui avviene anche la consumazione di pasti*

L'installazione di apparecchi a servizio di cucine negli stessi locali di consumazione pasti, è consentita alle seguenti ulteriori condizioni:

- a) gli apparecchi utilizzati devono essere asserviti a un sistema di evacuazione forzata (p.e.: cappa munita di aspiratore meccanico);
- b) l'alimentazione del gas alle apparecchiature deve essere direttamente asservita al sistema di evacuazione forzata e deve interrompersi nel caso che la portata di questo scenda sotto i valori prescritti in seguito; la riammissione del gas alle apparecchiature deve potersi fare solo manualmente;
- c) l'atmosfera della zona cucina, durante l'esercizio, deve essere mantenuta costantemente in depressione rispetto a quella della zona consumazione pasti;
- d) il sistema di evacuazione deve consentire l'aspirazione di un volume almeno uguale a 1 m<sup>3</sup>/h di fumi per ogni kW di potenza assorbita dagli apparecchi a esso asserviti;
- e) le cappe o i dispositivi simili devono essere costruiti in materiale di classe 0 di reazione al fuoco e dotati di filtri per grassi e di dispositivi per la raccolta delle eventuali condense;
- f) tra la zona cucina e la zona consumazione pasti deve essere realizzata una separazione verticale pendente dalla copertura fino a quota 2,2 m dal pavimento, atta a evitare l'espandersi dei fumi e dei gas caldi in senso orizzontale all'interno del locale, in materiale di classe 0 di reazione al fuoco e avente adeguata resistenza meccanica, particolarmente nel vincolo;
- g) le comunicazioni dei locali con altri, pertinenti l'attività servita, deve avvenire tramite porte REI 30 con dispositivo di autochiusura;
- h) il locale consumazione pasti, in relazione all'affollamento previsto, deve essere servito da vie di circolazione e uscite, tali da consentire una rapida e sicura evacuazione delle persone presenti in caso di emergenza.

##### *80.1.8.4. Impianto elettrico*

L'impianto elettrico deve essere realizzato in conformità alla legge 1 marzo 1968, n. 186 e tale conformità deve essere attestata secondo le procedure previste dalla legge 5 marzo 1990, n. 46.

L'interruttore generale nei locali deve essere installato all'esterno dei locali, in posizione segnalata e accessibile. Negli altri casi deve essere collocato lontano dall'apparecchio utilizzatore, in posizione facilmente raggiungibile e segnalata.

In particolare dovrà farsi riferimento alla norme CEI specifiche, anche se non espressamente richiamate.

## 80.2. Impianti di riscaldamento alimentati a combustibile liquido

### 80.2.1. Definizioni

Si intende:

- a) per «valori nominali» delle potenze e dei rendimenti di cui ai punti successivi, quelli dichiarati e garantiti dal costruttore per il regime di funzionamento continuo;
- b) per «potenza termica del focolare» di un generatore di calore, il prodotto del potere calorifico inferiore del combustibile impiegato e della portata di combustibile bruciato; l'unità di misura utilizzata è il kW;
- c) per «potenza termica convenzionale» di un generatore di calore, la potenza termica del focolare diminuita della potenza termica persa al camino; l'unità di misura utilizzata è il kW;
- d) per «potenza termica utile» di un generatore di calore, la quantità di calore trasferita nell'unità di tempo al fluido termovettore, corrispondente alla potenza termica del focolare diminuita della potenza termica scambiata dall'involucro del generatore con l'ambiente e della potenza termica persa al camino; l'unità di misura utilizzata è il kW;
- e) per «rendimento di combustione», sinonimo di «rendimento termico convenzionale» di un generatore di calore, il rapporto tra la potenza termica convenzionale e la potenza termica del focolare;
- f) per «rendimento termico utile» di un generatore di calore, il rapporto tra la potenza termica utile e la potenza termica del focolare;
- g) per «temperatura dell'aria in un ambiente», la temperatura dell'aria misurata secondo le modalità prescritte dalla norma tecnica **UNI 5364**;
- h) per «gradi-giorno» di una località, la somma, estesa a tutti i giorni di un periodo annuale convenzionale di riscaldamento, delle sole differenze positive giornaliere tra la temperatura dell'ambiente, convenzionalmente fissata a 20°C, e la temperatura media esterna giornaliera; l'unità di misura utilizzata è il grado-giorno (GG).

### 80.2.2. Bruciatori

I bruciatori dovranno rispettare le prescrizioni dell'art. 10 del D.P.R. 22 dicembre 1970, n. 1391, di seguito riportato.

I combustibili liquidi non possono essere impiegati nei focolari se non per mezzo di idonei apparecchi bruciatori rispondenti alle caratteristiche costruttive e funzionali appresso specificate.

La massima potenzialità di un bruciatore, in relazione al tipo e alle caratteristiche del combustibile o dei combustibili da usare nonché le corrispondenti temperature di preriscaldamento devono essere dichiarate dal costruttore e riportate su apposita targa ben visibile, applicata in modo inamovibile sul corpo del bruciatore stesso.

La temperatura di preriscaldamento dei combustibili liquidi aventi viscosità superiore a 4 gradi Engler deve essere non inferiore a 70°C.

Sono ammessi bruciatori che permettano di usare combustibili di tipi e caratteristiche diverse da quelli originariamente previsti e indicati nella targa purché i nuovi dati siano riportati su di una nuova targa regolamentare. In questo caso la targa deve essere sostituita a cura dell'installatore che esegue la modifica.

La potenzialità massima di un bruciatore può essere ridotta da parte del costruttore mediante limitazione della corsa di un organo di regolazione da attuarsi in modo permanente e da riconoscersi all'atto del collaudo dell'impianto termico. La nuova potenzialità massima deve risultare sull'apposita targa.

La potenzialità massima di esercizio di un bruciatore non deve in nessun caso risultare superiore alla potenzialità massima del focolare servito.

I bruciatori devono essere sempre muniti di organi di regolazione, manuali o automatici, che consentano di parzializzare la portata del combustibile e quella dell'aria comburente, al fine di adeguarle alle fasi di avviamento e alle diverse richieste dell'impianto termico.

I bruciatori devono essere alimentati dai serbatoi tramite tubazioni metalliche poste in opera stabilmente e con giunzioni a perfetta tenuta.

Sono ammessi tronchi di tubazioni flessibili solo per i collegamenti dei bruciatori: in questo caso essi non devono avere lunghezza superiore a 1,50 m e devono essere posti in vista, devono essere costituiti con materiali resistenti alla temperatura e all'azione del combustibile, protetti con guaina metallica esterna.

Le condotte di alimentazione devono essere assoggettate a prova di tenuta mediante gasolio. La prova va estesa a tutto il loro sviluppo e va effettuata prima del collaudo dell'impianto termico. La pressione di prova deve essere pari a 1,5 volte quella di esercizio e comunque non inferiore a 4 kg/cm<sup>2</sup>.

È obbligatorio che sulle condotte di alimentazione dei bruciatori sia inserito un dispositivo di filtrazione del combustibile ubicato in modo tale che l'ispezione e la pulizia ne risultino agevoli.

La temperatura dei combustibili preriscaldati deve potersi facilmente rilevare in prossimità del loro ingresso nel bruciatore per consentire la verifica con quella prescritta sulla targa.

L'avviamento e il funzionamento dei bruciatori devono essere resi impossibili mediante opportuni dispositivi di interdizione quando la temperatura dei combustibili in arrivo sia inferiore di oltre 5°C a quella corrispondentemente prescritta sulla targa.

L'alimentazione del combustibile ai bruciatori in caso di mancanza di fiamma, deve essere automaticamente arrestata entro i tempi massimi indicati nella seguente tabella:

**Tabella 80.1 - Tempi di arresto dei bruciatori in mancanza di fiamma**

Potenzialità massima (kcal/h)	Tempi d'arresto massimi (secondi)
Fino a 200.000	20
Da 200.000 a 600.000	10
Oltre 600.000	5(1)

(1) In caso di spegnimento della fiamma durante il funzionamento, l'arresto deve verificarsi entro un secondo.

I bruciatori muniti di dispositivi automatici di accensione devono consentire tentativi di accensione o di riaccensione solamente entro i tempi d'arresto indicati nella tabella.

Entro detti tempi sono consentiti tentativi automatici di riaccensione in numero non superiore a tre per i bruciatori di potenzialità massima fino a 600.000 kcal/h (pari a 698 kW) e a uno per i bruciatori di potenzialità massima oltre 600.000 kcal/h (pari a 698 kW).

I dispositivi automatici non devono permettere interventi manuali tendenti a prolungare i tempi d'arresto o a rinnovare il numero dei tentativi di riaccensione oltre quelli ammessi.

I dispositivi automatici che agiscono sugli organi di arresto dell'alimentazione del combustibile ai bruciatori devono essere costituiti in modo tale che, dopo i tempi di arresto regolamentari, possano essere reinseriti soltanto mediante intervento manuale.

I focolari serviti da bruciatori aventi potenzialità massima fino a 600.000 kcal/h (pari a 698 kW), prima dei tentativi di accensione susseguenti a un reinserimento dei dispositivi automatici, devono essere liberati dai prodotti gassosi mediante ventilazione forzata di durata non inferiore a 10 secondi.

I focolari serviti da bruciatori aventi potenzialità massima superiore a 600.000 kcal/h (pari a 698 kW) prima dei tentativi di accensione susseguenti a un reinserimento dei dispositivi automatici, devono essere liberati dai prodotti gassosi mediante ventilazione forzata di durata non inferiore a 15 secondi.

La ventilazione dei focolari può essere attuata anche mediante tiraggio naturale, in questo caso la sua durata minima deve essere doppia di quelle sopra indicate.

Gli impianti termici nei quali si impiegano i combustibili solidi ammessi dalla legge sono soggetti alle disposizioni riportate di seguito nei casi in cui:

- il focolare abbia un sistema di alimentazione meccanica del combustibile;
- nel focolare vengano bruciati combustibili macinati di qualunque tipo.

La massima potenzialità consentita da un dispositivo di alimentazione meccanica per focolari in relazione al tipo e alle caratteristiche del combustibile da usare, deve essere dichiarata dal costruttore e riportata su apposita targa ben visibile, applicata in modo inamovibile sul corpo del dispositivo stesso.

Sono ammessi dispositivi che permettano di bruciare combustibili solidi di tipi e caratteristiche diverse purché questi siano indicati sulla medesima targa di cui sopra.

Sono ammesse le trasformazioni di dispositivi le quali permettano di usare combustibili solidi di tipo e caratteristiche diverse da quelli originariamente previsti e indicati nella targa purché i nuovi dati siano riportati su di una nuova targa regolamentare.

La potenzialità massima di un dispositivo può essere ridotta mediante modifica delle caratteristiche di un organo meccanico purché sia attuata in modo permanente senza possibilità di manomissione e venga riconosciuta idonea all'atto del collaudo dell'impianto termico.

La potenzialità massima di esercizio di un dispositivo di alimentazione meccanica di combustibile solido non deve in nessun caso essere superiore alla potenzialità massima del focolare servito.

I combustibili polverizzati non possono essere usati nei focolari se non per mezzo di idonei dispositivi bruciatori aventi potenzialità superiore a 1.000.000 di kcal/h (pari a 1,6 MW).

I dispositivi bruciatori di combustibili polverizzati devono rispondere a tutte le disposizioni stabilite per i dispositivi di alimentazione meccanica dei combustibili solidi a eccezione di quelle relative alla riduzione della potenzialità massima, che non è consentita.

Sono consentiti anche i dispositivi bruciatori di miscele di combustibili liquidi con combustibili solidi sotto forma polverizzata sempreché rispondenti alle medesime disposizioni stabilite per i bruciatori di combustibili polverizzati.

Norme di riferimento:

- UNI 7824** *Bruciatori monoblocco di combustibili liquidi a polverizzazione. Caratteristiche e metodi di prova.*
- UNI EN 230** *Bruciatori monoblocco di olio combustibile a polverizzazione. Dispositivi di sicurezza, di comando e di regolazione. Tempi di sicurezza.*
- UNI 9221** *Bruciatori ad aria soffiata per combustibili liquidi e gassosi destinati a generatori di calore utilizzati in impianti di benessere. Norme per l'ordinazione e la fornitura.*

#### 80.2.3. Sistema di alimentazione del bruciatore

L'alimentazione del bruciatore (con riferimento alla C.M. 29 luglio 1971, n. 73) può avvenire per aspirazione, per gravità o per circolazione forzata.

Nel caso di alimentazione per gravità o a mezzo sifone, o per circolazione forzata, la tubazione di adduzione del liquido al bruciatore deve essere munita di dispositivo automatico di intercettazione che consenta il passaggio del combustibile soltanto durante il funzionamento del bruciatore. Tale dispositivo deve presentare caratteristiche di idoneità in funzione della pressione a monte del dispositivo stesso. Tale dispositivo, ove le prove effettuate su prototipo dal centro studi ed esperienze antincendi abbiano dato esito positivo, è da ritenersi senz'altro idoneo.

La tubazione di alimentazione del combustibile deve essere inoltre provvista di un organo di intercettazione a chiusura rapida e comandabile a distanza dall'esterno dei locali serbatoio e caldaia.

Nel caso di alimentazione per gravità, direttamente o a mezzo sifone, la tubazione di ritorno deve essere munita di valvola di ritegno.

Almeno uno dei dispositivi d'intercettazione deve essere installato all'esterno del locale caldaia.

Le tubazioni devono essere metalliche, rigide, solidamente fissate.

È consentito che il collegamento della tubazione di alimentazione con il bruciatore sia realizzato con tubo flessibile purché questo presenti i requisiti seguenti:

- a) essere protetto con idoneo rivestimento di materiale incombustibile;
- b) risultare a perfetta tenuta sotto una pressione di prova pari ad almeno 1,5 volte quella di esercizio e comunque non inferiore a 4 atmosfere;
- c) essere completamente in vista; avere sviluppo il più breve possibile; essere inalterabile all'azione dei liquidi combustibili.

#### 80.2.4. Serbatoi per combustibili liquidi (gasolio e olio combustibile)

I combustibili liquidi da usarsi negli impianti termici, ai sensi dall'art. 5 del D.P.R. n. 1391/1970, devono essere depositati entro serbatoi a perfetta tenuta di liquido e di gas.

I serbatoi possono essere costruiti in lamiera di acciaio o in c.a., preferibilmente di tipo prefabbricato confezionato con cemento ad alta resistenza e opportunamente vibrato: le pareti devono avere uno spessore minimo di 5 cm. I serbatoi in lamiera in acciaio, di forma preferibilmente cilindrica per la sua maggiore resistenza, deve avere uno spessore minimo di 4 mm per le pareti e di 5 mm per il fondo; per i serbatoi da 10 ÷ 15 m<sup>3</sup> lo spessore non deve essere inferiore a 5 mm.

I serbatoi di combustibile liquido da interrare devono essere opportunamente protetti contro la corrosione mediante: bitumatura, catramatura o trattamento con vernice asfaltica, ovvero secondo le ulteriori indicazioni impartite dalla direzione dei lavori.

#### 80.2.5. Dispositivi di dotazione

Tutti i serbatoi di deposito di combustibile liquido devono essere provvisti:

- di tubo di carico metallico fissato stabilmente al serbatoio e avente l'estremità libera posta in chiusura interrato o in una nicchia nel muro dell'edificio e comunque ubicato in modo da evitare che il combustibile, in caso di spargimento, invada locali sottostante. Le bocche di carico dei combustibili liquidi devono essere predisposte per la chiusura ermetica con apposito tappo;

- nella parte alta, di un passo d'uomo con chiusura ermetica, facilmente accessibile per il prelevamento di campioni del combustibile in essi contenuto;
  - di tubo di sfiato dei vapori e dell'aria avente diametro interno pari alla metà del diametro del tubo di scarico ma in ogni caso non inferiore a 25 mm. Detto tubo deve essere fissato stabilmente al serbatoio, inoltre deve avere lo sbocco all'esterno delle costruzioni, a un'altezza non inferiore a 2,50 m dal suolo praticabile e ad almeno 1,50 m da porte o finestre; se lo sbocco del tubo avviene al disotto di finestre o di ripiani praticabili, la distanza da questi non deve essere inferiore a 6,00 m. L'estremità libera del tubo di sfiato deve essere ripiegata a U e dotata di rete tagliafiamma per impedire la propagazione in caso di incendio di vapori di combustibile verso l'interno. In luogo della rete tagliafiamma può adottarsi uno specifico tappo di aerazione. I tubi di sfiato o di troppo-pieno dei serbatoi di servizio ammessi nei locali contenenti focolari, devono avere diametro non inferiore a quello dei tubi di arrivo e devono essere collegati ermeticamente con la sommità del serbatoio di deposito.
  - di dispositivo atto a interrompere, in fase di carico, il flusso del combustibile allorché si raggiunge il 90% della capacità geometrica del serbatoio, che deve essere montato all'interno del serbatoio. Tale dispositivo si può installare in alternativa al tubo troppo-pieno;
  - di tubo troppo-pieno, solidamente fissato a un'estremità del serbatoio. Il diametro del tubo di troppo-pieno deve essere uguale a di carico incrementato di un decimo. L'estremità del tubo di troppo pieno deve essere con tenuta a superficie piana o conica e con coperchio filettato o cerniera.
- Le tubazioni di alimentazione dei bruciatori devono essere munite di un organo che consenta di eseguire facilmente prelevamenti di campioni del combustibile in essi circolante.

### **80.3. Generatori di calore ad acqua calda**

Con riferimento del D.P.R. 15 novembre 1996, n. 660, i diversi tipi di caldaie devono rispettare i rendimenti utili indicati nell'Allegato VI sia a potenza nominale, cioè in funzionamento alla potenza nominale  $P_n$ , espressa in chilowatt, per una temperatura media dell'acqua nella caldaia di 70°C, sia a carico parziale, cioè in funzione a carico parziale del 30%, per una temperatura media dell'acqua nella caldaia, diversa a seconda del tipo di caldaia.

Secondo l'art. 16 del D.M. 1 dicembre 1975, i generatori di calore alimentati da combustibile solido, liquido o gassoso per impianti centrali di riscaldamento utilizzando acqua calda sotto pressione con temperatura dell'acqua non superiore alla temperatura di ebollizione alla pressione atmosferica, con esclusione di quelli destinati a impianti con potenzialità globale dei focolari non superiore a 30.000 kcal/h (35 kW) e di quelli ricadenti nelle ipotesi previste, per i generatori di vapore, all'art. 3 del R.D. 12 maggio 1927, n. 824, devono essere realizzati dal costruttore e installati in modo che ne sia assicurata la stabilità nelle condizioni di massima pressione di esercizio alla quale sono destinati a funzionare.

I generatori di calore di cui sopra devono essere sottoposti, a costruzione ultimata e a cura del costruttore, a una prova idraulica non inferiore a 1,5 volte la pressione massima di esercizio per la quale sono stati costruiti e devono essere muniti di una targa di costruzione, applicata in modo inamovibile su una parte essenziale e visibile del generatore, recante le seguenti indicazioni:

- a) nome del costruttore;
- b) numero di fabbrica o sigla di identificazione del generatore;
- c) potenzialità nominale in kcal/h (kW);
- d) potenzialità corrispondente del focolare, in kcal/h (kW);
- e) tipi di combustibili utilizzabili;
- f) pressione massima di esercizio.

Per i generatori di calore a elementi, la prova idraulica di cui sopra può essere effettuata separatamente su ogni singolo elemento.

Per ogni generatore, il costruttore deve rilasciare un certificato con l'indicazione dei dati di targa, della data di esecuzione della prova idraulica del generatore o dei singoli elementi e del buon esito della prova stessa.

Le disposizioni del presente articolo si applicano, altresì, ai generatori di calore per i quali si proceda a riparazioni comportanti modifiche alla struttura costruttiva originaria.

Per ogni impianto, realizzato con uno o più generatori di calore e soggetto alle disposizioni del presente articolo, deve essere presentata denuncia all'Associazione per il controllo della combustione allorché:

- a) s'intenda effettuare l'installazione;
- b) s'intenda apportare modifiche interessanti i dispositivi di sicurezza e di protezione dei generatori;
- c) s'intenda procedere alla sostituzione o modifica dei generatori comportante un aumento della potenzialità nominale o una variazione della pressione di targa rispetto a quella dei generatori di calore esistenti all'atto della prima installazione;

d) si siano verificati incidenti o gravi avarie. Le denunce di cui ai punti a), b) e c) devono essere fatte dall'installatore e debbono pervenire all'Associazione nazionale per il controllo della combustione prima che si inizi la costruzione e modifica dell'impianto.

Nei casi previsti dai punti a), b), c) l'installatore deve presentare, unitamente alla denuncia, il progetto firmato da un ingegnere o altro tecnico abilitato a norma delle disposizioni in vigore. L'Associazione nazionale per il controllo della combustione provvede all'esame della rispondenza del progetto alle presenti norme, comunicandone le risultanze al richiedente.

#### 80.3.1. Norme di riferimento

**UNI EN 303-1** *Caldaie per riscaldamento. Caldaie con bruciatori ad aria soffiata. Terminologia, requisiti generali, prova e marcatura.*

**UNI EN 303-2** *Caldaie per riscaldamento. Caldaie con bruciatori ad aria soffiata. Requisiti particolari per caldaie con bruciatori di olio combustibile a polverizzazione.*

**UNI EN 304** *Caldaie per riscaldamento. Regole di prova per caldaie con bruciatori di olio combustibile a polverizzazione.*

**UNI 10389** *Generatori di calore. Misurazione in opera del rendimento di combustione.*

**UNI 7936** *Generatori di calore ad acqua calda con potenza termica fino a 2,3 MW, funzionanti con combustibile liquido e/o gassoso e bruciatori ad aria soffiata. Prova termica.*

#### 80.3.2. Dispositivi di sicurezza

I generatori di calore di cui all'art. 16 del D.M. 1 dicembre 1975, devono essere dotati dei dispositivi di sicurezza di seguito specificati in relazione alle condizioni di impianto.

Nel caso di impianti con vaso di espansione aperto, ogni generatore deve essere munito di almeno una tubazione non intercettabile, di diametro interno correlato alla potenzialità dell'impianto e alla lunghezza virtuale di detta tubazione e, in ogni caso, non inferiore a 18 mm, tale da consentire attraverso il vaso di espansione aperto, lo scarico nell'atmosfera della quantità massima di vapore producibile in relazione alla potenzialità nominale del generatore.

Nel caso di impianti con vaso di espansione chiuso, ogni generatore deve essere munito di almeno una valvola di sicurezza non intercettabile, di diametro interno dell'orifizio non inferiore a 15 mm, atta a scaricare la quantità massima di vapore producibile in relazione alla potenzialità del generatore, tarata alla pressione massima di esercizio; il generatore di calore deve altresì, essere collegato al vaso di espansione mediante una tubazione di diametro interno correlato alla potenzialità del generatore e in ogni caso non inferiore a 18 mm.

Nel caso di impianti realizzati con più generatori, deve essere comunque assicurata la comunicazione di ogni generatore con un vaso di espansione o con l'atmosfera.

I generatori di calore di cui all'art. 16 del D.M. 1 dicembre 1975, salvo quelli alimentati con combustibile solido non polverizzato, devono essere corredati dei seguenti dispositivi di protezione e di controllo:

1) un interruttore termico automatico di regolazione sistemato e tarato in modo da interrompere l'apporto di calore quando la temperatura dell'acqua all'uscita del generatore raggiunga il valore di regolazione, con un massimo pari alla temperatura di ebollizione alla pressione atmosferica diminuita di almeno 5°C;

2) un interruttore termico automatico di blocco a reinserimento manuale sistemato e tarato in modo da interrompere l'apporto di calore allorché la temperatura dell'acqua all'uscita del generatore raggiunga un valore prefissato con un massimo pari alla temperatura di ebollizione alla pressione atmosferica, indipendente, negli organi di comando e di controllo, dal dispositivo di cui al punto 1);

3) un termometro atto a indicare la temperatura dell'acqua all'uscita dal generatore di calore e un indicatore della pressione esistente nel generatore stesso.

Gli impianti con vaso di espansione chiuso devono inoltre essere corredati di un pressostato di blocco a reinserimento manuale regolato in modo da interrompere l'apporto di calore, allorché la pressione raggiunge un valore prefissato e comunque non superiore alla pressione massima di esercizio del generatore indicata sulla targa dal costruttore.

I generatori di calore di cui all'art. 16 del D.M. 1 dicembre 1975, alimentati con combustibile solido non polverizzato, possono essere installati solo in impianti del tipo a vaso aperto e devono soddisfare ad almeno una delle seguenti condizioni:

1) siano forniti di focolare meccanico e adduzione meccanica totale dell'aria comburente;

2) siano corredati di un riscaldatore d'acqua di consumo o di uno scambiatore di calore di emergenza, muniti di scarico di sicurezza termico;

3) siano inseriti in impianti a circolazione naturale, sprovvisti di organi di intercettazione sul circuito dell'acqua.

I generatori di calore alimentati con combustibile solido non polverizzato devono inoltre essere corredati degli strumenti previsti al punto 3) dell'art. 20 del D.M. 1 dicembre 1975, nonché di un dispositivo atto ad arrestare l'immissione di aria comburente e di un dispositivo di allarme acustico che intervengano quando la temperatura dell'acqua all'uscita dal generatore raggiunge un valore prefissato con un massimo pari alla temperatura di ebollizione dell'acqua alla pressione atmosferica diminuita di 10°C.

Previo buon esito dell'esame del progetto di cui all'ultimo comma dell'art. 18 del D.M. 1 dicembre 1975, ogni impianto, completo di tutti i dispositivi di sicurezza e di protezione, deve essere sottoposto da parte dell'Associazione nazionale per il controllo della combustione all'accertamento della conformità al progetto approvato.

L'Associazione nazionale per il controllo della combustione rilascia un libretto matricolare sul quale sono riportate le caratteristiche dell'impianto e l'esito degli accertamenti effettuati.

Il libretto matricolare con i verbali relativi agli accertamenti e alle verifiche eseguite devono essere conservati dall'utente.

Nessun impianto può essere mantenuto in esercizio qualora gli accertamenti e le verifiche prescritte abbiano dato esito sfavorevole.

## **Art. 81 - Requisiti, dimensionamento e caratteristiche degli impianti termici e dei locali**

### **81.1. Generalità**

Negli impianti termici di nuova installazione, nella ristrutturazione degli impianti termici nonché nella sostituzione di generatori di calore destinati alla produzione di energia per la climatizzazione invernale o per la produzione di acqua calda sanitaria, per ciascun generatore di calore deve essere realizzato almeno un punto di prelievo dei prodotti della combustione sul condotto tra la cassa dei fumi del generatore stesso e il camino allo scopo di consentire l'inserimento di sonde per la determinazione del rendimento di combustione e della composizione dei gas di scarico ai fini del rispetto delle vigenti disposizioni.

Gli impianti termici siti negli edifici multipiano costituiti da più unità immobiliari devono essere collegati ad appositi camini, canne fumarie o sistemi di evacuazione dei prodotti di combustione, con sbocco sopra il tetto dell'edificio alla quota prescritta dalla regolamentazione tecnica vigente, nei seguenti casi:

- nuove installazioni di impianti termici, anche se al servizio delle singole unità immobiliari;
- ristrutturazioni di impianti termici centralizzati,
- ristrutturazioni della totalità degli impianti termici individuali appartenenti a uno stesso edificio;
- trasformazioni da impianto termico centralizzato a impianti individuali;
- impianti termici individuali realizzati dai singoli previo distacco dall'impianto centralizzato.

Gli impianti installati all'interno di locali abitati devono essere muniti all'origine di un dispositivo di sicurezza dello scarico dei prodotti della combustione, secondo quanto indicato nella norma **UNI – CIG EN 297** del 1996. Al fine di garantire una adeguata ventilazione, nel caso di installazione di generatori di tipo B1 in locali abitati, dovrà essere realizzata, secondo le modalità previste al punto 3.2.1 della norma **UNI – CIG 7129**, apposita apertura di sezione libera totale non inferiore a 0,4 metri quadrati.

Negli impianti termici di nuova installazione e nelle opere di ristrutturazione degli impianti termici, la rete di distribuzione deve essere progettata in modo da assicurare un valore del rendimento medio stagionale di distribuzione compatibile con le disposizioni di cui sopra relative al rendimento globale medio stagionale. In ogni caso, come prescrizione minimale, tutte le tubazioni di distribuzione del calore, comprese quelle montanti in traccia o situate nelle intercapedini delle tamponature a cassetta, anche quando queste ultime siano isolate termicamente, devono essere installate e coibentate. La messa in opera della coibentazione deve essere effettuata in modo da garantire il mantenimento delle caratteristiche fisiche e funzionali dei materiali coibenti e di quelli da costruzione tenendo conto in particolare della permeabilità al vapore dello strato isolante, delle condizioni termoigrometriche dell'ambiente, della temperatura del fluido termovettore. Tubazioni portanti fluidi a temperature diverse, quali a esempio le tubazioni di mandata e ritorno dell'impianto termico, devono essere coibentate separatamente.

Negli impianti termici di nuova installazione e in quelli sottoposti a ristrutturazione, qualora siano circoscrivibili zone di edificio a diverso fattore di occupazione (ad esempio singoli appartamenti e uffici, zone di guardiania, uffici amministrativi nelle scuole), è prescritto che l'impianto termico per la climatizzazione invernale sia dotato di un sistema di distribuzione a zone che consenta la parzializzazione di detta climatizzazione in relazione alle condizioni di occupazione dei locali.

Negli impianti termici di nuova installazione e nei casi di ristrutturazione dell'impianto termico, qualora per il rinnovo dell'aria nei locali siano adottati sistemi a ventilazione meccanica controllata, è prescritta l'adozione di apparecchiature per il recupero del calore disperso per rinnovo dell'aria ogni qual volta la portata totale dell'aria di

ricambio e il numero di ore annue di funzionamento dei sistemi di ventilazione siano superiori ai valori limite prescritti dalle norme vigenti.

L'installazione nonché la ristrutturazione degli impianti termici deve essere effettuata da un soggetto in possesso dei requisiti di cui agli art. 2 e 3 della legge 5 marzo 1990, n. 46, attenendosi alle prescrizioni contenute nella relazione tecnica di cui all'art. 28 della legge 9 gennaio 1991, n. 10.

### **81.2. Requisiti dei locali della centrale termica e del deposito combustibili**

I locali destinati a contenere apparecchiature facenti parte di impianti termici, devono possedere, ai fini della loro idoneità alla prevenzione dell'inquinamento atmosferico, i requisiti appresso elencati, previsti dall'art. 4 del D.P.R. n. 1391/1970.

#### *a) Locali destinati a contenere focolari*

– Aerazione diretta dall'esterno mediante una o più aperture libere o munite di inferriate, aventi sezione complessiva netta non inferiore a 1/30 della superficie in pianta del locale, per gli impianti di potenzialità fino a 1.000.000 di kcal/h (1,16 MW) e non inferiore a 1/20 della superficie in pianta del locale, per gli impianti di potenzialità superiore a 1.000.000 di kcal/h (1,16 MW), con un minimo di:

0,50 m<sup>2</sup> per gli impianti di potenzialità fino a 500.000 kcal/h (580 kW);

0,75 m<sup>2</sup> per gli impianti di potenzialità superiore a 500.000 kcal/h (580 kW) e fino a 750.000 kcal/h (870 kW);

1,00 m<sup>2</sup> per gli impianti di potenzialità superiore a 750.000 kcal/h (870 kW).

La minima superficie in pianta ammessa per un locale contenente focolari è di 6 m<sup>2</sup>.

Sono vietati i serramenti che possono ostacolare, se chiusi, il passaggio dell'aria attraverso le aperture di aerazione.

È consentito che l'aria necessaria per la combustione completa venga addotta attraverso adeguate canalizzazioni aspiranti direttamente dall'atmosfera. È consentito che, nel caso di impianti di potenzialità superiore a 10.000.000 kcal/h (11,6 MW), si attui l'aerazione meccanica dei locali. In questi casi i serramenti non subiscono la limitazione suddetta.

– Chiusura di vani non di aerazione mediante appropriati serramenti tali da impedire la fuoriuscita di fumi, polveri, gas e odori di qualsiasi tipo.

#### *b) Locali per deposito di combustibili.*

– Aerazione diretta dall'esterno mediante una o più aperture libere o munite di inferriate, aventi sezione complessiva netta non inferiore a 1/30 della superficie in pianta del locale, aprendosi direttamente su spazi scoperti, su intercapedini aerate, chiostrine, cavedi, anditi e simili e con un minimo di 0,50 m<sup>2</sup>.

Sono vietati i serramenti che possono ostacolare, se chiusi, il passaggio dell'aria attraverso le aperture di aerazione.

– Chiusura di vani d'accesso o di qualunque altro tipo, mediante appropriati serramenti tali da impedire la fuoriuscita di fumi, polveri, gas e odori di qualsiasi tipo.

**Tabella 81.2 - Spessori minimi di pareti aventi resistenza al fuoco non inferiore a 120 minuti primi (C.M. 29 luglio 1971, n. 73)**

<b>Tipo di parete</b>	<b>Spessore minimo in cm escluso l'intonaco</b>
Laterizi pieni con intonaco normale	26
Laterizi pieni con intonaco isolante	26
Laterizi forati con intonaco normale	30
Laterizi forati con intonaco isolante	14
Calcestruzzo normale	12
Calcestruzzo leggero (con isolante tipo pomice, perlite, scorie o simili)	10
Muratura ordinaria di pietrame	40

Nota. – Per intonaco isolante s'intende un intonaco a base di gesso, vermiculite, perlite o simili.

Nel caso di porte si deve controllare prima della prova di incendio che la porta stessa sia a tenuta di fumo.

Gli elementi costituiti da muratura e calcestruzzi devono avere una stagionatura di almeno tre mesi prima di essere sottoposti alla prova di incendio.

**Tabella 81.3 - Spessore minimo di alcuni tipi di solaio (C.M. 29 luglio 1971, n. 73)**

Tipo di solaio		Spessore minimo comprensivo del gretonato o caldana e del ricoprimento della armatura metallica prescritto dal regolamento per le opere in c.a., espresso in cm
Soletta in c.a.	– con intonaco normale (2 cm)	20
	– con intonaco isolante (1,5 cm)	16
	– con soffitto sospeso realizzato con materiali come da tab. 3	14
Solaio in laterizio armato:	– con intonaco normale (2 cm)	30
	– con intonaco isolante (1,5 cm)	24
	– con soffitto sospeso	22
(1) – Elementi in c.a. precompresso	– con intonaco normale (1,5 cm)	30
	– con intonaco isolante (1,5 cm)	24
	– con soffitto sospeso	22

(\*) Lo spessore del ricoprimento dell'armatura in acciaio preteso non deve essere inferiore n, al minimo prescritto dal regolamento per le opere in c.a. (3 cm) né allo spessore specificato per le singole classi della Tabella 81.2 per l'intonaco di cemento.

### 81.3. Pompe di circolazione

Le pompe di circolazione devono rispondere alle prescrizioni contrattuali. In particolare dovranno essere di tipo centrifugo.

Prima della loro installazione l'appaltatore deve produrre alla direzione dei lavori certificazione attestante: la portata, la prevalenza prodotta, la potenza richiesta dal motore elettrico, l'efficienza di conversione dell'energia fornita mediante il motore esterno, la velocità di rotazione dell'albero della girante, il carico d'aspirazione positivo netto e infine la sua curva caratteristica.

Le pompe dovranno essere dotate di tutti i requisiti di sicurezza richiesti per un impianto di riscaldamento, anche se non espressamente indicate nelle prescrizioni contrattuali.

### 81.4. Apparecchi indicatori

Gli impianti termici devono essere dotati degli apparecchi indicatori di cui appresso, allo scopo di consentire il rilevamento dei principali dati caratteristici relativi alla conduzione dei focolari:

a) un termometro indicatore della temperatura dei fumi deve essere installato stabilmente alla base di ciascun camino. Le indicazioni del termometro, nel caso di focolari, aventi potenzialità superiore a 1.000.000 di kcal/h (1,16 MW), devono essere registrate con apparecchio a funzionamento continuo;

b) due apparecchi misuratori delle pressioni relative (riferite a quella atmosferica) che regnano rispettivamente nella camera di combustione e alla base del camino, per ciascun focolare di potenzialità superiore a un 1.000.000 di kcal/h (1,16 MW);

c) un apparecchio misuratore della concentrazione volumetrica percentuale dell'anidride carbonica (CO<sub>2</sub>) nonché dell'ossido di carbonio nonché dell'ossido di carbonio e dell'idrogeno (CO + H<sub>2</sub>) contenuti nei fumi, inserito in un punto appropriato del loro percorso. In sostituzione dell'apparecchio misuratore della concentrazione dell'ossido di carbonio e dell'idrogeno può essere adottato un apparecchio misuratore dell'ossigeno in eccesso o anche un indicatore della opacità dei fumi. È richiesta un'apparecchiatura composta dei due dispositivi, come sopra specificato, solamente per ogni focolare di potenzialità superiore a 1.000.000 di kcal/h (1,16 MW); essa deve essere integrata con un dispositivo di allarme acustico riportato in un punto riconosciuto idoneo all'atto del collaudo dell'impianto termico. Le indicazioni di questi apparecchi, nel caso di focolari aventi potenzialità superiore a 2.000.000 di kcal/h (2,32 MW), devono essere registrate in maniera continua.

I dati forniti dagli apparecchi indicatori a servizio degli impianti termici aventi potenzialità superiore a 5.000.000 di kcal/h (5,8 MW), anche se costituiti da un solo focolare, devono essere riportati su di un quadro raggruppante i ripetitori e i registratori delle misure, situato in un punto riconosciuto idoneo per una lettura agevole da parte del personale addetto alla conduzione, al collaudo dell'impianto termico.

Tutti gli apparecchi indicatori, ripetitori e registratori delle misure devono essere installati in maniera stabile e devono essere tarati e riconosciuti idonei con il collaudo del relativo impianto termico e con ogni successivo controllo.

### 81.5. Coibentazione delle reti di distribuzione dei fluidi caldi

Le tubazioni delle reti di distribuzione dei fluidi caldi in fase liquida o vapore degli impianti termici, ai sensi dell'Allegato B del D.P.R. n. 412/1993, devono essere coibentate con materiale isolante il cui spessore minimo è fissato dalla seguente tabella 81.4 in funzione del diametro della tubazione espresso in mm e della conduttività termica utile del materiale isolante espressa in W/m°C alla temperatura di 40°C.

**Tabella 81.4**

Conduttività Termica utile dell'isolante (W/m ° C)	Diametro esterno della tubazione (mm)					
	< 20	da 20 a 39	da 40 a 59	da 60 a 79	da 80 a 99	>100
0.030	13	19	26	33	37	40
0.032	14	21	29	36	40	44
0.034	15	23	31	39	44	48
0.036	17	25	34	43	47	52
0.038	18	28	37	46	51	56
0.040	20	30	40	50	55	60
0.042	22	32	43	54	59	64
0.044	24	35	46	58	63	69
0.046	26	38	50	62	68	74
0.048	28	41	54	66	72	79
0.050	30	44	58	71	77	84

– Per valori di conduttività termica utile dell'isolante differenti da quelli indicati in tabella 81.4, i valori minimi dello spessore del materiale isolante sono ricavati per interpolazione lineare dei dati riportati nella tabella 1 stessa.

– I montanti verticali delle tubazioni devono essere posti al di qua dell'isolamento termico dell'involucro edilizio, verso l'interno del fabbricato e i relativi spessori minimi dell'isolamento che risultano dalla tabella 81.4, vanno moltiplicati per 0,5.

– Per tubazioni correnti entro strutture non affacciate né all'esterno né su locali non riscaldati gli spessori di cui alla tabella 1, vanno moltiplicati per 0,3.

– Nel caso di tubazioni preisolate con materiali o sistemi isolanti eterogenei o quando non sia misurabile direttamente la conduttività termica del sistema, le modalità di installazione e i limiti di coibentazione sono fissati da norme tecniche UNI di seguito meglio indicate.

Il materiale isolante deve essere applicato in maniera uniforme senza variazioni di spessore o strozzature con particolare attenzione alle curve, i raccordi le saracinesche e quant'altro possa costituire ponte termico.

I canali dell'aria calda per la climatizzazione invernale posti in ambienti non riscaldati devono essere coibentati con uno spessore di isolante non inferiore agli spessori indicati nella tabella 1 per tubazioni di diametro esterno da 20 a 39 mm.

Norme di riferimento:

**UNI 5634** Sistemi di identificazione delle tubazioni e canalizzazioni convoglianti fluidi.

**UNI 6665** Superficie coibentate. Metodi di misurazione.

**UNI 10376** Isolamento termico degli impianti di riscaldamento e raffrescamento degli edifici.

### 81.6. Sistema di termoregolazione

Il sistema termoregolazione e contabilizzazione è previsto dall'art. 7 del D.P.R. 26 agosto 1993, n. 412, di seguito riportato.

Negli impianti termici centralizzati adibiti al riscaldamento ambientale per una pluralità di utenze, qualora la potenza nominale del generatore di calore o quella complessiva dei generatori di calore sia uguale o superiore a 35 kW, è prescritta l'adozione di un gruppo termoregolatore dotato di programmatore che consenta la regolazione della temperatura ambiente almeno su due livelli a valori sigillabili nell'arco delle 24 ore. Il gruppo termoregolatore deve essere pilotato da una sonda termometrica di rilevamento della temperatura esterna. La temperatura esterna e le temperature di mandata e di ritorno del fluido termovettore devono essere misurate con una incertezza non superiore a  $\pm 2^\circ\text{C}$ .

Il sistema di termoregolazione di cui sopra può essere dotato di un programmatore che consenta la regolazione su un solo livello di temperatura ambiente qualora in ogni singola unità immobiliare sia effettivamente installato e

funzionante un sistema di contabilizzazione del calore e un sistema di termoregolazione pilotato da una o più sonde di misura della temperatura ambiente dell'unità immobiliare e dotato di programmatore che consenta la regolazione di questa temperatura almeno su due livelli nell'arco delle 24 ore.

Gli impianti termici per singole unità immobiliari destinati, anche se non esclusivamente, alla climatizzazione invernale devono essere parimenti dotati di un sistema di termoregolazione pilotato da una o più sonde di misura della temperatura ambiente con programmatore che consenta la regolazione di questa temperatura su almeno due livelli di temperatura nell'arco delle 24 ore.

Al fine di non determinare sovrariscaldamento nei singoli locali di una unità immobiliare per effetto degli apporti solari e degli apporti gratuiti interni è opportuna l'installazione di dispositivi per la regolazione automatica della temperatura ambiente nei singoli locali o nelle singole zone aventi caratteristiche di uso ed esposizioni uniformi. L'installazione di detti dispositivi è aggiuntiva rispetto ai sistemi di regolazione di cui ai precedenti commi 2, 4, 5 e 6, ove tecnicamente compatibile con l'eventuale sistema di contabilizzazione, ed è prescritta nei casi in cui la somma dell'apporto termico solare mensile, calcolato nel mese a maggiore insolazione tra quelli interamente compresi nell'arco del periodo annuale di esercizio dell'impianto termico, e degli apporti gratuiti interni convenzionali sia superiore al 20% del fabbisogno energetico complessivo calcolato nello stesso mese.

L'eventuale non adozione dei sistemi di cui sopra deve essere giustificata in sede di relazione tecnica di cui al comma 1 dell'art. 28 della **legge 9 gennaio 1991, n. 10**; in particolare la valutazione degli apporti solari e degli apporti gratuiti interni deve essere effettuata utilizzando la metodologia indicata dalle norme UNI di cui al comma 3 dell'art. 8 del **D.P.R. n. 412/1993**.

Nel caso di installazione in centrale termica di più generatori di calore, il loro funzionamento deve essere attivato in maniera automatica in base al carico termico dell'utenza.

Norme di riferimento:

- UNI 7939-1** *Terminologia per la regolazione automatica degli impianti di benessere. Impianti di riscaldamento degli ambienti.*
- UNI 9577** *Termoregolatori d'ambiente a due posizioni (termostati d'ambiente). Requisiti e prove.*
- UNI EN 12098-1** *Regolazioni per impianti di riscaldamento. Dispositivi di regolazione in funzione della temperatura esterna per gli impianti di riscaldamento ad acqua calda.*

### 81.7. Camini

I camini devono rispettare le prescrizioni del **D.P.R. 22 dicembre 1970, n. 1391** – Regolamento per l'esecuzione della legge 13 luglio 1966, n. 615, recante provvedimenti contro l'inquinamento atmosferico, limitatamente al settore degli impianti termici.

Ogni impianto termico deve disporre di uno o più camini, ai quali non potrà essere collegato alcun altro impianto o installazione, tali da assicurare un regolare smaltimento dei fumi prodotti.

L'afflusso dell'aria nei focolari e lo smaltimento dei fumi possono essere attivati dal tiraggio naturale dei camini o da mezzi meccanici.

È ammesso che più focolari scarichino nello stesso camino solo se situati nello stesso locale. In questo caso i focolari dovranno immettere in un collettore di sezione pari a una volta e mezza quella del camino e dovranno essere dotati ciascuno di propria serranda di intercettazione, distinta dalla valvola di regolazione del tiraggio.

È consentita l'installazione di più camini affiancati, anche di sezioni diverse, con funzionamento indipendente o abbinato ottenuto per mezzo di serrande di intercettazione opportunamente disposte, a servizio di un medesimo impianto.

#### 81.7.1. Caratteristiche geometriche

La sezione minima non dovrà essere in nessun caso inferiore a 220 cm<sup>2</sup>.

Nel caso di camini aventi sezione diversa da quella circolare, il rapporto fra gli assi principali ortogonali della sezione retta non deve essere superiore a 1,50. Non sono permessi camini a sezione triangolare.

I cambiamenti di sezione e i cambiamenti di forma della sezione dei camini devono essere raccordati fra loro con tronchi intermedi a pareti formanti tra loro inclinazione non superiore a 1/5.

#### 81.7.2. Caratteristiche costruttive

Al piede di ogni tratto ascendente del camino deve sempre essere costituita una camera per la raccolta e lo scarico dei materiali solidi: la sua sezione retta deve risultare non inferiore a una volta e mezza quella del camino; la sua altezza utile (cioè sottostante al raccordo orizzontale) non deve essere inferiore a 1/20 dell'altezza del tratto di camino

soprastante, con un minimo di 0,50 m per gli altri impianti funzionanti a combustibile solido, e non inferiore a 1/30 dell'altezza del tratto di camino soprastante, sempre con un minimo di 0,50 m per gli impianti funzionanti a combustibile liquido.

Nella parte inferiore di ogni camera deve essere praticata una apertura munita di sportello di chiusura a tenuta d'aria formato con una doppia parete metallica, per la facile estrazione dei depositi e l'ispezione dei canali.

Le bocche dei camini devono risultare più alte di almeno un metro rispetto al colmo dei tetti, ai parapetti e a qualunque altro ostacolo o struttura distante meno di 10 m.

Le bocche possono terminare con mitrie o comignoli di sezione utile d'uscita non inferiore al doppio della sezione del camino, conformati in modo da non ostacolare il tiraggio e favorire la dispersione dei fumi nell'atmosfera.

Le bocche dei camini situati a distanza compresa fra 10 e 50 m da aperture di locali abitati devono essere a quota non inferiore a quella del filo superiore dell'apertura più alta, salvo deroghe particolari, considerate nei regolamenti comunali di igiene, che i comuni potranno concedere a istanza degli interessati, su conforme parere del competente comitato regionale contro l'inquinamento atmosferico. In ogni caso, dovrà essere rispettata la norma che i camini possano sboccare ad altezza non inferiore a quella del filo superiore dell'apertura più alta, diminuita di 1 metro per ogni metro di distanza orizzontale eccedente i 10 m.

Per la porzione di camino sporgente dal tetto o dalla copertura dell'edificio non può essere imposta un'altezza di costruzione superiore a metri cinque.

I camini devono essere costituiti con strutture e materiali impermeabili ai gas, resistenti ai fumi e al calore. Uguali requisiti devono essere posseduti da eventuali elementi prefabbricati impiegati nella costruzione dei camini, sia singolarmente che nell'insieme.

I camini devono risultare per tutto il loro sviluppo, a eccezione del tronco terminale emergente dalla copertura degli edifici, sempre distaccati dalle murature circostanti e devono essere circondati da una controcanna continua formante intercapedine di caratteristiche tali da non permettere nel caso di tiraggio naturale cadute della temperatura dei fumi mediamente superiori a un grado centigrado per ogni metro del loro percorso verticale. La intercapedine deve risultare aperta alla estremità superiore. Sono ammessi nell'intercapedine elementi distanziatori o di fissaggio necessari per la stabilità del camino.

Le pareti dell'intercapedine che danno verso ambienti abitati devono essere sufficientemente resistenti agli urti.

I tratti dei camini a tiraggio naturale che si sviluppano all'interno dei fabbricati possono, in aggiunta alla intercapedine, essere provvisti di adeguato rivestimento coibente, in modo tale che sia sempre rispettata la condizione che la caduta di temperatura risulti mediamente inferiore a un grado centigrado per metro di sviluppo verticale.

Le sezioni dei camini aventi forma non circolare devono avere gli angoli arrotondati con raggio non inferiore a 2 cm. Le pareti interne dei camini devono risultare lisce per tutto il loro sviluppo.

Al fine di consentire con facilità rilevamenti e prelievi di campioni devono essere predisposti alla base del camino due fori allineati sull'asse del camino, uno del diametro di 50 mm e uno del diametro di 80 mm, con relativa chiusura metallica, e, nel caso di impianti aventi potenzialità superiore a 500.000 kcal/h (580 kW), anche due identici fori alla sommità, distanti dalla bocca non meno di cinque volte il diametro medio della sezione del camino, con un minimo di 1,50 m, in posizione accessibile per le verifiche.

I fori da 80 mm devono trovarsi in un tratto rettilineo del camino e a distanza non inferiore a 5 volte la dimensione minima della sezione retta interna da qualunque cambiamento di direzione o di sezione. Qualora esistano impossibilità tecniche di praticare i fori alla base del camino alla distanza stabilita, questi possono essere praticati alla sommità del camino con distanza minima dalla bocca di 1,5 m in posizione accessibile per le verifiche.

Norme di riferimento:

- UNI 10640** *Canne fumarie collettive ramificate per apparecchi di tipo B a tiraggio naturale. Progettazione e verifica.*  
**UNI 10641** *Canne fumarie collettive e camini a tiraggio naturale per apparecchi a gas di tipo C con ventilatore nel circuito di combustione. Progettazione e verifica.*

#### 81.7.3. Canali da fumo

I canali da fumo devono rispettare le prescrizioni del D.P.R. n. 1391/1970.

I canali da fumo degli impianti termici devono avere in ogni loro tratto un andamento sub-orizzontale ascendente con pendenza non inferiore al 5%. I canali da fumo al servizio di impianti di potenzialità uguale o superiore a 1.000.000 di kcal/h (1,16MW) possono avere pendenza non inferiore al 2 per cento.

La sezione dei canali da fumo deve essere, in ogni punto del loro percorso, sempre non superiore del 30% alla sezione del camino e non inferiore alla sezione del camino stesso.

Per quanto riguarda la forma, le variazioni e i raccordi delle sezioni dei canali da fumo e le loro pareti interne devono essere osservate le medesime norme prescritte per i camini.

I canali da fumo devono essere costituiti con strutture e materiali aventi le medesime caratteristiche stabilite per i camini.

I canali da fumo devono avere per tutto il loro sviluppo un efficace e duraturo rivestimento coibente tale che la temperatura delle superfici esterne non sia in nessun punto mai superiore a 50°C. È ammesso che il rivestimento coibente venga omesso in corrispondenza dei giunti di dilatazione e degli sportelli d'ispezione dei canali da fumo nonché dei raccordi metallici con gli apparecchi di cui fanno parte i focolari.

I raccordi fra i canali da fumo e gli apparecchi di cui fanno parte i focolari devono essere esclusivamente metallici, rimovibili con facilità e dovranno avere spessore non inferiore a 1/100 del loro diametro medio, nel caso di materiali ferrosi comuni, e spessore adeguato, nel caso di altri metalli.

Sulle pareti dei canali da fumo devono essere predisposte aperture per facili ispezioni e pulizie a intervalli non superiori a 10 m e una a ogni testata di tratto rettilineo. Le aperture dovranno essere munite di sportelli di chiusura a tenuta d'aria, formati con doppia parete metallica.

Nei canali da fumo dovrà essere inserito un registro qualora gli apparecchi di cui fanno parte i focolari non possiedano propri dispositivi per la regolazione del tiraggio.

Al fine di consentire con facilità rilevamenti e prelievi di campioni, devono essere predisposti sulle pareti dei canali da fumo due fori, uno del diametro di 50 mm e uno del diametro di 80 mm, con relative chiusure metalliche, in vicinanza del raccordo con ciascun apparecchio di cui fa parte un focolare.

La posizione dei fori rispetto alla sezione e alle curve o raccordi dei canali deve rispondere alle stesse prescrizioni date per i fori praticati sui camini.

#### *81.7.4. Dispositivi accessori per camini e canali da fumo. Depuratori di fumo*

Ai sensi dell'art. 8 del **D.P.R. n. 1391/1970** è vietato l'uso di qualunque apparecchio o impianto di trattamento dei fumi funzionante secondo ciclo a umido che comporti lo scarico, anche parziale delle sostanze derivanti dal processo adottato, nelle fognature pubbliche o nei corsi di acqua.

Gli eventuali dispositivi di trattamento possono essere inseriti in qualunque punto del percorso dei fumi purché l'ubicazione ne consenta la facile accessibilità da parte del personale addetto alla conduzione degli impianti e a quello preposto alla loro sorveglianza.

Gli eventuali dispositivi di trattamento, per quanto concerne le altezze di sbocco, le distanze, le strutture, i materiali e le pareti interne, devono rispondere alle medesime norme stabilite per i camini.

Il materiale che si raccoglie nei dispositivi suddetti deve essere periodicamente tolto e trasportato in luoghi di scarico di riconosciuta idoneità oppure consegnato ai servizi di nettezza urbana, separatamente ad altri rifiuti e racchiuso in sacchi impermeabili.

Tutte le operazioni di manutenzione e di pulizia devono potersi effettuare in modo tale da evitare qualsiasi accidentale dispersione del materiale raccolto.

I depuratori di fumo devono essere di tipo a secco (meccanici o centrifughi a ciclone) in relazione alla velocità dei fumi e della granulometria delle particelle e ne l rispetto delle prescrizioni progettuali.

Acqua calda per usi igienici e sanitari

Negli impianti termici di nuova installazione, nonché in quelli sottoposti a ristrutturazione, la produzione centralizzata dell'energia termica necessaria alla climatizzazione invernale degli ambienti e alla produzione di acqua calda per usi igienici e sanitari per una pluralità di utenze, il comma 6 dell'art. 5 del **D.P.R. n. 412/1993** stabilisce che deve essere effettuata con generatori di calore separati, fatte salve eventuali situazioni per le quali si possa dimostrare che l'adozione di un unico generatore di calore non determini maggiori consumi di energia o comporti impedimenti di natura tecnica o economica.

Gli elementi tecnico-economici che giustificano la scelta di un unico generatore vanno riportati nella relazione tecnica di cui all'art. 28 della legge n. 10/1991.

Norme di riferimento:

**UNI 7550** *Requisiti delle acque per generatori di vapore e relativi impianti di trattamento.*

**UNI 8065** *Trattamento dell'acqua negli impianti termici a uso civile.*

#### *81.8. Sistemi di espansione*

Nel circuito dell'impianto deve essere previsto un sistema per tenere conto dell'aumento di volume dell'acqua per effetto del riscaldamento: tale sistema è costituito dal vaso di espansione che può essere chiuso o aperto.

**81.8.1. Vaso di espansione aperto**

Il vaso di espansione aperto deve essere costituito da un recipiente adeguato, in ferro zincato, fibrocemento, dotato di coperchio collocato nella parte più alta dell'impianto e allacciato alla rete di distribuzione mediante:

- tubo di sfogo per mantenere la pressione atmosferica all'interno del vaso;
- tubo di sicurezza, in funzione della potenza nominale della caldaia e della sua lunghezza virtuale, per trasferire al vaso gli aumenti progressivi di volume del fluido entro il circuito. La lunghezza virtuale del tubo di sicurezza è data dallo sviluppo del tubo fino alla sezione di scarico del tubo di sfogo, aumentata della lunghezza equivalente del tubo per tenere conto delle perdite di carico concentrate. Il tubo di sicurezza deve avere diametro interno minimo di 18 mm. Il tubo di sicurezza deve partire dalla caldaia e scaricare sopra il vaso di espansione;
- tubo di raccordo installato nella parte superiore del vaso, eventualmente dotato di saracinesca per le operazioni di manutenzione però da mantenere aperta durante il funzionamento dell'impianto;
- tubo di troppo-pieno per scaricare il volume di acqua in eccesso dovuto a varie cause. Il condotto deve essere collocato in posizione visibile;
- tubo di alimentazione automatica per ripristinare il volume del fluido perso per evaporazione o attraverso il troppo-pieno.

Il vaso di espansione aperto deve essere dotato di alimentazione automatica con valvola a galleggiante per garantire circa 100 mm di acqua all'interno del serbatoio, quando il sistema è freddo. Il volume utile d'espansione, alla temperatura massima di regime, deve posizionarsi a circa 50 mm dal tubo di troppo-pieno.

Il vaso di espansione n deve essere collocato direttamente sulla distribuzione di mandata o di ritorno, ovvero secondo le indicazioni impartite dalla direzione dei lavori. I vasi di espansione installati all'esterno devono essere opportunamente protetti dal gelo.

**Tabella 81.5 – Diametri minimi del tubo di sicurezza in funzione della lunghezza virtuale**

Lunghezza virtuale (m)	Diametro interno (mm)
50	18
40 – 60	25
60 – 80	32
80 – 100	40

**81.8.2. Vaso di espansione chiuso**

Il vaso di espansione chiuso è costituito da un recipiente chiuso di cui una parte del volume interno è occupata dall'acqua e l'altra dall'aria; possono essere:

- a membrana, in questo caso i volumi di gas e d'acqua sono separati da una membrana;
- senza membrana autopressurizzato, in questo caso i volumi di aria e d'acqua non sono separati da membrana;

Il vaso di espansione chiuso può essere collocato in qualsiasi parte dell'impianto.

**81.9. Unità terminali a convenzione naturale****81.9.1. Radiatori**

I radiatori (ghisa, acciaio, alluminio) conformi alle prescrizioni contrattuali devono essere installati a distanza non inferiore a 5 cm dalla parete e a 10-12 cm da pavimenti o davanzali di finestre, al fine di consentire una buona circolazione dell'aria e la facile pulizia e manutenzione.

La porzione di parete alle spalle del radiatore deve essere realizzata con idoneo strato di materiale isolante.

Norme di riferimento:

<b>UNI 8464</b>	<i>Valvole per radiatori. Prescrizioni e prove.</i>
<b>UNI EN 442-1</b>	<i>Radiatori e convettori. Specifiche tecniche e requisiti.</i>
<b>UNI EN 442-2</b>	<i>Radiatori e convettori. Metodi di prova e valutazione.</i>
<b>UNI EN 442-3</b>	<i>Radiatori e convettori. Valutazione della conformità.</i>
<b>UNI EN 215-1</b>	<i>Valvole termostatiche per radiatori. Requisiti e metodi di prova.</i>
<b>UNI HD 1215-2</b>	<i>Valvole termostatiche per radiatori. Dimensioni e dettagli degli attacchi.</i>

### 81.9.2. Piastre radianti

Le piastre radianti sono costituite da piastre metalliche saldate fra di loro in modo da costituire una serie di condotti entro cui circola il fluido scaldante. Il riscaldamento dell'aria avviene per convezione naturale.

Per l'installazione valgono le stesse considerazioni dei radiatori.

### 81.9.3. Tubi alettati

I tubi alettati entro cui circola il fluido scaldante possono essere collocati a vista o entro appositi contenitori protettivi in lamiera opportunamente sagomata.

Norme di riferimento: **UNI EN 442-1, UNI EN 442-2, UNI EN 442-3.**

### 81.9.4. Termoconvettori

I termoconvettori sono dei corpi scaldati composti da tubi alettati all'interno dei quali circola il fluido scaldante. L'aria fredda attraverso delle aperture entra dal basso e fuoriesce dall'alto per effetto del movimento ascensionale dovuto alla differenza di temperatura dell'aria stessa.

Norme di riferimento: **UNI EN 442-1, UNI EN 442-2, UNI EN 442-3.**

### 81.9.5. Pannelli radianti

I pannelli radianti sono costituiti da una serpentina di tubo (acciaio, rame, materiali plastici) entro cui circola il fluido scaldante.

I pannelli radianti debbono essere collocati in:

- a parete;
- a pavimenti, inseriti nel sottofondo o in apposita intercapedine.
- a soffitto, collocati nell'intradosso del solaio.

In tutti i casi debbono essere collocati in posizione orizzontale per evitare la formazione di sacche di gas che possano ostacolare la circolazione del fluido scaldante.

Nei pannelli radianti a pavimento bisogna:

- prevedere giunti e fughi nelle pavimentazioni per consentire le prevedibili dilatazioni termiche senza danni;
- ricoprire i tubi con caldana di spessore sufficiente.

Il massetto entro cui sono alloggiati i tubi del fluido scaldante deve essere privo di bolle d'aria tra malta e tubazione. Le pavimentazioni debbono essere del tipo a bassa resistenza termica per non limitare l'efficacia dei pannelli radianti.

Sopra o sotto lo strato di alloggiamento dei tubi deve essere posto uno strato di isolante termico per evitare la propagazione del calore verso altri ambienti con diversa destinazione o a svantaggio rispetto a quelli interessati.

Il direttore dei lavori potrà impartire altre indicazioni in merito all'installazione dei pannelli radianti qualora non espressamente indicato nel progetto esecutivo.

## 81.10. Verifiche e prove

### 81.10.1. Verifiche preliminari e prove

Gli impianti di riscaldamento devono essere collaudati con verifiche e prove preliminari da effettuarsi in contraddittorio con l'impresa appaltatrice prima dell'ultimazione delle opere murarie, al fine di potere meglio intervenire nei casi di non corretto funzionamento o di risultato negativo delle prove.

Un primo controllo è quello di constatare che i materiali forniti o impiegati per la costruzione dell'impianto corrispondano alle prescrizioni contrattuali.

Successivamente si procederà alle prove vere e proprie per la verifica dell'impianto secondo la norma **UNI 5634**, e precisamente:

1) prova idraulica di circolazione dell'acqua fredda, preferibilmente da effettuarsi per tratti durante l'esecuzione dell'impianto e in ogni caso a impianto ultimato;

2) prova preliminare di circolazione, di tenuta e di dilatazione con fluidi scaldanti e/o raffreddanti;

3) prova di dilatazione termica del contenuto dell'acqua nell'impianto. La prova viene effettuata stabilendo prima il valore della temperatura di prova tenendo del tipo di impianto, elementi scaldanti. Per gli impianti a vapore si stabilisce invece il valore della pressione;

4) prova di dilatazione termica dei materiali metallici dell'impianto. La prova ha come obiettivo quello di valutare la dilatazione soprattutto delle tubazioni per verificare la presenza di eventuali perdite nei giunti o di deformazioni permanenti con danni eventualmente di tipo estetico per le pareti degli ambienti.

Per gli impianti ad acqua calda la verifica viene effettuata portando a 90°C la temperatura dell'acqua nelle caldaie e mantenendola per il tempo necessario per l'accurata ispezione di tutto il complesso delle condutture e dei corpi scaldanti.

L'ispezione si deve iniziare quando la rete abbia raggiunto lo stato di regime col suindicato valore massimo di 90°C.

Si ritiene positivo il risultato della prova, solo quando in tutti indistintamente i corpi scaldanti l'acqua arrivi alla temperatura stabilita, quando le dilatazioni non abbiano dato luogo a fughe o deformazioni permanenti e quando il vaso di espansione contenga a sufficienza tutta la variazione di volume dell'acqua dell'impianto.

L'ispezione si deve iniziare quando la rete abbia raggiunto lo stato di regime col suindicato valore massimo della pressione nella caldaia. Si ritiene positivo il risultato della prova solo quando il vapore arrivi ai corpi scaldanti alla temperatura corrispondente alla pressione prevista e quando le dilatazioni non abbiano dato luogo a fughe o deformazioni permanenti.

#### *81.10.2. Tempi di collaudo*

Il collaudo definitivo degli impianti di riscaldamento o condizionamento invernale dovrà essere eseguito durante la prima stagione invernale successiva all'ultimazione per lavori.

In genere, per gli impianti di condizionamento il collaudo sarà effettuato durante un periodo di un anno a decorrere dalla data di ultimazione dei lavori per tutti i periodi stagionali nei quali è previsto che l'impianto debba funzionare.

È fondamentale che l'impianto sia stato messo in funzione per almeno due mesi prima del collaudo.

#### *81.10.3. Caratteristiche dei locali*

Prima delle operazioni di collaudo definitivo tutti gli ambienti debbono rispettare le condizioni normali di abitabilità pertanto debbono essere dotati di infissi esterni e interni, con le caratteristiche costruttive di progetto, e durante le prove dovranno essere perfettamente chiusi.

#### *81.10.4. Valore della temperatura esterna. Misurazioni*

Per la validità delle operazioni di collaudo è necessario che il valore della temperatura esterna media ( $t'_e$ ) non risulti troppo discordante da quella prevista negli elaborati progettuali.

Il valore della temperatura esterna media deve essere misurato, alle ore 6 del mattino del giorno o dei singoli giorni del collaudo, a nord e a 200 cm dal muro dell'edificio con termometro schermato e posizionato in modo tale da non essere influenzato da condizioni esterne.

Per temperatura esterna media  $t'_e$  si intende il valore dell'ordinata media del diagramma di registrazione giornaliera della temperatura; in pratica si impiega il valore di  $t'_e$  ottenuto come media aritmetica delle letture: massima, minima, temperature misurate alle ore 8,00 e alle ore 19,00. Il direttore dei lavori potrà prevedere la misurazione della temperatura alle ore 6,00 del mattino del giorno della prova.

#### *81.10.5. Valore della temperatura interna. Misurazioni. Sfasamento tra le misurazioni delle temperature esterna e interna*

Il valore della temperatura interna  $t_i$  deve essere misurato nella parte centrale dell'ambiente e a un'altezza di 150 cm dal pavimento, lo strumento non deve essere influenzato da fonti di calore o effetti radianti. Per gli ambienti di grandi dimensioni la misura della temperatura in °C viene effettuata in più punti e sempre ad altezza di 150 cm dal pavimento, assumendo il valore dato dalla media aritmetica delle misure eseguite:

In caso di uso di termometri registratori il valore della temperatura media sarà dato dall'ordinata media del grafico di registrazione giornaliera della temperatura.

Sui valori della temperatura interna media sono ammesse tolleranze da -1 a + 2°C rispetto alle temperature di contratto. In particolare per i locali che siano soggetti alla irradiazione solare o ad altre eventuali addizioni o sottrazioni di calore si potranno ammettere tolleranze maggiori fino a due gradi in più o in meno.

Nel caso di molti ambienti si prenderanno in considerazione soltanto i più importanti e imprescindibili.

È importante, durante le operazioni di verifica, che gli ambienti siano riscaldati uniformemente.

La temperatura dei locali deve essere misurata dopo che è trascorsa almeno un'ora dalla chiusura delle finestre e, in caso, di pannelli radianti collocati nel soffitto o su di esso o nella parte alta delle pareti, almeno un'ora e mezzo dopo la chiusura.

È da tener presente che in una qualunque ora del giorno per la parte d'impianto a funzionamento continuo si potranno tenere aperte le finestre per 15 minuti.

Fa eccezione il riscaldamento degli ambienti con aerotermi.

Per la valutazione dello sfasamento tra il periodo di rilievo delle temperature esterna e interna e la durata del rilievo della temperatura esterna può farsi riferimento all'appendice B della norma **UNI 5364**.

**Tabella 81.6 – Durata del rilievo della temperatura esterna**

Caratteristiche della parete esterna	Tipo/spessore totale della parete esterna (m)	Capacità termica media		Durata del rilievo della temperatura esterna (ore)	Intervallo tra la fine del rilievo della temperatura esterna e l'inizio del rilievo della temperatura interna (ore)
		kcal/(°Cm <sup>2</sup> )	kJ/K·m <sup>2</sup> )		
vetro	semplice	1,8	7,5	3	0
vetro	doppio	2,5	10	6	0
laterizio	0,05÷0,15	35	146	12	3
laterizio	0,16÷0,25	70	293	24	6
laterizio	0,26÷0,35	105	440	24	12
laterizio	0,36÷0,45	140	586	24	24
laterizio	0,46÷0,55	175	733	24	48
laterizio con camera d'aria	0,25÷0,35	35	146	24	4
laterizio con camera d'aria	0,36÷0,45	55	230	24	6

Per pareti aventi caratteristiche costruttive diverse si dovrà calcolare la capacità calorifica media e in base al confronto con i valori della suddetta tabella si avrà la durata del rilievo e lo sfasamento tra la fine del rilievo della temperatura esterna e l'inizio del rilievo della temperatura interna.

#### 81.10.6. Temperatura media di mandata e di ritorno dell'acqua

La temperatura di mandata dell'acqua è quella riferita alla temperatura dell'acqua di andata misurata in corrispondenza del tubo di uscita dal generatore o collettore di uscita in caso di caldaie in parallelo.

La temperatura di ritorno e la temperatura misurata in corrispondenza del tubo di ritorno o collettore di ritorno in caso di caldaie in parallelo.

Le suddette temperature, solitamente riferite a valori medi sulla base di diverse letture effettuate nel corso della giornata, devono essere misurate con appositi termometri schermati e posizionati in modo tale da non risultare influenzati da condizioni esterne.

#### 81.11. Collaudo del generatore di calore

##### 81.11.1. Controllo del grado di fumosità. Limiti delle emissioni

L'art. 13 del **D.P.R. 22 dicembre 1970, n. 1391** fissa per i fumi che gli impianti termici scaricano nell'atmosfera le caratteristiche e composizioni comprese entro i limiti appresso specificati.

Il limite massimo ammissibile delle particelle solide contenute nei fumi emessi dagli impianti termici è espresso dalla seguente relazione:

$$q = 0,25 (1 + A)$$

nella quale  $q$  rappresenta il quantitativo di particelle espresse in g/m<sup>3</sup> di emissioni e  $A$  un aumento percentuale consentito per impianti di potenzialità uguale o superiore a 1.000.000 di kcal/h (1,16MW), in funzione della potenzialità dell'impianto e delle altezze di sbocco superiori a m 30, come indicato nel diagramma riportato nella appendice n. 3.

È ammessa l'interpolazione lineare per potenzialità intermedie a quelle tabulate.

Il contenuto di 0,25 g di sostanze solide per mc di emissioni si assume pari all'indice n. 1 della scala Ringelmann e all'indice n. 8 della scala Bacharach.

L'indice dei fumi emessi dagli impianti termici non deve in nessun caso essere superiore al n. 2 della scala Ringelmann, con la sola eccezione delle circostanze appresso specificate.

È consentito che l'indice dei fumi emessi dagli impianti termici che bruciano combustibili liquidi assuma i seguenti valori per periodi complessivi non superiori a 5 minuti primi durante ogni ora di funzionamento:

- camini alti fino a 50 m n. 2 della scala Ringelmann
- camini alti oltre 50 m n. 3 della scala Ringelmann.

Le durate dei periodi complessivi sopraddetti possono essere raddoppiate per gli impianti termici che bruciano combustibili solidi.

Il limite massimo ammissibile per la concentrazione dei composti dello zolfo, espressi come anidride solforosa, contenuti nei fumi emessi dagli impianti termici nei cui focolari vengono bruciati combustibili liquidi aventi viscosità superiori a 5° Engler e contenuti in zolfo non superiori al 4 per cento in peso, non deve risultare superiore allo 0,20 per cento in volume, in nessuna fase del funzionamento. La misura della concentrazione deve essere effettuata alla base dei camini.

L'accertamento del contenuto di particelle solide e di composti dello zolfo nei fumi emessi dagli impianti termici di nuova installazione, trasformati o ampliati, deve essere effettuato in sede di collaudo secondo le modalità specificate nella appendice n. 4 del citato D.P.R. n. 1391/1970.

Qualora il rilevamento visivo dell'indice dei fumi emessi da un impianto termico già installato, effettuato dal personale del competente comando provinciale dei vigili del fuoco o dal personale degli uffici tecnici comunali, incaricati dal comando medesimo, periodicamente o su indicazioni dell'autorità sanitaria o degli organi di controllo previsti dalla legge, metta in evidenza valori superiori a quelli consentiti dal regolamento, per due volte, si deve procedere all'accertamento del contenuto di particelle solide nei fumi con metodo ponderale secondo le modalità specificate in appendice.

Nel caso in cui i risultati degli accertamenti basati sui metodi descritti nelle appendici diano valori superiori a quelli consentiti dal regolamento, il comando provinciale dei vigili del fuoco trasmette all'ufficio del medico provinciale il verbale redatto a conclusione della ispezione effettuata, per l'applicazione delle sanzioni previste dalla legge. Copia del medesimo verbale deve essere notificata al responsabile dell'impianto.

#### 81.11.2. Misura della percentuale di anidride carbonica (CO<sub>2</sub>)

L'art. 13, commi 13 e 12, del D.P.R. n. 1391/1970, limitatamente al settore degli impianti termici, indica la concentrazione della anidride carbonica (CO<sub>2</sub>) contenuta nei fumi emessi dagli impianti termici funzionanti a *combustibili liquidi*, misurata allo sbocco o alla base dei camini, il valore compreso tra il 10% e il 13% in volume, quale indice di una buona combustione.

Si indica, per la concentrazione dell'anidride carbonica (CO<sub>2</sub>) contenuta nei fumi emessi dagli impianti termici funzionanti a combustibili solidi, misurata allo sbocco o alla base dei camini, il valore superiore al 10% in volume, quale indice di una buona combustione.

Tutti i limiti ammessi nel presente regolamento per le materie inquinanti presenti nei fumi sono riferiti a volumi unitari secchi di emissione riportati alla temperatura di 15°C e alla pressione di 760 mm di mercurio.

La percentuale di anidride carbonica nei prodotti della combustione è determinata mediante appositi apparecchi detti analizzatori.

Le norme tecniche, all'art. 11, comma 1, lettera c) del D.P.R. n. 1391/1970, prescrivono l'installazione di un apparecchio misuratore della concentrazione volumetrica percentuale dell'anidride carbonica (CO<sub>2</sub>) nonché dell'ossido di carbonio e dell'idrogeno (CO + H<sub>2</sub>) contenuti nei fumi, inserito in un punto appropriato del loro percorso. In sostituzione dell'apparecchio misuratore della concentrazione dell'ossido di carbonio e dell'idrogeno può essere adottato un apparecchio misuratore dell'ossigeno in eccesso o anche un indicatore della opacità dei fumi. È richiesta un'apparecchiatura composta dei due dispositivi, come sopra specificato, solamente per ogni focolare di potenzialità superiore a 1.000.000 di kcal/h (1,16 MW); essa deve essere integrata con un dispositivo di allarme acustico riportato in un punto riconosciuto idoneo all'atto del collaudo dell'impianto termico. Le indicazioni di questi apparecchi, nel caso di focolari aventi potenzialità superiore a 2.000.000 di kcal/h (2,32 MW), devono essere registrate in maniera continua.

Le suddette norme tecniche al comma 2, prescrivono che i dati forniti dagli apparecchi indicatori a servizio degli impianti termici aventi potenzialità superiore a 5.000.000 di kcal/h (5,8 MW), anche se costituiti da un solo focolare, devono essere riportati su di un quadro raggruppante i ripetitori e i registratori delle misure, situato in un punto riconosciuto idoneo per una lettura agevole da parte del personale addetto alla conduzione, al collaudo dell'impianto termico.

#### 81.11.3. Temperatura dei fumi

La temperatura dei fumi emessi dagli impianti termici misurata allo sbocco nell'atmosfera, deve essere in ogni circostanza, esclusi solo i periodi di avviamento, superiore a 90°C. Detta temperatura può anche essere misurata alla base del camino previa determinazione della diminuzione della temperatura dei fumi nel loro percorso dalla base alla bocca del camino.

Al fine di consentire con facilità rilevamenti e prelevamenti di campioni, per gli impianti aventi potenzialità inferiore a 500.000 kcal/h (580 kW), devono essere predisposti alla base del camino due fori allineati sull'asse del camino, uno del diametro di 50 mm e uno del diametro di 80 mm, con relativa chiusura metallica, e, nel caso di impianti aventi potenzialità superiore a 500.000 kcal/h (580 kW), anche due identici fori alla sommità, distanti dalla bocca non meno di cinque volte il diametro medio della sezione del camino, con un minimo di 1,50 m, in posizione accessibile per le verifiche (art. 6, comma 24, D.P.R. 1391/1970).

I fori da 80 mm devono trovarsi in un tratto rettilineo del camino e a distanza non inferiore a 5 volte la dimensione minima della sezione retta interna da qualunque cambiamento di direzione o di sezione. Qualora esistano impossibilità tecniche di praticare i fori alla base del camino alla distanza stabilita, questi possono essere praticati alla sommità del camino con distanza minima dalla bocca di 1,5 m in posizione accessibile per le verifiche (art. 6, comma 25, D.P.R. n. 1391/1970).

Le norme tecniche, all'art. 11, comma 1, lettere *a)* e *b)* del D.P.R. n. 1391/1970, prescrivono i seguenti strumenti indicatori:

*a)* un termometro indicatore della temperatura dei fumi deve essere installato stabilmente alla base di ciascun camino. Le indicazioni del termometro, nel caso di focolari, aventi potenzialità superiore a un 1.000.000 di kcal/h (1,16 MW), devono essere registrate con apparecchio a funzionamento continuo.

*b)* due apparecchi misuratori delle pressioni relative (riferite a quella atmosferica) che regnano rispettivamente nella camera di combustione e alla base del camino, per ciascun focolare di potenzialità superiore a un 1.000.000 di kcal/h (1,16 MW).

#### 81.11.4. Rendimento della combustione

La direzione dei lavori con la messa in esercizio dell'impianto dovrà verificare il rendimento del generatore di calore e la valutazione della perdita del calore sensibile per kg di combustibile.

### Art. 82 – Impianti di climatizzazione

#### 82.1. Riferimenti legislativi e normativi

In conformità alla legge 5 marzo 1990, n. 46, gli impianti di climatizzazione devono rispondere alle regole di buona tecnica; il riferimento alle norme UNI e CEI è considerato norma di buona tecnica:

**Legge 5 marzo 1990, n. 46** – *Norme per la sicurezza degli impianti.*

**Legge 9 gennaio 1991, n. 10** – *Norme per l'attuazione del Piano energetico nazionale in materia di uso razionale dell'energia, di risparmio energetico e di sviluppo delle fonti rinnovabili di energia.*

**D.P.R. 26 agosto 1993, n. 412** – *Regolamento recante norme per la progettazione, l'installazione, l'esercizio e la manutenzione degli impianti termici degli edifici ai fini del contenimento dei consumi di energia, in attuazione dell'art. 4, comma 4, della legge 9 gennaio 1991, n. 10.*

**UNI 7357** *Calcolo del fabbisogno termico per il riscaldamento di edifici.*

**UNI 8477-1** *Energia solare. Calcolo degli apporti per applicazioni in edilizia. Valutazione dell'energia raggiante ricevuta.*

**UNI 8852** *Impianti di climatizzazione invernali per gli edifici adibiti ad attività industriale e artigianale. Regole per l'ordinazione, l'offerta e il collaudo.*

**UNI 10339** *Impianti aeraulici al fini di benessere. Generalità, classificazione e requisiti. Regole per la richiesta d'offerta, l'offerta, l'ordine e la fornitura.*

**UNI 10345** *Riscaldamento e raffrescamento degli edifici. Trasmittanza termica dei componenti edilizi finestrati. Metodo di calcolo.*

**UNI 10346** *Riscaldamento e raffrescamento degli edifici. Scambi di energia termica tra terreno ed edificio. Metodo di calcolo.*

**UNI 10347** *Riscaldamento e raffrescamento degli edifici. Energia termica scambiata tra una tubazione e l'ambiente circostante. Metodo di calcolo.*

**UNI 10348** *Riscaldamento degli edifici. Rendimenti dei sistemi di riscaldamento. Metodo di calcolo.*

**UNI 10355** *Murature e solai. Valori della resistenza termica e metodo di calcolo.*

**UNI 10376** *Isolamento termico degli impianti di riscaldamento e raffrescamento degli edifici.*

**UNI 10379** *Riscaldamento degli edifici. Fabbisogno energetico convenzionale normalizzato. Metodo di calcolo e verifica.*

**UNI 10381-1** *Impianti aeraulici. Condotte. Classificazione, progettazione, dimensionamento e posa in opera.*

**UNI 10381-2** *Impianti aerulici. Componenti di condotte. Classificazione, dimensioni e caratteristiche costruttive.***82.2. Requisiti dell'impianto di climatizzazione**

L'impianto di climatizzazione, conformemente al progetto esecutivo, deve assicurare negli ambienti specifici:

- una determinata temperatura;
- una determinata umidità relativa;
- un determinato rinnovo dell'aria.

L'aria immessa, sia essa esterna di rinnovo o ricircolata è di regola filtrata.

La climatizzazione può essere:

– soltanto invernale, nel qual caso la temperatura ambiente è soggetta alle limitazioni previste dalle vigenti disposizioni in materia di contenimento dei consumi energetici;

- soltanto estiva;
- generale, ossia estiva e invernale.

Qualunque sia il sistema di climatizzazione, deve essere assicurata la possibilità di una regolazione locale, almeno della temperatura e per i locali principali.

Qualora l'impianto serva una pluralità di unità immobiliari, ciascuna di tali unità deve essere servita separatamente ai fini della possibilità della contabilizzazione dell'energia utilizzata.

Per quanto concerne le prescrizioni in vigore e le normative da osservare si fa espresso riferimento alle prescrizioni valide per gli impianti di riscaldamento.

**82.3. Sistemi di climatizzazione**

a) La climatizzazione viene classificata secondo uno dei criteri seguenti:

1) mediante impianti «a tutt'aria», in cui l'aria, convenientemente trattata centralmente, viene immessa nei singoli locali con caratteristiche termo-igrometriche tali da assicurare le condizioni previste;

2) mediante impianti in cui l'aria viene trattata localmente nella, o nelle, batterie di apparecchi singoli; tali batterie, se riscaldanti, sono alimentate con acqua calda o con vapore, se raffreddanti, sono alimentate con acqua refrigerata, oppure si prevede l'evaporazione di un fluido frigorifero entro le batterie in questione;

3) nei cosiddetti «ventilconvettori» l'aria ambiente viene fatta circolare mediante un elettroventilatore, nei cosiddetti «induttori» l'aria ambiente viene richiamata attraverso le batterie per l'effetto induttivo creato dall'uscita da appositi ugelli (eiettori) di aria, cosiddetta «primaria», immessa nell'apparecchio ad alta velocità.

Il rinnovo dell'aria negli impianti con ventilconvettori, avviene:

- o per ventilazione naturale dell'ambiente e quindi in misura incontrollabile;
- o per richiamo diretto dall'esterno, da parte di ciascun apparecchio, attraverso un'apposita apertura praticata nella parete;

– o con l'immissione mediante una rete di canalizzazioni, di aria cosiddetta «primaria» trattata centralmente.

Negli impianti con induttori il rinnovo avviene mediante l'aria ad alta velocità trattata centralmente che dà luogo all'effetto induttivo e che, in parte o totalmente è aria esterna.

Negli impianti con aria primaria questa, di regola, soddisfa essenzialmente le esigenze igrometriche, mentre gli apparecchi locali operano di regola sul solo calore sensibile.

b) L'impianto di climatizzazione può essere dal punto di vista gestionale:

- autonomo, quando serve un'unica unità immobiliare;
- centrale, quando serve una pluralità di unità immobiliari di un edificio, o di un gruppo di edifici.

Gli «impianti» e i «condizionatori autonomi» destinati alla climatizzazione di singoli locali devono rispondere alle norme CEI e UNI loro applicabili.

**82.4. Componenti degli impianti climatizzazione**

Tutti i componenti destinati al riscaldamento dei locali debbono avere attestato di conformità.

I componenti degli impianti di condizionamento dovranno comunque essere conformi alle norme UNI, mentre gli apparecchi di sicurezza e di protezione dovranno essere provvisti di certificato di conformità come indicato per gli impianti di riscaldamento. Inoltre i componenti degli impianti in questione:

- debbono essere accessibili e agibili per la manutenzione e suscettibili di essere agevolmente introdotti e rimossi nei locali di loro pertinenza, ai fini della loro revisione, o della eventuale sostituzione;
- debbono essere in grado di non provocare danni alle persone, o alle cose, se usati correttamente e assoggettati alla manutenzione prescritta.

La rumorosità dei componenti, in corso di esercizio, deve essere contenuta, eventualmente con l'ausilio di idonei apprestamenti, entro limiti tali da non molestare né gli utilizzatori, né i terzi.

Di tutti i dispositivi di sicurezza, di protezione e di controllo, debbono essere rese chiaramente individuabili le cause di intervento onde renderne possibile l'eliminazione.

### **82.5. Gruppi frigoriferi**

Possono essere del tipo:

- che forniscono all'evaporatore acqua refrigerata da far circolare nelle batterie di raffreddamento dell'aria;
- che prevedono l'espansione nelle batterie di raffreddamento del fluido frigorifero (batterie a espansione diretta).

I gruppi frigoriferi possono essere:

– azionati meccanicamente (di regola mediante motori elettrici) e si tratta di compressori alternativi, di compressori a vite, di compressori centrifughi, oppure possono utilizzare energia termica, sotto forma di vapore o acqua surriscaldata, e si tratta dei cosiddetti gruppi frigoriferi;

– ad assorbimento (di regola al bromuro di litio) nei quali la potenza meccanica assorbita è trascurabile rispetto alla potenza frigorifera prodotta.

In ogni caso la potenza frigorifica resa deve corrispondere alla potenza massima richiesta dall'impianto e la potenza meccanica o termica assorbita deve essere compatibile con quella sicuramente disponibile.

Salvo il caso di piccole potenze (5 kW) la potenza frigorifica deve essere parzializzabile così da far fronte alla variabilità del carico.

Oltre alle valvole di sicurezza, applicate al condensatore e all'evaporatore, prescritte per tutti gli apparecchi a pressione di capacità superiore a 25 litri (e pertanto provviste di certificato di conformità) ogni refrigeratore deve essere provvisto di idonei apparecchi per il controllo del funzionamento (manometri sull'alta e sulla bassa pressione, manometro per la misura della pressione dell'olio, termometri sulla mandata e sul ritorno dell'acqua refrigerata, nonché sull'ingresso e sull'uscita del fluido di raffreddamento) e altresì di apparecchiature di protezione atte ad arrestare il gruppo in caso di:

- pressione temperatura troppo alta (pressostato di massima);
- pressione temperatura troppo bassa (pressostato di minima);
- pressione troppo bassa dell'olio lubrificante (pressostato sul circuito dell'olio);
- temperatura troppo bassa dell'aria refrigerata (termostato antigelo);
- arresto nella circolazione del fluido raffreddante.

Nei gruppi «ad assorbimento» a bromuro di litio l'apparecchiatura deve essere idonea a intervenire in tutti i casi in cui può verificarsi la cristallizzazione della soluzione.

### **82.6. Raffreddamento del gruppo frigorifero**

Qualunque sia il tipo del gruppo frigorifero è indispensabile l'impiego di un fluido per il raffreddamento del «condensatore» nei gruppi azionati meccanicamente, del «condensatore» e «dell'assorbitore» nei gruppi di assorbimento.

Si deve impiegare a tale scopo acqua fredda, proveniente dall'acquedotto, o altre fonti, oppure acqua raffreddata per evaporazione nelle cosiddette «torri di raffreddamento».

Nel caso di gruppi frigoriferi azionati meccanicamente il raffreddamento per evaporazione può avvenire all'interno dello stesso condensatore (condensatore evaporativo).

Occorre in ogni caso assicurarsi della portata disponibile e, se si tratta di acqua prelevata dall'acquedotto o da altre sorgenti, occorre poter contare su temperature determinate.

L'acqua proveniente da fonti esterne quali sorgenti, fiumi, laghi, mare, deve essere assoggettata ad accurata filtrazione e a eventuali trattamenti onde evitare fenomeni di corrosione, incrostazioni e intasamenti.

È necessario in ogni caso:

- prevedere un adeguato spurgo dell'acqua in circolazione onde evitare eccessiva concentrazione di sali disciolti;
- prevedere la protezione invernale dal gelo delle torri (vuotamento del bacino o riscaldamento dell'acqua in esso contenuta).

Il raffreddamento del condensatore può essere attuato mediante circolazione di aria esterna (condensatore ad aria), nel qual caso occorre assicurarsi che l'aria esterna possa affluire nella misura necessaria e che l'aria espulsa possa defluire senza mescolarsi con la prima e senza arrecare danni in conseguenza del notevole contenuto di vapore acqueo.

Deve avvenire l'arresto automatico del gruppo frigorifero ogni qualvolta venisse meno la circolazione del fluido raffreddante.

## **82.7. Circolazione dei fluidi**

### **82.7.1. Pompe di circolazione**

L'acqua di raffreddamento, nei gruppi frigoriferi raffreddati ad acqua, deve circolare in quanto condotta sotto pressione oppure per opera di pompe; sempre per opera di pompe nel caso di condensatori evaporativi e torri di raffreddamento.

L'acqua refrigerata deve circolare unicamente per opera di pompe. Tenendo conto della temperatura dell'acqua, della caduta di temperatura (circa 5°C) e dell'attraversamento, rispettivamente, del condensatore e dell'evaporatore, la potenza assorbita dovrebbe essere contenuta in 1/150 della potenza frigorifera resa per le pompe di raffreddamento e in 1/100 per le pompe dell'acqua refrigerata.

Per quanto concerne caratteristiche e accessori delle pompe si rimanda alle prescrizioni per gli impianti di riscaldamento.

Per quanto concerne le pompe impiegate per il refrigerante e per la soluzione, nei gruppi ad assorbimento, si devono usare pompe ermetiche speciali che fanno parte integrante del gruppo.

### **82.7.2. Ventilatori**

Negli impianti a induzione il ventilatore centrale deve fornire aria a pressione sufficientemente elevata per vincere la resistenza nei condotti, percorsi ad alta velocità, e per determinare l'effetto induttivo uscendo dagli appositi eiettori.

La potenza assorbita varia ovviamente secondo la portata e prevalenza necessarie; in impianti a tutt'aria la potenza assorbita dovrebbe essere contenuta in un valore dell'ordine di 1/50 della potenza frigorifera.

## **82.8. Distribuzioni dei fluidi termovettori**

### **82.8.1. Tubazioni**

Per quanto concerne il riscaldamento si rimanda alle prescrizioni per gli impianti di riscaldamento, per quanto concerne la climatizzazione estiva la rete di tubazioni comprende:

- a) le tubazioni della centrale frigorifica;
- b) la rete dell'acqua di raffreddamento nel caso in cui il gruppo frigorifero sia raffreddato ad acqua;
- c) le tubazioni di allacciamento alle batterie dei gruppi condizionatori; e, nel caso di apparecchi locali:
- d) la rete di distribuzione dell'acqua refrigerata che comprende:
  - la rete orizzontale principale;
  - le colonne montanti;
  - eventuali reti orizzontali;
  - gli allacciamenti ai singoli apparecchi locali;
- e) la rete di scarico di eventuali condensazioni;
- f) la rete di sfogo dell'aria.

Di regola la temperatura dell'acqua refrigerata che alimenta le batterie raffreddanti dei gruppi condizionatori è più bassa di quella dell'acqua che alimenta gli apparecchi locali, qualora alla deumidificazione dei locali serviti da tali apparecchi si provveda con aria primaria; in tal caso vi sono reti separate, a temperatura diversa.

Le reti di distribuzione possono essere:

- a 4 tubi (di cui due per il riscaldamento e due per il raffreddamento);
- oppure a due tubi, alimentati, alternativamente, con acqua calda e con acqua refrigerata, secondo le stagioni.

Ferme restando le prescrizioni per gli impianti di riscaldamento, le tubazioni di acqua fredda per il raffreddamento del gruppo frigorifero e le tubazioni di acqua refrigerata debbono essere coibentate affinché l'acqua giunga agli apparecchi alla temperatura prevista e non si verifichino fenomeni di condensazione; va inoltre applicata una valida barriera al vapore, senza soluzione di continuità, onde evitare che la condensazione si verifichi sulla superficie dei tubi con conseguenti danneggiamenti ai tubi stessi e alla coibentazione.

Tubazioni particolari sono quelle impiegate per il collegamento alle batterie a espansione diretta in cui circola il fluido frigorifero liquido, fornite di regola dai produttori degli apparecchi già precaricate, debbono essere: a perfetta tenuta, coibentate e sufficientemente elastiche affinché le vibrazioni del gruppo non ne causino la rottura.

### **82.8.2. Canalizzazioni**

Salvo il caso in cui si impieghino apparecchi locali a ventilazione (ventilconvettori) senza apporto di aria primaria le reti di canali devono permettere:

- 1) negli impianti a tutt'aria:  
la distribuzione dell'aria trattata;  
la ripresa dell'aria da ricircolare e/o espellere.

Le canalizzazioni di distribuzione possono essere costituite:

- a) da un unico canale;
  - b) da due canali con terminali per la miscelazione;
  - c) da due canali separati;
- 2) negli impianti con apparecchi locali a ventilazione  
la distribuzione di aria primaria;
  - 3) negli impianti con apparecchi locali a induzione:  
alta velocità per l'immissione dell'aria primaria destinata altresì a determinare l'effetto induttivo.

Per ciò che concerne le caratteristiche delle canalizzazioni e delle bocche di immissione e di ripresa si rimanda alle prescrizioni per gli impianti di riscaldamento.

I canali di distribuzione dell'aria debbono essere coibentati nei tratti percorsi in ambienti non climatizzati per evitare apporti o dispersioni di calore, i canali che condottano aria fredda debbono essere coibentati anche nei locali climatizzati e completati con barriera al vapore allo scopo di impedire fenomeni di condensazione che oltre tutto danneggiano i canali stessi e la coibentazione.

Di massima l'aria non deve essere immessa a temperatura minore di 13°C o maggiore di 16°C rispetto alla temperatura ambiente.

## **82.9. Apparecchi per la climatizzazione**

### **82.9.1. Gruppi di trattamento dell'aria (condizionatori)**

Sono gli apparecchi, allacciati alle reti di acqua calda e di acqua refrigerata, nei quali avviene il trattamento dell'aria: sia quella destinata alla climatizzazione dei locali, negli impianti a tutt'aria, sia quella cosiddetta primaria impiegata negli impianti con apparecchi locali.

Se destinato a servire più zone (gruppo multizone) il gruppo potrà attuare due diversi trattamenti dell'aria e alimentare i vari circuiti di canali previa miscelazione all'ingresso mediante coppie di serrande.

Se destinato a servire un impianto «a doppio canale» la miscela dell'aria prelevata dai due canali avverrà mediante cassette miscelatrici terminali.

Dei filtri occorre stabilire il grado di filtrazione richiesto che può essere assai spinto nei cosiddetti filtri assoluti.

I filtri devono poter essere rimossi e applicati con facilità e se ne deve prescrivere tassativamente la periodica pulizia, o sostituzione.

Le batterie debbono avere la potenza necessaria tenendo conto di un adeguato fattore di «sporcamento» e devono essere dotate di organi di intercettazione e di regolazione.

Il complesso di umidificazione può essere del tipo a ugelli nebulizzatori alimentati direttamente da una condotta in pressione, oppure (umidificazione adiabatica) con acqua prelevata da una bacinella all'interno del gruppo e spinta con una pompa a hoc.

In tal caso deve essere reso agevole l'accesso agli ugelli e alla bacinella per le indispensabili operazioni periodiche di pulizia.

Nel caso di impiego di vapore vivo, questo deve essere ottenuto da acqua esente da qualsiasi genere di additivi.

In corrispondenza a eventuali serrande, automatiche, o manuali, deve essere chiaramente indicata la posizione di chiuso e aperto.

A monte e a valle di ogni trattamento (riscaldamento, umidificazione, raffreddamento, deumidificazione) si debbono installare termometri o prese termometriche ai fini di controllare lo svolgimento del ciclo previsto.

### **82.9.2. Unità terminali a convenzione forzata – Ventilconvettori**

Possono essere costituiti da una batteria unica alimentata alternativamente da acqua calda e acqua refrigerata secondo le stagioni, oppure da due batterie: l'una alimentata con acqua calda e l'altra con acqua refrigerata.

Il ventilatore deve poter essere fatto funzionare a più velocità così che nel funzionamento normale la rumorosità sia assolutamente trascurabile.

La regolazione può essere del tipo «tutto o niente» (col semplice arresto o messa in moto del ventilatore), oppure può operare sulla temperatura dell'acqua.

In ogni caso l'apparecchio deve poter essere separato dall'impianto mediante organi di intercettazione a tenuta.

In caso di uso per raffrescamento il ventilconvettore dovrà essere dotato di opportuno tubo di plastica (con diametro interno di 30÷40 mm) per lo smaltimento della condensa per gravità.

Norme di riferimento:

<b>UNI 7940-1</b>	<i>Ventilconvettori. Condizioni di prova e caratteristiche.</i>
<b>UNI 7940-2</b>	<i>Ventilconvettori. Metodi di prova.</i>
<b>UNI ENV 1397</b>	<i>Scambiatori di calore. Ventilconvettori acqua-aria. Procedimenti di prova per la determinazione delle prestazioni.</i>

### 82.9.3. Induttori

Negli induttori l'aria viene spinta attraverso ugelli eiettori e occorre pertanto che la pressione necessaria sia limitata (5-10 mm cosiddetta aria) onde evitare una rumorosità eccessiva.

Delle batterie secondarie alimentate ad acqua calda e refrigerata occorre prevedere la separazione dall'impianto mediante organi di intercettazione a tenuta.

### 82.9.4. Espansione dell'acqua dell'impianto

Anche nel caso di acqua refrigerata occorre prevedere un vaso di espansione per prevenire i danni della sia pure limitata dilatazione del contenuto passando dalla temperatura minima a una temperatura maggiore, che può essere quella dell'ambiente.

Al riguardo del vaso di espansione si rimanda al punto 81.7.

### 82.9.5. Regolazioni automatiche. Tolleranze massime

Le regolazioni automatiche impiegate debbono essere in grado di assicurare i valori convenuti entro le tolleranze massime espressamente previste.

Si considerano accettabili tolleranze:

- di 1°C, soltanto in più, nel riscaldamento;
  - di 2°C, soltanto in meno, nel raffreddamento;
  - del 20% in più o in meno per quanto concerne l'umidità relativa.
- a meno che non sia stato previsto diversamente nel progetto esecutivo.

Ove occorra le regolazione deve poter essere attuata manualmente con organi adeguati, accessibili e agibili.

### 82.9.6. Alimentazione e scarico dell'impianto

A servizio delle batterie di raffreddamento ovunque installate (nei gruppi centrali o negli apparecchi locali) va prevista una rete di scarico del condensato.

Negli apparecchi locali con aria primaria la temperatura dell'acqua destinata a far fronte a carichi di solo calore sensibile è abbastanza elevata (circa 12°C) e l'aria primaria mantiene un tasso di umidità relativa abbastanza basso, tuttavia la rete di scarico si rende parimenti necessaria in quanto, soprattutto all'avviamento, si presentano nei locali condizioni atte a dar luogo a fenomeni di condensazione sulle batterie.

### 82.9.7. Verifiche del direttore dei lavori

Il direttore dei lavori per la realizzazione dell'impianto di climatizzazione opererà come segue:

a) con riferimento ai tempi e alle procedure, verificherà via via che i materiali impiegati e le tecniche di esecuzione siano effettivamente quelle prescritte e inoltre per le parti destinate a non restare in vista, o che possono influire irreversibilmente sul funzionamento finale, verificherà che l'esecuzione sia coerente con quella concordata (questa verifica potrà essere effettuata anche in forma casuale e statistica nel caso di grandi opere);

b) al termine dei lavori eseguirà una verifica finale dell'opera e si farà rilasciare dall'esecutore una dichiarazione di conformità dell'opera alle prescrizioni del progetto, del presente capitolato e di altre eventuali prescrizioni concordate.

Il direttore dei lavori raccoglierà inoltre in un fascicolo i documenti progettuali più significativi, la dichiarazione di conformità predetta (ed eventuali schede di prodotti) nonché le istruzioni per la manutenzione con modalità e frequenza delle operazioni.

## Art. 83 – Impianti elettrici

### **83.1. Materiali e prescrizione di qualità dei materiali elettrici**

I materiali e gli apparecchi relativi agli impianti elettrici devono essere rispondenti alle prescrizioni progettuali ed essere adatti all'ambiente in cui debbono essere installati; devono avere le caratteristiche tali da resistere alle azioni meccaniche, corrosive, termiche e all'umidità, alle quali potranno essere esposti durante l'esercizio.

Il direttore dei lavori dovrà raccogliere la documentazione più significativa per la successiva gestione e manutenzione degli impianti.

I materiali da impiegare devono essere conformi alle leggi e regolamenti vigenti, in particolare:

**D.P.R. 27 aprile 1955, n. 547** – *Norme per la prevenzione degli infortuni sul lavoro.*

**Legge 1° marzo 1968, n. 186** – *Disposizioni concernenti la produzione di materiali, apparecchiature, macchinari, installazioni e impianti elettrici ed elettronici.*

**Legge 18 ottobre 1977, n. 791** – *Attuazione della direttiva del consiglio delle Comunità europee (n. 72/23/CEE) relativa alle garanzie di sicurezza che deve possedere il materiale elettrico destinato a essere utilizzato entro alcuni limiti di tensione.*

**D.M. 10 aprile 1984** – *Disposizioni per la prevenzione e l'eliminazione dei radiodisturbi provocati dagli apparecchi di illuminazione per lampade fluorescenti muniti di starter.*

**Legge 17 aprile 1989, n. 150** – *Attuazione della direttiva 82/130/CEE e norme transitorie concernenti la costruzione e la vendita di materiale elettrico destinato a essere utilizzato in atmosfera esplosiva.*

**Legge 5 marzo 1990, n. 46** – *Norme per la sicurezza degli impianti.*

**D.P.R. 6 dicembre 1991, n. 447** – *Regolamento di attuazione della legge 5 marzo 1990, n. 46, in materia di sicurezza degli impianti.*

**D.P.R. 21 aprile 1993, n. 246** – *Regolamento di attuazione della direttiva 89/106/CEE relativa ai prodotti da costruzione.*

**D.Lgs. 25 novembre 1996, n. 626** – *Attuazione della direttiva 93/68/CEE, in materia di marcatura CE del materiale elettrico destinato a essere utilizzato entro taluni limiti di tensione.*

**D.P.R. 30 aprile 1999, n. 162** – *Regolamento recante norme per l'attuazione della direttiva 95/16/CE sugli ascensori e di semplificazione dei procedimenti per la concessione del nulla osta per ascensori e montacarichi, nonché della relativa licenza di esercizio.*

Dovranno essere rispondenti alle norme CEI, UNI e alle tabelle di unificazione UNEL vigenti in materia ove queste, per detti materiali e apparecchi risultassero pubblicate e corrispondere alle specifiche prescrizioni progettuali.

La rispondenza dei materiali e degli apparecchi dovrà essere attestata, ove previsto, dalla presenza del contrassegno dell'Istituto Italiano del Marchio di Qualità (IMQ) o di contrassegno equipollente (ENEC – 03).

#### **83.1.1. Oneri specifici per l'appaltatore**

L'appaltatore ha l'obbligo di fornire depliant e ove possibile campioni di almeno tre marche di ogni componente dell'impianto per consentire la scelta al direttore dei lavori.

Per i corpi illuminanti l'appaltatore dovrà fornire appositi campioni, da conservare in appositi locali. I materiali non accettati dovranno essere sostituiti e allontanati dal cantiere.

L'appaltatore dovrà curare gli impianti elettrici fino al collaudo, prevenendo eventuali danneggiamenti durante l'esecuzione dei lavori.

Eventuale difformità degli impianti rispetto alle prescrizioni progettuali dovranno essere segnalati al direttore dei lavori.

#### **83.1.2. Modalità di esecuzione degli impianti**

Gli impianti elettrici dovranno essere realizzati secondo le prescrizioni contrattuali.

In generale l'appaltatore dovrà seguire le indicazioni del direttore dei lavori in caso di problemi di interpretazioni degli elaborati progettuali.

Al termine dell'esecuzione degli impianti l'appaltatore dovrà rilasciare l'apposito certificato di conformità previsto dalla legge n. 46/1990.

### **83.2. Conduttori degli impianti elettrici**

I conduttori degli impianti elettrici dovranno avere le anime formate con fili o corde di rame elettrolitico ricotto, titolo 99,9%, carico di rottura non inferiore a 22 kg/mm<sup>2</sup>; per le derivazioni interne cavi NO7V – K con isolamento in PVC di qualità R2 e rispondenti, per requisiti e caratteristiche alla norme CEI 20 – 20 (cavi non propaganti l'incendio con ridotta emissione di gas corrosivi). Tensione 400/750 V.

Per le dorsali interne e le linee esterne cavi FG7R isolamento in gomma HEPR con guaina di PVC di qualità Rz rispondenti alle norme CEI 20 – 13 tensione 0,6/1 kV. Saranno installati all'interno delle tubazioni evitando ogni possibile stiramento e sfregamento e curando il codice dei colori (PE = giallo, verde; neutro = azzurro).

### **83.3. Tubazioni, cavidotti, scatole e pozzetti**

Tutte le tubazioni saranno di tipo flessibile in PVC nella serie pesante antischiacciamento (superiore a 750 Newton su 5 cm a 20°C) di tipo e caratteristiche contemplate nelle vigenti norme UNEL e CEI. Le tubazioni sottotraccia dovranno essere collocate in maniera tale che il tubo venga a trovarsi totalmente incassato ad almeno 2 cm dalla parete finita. I tubi prima della ricopertura con malta cementizia dovranno risultare saldamente fissati sul fondo della scanalatura e collocati in maniera che non siano totalmente accostati ma bensì si venga a realizzare un interstizio da riempire con i materiali di cui sopra.

Tutti i cavidotti saranno del tipo rigido in materiale termoplastico a base di cloruro di polivinile a estrema leggerezza che ne facilita il trasporto e la posa in opera nella serie pesante antischiacciamento (superiore a 1250 Newton su 5 cm a 20 °C), LMQ, di tipo e caratteristiche contemplate nella norma CEI 23 – 29 fascicolo 1260.

Le giunzioni dei cavidotti dovranno essere a elevato grado di protezione attraverso la bicchieratura già predisposta nei manicotti da un lato. I cavidotti dovranno essere posati su di un letto di sabbia entro uno scavo di adeguate dimensioni.

Tutte le scatole di derivazione delle tubazioni dovranno essere in PVC pesante con grado di protezione IP 40 con nervature e fori pre-tranciati per l'inserzione delle tubazioni, completi di coperchi fissati con quattro viti ricoprenti abbondantemente il giunto-muratura. Salvo che per l'alloggiamento del gancio portapparecchio illuminante, non sono ammesse scatole tonde. La dimensione minima delle scatole o cassette è di cm 9 dilato.

Tutti i pozzetti si prevedono in PVC muniti di chiusino in PVC pesante nervato.

Tutte le scatole portafrutti saranno in resina e dovranno presentare caratteristiche meccaniche tali da resistere alle sollecitazioni dell'uso normale. Devono inoltre essere adatte al fissaggio inamovibile di frutti modulari mediante dei supporti in resina collegati alle scatole a mezzo di viti avvitate in appositi collarini in lamiera. Saranno del tipo componibile a scelta del direttore dei lavori con placche e telaio in resina.

### **83.4. Isolamento e sezioni minime dei conduttori**

Per tutti gli impianti alimentati direttamente con la piena tensione normale della rete a B.T. e per quelli alimentati a tensione ridotta, di segnalazioni automatiche di incendi, per gli impianti elettroacustici, di citofoni, d'impianti interfonici e di portiere elettrico, la sezione minima ammessa per i conduttori sarà di 1 mm<sup>2</sup> e l'isolamento minimo ammesso sarà del grado 3.

Faranno eccezione i conduttori dei circuiti di forza motrice, delle prese a spina per utilizzazioni elettrodomestiche e varie, per i quali la sezione minima ammessa – sarà di 2,5 mm<sup>2</sup>, sempre con isolamento minimo ammesso del grado 3.

Per gli impianti di segnalazioni comuni per usi civili nell'interno dei fabbricati, alimentati a tensione ridotta (impianti di categoria ZERO), saranno ammessi conduttori con sezione minima di 0,5 mm<sup>2</sup>, con isolamento minimo del grado 2.

Alle sezioni minime sopra indicate faranno eccezione i conduttori di messa a terra e il conduttore neutro dichiaratamente a terra, se utilizzato per la messa a terra ai fini della protezione da tensioni di contatto, le cui sezioni dovranno essere adeguati alla intensità della corrente verso terra e comunque non inferiore a 16 mm<sup>2</sup>, se di rame, e a 50 mm<sup>2</sup>, se di ferro o acciaio zincato.

Possono essere tollerate per i tratti visibili dei conduttori di terra in rame, sezioni inferiori a 16 mm<sup>2</sup>, purché non inferiori alla sezione dei conduttori del circuito elettrico, sino a un minimo in ogni caso di 5 mm<sup>2</sup>.

### **83.5. Parti dell'impianto di terra**

L'impianto di messa a terra deve soddisfare le prescrizioni della vigente norma CEI 64 – 8. Tale impianto, che deve essere realizzato in modo da poter effettuare le verifiche e le misure periodiche necessarie a valutare il suo grado d'efficienza, comprenderà:

- il dispersore (o i dispersori ) di terra, costituito da uno o più elementi metallici infissi nel terreno, allocati in appositi pozzetti, che hanno il compito di realizzare il collegamento elettrico con la terra;
- il conduttore di terra, non in intimo contatto con il terreno destinato a collegare i dispersori fra di loro e al collettore (o nodo) principale di terra. I conduttori parzialmente interrati e non isolati dal terreno devono essere considerati, a tutti gli effetti, dispersori per la parte non interrata (o comunque isolata dal terreno);
- il conduttore di protezione, che parte dal collettore di terra, arriva in ogni impianto e deve essere collegato a tutte le prese a spina (destinate ad alimentare utilizzatori per i quali è prevista la protezione contro i contatti indiretti

mediante messa a terra), o direttamente alle masse di tutti gli apparecchi da proteggere, compresi gli apparecchi di illuminazione, con parti metalliche comunque accessibili.

– il conduttore equipotenziale, avente lo scopo di assicurare l'equipotenzialità fra le masse e/o le masse estranee (parti conduttrici, non facenti parte dell'impianto elettrico, suscettibili di introdurre il potenziale di terra).

– il collettore (o nodo) principale di terra nel quale confluiscono i conduttori di terra, di protezione e di equipotenzialità (ed eventualmente di neutro, in caso di sistemi TN, in cui il conduttore di neutro ha anche la funzione di conduttore di protezione);

Nei sistemi TT (cioè nei sistemi in cui le masse sono collegate a un impianto di terra elettricamente indipendente da quello del collegamento a terra del sistema elettrico), il conduttore di neutro non può essere utilizzato come conduttore di protezione;

È vietato l'impiego di conduttori di protezione non protetti meccanicamente con sezione inferiore a 4 mm<sup>2</sup>.

### 83.5.1. Raccomandazioni

È indispensabile che l'esecuzione del sistema dispersore proprio debba aver luogo durante la prima fase delle opere edili nella quale è ancora possibile interrare i dispersori stessi senza particolari opere di scavo o di infissione e inoltre possono essere eseguiti, se del caso, i collegamenti dello stesso ai ferri dei plinti di fondazione, utilizzando così dispersori naturali.

I collegamenti di equipotenzialità principali devono essere eseguiti in base alle prescrizioni della norma CEI 64 – 8.

Occorre preoccuparsi del coordinamento per la realizzazione dei collegamenti equipotenziali, richiesti per tubazioni metalliche o per altre masse estranee all'impianto elettrico che fanno parte della costruzione; è opportuno che vengano assegnate le competenze di esecuzione.

Si raccomanda una particolare cura nella valutazione dei problemi d'interferenza tra i vari impianti tecnologici interrati ai fini della limitazione delle correnti vaganti, potenziali cause di fenomeni corrosivi. Si raccomanda infine la misurazione della resistività del terreno.

### 83.5.2. Prescrizioni particolari per locali da bagno. Divisione in zone e apparecchi ammessi

Si premette che la norma CEI 64 – 8, alla Parte 7: Ambienti particolari, art. 701 (Locali contenenti bagni e docce), classifica l'ambiente bagno in quattro zone di pericolosità in ordine decrescente:

**Zona 0** – È il volume della vasca o del piatto doccia: entro tale volume non sono ammessi apparecchi elettrici, come scalda – acqua a immersione, illuminazioni sommerse o simili;

**Zona 1** – È il volume al di sopra della vasca da bagno o del piatto doccia fino all'altezza di 2,25 m dal pavimento: in tale volume sono ammessi lo scaldabagno (del tipo fisso, con la massa collegata al conduttore di protezione) o altri apparecchi utilizzatori fissi, purché alimentati a tensione non superiore a 25 V, cioè con la tensione ulteriormente ridotta rispetto al limite normale della bassissima tensione di sicurezza, che corrisponde a 50 V;

**Zona 2** – È il volume che circonda la vasca da bagno o il piatto doccia, largo 60 cm e fino all'altezza di 2,25 m dal pavimento: sono ammessi, oltre allo scaldabagno e agli altri apparecchi alimentati a non più di 25 V, anche gli apparecchi illuminati dotati di doppio isolamento (Classe II);

**Zona 3** – È il volume al di fuori della zona 2, della larghezza di 2,40 m (e quindi 3 m oltre la vasca o la doccia): sono ammessi componenti dell'impianto elettrico protetti contro la caduta verticale di gocce di acqua (grado di protezione IP1), come nel caso dell'ordinario materiale elettrico da incasso, quando installati verticalmente, oppure IP5 quando è previsto l'uso di getti d'acqua per la pulizia del locale; inoltre l'alimentazione delle prese a spina deve soddisfare una delle seguenti condizioni:

– bassissima tensione di sicurezza con limite 50 V (BTS). Le parti attive del circuito BTS devono comunque essere protette contro i contatti diretti;

– trasformatore di isolamento per ogni singola presa a spina;

– interruttore differenziale a alta sensibilità, con corrente differenziale non superiore a 30 mA.

Gli apparecchi installati nelle zone 1 e 2 devono essere protetti contro gli spruzzi d'acqua (grado di protezione IP4).

Sia nella zona 1 che nella zona 2 non devono esserci materiali di installazione come interruttori, prese a spina, scatole di derivazione; possono essere installati soltanto pulsanti a tirante con cordone isolante e frutto incassato ad altezza superiore a 2,25 m dal pavimento.

Le condutture devono essere limitate a quelle necessarie per l'alimentazione degli apparecchi installati in queste zone e devono essere incassate con tubo protettivo non metallico; gli eventuali tratti in vista necessari per il collegamento con gli apparecchi utilizzatori (ad esempio, con lo scaldabagno) devono essere protetti con tubo di plastica o realizzati con cavo munito di guaina isolante;

Le regole enunciate per le varie zone in cui sono suddivisi i locali da bagno servono a limitare i pericoli provenienti dall'impianto elettrico del bagno stesso e sono da considerarsi integrative rispetto alle regole e prescrizioni comuni a tutto l'impianto elettrico (isolamento delle parti attive, collegamento delle masse al conduttore di protezione, ecc.).

#### 83.5.2.1. Collegamenti equipotenziali nei locali da bagno

Nelle zone 1 – 2 – 3 così come definite al punto precedente, onde evitare tensioni pericolose provenienti dall'esterno del locale da bagno, deve mettersi in opera un conduttore equipotenziale che colleghi fra di loro tutte le masse estranee, con il conduttore di protezione all'ingresso dei locali da bagno.

Le giunzioni devono essere realizzate conformemente a quanto prescritto dalla norma CEI 64 – 8; in particolare, devono essere protette contro eventuali allentamenti o corrosioni ed essere impiegate fascette che stringono il metallo vivo. Il collegamento equipotenziale deve raggiungere il più vicino conduttore di protezione.

È vietata l'inserzione di interruttori o di fusibili sui conduttori di protezione.

Per i conduttori si devono rispettare le seguenti sezioni minime:

- 2,5 mm<sup>2</sup> (rame) per i collegamenti protetti meccanicamente, cioè posati entro tubi o sotto intonaco;
- 4 mm<sup>2</sup> (rame) per i collegamenti non protetti meccanicamente e fissati direttamente a parete.

Il collegamento equipotenziale non va eseguito su tubazioni di scarico in PVC o in grès.

#### 83.5.2.2. Altre prescrizioni per i locali da bagno

Per i locali da bagno devono tenersi distinti i due circuiti di illuminazione e prese.

La protezione delle prese del bagno con interruttore differenziale ad alta sensibilità può essere affidata all'interruttore differenziale generale, purché questo sia del tipo ad alta sensibilità, o a un interruttore differenziale locale, che può servire anche per diversi bagni attigui.

Per le condutture elettriche possono essere usati cavi isolati in PVC tipo H07V (ex UR/3) in tubo di plastica incassato a parete o nel pavimento.

Per il collegamento dello scaldabagno, il tubo, di tipo flessibile, deve essere prolungato per coprire il tratto esterno, oppure deve essere usato un cavetto tripolare con guaina (fase + neutro + conduttore di protezione) per tutto il tratto che va dall'interruttore allo scaldabagno, uscendo, senza morsetti, da una scatolaletta passa-cordone.

#### 83.5.3. Protezioni contro i contatti diretti in ambienti pericolosi

Negli ambienti in cui il pericolo di elettrocuzione è maggiore sia per condizioni ambientali (umidità) cantine, garage, portici, giardini, ecc. o per particolari utilizzatori elettrici usati, le prese a spina devono essere alimentate come prescritto per la zona 3 dei bagni.

#### 83.5.4. Coordinamento dell'impianto di terra con dispositivi di interruzione

Realizzato l'impianto di messa a terra, la protezione contro i contatti indiretti può essere realizzata con uno dei seguenti sistemi:

1) coordinamento fra impianto di messa a terra e protezione di massima corrente. Se l'impianto comprende più derivazioni protette da dispositivi con correnti di intervento diverse, deve essere considerata la corrente di intervento più elevata;

2) coordinamento di impianto di messa a terra e interruttori differenziali. Questo tipo di protezione richiede l'installazione di un impianto di terra coordinato con un interruttore con relè differenziale che assicuri l'apertura dei circuiti da proteggere non appena eventuali correnti di guasto creino situazioni di pericolo.

#### 83.5.5. Impianto di protezione contro le scariche atmosferiche

Nel caso tale impianto fosse previsto, esso deve essere realizzato in conformità alle disposizioni della legge n. 46/1990. È opportuno predisporre tempestivamente l'organo di captazione sulla copertura e adeguate sedi per le calate, attenendosi alle distanze prescritte dalle norme **CEI 81-1**.

Si fa presente che le suddette norme prevedono anche la possibilità di utilizzare i ferri delle strutture edili alle condizioni indicate al punto 1.2.17 della norma stessa.

#### 83.5.6. Protezione delle condutture elettriche

I conduttori che costituiscono gli impianti devono essere protetti contro le sovracorrenti causate da sovraccarichi o da corto circuiti.

La protezione contro i sovraccarichi deve essere effettuata in ottemperanza alle prescrizioni della norma CEI 64-8.

Gli interruttori automatici magnetotermici devono interrompere le correnti di corto circuito che possono verificarsi nell'impianto per garantire che nel conduttore protetto non si raggiungano temperature pericolose (artt. 434.3, 434.3.1, 434.3.2 e 434.2 della norma **CEI 64-8**).

Essi devono avere un potere di interruzione almeno uguale alla corrente di corto circuito presunta nel punto di installazione.

È tuttavia ammesso l'impiego di un dispositivo di protezione con potere di interruzione inferiore a condizione che a monte vi sia un altro dispositivo avente il necessario potere di interruzione (artt. 434.3, 434.3.1., 434.3.2 della norma CEI 64-8).

### *83.5.7. Protezione dal fuoco*

#### *83.5.7.1. Propagazione del fuoco lungo i cavi*

I cavi in aria installati individualmente, cioè distanziati fra loro di almeno 250 mm, devono rispondere alla prova di non propagazione della norma CEI 20-35.

Quando i cavi sono raggruppati in ambiente chiuso, nel quale sia da contenere il pericolo di propagazione di un eventuale incendio, essi devono avere i requisiti di non propagazione dell'incendio in conformità alla norma CEI 20-22.

#### *83.5.7.2. Provvedimenti contro il fumo*

Allorché i cavi siano installati in notevole quantità in ambienti chiusi frequentati dal pubblico e di difficile e lenta evacuazione, si devono adottare sistemi di posa atti a impedire il dilagare del fumo negli ambienti stessi o in alternativa ricorrere all'impiego di cavi a bassa emissione di fumo secondo le norme CEI 20-37 e 20-38.

### *83.5.8. Problemi connessi allo sviluppo di gas tossici e corrosivi*

Qualora cavi in quantità rilevanti siano installati in ambienti chiusi frequentati dal pubblico, oppure si trovino a coesistere, in ambiente chiuso, con apparecchiature particolarmente vulnerabili da agenti corrosivi, deve essere tenuto presente il pericolo che i cavi stessi bruciando sviluppino gas tossici o corrosivi.

Ove tale pericolo sussista occorre fare ricorso all'impiego di cavi aventi la caratteristica di non sviluppare gas tossici e corrosivi ad alte temperature, secondo la norma CEI 20-38.

## **83.6. Apparecchi e componenti**

### *83.6.1. Norme relative agli interruttori automatici a bassa tensione*

Gli interruttori automatici in aria per la protezione degli impianti e delle macchine elettriche dai sovraccarichi e dai corto-circuiti dovranno essere muniti di organi (relè) che al passaggio di correnti di valore superiore a quello previsto, o in caso di corto-circuiti a valle dell'interruttore, possano con sicurezza provocare a mezzo di opportuni sganciatori l'apertura dei contatti, interrompendo il circuito.

Gli interruttori automatici per bassa tensione saranno generalmente del tipo a "soffio magnetico". Per interruttori oltre 400 A (od anche meno se prescritto), i contatti tra i quali scocca l'arco saranno contenuti in apposite camere d'estinzione (caminetti).

I contatti degli interruttori automatici dovranno presentare debole resistenza e non essere soggetti a ossidazione o sporco; saranno in argento (o leghe), a pressione e, per interruttori oltre 400 A, saranno sussidiati da contatti secondari per la derivazione dell'arco.

I relè saranno di norma di tipo magnetico di massima corrente o di minima tensione (per i corto-circuiti) e termici di massima corrente (per i sovraccarichi).

Nella fornitura degli interruttori automatici devono essere specificati:

- destinazione d'esercizio (corto-circuito, sovraccarico o entrambi);
- tensione;
- corrente;
- frequenza nominale;
- potere di interruzione nominale;
- caratteristica di intervento;

Gli interruttori automatici devono rispondere sia alle esigenze di manovra del circuito che a quelle della sua protezione, devono pertanto essere in grado di interrompere le correnti di guasto (sovraccarico o corto-circuito), secondo il tipo di protezione adottata.

### 83.6.2. Interruttori differenziali (“salvavita”)

Gli interruttori differenziali per la protezione delle persone contro i contatti indiretti interrompono l'alimentazione prima che la corrente che attraversa il corpo umano, in caso di contatto accidentale, assuma valori pericolosi.

Le norme, nella protezione contro i contatti diretti, assegnano agli interruttori differenziali solo una funzione ausiliaria, e il loro impiego non dispensa dall'applicazione delle altre norme di sicurezza, difatti l'interruttore differenziale interviene in caso di contatto fra le parti attive e la terra, e non in caso di contatto fra due parti attive a potenziale diverso.

### 83.6.3. Fusibili e portafusibili

Per la protezione dei corto-circuiti e, entro determinati limiti dai sovraccarichi, quando non sia conveniente l'impiego di interruttori automatici, e comunque se ammesso o prescritto dalla direzione dei lavori, possono essere usati apparecchi di protezione a fusibile, comunemente chiamati *valvole fusibili* o semplicemente *fusibili*.

L'elemento completo è composto generalmente di due parti, una fissa, alla quale vengono portati i conduttori di collegamento, detta *portafusibile*, e una mobile (detta anche *cartuccia*) costituita dal fusibile vero e proprio, che deve essere sostituita dopo l'intervento e deve essere pertanto asportabile e inseribile con facilità. In alcuni il portafusibile può anche mancare e la cartuccia stessa è collegata all'apparecchiatura tramite bulloni.

### 83.6.4. Quadri elettrici di distribuzione principale

I quadri elettrici di distribuzione principale saranno rispondenti alle prescrizioni di legge, nonché conformi alla norma **CEI 17 -13/1** fasc.1433 (norma europea EN 60439-1) e costituiti da:

- un contenitore (o eventualmente più contenitori accostati e collegati fra loro) in lamiera di acciaio di spessore non inferiore a 1,2 mm, saldata e accuratamente verniciata a forno internamente ed esternamente con smalti a base di resine epossidiche, previo trattamento preventivo antiruggine. Per consentire l'ingresso dei cavi, il contenitore sarà dotato, sui lati inferiore e superiore, di aperture chiuse con coperchio fissato con viti, o di fori pretranciati. Contenitori di tipo diverso da quanto descritto potranno essere adottati solo se esplicitamente indicato sui disegni o se approvati dal direttore dei lavori;

- pannelli di fondo oppure intelaiatura per consentire il fissaggio degli apparecchi o delle guide profilate di tipo unificato. Il pannello di fondo sarà in lamiera di acciaio verniciata a forno o zincata e passivata, e dovrà essere regolabile in profondità. L'intelaiatura sarà, invece, in lamiera zincata e passivata o in alluminio anodizzato, e oltre alla regolazione in profondità dovrà consentire anche di variare in senso verticale la posizione di apparecchi e/o guide profilate;

- pannelli di chiusura frontali in lamiera di acciaio di spessore minimo 1,2 mm, ribordata e verniciata internamente ed esternamente come descritto per i contenitori. I pannelli saranno modulari in modo da costituire una chiusura a settori del quadro. Saranno ciechi se destinati a chiudere settori non utilizzati del quadro, o settori contenenti morsettiere, o altri apparecchi su cui non sia normalmente necessario agire; oppure dotati di finestre che consentono di affacciare la parte anteriore degli apparecchi fissati sulle guide o sui pannelli di fondo.

Le finestre per gli apparecchi modulari avranno tutte la medesima lunghezza, e le parti non occupate dovranno essere chiuse con placche copriforo in materiale plastico inserite a scatto.

Le dimensioni dei quadri dovranno essere tali da consentire l'installazione di un numero di eventuali apparecchi futuri pari ad almeno il 20% di quelli previsti. Sui pannelli di chiusura potranno essere fissati solo apparecchi di comando e segnalazione (selettori, commutatori, indicatori luminosi, ecc.) appartenenti a circuiti ausiliari o strumenti di misura; apparecchi per il cui collegamento non siano necessari conduttori di sezione superiore a 1,5 mmq., in questo caso, i pannelli dovranno essere apribili a cerniera su un lato verticale e fissati con viti sull'altro. Con tutti i pannelli inseriti, non dovrà essere possibile il contatto con le parti in tensione; il fronte del quadro dovrà presentare un grado di protezione non inferiore a IP 20.

- porte anteriori in lamiera di acciaio saldata ribordata e irrigidita, e protetta con lo stesso trattamento superficiale sopra descritto. A seconda di quanto indicato sull'elenco prezzi, le porte saranno di tipo cieco o con vetro temperato. Esse dovranno comunque essere dotate di maniglie in materiale isolante e di serrature con chiavi.

In generale, oltre a quanto sopra specificato, tutte le parti in acciaio dovranno essere accuratamente verniciate a forno con smalti a base di resine epossidiche, previo trattamento protettivo (sgrassatura, fosfatazione e due mani di antiruggine). Le parti non verniciate, e in particolare la bulloneria, dovranno viceversa essere state sottoposte a trattamenti di protezione superficiali (zincatura, zincocromatura, ecc.).

I cablaggi dei circuiti ausiliari dovranno essere eseguiti con conduttori flessibili isolati in PVC (cavo N07V-K) aventi sezioni non inferiori a 2,5 mmq., dotati di capicorda a compressione isolati e di collari di identificazione. Essi

verranno disposti in maniera ordinata e, per quanto possibile, simmetrica entro canalette in PVC munite di coperchio e ampiamente dimensionate.

Le canalette dovranno essere fissate al pannello di fondo mediante viti autofilettanti, o con dado, o rivetti. Non è ammesso l'impiego di canalette autoadesive.

I conduttori per il collegamento degli eventuali apparecchi montati su pannelli di chiusura frontali dovranno essere raccolti in fasci, protetti con guaina o spirale in plastica e avere lunghezza sufficiente a evitare sollecitazioni di trazioni o strappi a pannello completamente aperto.

Tutti i conduttori di neutro e di protezione o di terra saranno chiaramente contraddistinti fra loro e dagli altri conduttori per mezzo di colorazioni diverse (blu chiaro per il neutro e giallo-verde per i conduttori di terra).

Tutti i conduttori in arrivo e/o in partenza dal quadro e di sezione minore o uguale a 25 mmq. dovranno essere attestati su morsetti di adeguata sezione di tipo isolato, componibili, montati su guida profilata unificata e numerati o contrassegnati; quelli aventi sezioni superiore a 25 mmq. saranno provvisti di adatto capicorda a compressione e collegati direttamente agli interruttori e ancorati all'intelaiatura per non sollecitare gli interruttori stessi.

Tutti i conduttori di terra o di protezione in arrivo e/o in partenza dovranno essere attestati su una sbarra di terra di rame. I conduttori dovranno essere collegati singolarmente mediante viti con dado e capicorda a occhiello.

Tutte le parti metalliche del quadro dovranno essere collegate a terra. Il collegamento di quelle mobili o asportabili sarà eseguito con cavo flessibile (cavo N07V.K) di colore giallo-verde o con treccia di rame stagnato di sezione non inferiore a 16 mmq, muniti alle estremità di capicorda a compressione di tipo a occhiello.

Sui pannelli frontali dovranno essere riportate tutte le scritte necessarie a individuare chiaramente i vari apparecchi di comando, manovra, segnalazione, ecc.

#### 83.6.4.1. Piccoli quadri elettrici di distribuzione locale

I quadri dovranno essere di tipo sporgente o a incasso, adatti all'installazione all'interno a parete, o a pavimento a seconda delle dimensioni, nella posizione indicata dal progetto esecutivo.

Essi saranno rispondenti alle prescrizioni di legge, nonché conformi alla norma CEI 17 -13/1 fasc.1433 (norma europea EN 60439-1) e costituiti da:

- un contenitore in materiale termoplastico autoestinguente completo di cassetta per l'incasso a parete. Per consentire l'ingresso dei cavi il contenitore è dotato, sui lati inferiore e superiore, di fori pretranciati;
- intelaiatura per consentire il fissaggio degli apparecchi alle guide profilate DIN di tipo unificato, in lamiera zincata e passivata, che consente la regolazione in profondità degli apparecchi;
- pannello di chiusura frontale in materiale termoplastico autoestinguente, dotato di finestre che consentono di affacciare la parte anteriore degli apparecchi fissati sulle guide.

Tutti i materiali isolanti impiegati nell'esecuzione dei quadri saranno di tipo incombustibile o non propagante la fiamma.

L'esecuzione dovrà essere conforme alle prescrizioni seguenti:

- i cablaggi dei circuiti ausiliari dovranno essere eseguiti *con conduttori flessibili isolati in PVC (cavo N07V-K)* aventi sezioni non inferiori a 2,5 mmq;
- tutti i conduttori di neutro e di protezione o di terra saranno chiaramente contraddistinti fra loro e dagli altri conduttori per mezzo di colorazioni diverse (blu chiaro per il neutro e giallo-verde per i conduttori di terra);
- tutti i conduttori di terra o di protezione in arrivo e/o in partenza dovranno essere attestati su un morsetto avente funzione di collettore equipotenziale di terra;
- sui pannelli frontali verranno riportate, su targhette autoadesive, tutte le scritte necessarie a individuare chiaramente i vari apparecchi di comando, manovra, segnalazione, ecc..

### 83.7. Verifiche dell'impianto

#### 83.7.1. Generalità

Le verifiche dell'impianto elettrico sono condotte secondo le indicazioni del capitolo 61 della norma **CEI 64-8**:

- art. 611. Esame a vista;
- art. 612. Prove.

In linea generale le operazioni di collaudo di un impianto elettrico possono così articolarsi:

- 1) esame a vista
- 3) rilievi strumentali
- 4) calcoli di controllo.

Le verifiche debbono essere eseguite anche nei casi di trasformazioni, ampliamenti e/o interventi che hanno alterato le caratteristiche originarie.

#### 83.7.2. *Esame a vista*

L'esame a vista (**Norma CEI 64-8**), eseguito con l'impianto fuori tensione, ha lo scopo di accertare la corretta esecuzione dell'impianto prima della prova. L'esame a vista dell'impianto elettrico è condotto sulla base del progetto e ha lo scopo di verificare che gli impianti siano realizzati nel rispetto delle prescrizioni delle norme vigenti; l'esame può essere eseguito sia durante la realizzazione dell'impianto o alle fine dei lavori.

L'esame a vista dell'impianto comprende i seguenti controlli relativi a:

- analisi del progetto;
- verifica qualitativa dei componenti dell'impianto;
- verifica quantitativa dei componenti dell'impianto;
- controllo della sfilabilità dei cavi e delle dimensioni dei tubi e dei condotti;
- verifica dell'idoneità delle connessioni dei conduttori;
- verifica dei tracciati per le condutture incassate;
- verifica dei gradi di protezione degli involucri;
- controllo preliminare dei collegamenti a terra;
- controllo dei provvedimenti di sicurezza nei servizi igienici;
- controllo dell'idoneità e della funzionalità dei quadri elettrici;
- controllo dell'idoneità, funzionalità e sicurezza degli impianti ausiliari;
- controllo delle sezioni minime dei conduttori e dei colori distintivi;
- verifica per gli apparecchi per il comando e l'arresto di emergenza;
- presenza e corretta installazione dei dispositivi di sezionamento e di comando.

##### 83.7.2.1. *Verifica qualitativa e quantitativa*

La verifica qualitativa e quantitativa dei componenti dell'impianto ha lo scopo di verificare:

- la rispondenza qualitativa dei materiali e apparecchiature impiegate siano rispondenti alle prescrizioni del capitolato speciale d'appalto e ai dati di progetto, accertando la consistenza quantitativa e il funzionamento;
- la conformità delle indicazioni riportate negli schemi e nei piani d'installazione: individuando l'ubicazione dei principali componenti, la conformità delle linee di distribuzione agli schemi, la conformità dei punti di utilizzazione ai piani d'installazione, l'univocità d'indicazione tra schemi e segnaletica applicata in loco;
- la compatibilità con l'ambiente: accertando che tutti i componenti elettrici siano stati scelti e collocati tenendo conto delle specifiche caratteristiche dell'ambiente e siano tali da non provocare effetti nocivi sugli altri elementi esistenti nell'ambiente;
- accessibilità che deve essere: agevole per tutti i componenti con pannelli di comando, misura, segnalazione manovra; possibile, eventualmente con facili operazioni di rimozione di ostacoli, per i componenti suscettibili di controlli periodici o di interventi manutentivi (scatole, cassette, pozzetti di giunzione o connessione, ecc).

L'accertamento della garanzia di conformità è data dal marchio IMQ (Marchio Italiano di Qualità) o altri marchi equivalenti, in caso contrario l'impresa deve fornire apposita certificazione.

##### 83.7.2.2. *Verifica della sfilabilità dei cavi e controllo delle dimensioni dei tubi e dei condotti*

La verifica della sfilabilità dei cavi consiste nell'estrarre un cavo dal tratto di tubo protettivo, incassato o a vista, compreso tra due cassette o scatole successive e nell'osservare se questa operazione abbia danneggiato il cavo stesso.

La verifica deve essere effettuata preferibilmente sui tratti di tubo non rettilinei e deve essere estesa a tratti di tubo per una lunghezza compresa tra l'1% e il 5% della totale lunghezza dei tubi degli impianti utilizzatori presi in esame; in caso di esito non favorevole, fermo restando l'obbligo per l'installatore di modificare gli impianti, la prova dovrà essere ripetuta su di un numero di impianti utilizzatori doppio rispetto al primo campione scelto; qualora anche la seconda prova fornisse esito sfavorevole la verifica della sfilabilità dovrà essere ripetuta su tutti gli impianti utilizzatori.

Il controllo deve verificare che i tubi abbiano diametro interno maggiore di 10 mm e che in generale sia almeno uguale a 1,3 volte il diametro circoscritto al fascio di cavi contenuti entro i tubi. Per le condutture costituite da canalette

la superficie interna della sezione retta degli alloggiamenti dei cavi elettrici deve essere almeno uguale al doppio della superficie della sezione retta dei cavi contenuti.

**Tabella. 83.1 - Dimensioni dei tubi protettivi flessibili e rigidi in PVC**

Grandezza	Tubi flessibili in PVC		Tubi rigidi in PVC	
	Diametro esterno D (mm)	Diametro interno min d (mm)	Diametro esterno D (mm)	Diametro interno min d (mm)
16	16	10,7	16	13,0
20	20	14,1	20	16,9
25	25	18,3	25	21,4
32	32	24,3	32	27,8
40	40	31,2	40	35,4
50	50	39,6	50	44,3
63	63	50,6	63	56,5

#### 83.7.2.3. Verifica dei gradi di protezione degli involucri (protezioni contro i contatti diretti)

La verifica dei gradi di protezione degli involucri ha lo scopo di verificare che tutti i materiali, gli apparecchi e le macchine installati in ambienti speciali (acqua e/o polvere) abbiano grado di protezione adeguato ai fini della sicurezza, della funzionalità e della durata e/o conforme alle prescrizioni del progetto o del capitolato; per la verifica si farà riferimento alla Norme **CEI-64.8.** e **CEI 70-1.** Il grado di protezione è indicato con le lettere IP (*International Protection*) seguite da due cifre indicanti la prima il grado di protezione delle persone contro il contatto con gli elementi in tensione e la penetrazione dannosa dell'acqua, es. IP 55. Quando una delle due cifre è sostituita da una X (es. IP4X o IPX4), significa che il materiale garantisce soltanto un tipo di protezione. Lo 0 indica nessun grado di protezione., es. IP20, indica l'assenza di protezione dalla penetrazione dell'acqua.

Sono esclusi dall'esame i componenti installati nei locali bagno e doccia e quelli pertinenti a impianti AD-FT per locali caldaia e simili.

I componenti con grado di protezione inferiore a IP 20 non possono essere installati in ambienti interni ordinari accessibili a personale non addestrato. La norma CEI 70-1 stabilisce inoltre che i gradi di protezione superiori soddisfano i requisiti dei gradi protezione inferiori.

#### 83.7.2.4. Controllo dei collegamenti a terra

Le verifiche dell'impianto di terra sono descritte nelle norme per gli impianti di messa a terra (Norme **CEI 64-8** e **CEI 11-8**), per gli impianti soggetti alla disciplina del D.P.R. n. 547/1955 va effettuata la denuncia degli stessi alle Aziende Unità Sanitarie Locali (AUSL) a mezzo dell'apposito modulo, fornendo gli elementi richiesti e cioè i risultati delle misure della resistenza di terra.

Si devono effettuare le seguenti verifiche:

- identificazione dei conduttori di terra e di protezione (PE) ed equipotenziali (EQ). Ha lo scopo di accertare che l'isolante e i collari siano colore giallo-verde. Si intende che andranno controllate sezioni, materiali e modalità di posa nonché lo stato di conservazione sia dei conduttori stessi che delle giunzioni. Si deve inoltre controllare che i conduttori di protezione assicurino il collegamento tra i conduttori di terra e il morsetto di terra degli utilizzatori fissi e il contatto di terra delle prese a spina;

- misurazione del valore di resistenza di terra dell'impianto, utilizzando un dispersore ausiliario e una sonda di tensione con appositi strumenti di misura o con il metodo voltamperometrico. La sonda di tensione e il dispersore ausiliario vanno posti a una sufficiente distanza dall'impianto di terra e tra loro; si possono ritenere ubicati in modo corretto quando sono sistemati a una distanza dal suo contorno pari a 5 volte la dimensione massima dell'impianto stesso; quest'ultima nel caso di semplice dispersore a picchetto può assumersi pari alla sua lunghezza. Una pari distanza va mantenuta tra la sonda di tensione e il dispersore ausiliario;

- collegamenti: Si deve controllare che tutte le masse (compresi gli apparecchi illuminanti), i poli di terra delle prese a spina e tutte le masse estranee presenti nell'area dell'impianto siano collegate al conduttore di protezione;

- continuità: Bisogna accertarsi della continuità del conduttore di protezione e l'assenza di dispositivi di sezionamento o di comando;

- tracciato e sezionabilità: I conduttori di protezione devono, in linea di massima, seguire il tracciato dei conduttori di fase e dipartirsi dalle scatole di derivazione per consentirne il sezionamento in caso di guasti;

- sezione del conduttore protezione-neutro (PEN): Il controllo a vista dei componenti del dispersore deve essere effettuato in corso d'opera, in caso contrario è consigliabile eseguire dei sondaggi.

#### 83.7.2.5. *Controllo dei provvedimenti di sicurezza nei servizi igienici (bagno e doccia)*

Il controllo ha lo scopo di accertare l'idoneità delle misure di sicurezza contro eventuali pericoli da contatti diretti e indiretti nei locali da bagno e doccia, considerati a maggiore rischio elettrico.

Nelle varie zone dei locali igienici possono essere installati le seguenti apparecchiature.

Nella ZONA 0 è vietata l'installazione di qualsiasi componente elettrico.

Nella ZONA 1 si possono installare soltanto scaldacqua (con marchio IMQ) e altri utilizzatori fissi alimentati a bassissima tensione di sicurezza con tensione nominale non superiore a 25V e grado di protezione non inferiore a IP X4.

Nella ZONA 2 si possono installare, oltre agli utilizzatori possibili nella zona 1, anche apparecchi illuminanti fissi, di classe II e grado di protezione non inferiore a IP X4. Sono ammesse le sole condutture di alimentazione degli utilizzatori qui ubicati, che devono avere isolamento equivalente alla classe II in tubi non metallici ed essere incassate, salvo l'ultimo tratto in prossimità dell'utilizzatore che deve essere il più breve possibile. Nessuna limitazione invece prevista per le condutture incassate a una profondità superiore a 5 cm. Nella zona non è ammessa l'installazione di apparecchi di comando, derivazione o protezione (interruttore, prese, scatole di derivazione, ecc.). Gli infissi metallici a contatto con i ferri d'armatura delle strutture in calcestruzzo armato debbono essere collegati al conduttore equipotenziale.

Nella ZONA 3 si può realizzare un impianto ordinario con condutture incassate in tubi non metallici aventi isolamento equivalente alla classe II. I componenti elettrici devono avere grado di protezione minimo IP X1.

Tutto ciò premesso vanno controllati:

- collegamenti equipotenziali delle tubazioni. Deve accertarsi il collegamento al morsetto di terra di tutte le tubazioni e delle masse estranee;
- conduttori equipotenziali e mezzi di connessione alle masse estranee;
- prese e apparecchi di comando. Va verificata la loro assenza fuori dalle zone 0, 1, 2 e l'esistenza di interruttore differenziale;
- apparecchi illuminanti;
- scaldacqua elettrico. Deve essere verificato il marchio (IMQ) e il collegamento breve con cavo munito di guaina se ubicato nella zona 1;
- condutture. Deve essere verificata l'assenza di scatole di derivazione fuori dalle zone 0, 1, 2, e le linee in tubo di materiale isolante  $\leq 5$ cm.

Le condutture e i componenti incassati a una profondità superiore a 5 cm vanno considerati fuori dalle zone pericolose.

#### 83.7.2.6. *Verifica delle condutture, cavi e connessioni*

La verifica ha lo scopo di verificare che nell'esecuzione dell'impianto siano state rispettate le prescrizioni minime riguardo a;

- sezioni minime dei conduttori rispetto alle prescrizioni del capitolato speciale d'appalto delle norme CEI:
  - 1,5 mm<sup>2</sup>: cavi unipolari isolati in PVC, posati in tubi o canalette;
  - 0,5 mm<sup>2</sup>: circuiti di comando, segnalazione e simili, ecc.;
- colori distintivi:
  - colore giallo-verde per i conduttori di protezione e di collegamento equipotenziali;
  - colore blu chiaro per il neutro
  - altri colori (marrone, nero, grigio) per i conduttori di fasi diverse;
- idoneità delle connessioni dei conduttori e degli apparecchi utilizzatori. Devono essere verificati le dimensioni idonee dei morsetti rispetto al conduttore serrato, le scatole di derivazione e le modalità di connessione. Sono vietate le giunzioni fuori scatola o entro i tubi di protezione.

**Tabella 83.2 – Caratteristiche fondamentali dei morsetti e sezioni dei conduttori serrabili (Norma CEI 23-21)**

Grandezza del morsetto	Conduttori serrabili		Massima forza applicabile al conduttore in estrazione (N)
	Rigidi flessibili (mm <sup>2</sup> )	Flessibili (mm <sup>2</sup> )	
0	–	1	30
1	1,5	1,5	40
2	2,5	2,5	50

3	4	4	50
4	6	6	60
5	10	6	80
6	16	10	90
7	25	16	100
8	35	25	120

La verifica deve riguardare anche il grado di isolamento dei cavi rispetto alla tensione di esercizio.

Per le prese di corrente, incassate o sporgenti, deve essere verificata che la distanza dell'asse geometrico delle spine risulti orizzontale e distante almeno 17,5 cm dal pavimento.

#### 83.7.2.7. Verifica dei dispositivi di sezionamento e di comando

La norma **CEI 64-8** distingue quattro fondamentali funzioni dei dispositivi di sezionamento e di comando: sezionamento o interruzione per motivi elettrici, interruzione per motivi non elettrici, comando funzionale e comando di emergenza.

La verifica dei dispositivi di sezionamento lo scopo di accertare la presenza e corretta installazione dei dispositivi di sezionamento e di comando, al fine di consentire di agire in condizioni di sicurezza durante gli interventi di manutenzione elettrica ad altro sugli impianti e macchine.

In questa verifica dovranno essere controllati:

- l'interruttore generale, verificando la sua presenza all'inizio di ogni attività di impianto e la sua idoneità alla funzione di sezionamento;
- gli interruttori divisionali, verificando il loro numero e la loro idoneità alla funzione di sezionamento;
- gli interruttori di macchine installati in prossimità delle macchine pericolose per il pubblico e gli operatori (scale mobili, ascensori, nastri trasportatori, macchine utensili, impianti di lavaggio auto, ecc.).

La verifica dei dispositivi di comando per l'arresto di emergenza ha lo scopo di accertare la possibilità di potere agire sull'alimentazione elettrica per eliminare i pericoli dipendenti dal malfunzionamento di apparecchi, macchine o impianti.

In questa verifica dovranno essere controllati:

- gli interruttori d'emergenza a comando manuale, accertando la loro presenza a portata di mano nei pressi di macchine o apparecchi pericolosi;
- apparecchi d'emergenza telecomandati.

Devono essere oggetto di verifica:

- a) interruttori, prese, quadri, scatole di derivazione, apparecchi illuminanti;
- b) condutture;
- c) involucri protetti;
- d) numero dei poli degli interruttori;
- e) interruttore generale;
- f) impianto di messa a terra

#### 83.7.2.8. Verifica del tipo e dimensionamento dei componenti dell'impianto e della apposizione dei contrassegni di identificazione

Si deve verificare che tutti i componenti dei circuiti messi in opera nell'impianto utilizzatore siano del tipo adatto alle condizioni di posa e alle caratteristiche dell'ambiente, nonché correttamente dimensionati in relazione ai carichi reali in funzionamento contemporaneo, o, in mancanza di questi, in relazione a quelli convenzionali. Per cavi e conduttori si deve controllare che il dimensionamento sia fatto in base alle portate indicate nelle tabelle CEI-UNEL; inoltre si deve verificare che i componenti siano dotati dei debiti contrassegni di identificazione, ove prescritti.

#### 83.7.2.9. Collocazione ottimale dei terminali degli impianti elettrici di comando e di segnalazione

Gli apparecchi elettrici, i quadri generali, i regolatori degli impianti di riscaldamento e condizionamento, nonché i campanelli, pulsanti di comando e i citofoni, devono essere per tipo e posizione planimetrica e altimetrica, tali da permettere un uso agevole anche da parte della persona su sedia a ruote; devono, inoltre, essere facilmente individuabili anche in condizioni di scarsa visibilità, mediante l'impiego di piastre o pulsanti fluorescenti, ed essere protetti dal danneggiamento per urto. Gli interruttori inoltre devono essere azionabili con leggere pressioni e preferibilmente del tipo a tasto largo rispetto a quelli normali, per facilitare i portatori di handicap.

Le indicazioni contenute nel D.M. n. 236/1989 consigliano che i terminali degli impianti siano collocati a un'altezza compresa tra 40 e 140 cm dal pavimento. In particolare si ha:

- interruttori: altezza tra 60 e 140 cm (consigliata tra 75 e 140 cm);
- campanello e pulsante di comando: altezza tra 40 e 140 cm (consigliata tra 60 e 140 cm);
- pulsanti bottoniere ascensori: altezza tra 110 e 140 cm. Altezza consigliata per il pulsante più alto 120 cm;
- prese luce: altezza tra 45 e 115 cm (consigliata tra 60 e 110 cm);
- citofono: altezza tra 110 e 130 cm (consigliata 120 cm);
- telefono: altezza tra 100 e 140 cm (consigliata 120 cm).

I terminali degli impianti elettrici, in tutti gli ambienti, vanno collocati in posizione facilmente percettibile visivamente e acusticamente.

### **83.8. Prove di verifica e controlli**

La prova consiste nell'effettuazione di misure o di altre operazioni per accertare l'efficienza dell'impianto. La misura è accertata mediante idonea strumentazione, le prove possono riguardare:

- prova della continuità dei conduttori di protezione compresi i conduttori equipotenziali principali e supplementari;
- misura della resistenza dell'isolamento dell'impianto elettrico;
- misura della resistenza d'isolamento dei pavimenti e delle pareti;
- verifica della separazione dei circuiti;
- verifica della protezione mediante interruzione automatica dell'alimentazione;
- prova di polarità;
- prova di tensione applicata;
- prove di funzionamento alla tensione nominale;
- verifica della protezione contro gli effetti termici;
- verifica caduta di tensione.

#### **83.8.1. Prova della continuità dei conduttori di protezione**

La prova della continuità dei conduttori di protezione (norma **CEI 64-8**, art. 612.2) consiste nell'accertare la continuità dei conduttori di protezione (PE), del neutro con funzione anche di conduttore di protezione (PEN), dei collegamenti equipotenziali principali (EQP) e supplementari (EQS) e sui conduttori terra (CT).

#### **83.8.2. Prova di funzionamento alla tensione nominale**

La prova di funzionamento alla tensione nominale (norma **CEI 64-8**, art. 612.9) ha lo scopo di verificare che le apparecchiature, i motori con i relativi ausiliari, i comandi e i blocchi funzionino regolarmente senza difficoltà né anomalie, sia in fase di spunto che di funzionamento gravoso.

Devono essere sottoposti a misure di tensione in ingresso tutti i quadri generali, i quadri principali e i quadri di zona e di reparto e tutte le macchine con potenza superiore a 10 kVA, gli impianti di illuminazione con lampada scarica sia a catodo caldo che a catodo freddo.

#### **83.8.3. Prova d'intervento dei dispositivi di sicurezza e di riserva**

La prova d'intervento dei dispositivi di sicurezza e di riserva (norma **CEI 64-8**, art. 612.9) ha lo scopo di accertare che i generatori e gli automatismi destinati a garantire l'alimentazione di apparecchi o parti d'impianto destinati alla sicurezza o alla riserva entrino tempestivamente in funzione fornendo valore di tensione, frequenza e forma d'onda conformi alle previsioni di progetto.

La prova è di carattere preliminare e serve a verificare la correttezza dell'installazione dei collegamenti.

In particolare l'analisi deve riguardare:

- alimentatori non automatici, verificando i valori di tensione e forma d'onda secondo le previsioni di progetto;
- alimentatori automatici di continuità, verificando i valori di tensione di frequenza e forma d'onda progettuali anche nel periodo transitorio e di commutazione fra rete e alimentazione di sicurezza;
- alimentatori a interruzione breve, verificando il raggiungimento dei valori nominali di tensione di frequenza e forma d'onda nei limiti e nei tempi stabiliti dal progetto o da specifiche norme tecniche;
- alimentatori a interruzione lunga, verificando i valori di tensione, di frequenza e forma d'onda conformi al progetto assunti entro 15 secondi dall'alimentazione di rete.

La prova deve essere estesa a tutti i dispositivi di sicurezza e di riserva di sicurezza la cui messa in servizio deve essere provocata automaticamente per mancanza di tensione di rete escludendo i casi in cui occorre procedere a commutazione manuale.

#### 83.8.4. Prova d'intervento degli interruttori differenziali

La prova d'intervento degli interruttori differenziali (norma **CEI 64-8, art. 612.6.1 e 612.9**) ha lo scopo di accertare il corretto funzionamento degli impianti protetti da interruttori automatici differenziali con l'impianto completo dei principali utilizzatori fissi.

La prova deve essere effettuata provando nel punto campionato una corrente controllata di dispersione pari a  $0,5 I_{\Delta n}$ , il differenziale non deve intervenire. Aumentando la corrente di dispersione fino  $1,1 I_{\Delta n}$ , il differenziale deve intervenire.

#### 83.8.5. Misura della resistenza d'isolamento dell'impianto

La misura della resistenza d'isolamento dell'impianto (norma **CEI 64-8, art. 612.3**) ha lo scopo di accertare che la resistenza d'isolamento di ciascun tronco di circuito compresa fra due interruttori sia adeguata ai valori prescritti dalle norme CEI.

La resistenza deve essere misurata a impianto sezionato tra ogni coppia di conduttori attivi e tra ogni conduttore attivo e la terra.

Gli utilizzatori fissi devono essere sezionati o scollegati. Nei sistemi TN-C il conduttore PEN va considerato come facente parte dell'impianto di terra. Se l'impianto comprende dispositivi elettronici, si esegue solo la misura d'isolamento tra i conduttori attivi collegati insieme e la terra.

#### 83.8.6. Misura della resistenza del dispersore

a) dispersore di piccola e media estensione nei sistemi TT:

La misura della resistenza del dispersore (norma **CEI 64-8, art. 612.6.2.**) ha lo scopo di accertare che il valore della resistenza di terra sia adeguato alle esigenze d'interruzione delle correnti di guasto a terra.

In particolare l'analisi deve riguardare:

- il dispersore principale scollegato dall'impianto di protezione e dai dispersori ausiliari, accertando che  $R_T \leq 50/I_a$ ;
- il dispersore principale collegato dall'impianto di protezione e dai dispersori ausiliari, accertando che  $R_T \leq 50/I_a$ .

La resistenza del dispersore può essere misurata con strumenti che utilizzano il metodo voltamperometrico diretto o indiretto con tensione di alimentazione a vuoto di  $125 \div 220$  V elettricamente separata dalla rete con neutro a terra.

b) dispersore di grandi dimensioni:

La resistenza del dispersore può essere misurata con il metodo del dispersore ausiliario.

#### 83.8.7. Misura dell'impedenza totale dell'anello di guasto

La misura dell'impedenza totale dell'anello di guasto (norma **CEI 64-8, art. 612.6.3.**) ha lo scopo di accertare che il valore dell'impedenza dell'anello di guasto sia adeguata alle esigenze d'interruzione della corrente di guasto a terra.

#### 83.8.8. Misura della resistenza di corto circuito tra fase e neutro

La misura della resistenza di corto circuito tra fase e neutro e valutazione (per eccesso) della corrente presunta di corto circuito (norma **CEI 64-8**) ha lo scopo di accertare che il potere d'interruzione degli apparecchi destinati alla protezione contro il corto circuito non sia sufficiente.

La resistenza di corto circuito va misurata all'ingresso dei quadri, a monte dell'interruttore generale tra fase e neutro con il metodo a prelievo controllato di corrente.

#### 83.8.9. Misura della caduta di tensione

La misura della caduta di tensione ( $\Delta V$ ), allo studio della norma **CEI-64-8, art. 612.11**, ha lo scopo di accertare che le cadute di tensione con l'impianto percorso dalle correnti d'impiego siano contenute entro il 4% qualora non sia stato diversamente specificato nel capitolato speciale d'appalto.

Le misure vengono effettuate con voltmetri elettrodinamici o elettronici aventi classe di precisione non inferiore a 1 quando l'impianto è regolarmente in funzione in orario di punta oppure con simulazione di carico equivalente alle condizioni nominali. Tutte le tensioni devono essere misurate contemporaneamente.

#### 83.8.10. Misura dei segnali in uscita alle prese TV

La misura dei segnali in uscita alle prese TV, ha lo scopo di accertare che i segnali disponibili siano contenuti entro i limiti e minimi e massimi stabiliti dalle norme CEI.

In particolare l'analisi deve riguardare:

- prese TV vicine all'amplificatore;
- prese TV lontane dall'amplificatore;
- prese TV adiacenti agli impianti centralizzati;
- a ogni presa TV.

L'accertamento deve effettuarsi su tutte le bande di frequenza distribuite nei periodi di trasmissione del monoscopio in modo da controllare non solamente la presenza del colore e la quantità del segnale, ma anche l'eventuale presenza di riflessioni o distorsioni dell'immagine.

#### 83.8.11. Calcoli di controllo

##### 83.8.11.1. Controllo del coefficiente di stipamento

Il controllo del coefficiente di stipamento ha lo scopo di verificare la corretta posa in opera dei cavi, valutando se i parametri rispettano le prescrizioni della norma **CEI 64-8**.

L'analisi dovrà riguardare:

- condutture entro tubi incassati sotto intonaco: il diametro interno del tubo deve essere almeno 1,3 volte maggiore del diametro del cerchio circoscritto al fascio dei cavi contenuti con un minimo di 10 mm;
- condutture entro tubi a vista: il diametro interno del tubo deve essere almeno 1,3 volte maggiore del diametro del cerchio circoscritto al fascio dei cavi contenuti con un minimo di 10 mm;
- condotti circolari: il diametro interno del condotto deve essere almeno 1,8 volte maggiore del diametro del cerchio circoscritto al fascio dei cavi contenuti con un minimo di 15 mm;
- condutture in canalette, canali e passarelle a sezione non circolare: la superficie interna delle canalette e dei canali deve essere almeno il doppio della superficie retta occupata dal fascio di cavi.

I dati di calcolo vanno desunti dalle caratteristiche dimensionali nominali dei tubi e dei cavi elettrici.

Il cerchio e la sezione retta circoscritti ai fasci di cavi contenuti possono essere valutati sperimentalmente.

##### 83.8.11.2. Controllo del coordinamento fra correnti d'impiego e portate dei conduttori

Il controllo ha lo scopo di verificare il corretto dimensionamento dei conduttori in relazione alle correnti d'impiego alle portate dei conduttori e i dispositivi di protezione contro i sovraccarichi installati.

L'analisi dovrà riguardare:

- i circuiti terminali di allacciamento di un solo utilizzatore;
- i circuiti dorsali o principali;
- le portate dei conduttori;
- la protezione dei conduttori dal sovraccarico nei casi previsti dalla norma **CEI 64-8**.

##### 83.8.11.3. Controllo del coordinamento fra correnti di corto circuito e poteri di interruzione degli apparecchi

Il controllo del coordinamento fra correnti di corto circuito e poteri di interruzione degli apparecchi ha lo scopo di verificare che gli apparecchi installati siano idonei a funzionare e a sopportare le sollecitazioni termiche e elettrodinamiche che si verificano nel loro punto d'installazione durante un corto circuito.

#### 83.9. Generalità sulle condizioni di integrazione degli impianti elettrici, ausiliari e telefonici nell'edificio

Va curata la più razionale integrazione degli impianti elettrici, ausiliari e telefonici nell'edificio e la loro coesistenza con le altre opere e impianti.

A tale scopo vanno formulate indicazioni generali relative alle condutture nei montanti (sedi, canalizzazioni separate, conduttori di protezione e altre) o nei locali (distribuzione a pavimento o a parete, altre).

Per la definizione di tali indicazioni si può fare riferimento alla Guida CEI 64-50 ove non diversamente specificato.

È opportuno, in particolare, che prima dell'esecuzione e nel corso dei lavori vengano assegnati agli impianti elettrici spazi adeguati o compatibili con quelli per gli altri impianti tecnici, onde evitare interferenze dannose ai fini dell'installazione e dell'esercizio.

## Art. 84 – Impianti di illuminazione. Verifiche illuminotecniche

Le operazioni del collaudo illuminotecnico sono simili a quelle di un impianto elettrico e comprendono:

- esami a vista;
- rilievi strumentali;
- calcoli di controllo.

### 84.1. Esami a vista

L'esame a vista è condotto dal direttore dei lavori sulla base della documentazione di progetto, dovrà essere verificata la rispondenza degli apparecchi di illuminazione installati, completi di tutti gli accessori, siano rispondenti alle prescrizioni progettuali e in particolare del capitolato speciale d'appalto.

### 84.2. Impianti di illuminazione interna

Gli impianti di illuminazione interna vengono collaudati eseguendo misure dirette alla determinazione:

- dell'illuminamento medio e dell'uniformità;
- della luminanza nel campo visivo;
- dell'abbagliamento prodotto dall'impianto;
- del contrasto del testo stampato con inchiostro nero su carta bianca.

#### 84.2.1. Misura dell'illuminamento medio e dell'uniformità

##### 84.2.1.1. Misura dell'illuminamento medio

La misura dell'illuminamento medio ha lo scopo di accertare che i livelli e l'uniformità di illuminamento siano conformi alle prescrizioni del capitolato speciale d'appalto.

In particolare l'analisi deve riguardare:

a) impianti di illuminazione generale:

illuminamento massimo in lux  $\geq$  dati di progetto

lux max/lux min  $\leq$  dati di progetto;

b) impianti di illuminazione concentrata:

illuminamento medio sul piano interessato  $\geq$  dati di progetto;

c) impianti di illuminazioni esterna:

illuminamento minimo nell'area illuminata lux  $\geq$  dati di progetto

lux max/lux min  $\leq$  4 (se il progetto non prevede condizioni più gravose).

La misura dell'illuminamento artificiale va eseguita in assenza totale di luce naturale; durante il giorno è perciò essenziale oscurare gli infissi con elementi in vetro.

L'illuminamento viene misurato mediante un reticolo, costruito in funzione dell'indice del locale ed eseguendo la misura al centro di ogni maglia.

La misurazione è eseguita mediante un luxmetro con precisione non inferiore a 5% posto in posizione orizzontale a 85-90 cm dal pavimento per attività da svolgere in piedi e all'altezza del compito visivo nel posto di lavoro, solitamente 75 cm. La cellula deve essere disposta perpendicolare alla direzione del flusso luminoso e la lettura deve essere effettuata a cellula ferma.

**Tabella 84.1 – Valori di illuminamento raccomandati**

Compito visivo	Ambiente	Illuminamento (Lux)
Visione generale	Scale, corridoi	70 – 100
Lavori manuali grossolani	Magazzini	100 – 200
Lettura, scrittura	Uffici	200 – 400
Studio e lavori impegnativi	Scuole	300 – 500
Disegno e lavori di precisione	Uffici tecnici, laboratori	oltre 500

#### 84.2.2. Misura di luminanza nel campo visivo

La luminanza è misurata con il luminanzometro fissato su supporto orientabile e regolabile in altezza, sulle superfici, l'angolo di apertura dello strumento è solitamente  $\leq 1^\circ$ . Lo strumento deve puntato nella direzione di osservazione dell'utente durante l'attività lavorativa, eseguendo le misure:

- del compito visivo;
- dello sfondo che contiene il compito visivo;

- delle zone periferiche circostanti al compito visivo;
- verticali più lontane poste di fronte all'osservatore.

#### 84.2.3. Abbagliamento

Il grado di abbagliamento (o indice di abbagliamento) è un parametro di tipo convenzionale per la valutazione dell'effetto provocato all'osservatore.

L'abbagliamento può essere valutato mediante appositi diagrammi relativi a ogni apparecchio che forniscono la luminanza limite di abbagliamento al variare dell'angolo visivo da 45° a 85°, riferito a ogni classe di qualità in corrispondenza al livello di illuminamento previsto. Il controllo dell'abbagliamento è eseguito sulla base della relazione geometrica tra l'apparecchio e l'osservatore rivolto verso lo stesso.

**Tabella 84.2 – Classi di qualità per la limitazione dell'abbagliamento**

Tipo di compito o attività	Grado di abbagliamento	Classe di qualità
Compiti visivi molto difficoltosi	1,15	A
Compiti visivi che richiedono prestazioni visive elevate	1,5	B
Compiti visivi che richiedono prestazioni visive normali	1,85	C
Compiti visivi che richiedono prestazioni visive modeste	2,2	D
Per interni dove le persone non sono confinate in una posizione di lavoro precisa, ma si spostano da un posto all'altro esplicando compiti che richiedono prestazioni visive modeste	2,5	E

(Fonte: Cataliotti V. – Morana G., *Impianti elettrici di illuminazione*, Dario Flaccovio, Palermo 1998)

#### 84.2.4. Misura del contrasto

Un importante fattore da controllare, in fase di verifica dell'impianto, è la resa del contrasto che può definirsi la valutazione dell'aspetto di due zone del campo visive viste simultaneamente.

**Tabella 84.3 – Classi di qualità per la resa del contrasto (CIE, Publication, n. 29.2, 1986)**

Classi di qualità per la resa del contrasto	CRF.R	Aree di applicazione per la lettura e scrittura
I	≥ 1,00	Interni ove si usano prevalentemente materiali lucidi, per esempio: sale per composizione tipografica
II	≥ 0,85	Materiali lucidi usati saltuariamente, per esempio: uffici e scuole normali
III	≥ 0,70	Interni dove i materiali sono normalmente diffondenti, per esempio: scuole e certi tipi di uffici

#### 84.3. Impianti di illuminazione esterna

La verifica degli impianti di illuminazione esterna è basata su misure relative alla determinazione:

- illuminamento medio;
- abbagliamento prodotto,

sulla carreggiata stradale

La misura della luminanza sulla carreggiata, secondo le raccomandazioni CIE, devono essere eseguito ai nodi un reticolo avente le seguenti prescrizioni:

- senso longitudinale, maglia con lato non superiore a un 1/3 dell'interdistanza tra i centri luminosi;
- senso trasversale, minimo due punti per ogni corsia di marcia.

La misura della luminanza è eseguita con un luminanzometro posto a un'altezza di cm 150 dalla carreggiata e con inclinazione di 1° al di sotto dell'orizzontale; l'illuminamento è misurato con un luxmetro in questo caso dotato di cupola diffondente.

##### 84.3.1. Misura dell'abbagliamento

La misura dell'abbagliamento consiste nella misura della luminanza velante dovuta ai proiettori  $L_{vi}$  e della luminanza velante dovuta alla luce  $L_{va}$ . I valori degli indici vanno raccolti in tabelle.

La misura di  $L_{vi}$  può essere eseguita mediante:

- l'illuminamento  $E$  prodotto da tutte le sorgenti di luce misurato all'altezza dell'occhio in un piano perpendicolare alla direzione di osservazione considerata;
- misura degli angoli compresi fra la direzione di osservazione e le direzioni di provenienza della luce emessa da tutti gli apparecchi illuminanti.

Le misurazioni devono essere eseguite a cm 150 dal suolo. La misura dei proiettori installati su un sostegno va effettuata schermato l'apparecchio luminoso da tutte le radiazioni luminose non appartenenti al sostegno in oggetto. In caso di proiettori disposti su file continue, si dividerà ogni fila in segmenti che sottendono angoli superiori a 5°, e per ciascuno di essi dovrà considerarsi una misura rivolta verso il suo centro. Durante le misure devono essere schermate le radiazioni luminose provenienti dai proiettori limitrofi.

#### *84.3.2. Misura del colore della luce*

La misura del colore della luce incidente l'area di gioco viene effettuata posizionando un colorimetro nei centri dei quattro quadranti in cui può suddividersi l'area di gioco, a un'altezza di cm 150 dal suolo.

### **Art. 85 – Ascensori e piattaforme elevatrici**

#### **85.1. Norme sugli ascensori**

I requisiti essenziali di sicurezza e di salute relativi alla progettazione e alla costruzione degli ascensori e dei componenti di sicurezza sono disciplinati dal D.P.R. 30 aprile 1999, n. 162 recante il regolamento recante norme per l'attuazione della direttiva 95/16/CE sugli ascensori e di semplificazione dei procedimenti per la concessione del nulla osta per ascensori e montacarichi, nonché della relativa licenza di esercizio.

Il comma 2, dell'art. 17 del D.P.R. n. 162/1999 dispone che è vietato l'uso degli ascensori a cabine multiple a moto continuo ai ciechi, alla persone con abolita o diminuita funzionalità degli arti e ai minori di dodici anni, anche se accompagnati.

#### **85.2. Considerazioni generali e osservazioni preliminari**

##### *85.2.1. Considerazioni generali*

Applicazione della direttiva 89/392/CEE, modificata dalle direttive 91/368/CEE, 93/44/CEE e 93/68/CEE.

Allorquando il rischio corrispondente sussiste, e non è trattato nell'Allegato I del D.P.R. 162/1999, si applicano i requisiti essenziali di salute e di sicurezza di cui all'Allegato I della direttiva 89/392/CEE. In ogni caso, si applica il requisito essenziale di cui al punto 1.1.2 dell'Allegato I della direttiva 89/392/CEE.

##### *85.2.2. Osservazioni preliminari*

Gli obblighi previsti dai requisiti essenziali di sicurezza e di salute si applicano soltanto se sussiste il rischio corrispondente per l'ascensore o per il componente di sicurezza in questione allorché viene utilizzato alle condizioni previste dall'installatore dell'ascensore o dal fabbricante del componente di sicurezza.

I requisiti essenziali di sicurezza e di salute elencati nella direttiva sono inderogabili. Tuttavia, tenuto conto dello stato della tecnica, gli obiettivi da essi prefissi possono non essere raggiunti. In questo caso e nella misura del possibile l'ascensore o il componente di sicurezza deve essere progettato e costruito per tendere verso tali obiettivi.

Il fabbricante del componente di sicurezza e l'installatore dell'ascensore hanno l'obbligo di effettuare un'analisi dei rischi per individuare tutti quelli che concernono il loro prodotto; devono, inoltre, progettare e costruirlo tenendo presente tale analisi.

#### **85.3. Cabina**

La cabina deve essere progettata e costruita in modo da offrire lo spazio e la resistenza corrispondenti al numero massimo di persone e al carico nominale dell'ascensore fissati dall'installatore.

Se l'ascensore è destinato al trasporto di persone e le dimensioni lo permettono, la cabina deve essere progettata e costruita in modo da non ostacolare o impedire tramite le sue caratteristiche strutturali l'accesso e l'uso da parte dei disabili e in modo da permettere tutti gli adeguamenti appropriati destinati a facilitarne l'utilizzazione.

#### **85.4. Elementi di sospensione e elementi di sostegno**

Gli elementi di sospensione e/o sostegno della cabina, compresi i collegamenti e gli attacchi terminali, devono essere studiati e progettati in modo da garantire un adeguato livello di sicurezza totale e ridurre al minimo il rischio di caduta della cabina, tenendo conto delle condizioni di utilizzazione, dei materiali impiegati e delle condizioni di fabbricazione.

Qualora per la sospensione della cabina si utilizzino funi o catene, devono esserci almeno due funi o catene indipendenti l'una dall'altra, ciascuna con un proprio sistema di attacco. Tali funi o catene non devono comportare né raccordi, né impiombature, eccetto quelli necessari al loro fissaggio o al loro allacciamento.

**85.5. Controllo delle sollecitazioni (compresa la velocità eccessiva)**

Gli ascensori devono essere progettati, costruiti e installati in modo da rendere senza effetto l'ordine di comando dei movimenti qualora il carico superi il valore nominale.

Gli ascensori devono essere dotati di un dispositivo limitatore di velocità eccessiva. Detti requisiti non si applicano agli ascensori che, per la progettazione del sistema di azionamento, non possono raggiungere una velocità eccessiva.

Gli ascensori a velocità elevata devono essere dotati di un dispositivo di controllo e di regolazione della velocità.

Gli ascensori con puleggia di frizione devono essere progettati in modo che sia assicurata la stabilità delle funi di trazione sulla puleggia.

**85.6. Motore**

Ciascun ascensore destinato al trasporto di persone deve avere un proprio macchinario. Questo requisito non concerne gli ascensori in cui i contrappesi siano sostituiti da una seconda cabina.

L'installatore dell'ascensore deve prevedere che il macchinario e i dispositivi associati di un ascensore non siano accessibili tranne che per la manutenzione e per i casi di emergenza.

**85.7. Comandi**

I comandi degli ascensori destinati al trasporto dei disabili non accompagnati devono essere opportunamente progettati e disposti.

La funzione dei comandi deve essere chiaramente indicata.

I circuiti di azionamento di una batteria di ascensori possono essere destinati o interconnessi.

Il materiale elettrico deve essere installato e collegato in modo che:

- sia impossibile fare confusione con circuiti non appartenenti all'ascensore;
- l'alimentazione di energia possa essere commutata sotto carico;

– i movimenti dell'ascensore dipendano da meccanismi di sicurezza collocati in un circuito di comando a sicurezza intrinseca;

- un guasto all'impianto elettrico non provochi una situazione pericolosa.

**85.8. Rischi per le persone al di fuori della cabina**

L'ascensore deve essere progettato e costruito in modo che l'accesso al volume percorso dalla cabina sia impedito, tranne che per la manutenzione e i casi di emergenza. Prima che una persona si trovi in tale volume, l'utilizzo normale dell'ascensore deve essere reso impossibile.

L'ascensore deve essere progettato e costruito in modo da impedire il rischio di schiacciamento quando la cabina venga a trovarsi in una posizione estrema, tale obiettivo si raggiunge mediante uno spazio libero o un volume di rifugio oltre le posizioni estreme.

Gli accessi di piano per l'entrata e l'uscita della cabina devono essere muniti di porte di piano aventi una resistenza meccanica sufficiente in funzione delle condizioni di uso previste.

Nel funzionamento normale, un dispositivo di interbloccaggio deve rendere impossibile:

- un movimento della cabina comandato deliberatamente o no se non sono chiuse e bloccate tutte le porte di piano;
- l'apertura di una porta di piano se la cabina non si è fermata ed è al di fuori della zona di piano prevista a tal fine.

Tuttavia, tutti i movimenti di ripristino del livello al piano con porte aperte sono ammessi nelle zone definite a condizione che la velocità di tale ripristino sia controllata.

**85.9. Rischi per le persone nella cabina**

Le cabine degli ascensori devono essere completamente chiuse da pareti cieche, compresi pavimenti e soffitti, a eccezione di aperture di ventilazione, e dotate di porte cieche. Le porte delle cabine devono essere progettate e installate in modo che la cabina non possa effettuare alcun movimento, tranne quelli di ripristino del livello di cui al precedente punto 85.8, terzo comma, se le porte non sono chiuse, e si fermi in caso di apertura delle porte.

Le porte delle cabine devono rimanere chiuse e bloccate in caso di arresto tra due livelli se esiste un rischio di caduta tra la cabina e le difese del vano o in mancanza di difese del vano.

In caso di guasto dell'alimentazione di energia o dei componenti, l'ascensore deve essere dotato di dispositivi destinati a impedire la caduta libera della cabina o movimenti ascendenti incontrollati di essa.

Il dispositivo che impedisce la caduta libera della cabina deve essere indipendente dagli elementi di sospensione della cabina.

Tale dispositivo deve essere in grado di arrestare la cabina con il suo carico nominale e alla velocità massima prevista dall'installatore dell'ascensore. L'arresto dovuto all'azione di detto dispositivo non deve provocare una decelerazione pericolosa per gli occupanti, in tutte le condizioni di carico.

Devono essere installati ammortizzatori tra il fondo del vano di corsa e il pavimento della cabina.

In questo caso lo spazio libero previsto al punto 85.8 deve essere misurato con gli ammortizzatori completamente compressi.

Detto requisito non si applica agli ascensori la cui cabina, per la progettazione del sistema di azionamento, non può invadere lo spazio libero previsto al paragrafo 85.8.

Gli ascensori devono essere progettati e costruiti in modo da poter essere messi in movimento soltanto se il dispositivo, di cui al comma 3 del presente punto, è in posizione operativa.

#### **85.10. Altri rischi**

Quando sono motorizzate, le porte di piano, le porte delle cabine, o l'insieme di esse, devono essere munite di un dispositivo che eviti i rischi di schiacciamento durante il loro movimento.

Quando debbono contribuire alla protezione dell'edificio contro l'incendio, le porte di piano, incluse quelle che comprendono parti vetrate, debbono presentare un'adeguata resistenza al fuoco, caratterizzata dalla loro integrità e dalle loro proprietà relative all'isolamento (non propagazione della fiamma) e alla trasmissione di calore (irraggiamento termico).

Gli eventuali contrappesi devono essere installati in modo da evitare qualsiasi rischio di collisione con la cabina o di caduta sulla stessa.

Gli ascensori devono essere dotati di mezzi che consentano di liberare e di evacuare le persone imprigionate nella cabina.

Le cabine devono essere munite di mezzi di comunicazione bidirezionali che consentano di ottenere un collegamento permanente con un servizio di pronto intervento.

Gli ascensori devono essere progettati e costruiti in modo che, se la temperatura nel locale del macchinario supera quella massima prevista dall'installatore dell'ascensore, essi possano terminare i movimenti in corso e non accettino nuovi ordini di manovra.

Le cabine devono essere progettate e costruite in modo da assicurare un'aerazione sufficiente ai passeggeri, anche in caso di arresto prolungato.

Nella cabina vi deve essere un'illuminazione sufficiente durante l'uso o quando una porta è aperta; inoltre deve esistere un'illuminazione di emergenza.

I mezzi di comunicazione di cui al comma 5 e l'illuminazione di emergenza di cui al comma 8 del presente punto, devono essere progettati e costruiti per poter funzionare anche in caso di mancanza di energia normale di alimentazione. Il loro tempo di funzionamento deve essere sufficiente per consentire il normale svolgimento delle operazioni di soccorso.

Il circuito di comando degli ascensori utilizzabili in caso di incendio deve essere progettato e costruito in modo che si possa evitarne l'arresto ad alcuni piani e consentire il controllo preferenziale dell'ascensore da parte delle squadre di soccorso.

#### **85.11. Marcatura**

Oltre alle indicazioni minime prescritte per qualsiasi macchina conformemente al punto 1.7.3 dell'Allegato I della direttiva 89/392/CEE, ogni cabina deve essere dotata di una targa ben visibile nella quale siano chiaramente indicati il carico nominale di esercizio in chilogrammi e il numero massimo di persone che possono prendervi posto.

Se l'ascensore è progettato in modo tale che le persone imprigionate nella cabina possano liberarsi senza ricorrere ad aiuto esterno, le istruzioni relative devono essere chiare e visibili nella cabina.

#### **85.12. Istruzioni per l'uso**

I componenti di sicurezza di cui all'Allegato IV del citato D.P.R. 162/1999, devono essere corredati di un libretto d'istruzioni redatto in lingua italiana o in un'altra lingua comunitaria accettata dall'installatore di modo che il montaggio, i collegamenti, la regolazione e la manutenzione, possano essere effettuati correttamente e senza rischi.

Detta documentazione deve comprendere almeno:

- un libretto d'istruzioni contenente i disegni e gli schemi necessari all'utilizzazione normale, nonché alla manutenzione, all'ispezione, alla riparazione, alle verifiche periodiche e alla manovra di soccorso di cui al comma 4 del punto 85.10;
- un registro sul quale si possono annotare le riparazioni e, se del caso, le verifiche periodiche.

**85.13. Marcatura CE di conformità**

Il D.P.R. n. 162/1999 all'art. 7 ha introdotto la marcatura CE di conformità, costituita dalle iniziali «CE» secondo il modello grafico di cui all'Allegato III dello stesso D.P.R.

La marcatura CE deve essere apposta in ogni cabina di ascensore in modo chiaro e visibile conformemente al punto 5 dell'Allegato I della direttiva 89/392/CEE, e deve, altresì, essere apposta su ciascun componente di sicurezza elencato nell'Allegato IV sempre del D.P.R. 162/1999 o, se ciò non è possibile, su un'etichetta fissata al componente di sicurezza.

È vietato apporre sugli ascensori o sui componenti di sicurezza marcature che possano indurre in errore i terzi circa il significato e il simbolo grafico della marcatura CE. Sugli ascensori o sui componenti di sicurezza può essere apposto ogni altro marchio purché questo non limiti la visibilità e la leggibilità della marcatura CE.

Quando sia accertata una apposizione irregolare di marcatura CE l'installatore dell'ascensore, il fabbricante del componente di sicurezza o il mandatario di quest'ultimo stabilito nel territorio dell'Unione europea, devono conformare il prodotto alle disposizioni sulla marcatura CE.



Fig. 85.1. Simbolo di marcatura CE

In caso di riduzione o di ingrandimento della marcatura CE, devono essere rispettate le proporzioni indicate nel simbolo di cui sopra.

I diversi elementi della marcatura CE devono avere sostanzialmente la stessa dimensione verticale, che non può essere inferiore a 5 mm. Per i componenti di sicurezza di piccole dimensioni si può derogare a detta dimensione minima.

**85.14. Componenti di sicurezza**

L'elenco dei componenti di sicurezza di cui all'art. 1, comma 1 e all'art. 8, comma 1 del D.P.R. n. 162/1999 è il seguente:

- 1) dispositivi di bloccaggio delle porte di piano;
- 2) dispositivi paracadute di cui al paragrafo 3.2 dell'Allegato 1 che impediscono la caduta della cabina o movimenti ascendenti incontrollati;
- 3) dispositivi di limitazione di velocità eccessiva;
- 4) a) ammortizzatori ad accumulazione di energia:
  - a caratteristica non lineare;
  - con smorzamento del movimento di ritorno;
- b) Ammortizzatori a dissipazione di energia;
- 5) dispositivi di sicurezza su martinetti dei circuiti idraulici di potenza quando sono utilizzati come dispositivi paracadute;
- 6) dispositivi elettrici di sicurezza con funzione di interruttori di sicurezza con componenti elettronici.

**85.15. Requisiti degli ascensori per i soggetti portatori di handicap**

- a) negli edifici di nuova edificazione, non residenziali, l'ascensore deve avere le seguenti caratteristiche:
    - cabina di dimensioni minime di 1,40 m di profondità e 1,10 m di larghezza;
    - porta con luce netta minima di 0,80 m, posta sul lato corto;
    - piattaforma minima di distribuzione anteriormente alla porta della cabina di 1,50 m × 1,50 m.
  - b) negli edifici di nuova edificazione residenziali l'ascensore deve avere le seguenti caratteristiche:
    - cabina di dimensioni minime di 1,30 m di profondità e 0,95 m di larghezza;
    - porta con luce netta minima di 0,80 m posta sul lato corto;
    - piattaforma minima di distribuzione anteriormente alla porta della cabina di 1,50 m × 1,50 m.
  - c) l'ascensore in caso di adeguamento di edifici preesistenti, ove non sia possibile l'installazione di cabine di dimensioni superiori, può avere le seguenti caratteristiche:
    - cabina di dimensioni minime di 1,20 m di profondità e 0,80 m di larghezza;
    - porta con luce netta minima di 0,75 m posta sul lato corto;
    - piattaforma minima di distribuzione anteriormente alla porta della cabina di 1,40 × 1,40 m.
- Le porte di cabina e di piano devono essere del tipo a scorrimento automatico. Nel caso di adeguamento la porta di

piano può essere del tipo ad anta incernierata purché dotata di sistema per l'apertura automatica.

In tutti i casi le porte devono rimanere aperte per almeno 8 secondi e il tempo di chiusura non deve essere inferiore a 4 sec.

L'arresto ai piani deve avvenire con autolivellamento con tolleranza massima  $\pm 2$  cm.

Lo stazionamento della cabina ai piani di fermata deve avvenire con porte chiuse.

La botoniera di comando interna ed esterna deve avere i bottoni a una altezza massima compresa tra 1,10 m e 1,40 m; per ascensori del tipo *a*), *b*) e *c*) la botoniera interna deve essere posta su una parete laterale ad almeno 35 cm dalla porta della cabina.

Nell'interno della cabina, oltre al campanello di allarme, deve essere posto un citofono ad altezza compresa tra 1,10 m e 1,30 m e una luce d'emergenza con autonomia minima di 3 ore

I pulsanti di comando devono prevedere la numerazione in rilievo e le scritte con traduzione in Braille: in adiacenza alla botoniera esterna deve essere posta una placca di riconoscimento di piano in caratteri Braille.

Si deve prevedere la segnalazione sonora dell'arrivo al piano e, ove possibile, l'installazione di un sedile ribaltabile con ritorno automatico.

#### **85.16. Piattaforme elevatrici**

Le piattaforme elevatrici per superare dislivelli, di norma, non superiori a ml 4, con velocità non superiore a 0,1 m/s, devono rispettare, per quanto compatibili, le prescrizioni tecniche specificate per i servoscala.

Le piattaforme e il relativo vano corsa devono avere opportuna protezione e i due accessi muniti di cancelletto.

La protezione del vano corsa e il cancelletto del livello inferiore devono avere altezza tale da non consentire il raggiungimento dello spazio sottostante la piattaforma, in nessuna posizione della stessa.

La portata utile minima deve essere di 130 kg.

Il vano corsa deve avere dimensioni minime pari a 0,80 m  $\times$  1,20 m.

Se le piattaforme sono installate all'esterno, gli impianti devono risultare protetti dagli agenti atmosferici.

I requisiti costruttivi dei montascale, per molto tempo privi di regolamentazione, sono contenuti nella nuova norma **UNI 9801**.

I componenti di sicurezza dei montacarichi, soggetti a dichiarazione di conformità da parte del costruttore ai sensi del D.P.R. n. 459/1996, sono:

- i dispositivi di blocco delle porte o portelli di piano;
- dispositivo contro eccesso di velocità;
- valvola di blocco (o la valvola di riduzione differenziale);
- i circuiti di sicurezza con componenti elettronici;
- paracadute;
- gli ammortizzatori, esclusi quelli a molla senza ritorno ammortizzato.

### **Art. 86 – Impianti di antieffrazione e antintrusione**

#### **86.1. Norme di riferimento**

Gli impianti di allarme dovranno essere realizzati a regola d'arte in rispondenza alla legge 1° marzo 1968 n. 186. Si considerano a regola d'arte gli impianti di allarme realizzati secondo le norme CEI applicabili, in relazione alla tipologia di edificio, di locale o di impianto specifico oggetto del progetto e precisamente:

- CEI 12-13** *Apparecchi elettronici e loro accessori collegati alla rete per uso domestico o analogo uso generale. Norme di sicurezza.*
- CEI 79-2** *Impianti antieffrazione, antintrusione, antifurto e antiaggressione. Norme particolari per le apparecchiature.*
- CEI 79-3** *Impianti antieffrazione, antintrusione, antifurto e antiaggressione.*  
Norme particolari per gli impianti antieffrazione e antintrusione;
- CEI 79-4** *Impianti antieffrazione, antintrusione, antifurto e antiaggressione. Norme particolari per il controllo degli accessi.*
- CEI 64-8** *Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1.000 V in corrente alternata a 1.500 V in corrente continua.*
- CEI 64-9** *Impianti elettrici utilizzatori negli edifici a destinazione residenziale e similare.*
- CEI 64-10** *Impianti elettrici nei luoghi di spettacolo o di intrattenimento.*
- CEI 64-2** *Impianti elettrici nei luoghi con pericolo di esplosione o di incendio.*
- CEI S/423** *Impianti di terra negli edifici civili. Raccomandazioni per l'esecuzione.*

**CEI 103-1** *Impianti telefonici interni.*

**CEI 64-50=UNI 9620** *Edilizia residenziale. Guida per l'integrazione nell'edificio degli impianti elettrici utilizzatori, ausiliari e telefonici.*

Inoltre vanno rispettate le disposizioni della legge n. 818/1984 per quanto applicabili.

### **86.2. Prove sulle apparecchiature**

Al fine di garantire la piena funzionalità di esercizio e ai sensi dell'art. 2 della legge 18 ottobre 1977 n. 791, che richiede l'utilizzo di materiale costruito a regola d'arte, tutti i dispositivi di rivelazione, segnalazione locale/remota (teletrasmissione), nonché di controllo (accessi, televisione a circuito chiuso), dovranno rispondere alle norme **CEI 79-2, 79-3 e 79-4**.

Per attestare la rispondenza alle sopradette norme, dette apparecchiature dovranno riportare il previsto marchio di conformità, ove previsto dalle stesse.

Qualora l'apparecchiatura da impiegare non sia contemplata nelle sopraelencate norme, ma esistano norme di riferimento a livello europeo (CENELEC) oppure internazionale (IEC) essa dovrà essere munita di dichiarazione di conformità rilasciata dal costruttore; in ogni caso dovrà essere garantita la sicurezza d'uso: a tal riguardo tutte le apparecchiature elettriche collegate alle linee di alimentazione in bassa tensione (trasformatori, interruttori, fusibili, ecc.), dovranno essere conformi alle **CEI 12-13**; tale rispondenza dovrà essere certificata da apposito attestato di conformità rilasciato da parte degli organismi competenti degli stati membri della CEE, oppure da dichiarazione di conformità rilasciata dal costruttore.

Tutte le apparecchiature dovranno essere esenti da difetti qualitativi e di lavorazione.

### **86.3. Caratteristiche tecniche degli impianti**

Per quanto attiene alla esecuzione e alla dotazione di impianti sia per gli edifici di tipo residenziale sia per quelli non a carattere residenziale, il sistema di sicurezza dovrà essere realizzato con un livello di prestazione, definito di volta in volta dal progetto in funzione della particolare destinazione d'uso e ai beni da proteggere presenti (in caso di insufficienza o incompletezza del progetto si farà specifico riferimento alle norme **CEI 79-3 e 79-3 V1**).

### **86.4. Verifiche**

Le verifiche da effettuare a cura del direttore dei lavori degli impianti antieffrazione, antintrusione e antifurto sulla base della documentazione fornita sono:

- a) controllo dell'elenco dei materiali installati e delle relative caratteristiche tecniche;
- b) controllo a vista del posizionamento, fissaggio e accessibilità della centrale di gestione, dei singoli rilevatori e ogni altro dispositivo competente il sistema, con ulteriore verifica della conformità a livello di prestazione richiesta;
- c) controllo dello schema di localizzazione dei cavi e degli schemi dei collegamenti, verifica della completezza della documentazione tecnica e dei manuali d'uso e tecnici;
- d) calcolo teorico dell'autonomia di funzionamento dell'impianto sulla base degli assorbimenti, del tipo delle batterie e del dimensionamento degli alimentatori installati;
- e) controllo operativo delle funzioni concordate e in particolare:
  - risposta dell'impianto a eventi di allarme;
  - risposta dell'impianto a eventi temporali;
  - risposta dell'impianto a interventi manuali.

### **86.5. Istruzioni per la manutenzione**

Per garantire l'indispensabile continuità di funzionamento degli impianti devono essere fornite le istruzioni per la loro manutenzione che devono prevedere come minimo l'effettuazione di due visite ordinarie di ispezione all'anno, a partire dalla data di collaudo, da parte di personale specializzato che interverrà su programma di manutenzione preventiva ovvero su chiamata straordinaria. In fase di manutenzione preventiva dovranno essere effettuate tutte le operazioni di verifica necessarie per il controllo del buon funzionamento dell'impianto in generale, e in particolare:

- a) il funzionamento della centrale di gestione con particolare riguardo alle segnalazioni ottiche e all'attivazione dei mezzi di allarme;
- b) l'efficienza dell'alimentare e lo stato di carica delle batterie;
- c) la sensibilità e la portata dei rilevatori;
- d) l'efficienza degli organi di segnalazione d'allarme e di comando dei mezzi di trasmissione degli allarmi e di ogni altro dispositivo componente il sistema.

## CAPITOLO 5 – SISTEMAZIONI ESTERNE

### Art. 87 – Opere stradali

#### 87.1. Carreggiate

##### 87.1.1. Preparazione del sottofondo

Il terreno interessato dalla costruzione del corpo stradale che dovrà sopportare direttamente o la sovrastruttura o i rilevati, verrà preparato asportando il terreno vegetale per tutta la superficie e per la profondità fissata dal progetto o stabilito dalla direzione dei lavori.

I piani di posa dovranno anche essere liberati da qualsiasi materiale d'altra natura vegetale, quali radici, cespugli, alberi.

Per l'accertamento del raggiungimento delle caratteristiche particolari dei sottofondi qui appresso stabilite, agli effetti soprattutto del grado di costipamento e dell'umidità in posto, l'impresa, indipendentemente dai controlli che verranno eseguiti dalla direzione dei lavori, dovrà provvedere a tutte le prove e determinazioni necessarie.

A tal uopo dovrà quindi a sue cure e spese, installare in cantiere un laboratorio con le occorrenti attrezzature.

Le determinazioni necessarie per la caratterizzazione dei terreni ai fini della loro possibilità e modalità d'impiego, verranno preventivamente fatte eseguire dalla direzione dei lavori presso un laboratorio pubblico e cioè quelli delle Università, delle Ferrovie dello Stato o presso il laboratorio dell'ANAS.

Rimosso il terreno costituente lo strato vegetale, estirpate le radici fino a un metro di profondità sotto il piano di posa e riempite le buche così costituite si procederà, in ogni caso, ai seguenti controlli:

- a) determinazione del peso specifico apparente del secco del terreno in sito e di quello massimo determinato in laboratorio;
- b) determinazione dell'umidità in sito in caso di presenza di terre sabbiose, ghiaiose, o limose;
- c) determinazione dell'altezza massima delle acque sotterranee nel caso di terre limose.

##### 87.1.2. Costipamento del terreno in sito

A) Se sul terreno deve essere appoggiata la sovrastruttura direttamente o con l'interposizione di un rilevato di altezza minore di 50 cm, si seguiranno le seguenti norme:

a) per le terre sabbiose o ghiaiose, si dovrà provvedere al costipamento del terreno per uno spessore di almeno 25 cm con adatto macchinario fino a ottenere un peso specifico apparente del secco in sito, pari almeno al 95% di quello massimo ottenuto in laboratorio;

b) per le terre limose, in assenza d'acqua si procederà come al precedente capo a);

c) per le terre argillose si provvederà alla stabilizzazione del terreno in sito, mescolando a esso altro idoneo, in modo da ottenere un conglomerato, a legante naturale, compatto e impermeabile, dello spessore che verrà indicato volta per volta e costipato fino a ottenere un peso specifico apparente del secco pari al 95% del massimo ottenuto in laboratorio. Nel caso in cui le condizioni idrauliche siano particolarmente cattive, il provvedimento di cui sopra sarà integrato con opportune opere di drenaggio.

B) Se il terreno deve sopportare un rilevato di altezza maggiore di 0,50 m, si seguiranno le seguenti norme:

a) per terre sabbiose o ghiaiose si procederà al costipamento del terreno con adatto macchinario per uno spessore di almeno 25 cm, fino a ottenere un peso specifico apparente del secco pari all'85% del massimo ottenuto in laboratorio per rilevati aventi una altezza da 0,50 m a 3 m, e pari all'80% per rilevati aventi una altezza superiore a 3 m;

b) per le terre limose in assenza di acqua si procederà come indicato al comma a);

c) per le terre argillose si procederà analogamente a quanto indicato al punto c) del cap. A).

In presenza di terre torbose si procederà in ogni caso alla sostituzione del terreno con altro tipo sabbioso-ghiaioso per uno spessore tale da garantire una sufficiente ripartizione del carico.

##### 87.1.3. Modificazione della umidità in sito

L'umidità di costipamento non dovrà mai essere maggiore del limite di ritiro diminuito del 5%; nel caso che l'umidità del terreno in sito sia maggiore di questo valore, occorrerà diminuire questo valore dell'umidità in loco, mescolando alla terra, per lo spessore che verrà indicato dalla direzione dei lavori, altro materiale idoneo asciutto, o lasciando asciugare all'aria previa disgregazione.

Qualora operando nel modo suddetto l'umidità all'atto del costipamento, pari a quella del limite di ritiro diminuito del 5%, risultasse inferiore a quella ottima ottenuta in laboratorio, dovrà provvedersi a raggiungere il prescritto peso specifico apparente aumentando il lavoro meccanico di costipamento.

### **87.2. Fondazioni**

Quando occorra, la massicciata deve essere munita di una fondazione che, a seconda delle particolari condizioni dei singoli lavori, viene realizzata con una delle seguenti strutture:

- a) in pietrame o ciottolami;
- b) in misto di ghiaia (o pietrisco) e sabbia; o materiale prevalentemente sabbioso;
- c) in materiale di risulta, come i prodotti di recupero delle demolizioni di precedenti massicciate o di costruzioni edilizie, i detriti di frantumazione, le scorie, le ceneri, ecc., purché nei materiali di risulta dalle demolizioni non esistano malte gessose;
- d) in terra stabilizzata.

#### **87.2.1. Fondazione in pietrame e ciottolati**

Per la formazione della fondazione in pietrame e ciottolati entro apposito cassonetto scavato nella piattaforma stradale, dovranno costruirsi tre guide longitudinali di cui due laterali e una al centro e da altre guide trasversali alla distanza reciproca di 15 m, eseguite accuratamente con pietre e ciottoloni scelti e aventi le maggiori dimensioni, formando così dei riquadri da riempire con scapoli di pietrame o ciottoloni di altezza non minore di 20 cm e non superiore a 25 cm, assestati a mano, con le code in alto e le facce più larghe in basso, bene accostati fra loro e con gli interstizi serrati a forza mediante scaglie.

Ove la direzione dei lavori, malgrado l'accurata esecuzione dei sottofondi, reputi necessario che prima di spargere su di essi il pietrisco o la ghiaia sia provveduto alla loro rullatura e sagomatura, tale lavoro sarà eseguito in economia (qualora non esista allo scopo apposito prezzo di elenco) e pagato a parte in base ai prezzi di elenco per la fornitura e impiego di compressori di vario peso.

Ove tale rullatura si renda invece necessaria per deficienze esecutive nella tessitura dei sottofondi, l'impresa sarà obbligata a provvedere a sua totale cura e spesa alla cilindratura.

A lavoro ultimato, la superficie dei sottofondi dovrà avere sagoma trasversale parallela a quella che in definitivo si dovrà dare alla superficie della carreggiata, o del pavimento sovrapposto che dovrà costituire la carreggiata stessa.

Qualora per la natura del terreno di sottofondo e per le condizioni igrometriche, possa temersi un anormale affondamento del materiale di fondazione, occorre stendere preventivamente su detto terreno, uno strato di sabbia o materiale prevalentemente sabbioso di adeguato spessore e in ogni caso non inferiore a 10 cm.

#### **87.2.2. Fondazione in ghiaia o pietrisco e sabbia**

Le fondazioni con misti di ghiaia o pietrisco e sabbia dovranno essere formate con uno strato di materiale di spessore uniforme e di altezza proporzionata sia alla natura del sottofondo che alle caratteristiche del traffico. Di norma lo spessore dello strato da cilindrare non dovrà essere inferiore a 20 cm.

Lo strato deve essere assestato mediante cilindratura. Se il materiale lo richiede per scarsità di potere legante, è necessario correggerlo con materiale adatto, aiutandone la penetrazione mediante leggero innaffiamento, tale che l'acqua non arrivi al sottofondo.

Le cilindature dovranno essere condotte procedendo dai fianchi verso il centro. A lavoro finito, la superficie dovrà risultare parallela a quella prevista per il piano viabile.

Le stesse norme valgono per le fondazioni costruite con materiale di risulta. Tale materiale non dovrà comprendere sostanze alterabili e che possono rigonfiare in contatto con l'acqua.

### **87.3. Massicciata**

Le massicciate, tanto se debbono formare la definitiva carreggiata vera e propria portante il traffico dei veicoli e di per sé resistente, quanto se debbano eseguirsi per consolidamento o sostegno di pavimentazioni destinate a costituire la carreggiata stessa, saranno eseguite con pietrisco o ghiaia aventi le dimensioni appropriate al tipo di carreggiata da formare, indicate in via di massima dal R.D. 16 novembre 1939, n. 2228 e dal R.D. 16 novembre 1939, n. 2229 e dalle norme per il confezionamento del calcestruzzo, o da dimensioni convenientemente assortite.

Il pietrisco sarà ottenuto con la spezzatura a mano o meccanica, curando in quest'ultimo caso di adoperare tipi di frantoi meccanici che spezzino il pietrame o i ciottoloni di elevata durezza, da impiegare per la formazione del pietrisco, in modo da evitare che si determinino fratture nell'interno dei singoli pezzi di pietrisco.

La direzione dei lavori si riserva la facoltà di fare allontanare o di allontanare, a tutte spese e cure dell'impresa, dalla sede stradale il materiale di qualità scadente: altrettanto dicasi nel caso che il detto materiale non fosse messo in opera con le cautele e le modalità che saranno prescritte dalla direzione dei lavori, come pure per tutti gli altri materiali e prodotti occorrenti per la formazione delle massicciate e pavimentazioni in genere.

Il materiale di massiccata, preventivamente ammannito in cumuli di forma geometrica o in cataste pure geometriche, sui bordi della strada o in adatte località adiacenti agli effetti della misurazione, qualora non sia diversamente disposto, verrà sparso e regolarizzato in modo che la superficie della massiccata, a opera finita, abbia in sezione trasversale e per tratti in rettilineo, e a seconda dei casi, il profilo indicato nel precedente punto 89.2; e nelle curve il profilo che ai sensi dello stesso punto 89.2 sarà stabilito dalla direzione dei lavori.

Tutti i materiali da impiegare per la formazione della massiccata stradale dovranno soddisfare alle «Norme per l'accettazione dei pietrischi, dei pietrischetti, delle graniglie, delle sabbie e degli additivi per costruzioni stradali» di cui al « Fascicolo n. 4 » del Consiglio Nazionale delle Ricerche, ultima edizione.

Per la formazione della massiccata il materiale, dopo la misura deve essere steso in modo regolare e uniforme, ricorrendo alle comuni carriere o forche e se possibile, mediante adatti distributori meccanici.

L'altezza dello strato da cilindrare in una sola volta non deve essere superiore a 15 cm.

Qualora la massiccata non debba essere cilindrata, si provvederà a dare a essa una certa consistenza, oltre che con l'impiego di pietrisco assortito (da 60 a 25 mm) escludendo rigorosamente le grosse pezzature, mediante lo spandimento di sabbione di aggregazione che renda possibile l'amalgama dei vari elementi sotto un traffico moderato.

#### 87.3.1. Cilindratura delle massicciate

Per ciò che riguarda le semplici compressioni di massicciate a macadam ordinario, o eseguite per spianamento e regolarizzazioni di piani di posa di pavimentazioni, oppure di cilindrate da eseguire per preparare la massiccata a ricevere trattamenti superficiali, rivestimenti, penetrazioni e relativo supporto, o per supporto di pavimentazioni in conglomerati asfaltici bituminosi o asfaltici, in porfido, ecc., si provvederà all'uopo e in generale con rullo compressore a motore del peso non minore di 16 tonnellate.

Il rullo nella sua marcia di funzionamento manterrà la velocità oraria uniforme non superiore a 3 km/h.

Per la chiusura e rifinitura della cilindratura si impiegheranno rulli di peso non superiore a 14 tonnellate, e la loro velocità potrà essere anche superiore a quella suddetta, nei limiti delle buone norme di tecnica stradale.

I compressori saranno forniti a piè d'opera dall'impresa con i relativi macchinisti e conduttori abilitati e con tutto quanto è necessario al loro perfetto funzionamento.

Verificandosi eventualmente guasti ai compressori in esercizio, l'impresa dovrà provvedere prontamente alla riparazione e anche alla sostituzione, in modo che le interruzioni di lavoro siano ridotte al minimo possibile.

Il lavoro di compressione o cilindratura dovrà essere iniziato dai margini della strada e gradatamente proseguito verso la zona centrale.

Il rullo dovrà essere condotto in modo che nel cilindrare una nuova zona passi sopra una striscia di almeno 20 cm della zona precedentemente cilindrata, e che nel cilindrare la prima zona marginale venga a comprimere anche una zona di banchina di almeno 20 cm di larghezza.

Non si dovranno cilindrare o comprimere contemporaneamente strati di pietrisco o ghiaia superiori a 12 cm di altezza misurati sul pietrisco soffice sparso, e quindi prima della cilindratura. Pertanto, e ogni qualvolta la massiccata debba essere formata con pietrisco di altezza superiore a 12 cm, misurata sempre come sopra, la cilindratura dovrà essere eseguita separatamente e successivamente per ciascun strato di 12 cm o frazione, a partire da quello inferiore.

Quanto alle modalità di esecuzione delle cilindrate queste vengono distinte in tre categorie:

1° di tipo chiuso;

2° di tipo parzialmente aperto;

3° di tipo completamente aperto; a seconda dell'uso cui deve servire la massiccata a lavoro di cilindratura ultimato, e dei trattamenti o rivestimenti coi quali è previsto che debba essere protetta.

Qualunque sia il tipo di cilindratura, fatta eccezione delle compressioni di semplice assestamento, occorrenti per poter aprire al traffico senza disagio del traffico stesso, almeno nel primo periodo, la strada o i tratti da conservare a macadam semplice, tutte le cilindrate in genere debbono essere eseguite in modo che la massiccata, a opera finita e nei limiti resi possibili dal tipo cui appartiene, risulti cilindrata a fondo, in modo cioè che gli elementi che la compongono acquistino lo stato di massimo addensamento.

La *cilindratura di tipo chiuso* dovrà essere eseguita con uso di acqua, pur tuttavia limitato, per evitare ristagni nella massiccata e rifluimento in superficie del terreno sottostante che potesse perciò essere rammollito e con impiego, durante la cilindratura, di materiale di saturazione, comunemente detto aggregante, costituito da sabbione pulito e scevro di materie terrose da scegliere fra quello con discreto potere legante, o da detrito dello stesso pietrisco, se è

prescritto l'impiego del pietrisco e come è opportuno per questo tipo, purché tali detriti siano idonei allo scopo. Detto materiale col sussidio dell'acqua e con la cilindatura prolungata in modo opportuno, ossia condotta a fondo, dovrà riempire completamente, o almeno il più che sia possibile, i vuoti che anche nello stato di massimo addensamento del pietrisco restano tra gli elementi del pietrisco stesso.

Ad evitare che per eccesso di acqua si verifichino inconvenienti immediati o cedimenti futuri, si dovranno aprire frequenti tagli nelle banchine creando dei canaletti di sfogo con profondità non inferiore allo spessore della massicciata ed eventuale sottofondo e con pendenza verso l'esterno.

La cilindatura sarà protratta fino a completo costipamento col numero di passaggi occorrenti in relazione alla qualità e durezza del materiale prescritto per la massicciata, e in ogni caso non mai inferiore a 120 passate <sup>(1)</sup>.

*La cilindatura di tipo semiaperto*, a differenza della precedente, dovrà essere eseguita con le modalità seguenti:

a) l'impiego di acqua dovrà essere pressoché completamente eliminato durante la cilindatura, limitandone l'uso a un preliminare innaffiamento moderato del pietrisco prima dello spandimento e configurazione, in modo da facilitare l'assestamento dei materiali di massicciata durante le prime passate di compressore, e a qualche leggerissimo innaffiamento in sede di cilindatura e limitatamente allo strato inferiore da cilindare per primo (tenuto conto che normalmente la cilindatura di massicciate per strade di nuova costruzione interessa uno strato di materiale di spessore superiore ai 12 cm) e ciò laddove si verificasse qualche difficoltà per ottenere l'assestamento suddetto. Le ultime passate di compressore, e comunque la cilindatura della zona di massicciata che si dovesse successivamente cilindare al disopra della zona suddetta di 12 cm, dovranno eseguirsi totalmente a secco;

b) il materiale di saturazione da impiegare dovrà essere della stessa natura, essenzialmente arida e preferibilmente silicea, nonché almeno della stessa durezza, del materiale durissimo, e pure preferibilmente siliceo, che verrà prescritto e impiegato per le massicciate da proteggere coi trattamenti superficiali e rivestimenti suddetti.

Si potrà anche impiegare materiale detritico ben pulito proveniente dallo stesso pietrisco formante la massicciata (se è previsto impiego di pietrisco), oppure graniglia e pietrischino, sempre dello stesso materiale.

L'impiego dovrà essere regolato in modo che la saturazione dei vuoti resti limitata alla parte inferiore della massicciata e rimangano nella parte superiore per un'altezza di alcuni centimetri i vuoti naturali risultanti dopo completata la cilindatura: qualora vi sia il dubbio che per la natura o dimensione dei materiali impiegati potessero rimanere in questa parte superiore vuoti eccessivamente voluminosi a danno dell'economia del successivo trattamento, si dovrà provvedere alla loro riduzione unicamente mediante l'esecuzione dell'ultimo strato, che dovrà poi ricevere il trattamento, con opportuna mescolanza di diverse dimensioni dello stesso materiale di massicciata.

La cilindatura sarà eseguita col numero di passate che risulterà necessario per ottenere il più perfetto costipamento in relazione alla qualità e durezza del materiale di massicciata impiegato, e in ogni caso con numero non minore di 80 passate <sup>(2)</sup>.

*La cilindatura di tipo completamente aperto* differisce a sua volta dagli altri sopradescritti in quanto deve essere eseguita completamente a secco e senza impiego di sorta di materiali saturanti i vuoti.

La massicciata viene preparata per ricevere la penetrazione, mediante cilindatura che non è portata subito a fondo, ma sufficiente a serrare fra di loro gli elementi del pietrisco, che deve essere sempre di qualità durissima e preferibilmente siliceo, con le dimensioni appropriate, comunemente prescritte per le massicciate per supporto di rivestimento di notevole spessore; il definitivo completo costipamento viene affidato alla cilindatura, da eseguirsi successivamente alla applicazione del trattamento in penetrazione.

#### **87.4. Massicciata in misto granulometrico a stabilizzazione meccanica**

Per le strade in terre stabilizzate da eseguirsi con misti granulometrici senza aggiunta di leganti si adopererà una idonea miscela di materiali a granulometria continua a partire dal limo argilla da 0,074 mm sino alla ghiaia (ciottoli) o pietrisco con massime dimensioni di 50 mm.

La relativa curva granulometrica dovrà essere contenuta tra le curve limiti che determinano il fuso di Talbot. Lo strato dovrà avere un indice di plasticità tra 6 e 9 (salvo in condizioni particolari, secondo rilievi di laboratorio, alzare il limite superiore che può essere generalmente conveniente salga a 10) per avere garanzie che né la sovrastruttura si

<sup>(1)</sup>Le cilindature di tipo chiuso debbono riservarsi unicamente per le massicciate a macadam per le quali è prevista la cilindatura a fondo; per le massicciate da proteggere con rivestimenti per i quali non si richieda o non sia strettamente necessaria una preliminare bitumatura o catramatura in superficie per favorire l'aderenza, in quanto questa aderenza può egualmente ottenersi senza tale trattamento preliminare (come, per esempio, per i rivestimenti superficiali a base di polveri asfaltiche); ed infine, in generale, dove lo strato di pietrisco cilindato serve per conguagliare il piano di posa di pavimentazioni cementizie e simili, asfaltiche, ecc., o per sostegno e fondazione di pavimentazioni di altro tipo (conglomerati bituminosi, porfido, ecc.) applicabili e previste da applicare su massicciata cilindata.

<sup>(2)</sup>Il tipo di cilindatura semiaperto è quello da eseguire per le massicciate che si debbano proteggere con applicazioni di una mano (di impianto) con o senza mani successive, di bitume o catrame, a caldo o a freddo, o per creare una superficie aderente a successivi rivestimenti, facendo penetrare i leganti suddetti più o meno profondamente nello strato superficiale della massicciata (trattamento in semipenetrazione).

disgredi né, quando la superficie è bagnata, sia incisa dalle ruote, e in modo da realizzare un vero e proprio calcestruzzo d'argilla con idoneo scheletro litico. A tal fine si dovrà altresì avere un limite di liquidità inferiore a 35 e un CBR saturo a 2,5 mm di penetrazione non inferiore al 50%. Lo spessore dello strato stabilizzato sarà determinato in relazione alla portanza anche del sottofondo e dei carichi che dovranno essere sopportati per il traffico (max kg 8/cm<sup>2</sup> previsto per pneumatici di grossi automezzi dal nuovo codice della strada) mediante la prova di punzonamento CBR (*California bearing ratio*) su campione compattato preventivamente col metodo Proctor.

Il materiale granulometrico tanto che sia tout venant di cava o di frantumazione, tanto che provenga da banchi alluvionali opportunamente vagliati, il cui scavo debba essere corretto con materiali di aggiunta, ovvero parzialmente frantumati per assicurare un maggior ancoraggio reciproco degli elementi del calcestruzzo di argilla, deve essere steso in cordoni lungo la superficie stradale. Successivamente si procede al mescolamento per ottenere una buona omogeneizzazione mediante i motograders e alla contemporanea stesa sulla superficie stradale. Poi dopo conveniente umidificazione in relazione alle condizioni ambientali si compatta lo strato con rulli gommati o vibranti sino a ottenere una densità in posto non inferiore al 95% di quella massima ottenuta con la prova AASHTO modificata.

Per l'impiego, la qualità, le caratteristiche dei materiali e la loro accettazione l'impresa sarà tenuta a prestarsi in ogni tempo, a sue cure e spese, alle prove dei materiali da impiegare o impiegati presso un Istituto sperimentale ufficiale. Le prove da eseguirsi correntemente saranno l'analisi granulometrica meccanica, i limiti di plasticità e fluidità, densità massima e umidità ottima (prove di Proctor), portanza (CBR) e rigonfiabilità, umidità in posto, densità in posto.

Il laboratorio da campo messo a disposizione dall'impresa alla direzione dei lavori dovrà essere dotato di:

- a) serie di setacci per i pietrischetti diametri 25, 15, 10, 5, 2; per le terre serie ASTM 10, 20, 40, 80, 140, 200;
- b) un apparecchio Proctor completo;
- c) un apparecchio per la determinazione della densità in posto;
- d) una stufetta da campo;
- e) una bilancia tecnica, di portata di 10 kg ad approssimazione di un grammo.

#### **87.5. Norme per la costruzione di sovrastrutture in terra stabilizzata con cemento**

Per l'esecuzione di tale tipo di sovrastruttura i lavori dovranno svolgersi nel seguente modo:

- a) prima di spargere il cemento, lo strato di materiale dovrà essere conformato secondo le sagome definitive, trasversali e longitudinali di progetto;
- b) il cemento dovrà essere distribuito uniformemente nelle quantità richieste e il lavoro dovrà essere di soddisfazione piena della direzione dei lavori;
- c) l'acqua dovrà essere aggiunta nella quantità necessaria con barre spruzzatrici a pressione e uniformemente incorporate nella miscela nelle quantità richieste per ottenere l'umidità specificata dalla direzione dei lavori per la miscela terra e cemento;
- d) ad avvenuta uniforme miscelazione della terra acqua cemento, l'impasto dovrà essere immediatamente costipato fino al raggiungimento della densità indicata dalla direzione dei lavori;
- e) la miscela dovrà essere mantenuta umida con l'aggiunta di acqua nella quantità necessaria a sopperire le perdite verificatesi durante la lavorazione, e infine lo strato sarà rifinito secondo le norme che di volta in volta verranno impartite dalla direzione dei lavori;
- f) dopo che la sovrastruttura di terra-cemento sarà ultimata, dovrà essere immediatamente protetta in superficie per un periodo di sette giorni con sabbia o con stuoie, onde evitare perdite di contenuto di umidità nella miscela.

Il macchinario da impiegare dovrà essere in buone condizioni d'uso e dovrà avere l'approvazione della direzione dei lavori. Il macchinario che non sia di gradimento della direzione dei lavori non potrà essere impiegato.

Il cemento da impiegarsi dovrà essere quello normale ai sensi della legge 26 maggio 1965, n. 595 – Caratteristiche tecniche e requisiti dei leganti idraulici.

La direzione dei lavori potrà autorizzare l'uso di cemento pozzolanico o di altoforno, che corrispondano alle norme vigenti.

Il cemento dovrà essere consegnato in sacchi sigillati portanti scritto il marchio di fabbrica della cementeria. Ogni sacco dovrà essere in perfette condizioni al momento della consegna.

Il cemento dovrà essere depositato in luoghi asciutti al riparo dalla pioggia e dalle intemperie. Tutto il cemento che per qualsiasi ragione risulterà parzialmente deteriorato o conterrà impurità sarà rifiutato.

L'acqua da impiegarsi dovrà essere esente da impurità dannose, olii, acidi, alcali, materie organiche e qualsiasi altra sostanza nociva.

Il dosaggio del cemento nella miscela terra-cemento sarà stabilito in base alle caratteristiche della terra. Di norma la percentuale varierà dal 4 al 14% in peso sul peso secco del materiale ovvero dal 6 al 16% in volume sul volume della miscela costipata.

Il minimo dosaggio del cemento da usare è quello che corrisponde ai seguenti requisiti:

a) dia perdite di peso per la miscela terra-cemento rispetto al peso iniziale dopo 12 cicli di imbibizione ed essiccamento (eseguiti secondo la prova AASHO-T 135/45) e dopo 12 cicli di gelo e disgelo (eseguiti secondo la prova AASHO-T 136/45) compresi, a seconda dei gruppi di appartenenza delle classificazioni AASHO DM 145-49 nei seguenti limiti:

Terre dei gruppi A<sub>1a</sub>, A<sub>1b</sub>, A<sub>3</sub>, A<sub>2-4</sub>, A<sub>2-5</sub>; non oltre il 14%;

Terre dei gruppi A<sub>2-6</sub>, A<sub>2-7</sub>, A<sub>4</sub>, A<sub>5</sub>; non oltre il 10%;

Terre di gruppi A<sub>6</sub>, A<sub>7-5</sub>, A<sub>7-6</sub>; non oltre il 7%;

b) dia variazione di volume durante i cicli di imbibizione ed essiccamento, o di gelo o disgelo, non superiore al 2% del volume dei provini all'atto della confezione;

c) dia contenuti di umidità, durante i cicli di imbibizione ed essiccamento, o di gelo o disgelo, non superiori alla quantità che può totalmente riempire i vuoti dei campioni all'atto della confezione;

d) dia resistenza alla compressione in proporzione crescente col trascorrere del tempo e con l'aumento del dosaggio del cemento nei limiti di quei dosaggi che producono risultati rispondenti ai requisiti specificati ai punti a, b, c più sopra specificati.

L'attrezzatura di cantiere dovrà essere integrata come segue:

a) spargitori di cemento equipaggiati con sistemi di proporzionamento e distribuzioni tali da assicurare che lo spargimento venga effettuato con una precisione che non vari col variare delle condizioni della superficie del terreno su cui si opera e dovranno assicurare la distribuzione con una tolleranza massima del 4% della quantità teorica richiesta per metro quadrato;

b) sarchiatori regolabili per rimuovere le superfici costipate;

c) spazzolatrici automatiche o del tipo trainato da impiegarsi nei lavori di rifinitura.

Il laboratorio da campo dovrà essere attrezzato in modo da consentire oltre le analisi e prove previste all'articolo 60, anche le seguenti:

a) determinazione della rispondenza delle caratteristiche del cemento alle norme di accettazione in vigore;

b) determinazione del contenuto in cemento;

c) determinazione dei tempi di presa del cemento.

I lavori potranno essere eseguiti soltanto quando le condizioni di temperatura dell'aria ambiente siano superiori a 4°C e il tempo non sia piovoso o molto nebbioso.

Il terreno da stabilizzare con detto sistema dovrà essere accuratamente preparato secondo le sagome, le inclinazioni previste dal progetto prima di provvedere allo spargimento del cemento.

La miscela terra-cemento si potrà considerare sufficientemente polverizzata quando l'80% del terreno, a esclusione degli elementi lapidei, passi attraverso il setaccio n. 4 (4,76 mm). Se la normale procedura di miscelazione non dovesse dare questo grado di polverizzazione, l'impresa dovrà fare una polverizzazione preventiva prima di spargere il cemento onde assicurare il raggiungimento di tali requisiti nella finale miscelazione dell'impasto.

La quantità indicata di cemento richiesta per tutta la profondità del trattamento dovrà essere uniformemente distribuita sulla superficie in modo soddisfacente per la direzione dei lavori. Il cemento dovrà essere sparso solamente su quella parte del terreno che si prevede di completare entro le ore di luce dello stesso giorno; nessun macchinario, eccetto quello usato per miscelare, potrà attraversare la zona in cui è stato sparso di fresco il cemento fino a quando questo non sia stato miscelato col terreno.

Immediatamente dopo che il cemento è sparso, il macchinario per la stabilizzazione dovrà muoversi per polverizzare il terreno mescolando il cemento e aggiungendo la richiesta quantità d'acqua attraverso le barre spruzzatrici a pressione. Il macchinario dovrà infine provvedere allo spargimento della miscela ottenuta su tutta la larghezza del trattamento in modo che sia pronta per essere costipata con idonea attrezzatura indicata dalla direzione dei lavori.

La percentuale di umidità nella miscela, sulla base del peso secco, non dovrà essere inferiore all'ottimo indicato dalla direzione dei lavori e non maggiore del 2% circa di tale ottimo. Questa umidità ottima indicata sarà quella che dovrà risultare a miscela completata e sarà determinata con uno dei metodi rapidi prestabiliti dalla direzione dei lavori o con l'uso di apparati speciali per la determinazione rapida dell'umidità. Sarà responsabilità dell'impresa di aggiungere l'appropriata quantità di umidità alla miscela.

La miscela sciolta dovrà essere uniformemente costipata con le attrezzature approvate dalla direzione dei lavori, fino al raggiungimento della densità indicata di volta in volta dalla direzione dei lavori stessa.

La velocità di operazione e conseguentemente il numero dei mezzi costipanti dovrà essere tale che il materiale precedentemente miscelato venga costipato per tutta la larghezza prevista e per la profondità prestabilita prima del tempo di inizio della presa del cemento.

Dopo che la miscela sarà stata costipata e in alcuni casi prima che il costipamento sia stato portato a termine, la superficie del terreno dovrà essere livellata secondo le sagome e le inclinazioni indicate in progetto.

L'umidità contenuta nella miscela dovrà essere mantenuta all'ottimo prestabilito fino al termine delle operazioni.

Alla fine della giornata o, in ogni caso, a ciascuna interruzione delle operazioni di lavoro, dovrà essere posta una traversa in testata in modo che la parte terminale della miscela risulti soddisfacentemente costipata e livellata.

Dopo che la sovrastruttura sarà ultimata secondo le norme suindicate, essa dovrà venire immediatamente protetta in modo da preservare la miscela da perdite di umidità durante il periodo di sette giorni, a esempio, mediante l'uso di sabbia umida, di sacchi bagnati, di paglia umida, o di emulsione bituminosa.

Il traffico potrà essere aperto solo dopo sette giorni e, dopo tale termine, potrà essere applicato l'eventuale rivestimento superficiale.

#### **87.6. Norme per la costruzione di sovrastrutture in terra stabilizzata con legante bituminoso**

In detto tipo di sovrastruttura la massima dimensione degli elementi lapidei facenti parte del terreno non deve essere maggiore di 1/3 dello spessore finito dello strato stabilizzato.

Il terreno dovrà essere libero da materie organiche, radici, ecc., e, di norma, dovrà avere la seguente composizione granulometrica:

**Tabella 87.1 – Composizione granulometrica della terra stabilizzata**

Denominazione dei setacci			Percentuale del passante
n.	4	(4,76 mm)	50 o più
n.	40	(0,42 mm)	da 50 a 100
n.	200	(0,074 mm)	non più di 35

La frazione passante al setaccio n. 40 dovrà avere un limite liquido inferiore a 30 e un indice di plasticità inferiore a 10. Norme particolari verranno impartite dalla direzione dei lavori qualora si debbano stabilizzare terreni dei seguenti tipi:

- a) terreni a elevato limite di plasticità;
- b) sabbie pure.

I leganti bituminosi potranno essere costituiti da bitumi flussati del tipo a rapida o media maturazione oppure da emulsioni bituminose di tipo stabile approvate dalla direzione dei lavori.

Il dosaggio di legante bituminoso da aggiungere al terreno verrà stabilito dalla direzione dei lavori.

L'acqua da usarsi dovrà essere esente da qualsiasi sostanza organica, da acidi, da alcali, ecc.

La campionatura del materiale costituente il terreno che entra a far parte della miscela dovrà essere prelevata a intervalli di 150 m almeno su ciascun tratto di strisce da lavorare.

Campioni rappresentativi della struttura ultimata dovranno essere prelevati almeno ogni 40 m per la determinazione in laboratorio del contenuto di legante bituminoso.

Tutto il macchinario destinato alla polverizzazione del terreno, all'applicazione del legante bituminoso, al costipamento e alla rifinitura secondo le presenti norme dovrà avere l'approvazione della direzione dei lavori. Tale attrezzatura sarà costituita da:

- 1) macchine stabilizzatrici che potranno essere dei seguenti tipi:

a) tipo che scarifica, polverizza il terreno e lo miscela in unica passata col legante bituminoso, lasciando la miscela depositata dietro di sé e pronta per le successive operazioni di aereazione, livellamento e costipamento;

b) tipo che effettua il proporzionamento e il miscelamento del materiale in mucchi lasciando la miscela ad avvenuta lavorazione sempre in formazione di mucchi e pronta per le successive operazioni di stesura, aereazione, livellamento e costipamento.

Entrambi i tipi suindicati dovranno essere in grado di assicurare l'aggiunta di legante bituminoso con la precisione dello 0,5% sulle quantità prestabilite.

- 2) attrezzature sussidiarie costituite da:

a) serbatoi mobili per il legante bituminoso;

b) autobotti per acqua;

c) motolivellatrici;

d) frangizolle o macchine adatte per rimiscelare il materiale per il caso che non si intenda di impiegare per l'aereazione la stessa attrezzatura usata per la formazione della miscela;

e) terne di rulli a piè di pecora capaci di sviluppare la pressione specifica all'estremità dei piedi che verrà stabilita dalla direzione dei lavori;

f) carrelli pigiatori gommati a ruote multiple aventi le caratteristiche di carico per ruota e di pressione specifica che verranno stabilite dalla direzione dei lavori;

g) rulli lisci del peso che verrà stabilito dalla direzione dei lavori;

h) spazzolatrici.

Il laboratorio da campo dovrà essere attrezzato in modo da consentire oltre le prove previste nei precedenti articoli, anche le seguenti:

a) determinazione della percentuale di acqua nelle emulsioni bituminose;

b) determinazione della percentuale di bitume nella miscela terra-bitume;

c) determinazione della stabilità della miscela terra-bitume (Hubbard-Field, o apparecchiatura similare);

d) determinazione della viscosità Engler.

L'impresa è tenuta a mettere la direzione dei lavori in condizioni di poter seguire eventuali altre prove che essa, direzione dei lavori dovesse richiedere presso il laboratorio centrale dell'impresa o presso quel laboratorio a cui l'impresa affida l'esecuzione delle analisi.

Prima dell'aggiunta del legante bituminoso si dovrà mettere il terreno in condizione di avere un contenuto di umidità inferiore al 4% in peso del peso secco del materiale e dovrà essere regolato con essiccazione o con aggiunta di acqua a seconda dei dosaggi stabiliti dalla direzione dei lavori.

Il terreno, a esclusione degli elementi lapidei dovrà essere polverizzato fino a che l'85% passi attraverso il setaccio da 3/8" (9,52 mm) e non meno del 75% passi attraverso il setaccio n. 4 (4,76 mm).

Non si dovrà procedere alla costruzione di sovrastrutture in terra stabilizzata con legante bituminoso durante periodi eccessivamente freddi o umidi senza autorizzazione scritta della direzione dei lavori.

Il legante bituminoso non dovrà essere applicato qualora la temperatura ambiente sia inferiore a 10°C. Le temperature alle quali dovranno essere portati eventualmente i leganti bituminosi verranno, a seconda del tipo di legante usato e a seconda delle condizioni ambientali e stagionali, stabilite di volta in volta dalla direzione dei lavori.

Dopo che il terreno sarà miscelato col legante bituminoso, la miscela dovrà essere aereata fino a raggiungere un contenuto di umidità non superiore al contenuto ottimale, stabilito dalla direzione dei lavori per un appropriato costipamento. Il sistema per ridurre il contenuto di umidità della miscela è quello di procedere alla aereazione effettuata con motolivellatrici, aratri a dischi, mescolatrici di terreno, rastrelli, frangizzele e le stesse macchine stabilizzatrici.

Per il costipamento potranno usarsi oltre le macchine più sopra indicate, anche, se richiesto dalla direzione dei lavori, rulli vibranti del tipo che verrà indicato dalla direzione dei lavori stessa.

A sovrastruttura ultimata, dopo 48 ore, dovrà essere protetta la superficie con l'applicazione di un velo legante bituminoso dello stesso tipo usato per formare la miscela in quantità generalmente equivalente alla spalmatura di seconda mano dei trattamenti superficiali (circa 0,5 kg/mq).

#### **87.7. Rete a maglie saldate in acciaio per armature di fondazioni o pavimentazioni in conglomerato cementizio**

A 5 cm dal piano finito della pavimentazione o fondazione del conglomerato cementizio, sarà fornita e posta in opera una rete metallica avente le caratteristiche appresso indicate.

Lo spessore dei singoli fili nonché le dimensioni delle maglie verranno fissate dalla direzione dei lavori. Per la dimensione delle maglie, le quali potranno essere quadrate o rettangolari, si fissano i limiti da mm 75 a mm 300.

La rete sarà costituita da fili di acciaio ad alta resistenza, (Tipo UNI 60) trafilati a freddo, con resistenza a trazione di 60 kg/mm<sup>2</sup> e un allungamento dell'8%.

La rete sarà ottenuta mediante saldatura elettrica di tutti i punti di incrocio delle singole maglie.

La saldatura deve avvenire in modo che si stabilisca la continuità di struttura dei due fili, e la penetrazione di un filo nell'altro dovrà essere compresa tra  $\frac{1}{4}$  e  $\frac{1}{2}$  del diametro del filo.

Per la prova della rete si preleveranno delle barrette ognuna delle quali dovrà contenere almeno un punto d'incrocio saldato.

Saranno ammessi scarti del diametro dei fili dell'ordine del 3% in più o in meno rispetto alla sezione nominale.

Nelle dimensioni delle maglie saranno tollerati scarti non superiori al 5% in più o in meno rispetto alle dimensioni prescritte.

La rete verrà contabilizzata e liquidata in base al peso effettivo del materiale impiegato.

#### **Art. 88 – Studi preliminari e modalità delle prove di laboratorio e in sito**

L'impresa indicherà alla direzione dei lavori i materiali terrosi che essa ritiene più idonei al particolare impiego, sia

per componenti che per granulometria, scegliendoli tra quelli del tipo sabbioso-ghiaioso con moderato tenore di limo e argilla.

La direzione dei lavori in seguito all'esito delle prove di laboratorio su detti materiali o su altri di propria scelta, designerà la provenienza e la composizione del terreno da approvvigionare.

Per l'accettazione del terreno saranno richiesti i risultati delle prove di bagnoasciuga e, ove le condizioni climatiche lo richiedano, di congelamento ripetute.

Le prove preliminari che si richiedono sono le seguenti:

- 1) prove per la determinazione delle caratteristiche fisiche dell'aggregato (analisi granulometrica);
- 2) prove per la determinazione della densità massima e dell'umidità ottima del terreno;
- 3) prove per la determinazione dell'umidità e della densità massima della miscela terra-legante;
- 4) prove per la determinazione delle caratteristiche di accettazione del cemento secondo le norme vigenti;
- 5) prove ripetute di bagno-asciuga e del congelamento per la determinazione del comportamento della miscela all'azione degli agenti atmosferici.

L'impresa durante l'esecuzione dei lavori provvederà a eseguire a proprie cure e spese, presso il laboratorio di cantiere e presso laboratori ufficiali, periodiche prove di controllo e tutte quelle che la direzione dei lavori riterrà opportune.

Le caratteristiche granulometriche cui dovrà rispondere la miscela di stabilizzazione, saranno determinate periodicamente mediante prove di laboratorio del terreno da impiegare, e approvate dalla direzione dei lavori.

#### **Art. 89 – Fondazioni stradali in conglomerato cementizio**

Per quanto concerne la manipolazione, il trasporto e la posa in opera del calcestruzzo valgono le norme già indicate nei precedenti articoli riguardanti i conglomerati.

L'aggregato grosso (i pietrischi e le ghiaie) avrà le caratteristiche almeno pari a quelle della categoria III, della tabella II, art. 3 delle norme edite dal Consiglio Nazionale delle Ricerche (fascicolo n 4 delle *Norme per l'accettazione dei pietrischi, dei pietrischetti, delle graniglie, delle sabbie e degli additivi per costruzioni stradali*, ultima edizione) e sarà di pezzatura compresa fra i 25 mm e i 40 mm. I pietrischetti o ghiaietti avranno caratteristiche almeno pari a quelle della categoria IV della tabella III dell'art. 4 delle norme suindicate della pezzatura compresa fra i 10 mm e i 25 mm.

I materiali dovranno essere di qualità e composizione uniforme, puliti e praticamente esenti da polvere, argilla o detriti organici. A giudizio insindacabile della direzione dei lavori, questa potrà richiedere la preventiva lavatura.

L'aggregato fine sarà costituito da sabbie naturali, eminentemente silicee e di cava o di fiume, o provenienti dalla frantumazione artificiale di rocce idonee. L'aggregato dovrà passare almeno per il 95% dal crivello con fori da 7 mm, per almeno il 70% dal setaccio 10 ASTM e per non oltre il 10% dal setaccio 100 ASTM.

La sabbia dovrà essere di qualità viva, ruvida al tatto, pulita ed esente da polvere, argilla o altro materiale estraneo, di granulometria bene assortita.

Il cemento normale o ad alta resistenza dovrà provenire da cementifici di provata capacità e serietà e dovrà rispondere alle caratteristiche richieste dalle norme vigenti.

L'acqua da impiegarsi dovrà essere pulita e priva di qualsiasi sostanza che possa ridurre la consistenza del calcestruzzo od ostacolarne la presa e l'indurimento.

Il calcestruzzo sarà costituito con inerti di almeno tre pezzature, dosato con kg 200 di cemento per metro cubo di calcestruzzo vibrato in opera.

La proporzione delle varie pezzature di inerti e il rapporto acqua e cemento verranno determinati preventivamente con prove di laboratorio e accettati dalla direzione dei lavori.

La dosatura dei diversi materiali, nei rapporti sopradescritti per la miscela, dovrà essere fatta esclusivamente a peso, con bilance possibilmente a quadrante e di agevole lettura.

Si useranno almeno due bilance, una per gli aggregati e una per il cemento.

L'acqua sarà misurata in apposito recipiente tarato provvisto di dispositivo di dosatura automatica, che consenta di mantenere le erogazioni effettive nel limite del 2% in più o in meno rispetto alla quantità di volta in volta stabilita.

Le formule di composizione suindicate si riferiscono ad aggregati asciutti; pertanto si dovranno apportare nelle dosature le correzioni richieste dal grado di umidità degli aggregati stessi.

Anche i quantitativi di acqua da adottarsi sono comprensivi dell'acqua già eventualmente presente negli aggregati stessi.

La miscelazione dovrà effettuarsi a mezzo di un mescolatore di tipo idoneo.

La durata della mescolazione non dovrà essere inferiore a un minuto nelle impastatrici a mescolazione forzata, e a 1,5 minuti nelle impastatrici a tamburo, contandosi il tempo a partire dal termine della immissione di tutti i componenti nel mescolatore.

In ogni caso, a impasto finito, tutti gli elementi dovranno risultare ben avvolti dalla pasta di cemento; e non dovranno aversi differenziazioni o separazioni sensibili nelle diverse parti dell'impasto.

La composizione effettiva del calcestruzzo sarà accertata, oltre che mediante controllo diretto della formazione degli impasti, arrestando, mediante aggiunta di alcool, i fenomeni di presa nei campioni prelevati subito dopo la formazione del conglomerato, e sottoponendo i campioni stessi a prove di laboratorio.

Prima di ogni ripresa del lavoro, o mutandosi il tipo di impasto, il mescolatore dovrà essere accuratamente pulito e liberato dagli eventuali residui di materiale e di calcestruzzo indurito.

In nessun caso e per nessuna ragione sarà permesso di utilizzare calcestruzzo che abbia già iniziato il processo di presa, neppure procedendo a eventuali aggiunte di cemento. Il calcestruzzo potrà essere confezionato sia nello stesso cantiere di stesa che in altro cantiere dell'impresa purché il trasporto sia eseguito in modo da non alterare la uniformità e la regolarità della miscela.

Nel caso in cui l'impresa desiderasse aumentare la plasticità e lavorabilità del conglomerato, l'eventuale aggiunta di opportuni correttivi, come prodotti aereatori o plastificanti, dovrà essere autorizzata dalla direzione dei lavori; le spese relative saranno a carico dell'impresa.

Prima di addivenire alla posa del calcestruzzo, l'impresa avrà cura di fornire e stendere a sue spese sul sottofondo uno strato continuo e uniforme di sabbia, dello spessore di almeno 1 cm.

Per il contenimento e per la regolazione degli spessori del calcestruzzo durante il getto, l'impresa dovrà impiegare guide metalliche dei tipi normalmente usati allo scopo, composte di elementi di lunghezza minima di 3 m, di altezza non inferiore allo spessore del calcestruzzo, muniti di larga base e degli opportuni dispositivi per il sicuro appoggio e ammaramento al terreno e collegate fra di loro in maniera solida e indeformabile. Le guide dovranno essere installate con la massima cura e precisione. L'esattezza della posa delle guide sarà controllata con regolo piano della lunghezza di 2 m, e tutte le differenze superiori ai 3 mm in più o in meno dovranno essere corrette. Le guide dovranno essere di tipo e resistenza tali da non subire inflessioni od oscillazioni sensibili durante il passaggio e l'azione della macchina finitrice.

Il getto della pavimentazione potrà essere effettuato in due strati ed essere eseguito in una sola volta per tutta la larghezza della strada, oppure in due strisce longitudinali di uguale larghezza gettate distintamente una dopo l'altra, se la carreggiata è a due corsie; i giunti fra le due strisce dovranno in ogni caso corrispondere alle linee di centro della carreggiata di traffico.

Qualora la carreggiata abbia un numero di corsie superiori a due le strisce longitudinali di eguale larghezza da gettarsi distintamente dovranno essere tante quante sono le corsie.

Il costipamento e la finitura del calcestruzzo dovranno essere eseguiti con finitrici a vibrazione del tipo adatto e approvato dalla direzione dei lavori, automoventesi sulle guide laterali, munite di un efficiente dispositivo per la regolarizzazione dello strato di calcestruzzo secondo la sagoma prescritta (sagomatrice) e agente simultaneamente e uniformemente sull'intera larghezza del getto.

La vibrazione dovrà essere iniziata subito dopo la stesa del calcestruzzo e proseguita fino al suo completo costipamento.

L'azione finitrice dovrà essere tale da non spezzare durante l'operazione, gli elementi degli aggregati da non alterare in alcun punto l'uniformità dell'impasto; si dovrà evitare in particolare che, alla superficie della pavimentazione si formino strati differenziati di materiale fine.

I getti non potranno essere sospesi durante l'esecuzione dei lavori se non in corrispondenza dei giunti di dilatazione o di contrazione. In quest'ultimo caso il taglio del giunto dovrà essere formato per tutto lo spessore del calcestruzzo.

In nessun caso si ammetteranno riprese e correzioni eseguite con malta o con impasti speciali. La lavorazione dovrà essere ultimata prima dell'inizio della presa del cemento.

A vibrazione ultimata lo strato del calcestruzzo dovrà risultare perfettamente e uniformemente costipato su tutto lo spessore e dovrà presentare la superficie scabra per facilitare l'ancoraggio del sovrastante strato di conglomerato bituminoso (*binder*). Si prescrive pertanto, che, prima dell'inizio della presa, la superficie verrà accuratamente pulita dalla malta affiorante per effetto della vibrazione, e a tale scopo si farà uso di spazzoloni moderatamente bagnati, fino a ottenere lo scorporamento completo del mosaico.

La pavimentazione finita dovrà corrispondere esattamente alle pendenze trasversali e alle livellette di progetto o indicate dalla direzione dei lavori e risultare uniforme in ogni punto e senza irregolarità di sorta.

In senso longitudinale non si dovranno avere ondulazione o irregolarità di livelletta superiori a 5 mm in più o in meno rispetto a una asta rettilinea della lunghezza di 3 m appoggiata al manto. Gli spessori medi del manto non dovranno risultare inferiori a quelli stabiliti, con tolleranze massime locali di un centimetro in meno. In caso di

irregolarità e deficienze superiori ai limiti sopradetti, l'amministrazione potrà richiedere il rifacimento anche totale dei tratti difettosi, quando anche si trattasse di lastre intere. L'impresa è obbligata a fornire tutte le prestazioni che si ritenessero necessarie per l'esecuzione delle prove o dei controlli, nonché il trasporto in sito e ritorno degli strumenti e attrezzature occorrenti.

I giunti longitudinali saranno formati a mezzo di robuste guide metalliche di contenimento, già precedentemente descritte.

Essi, per le strade a due corsie verranno costruiti in corrispondenza dell'asse della carreggiata, mentre per le strade aventi un numero maggiore di corsie i giunti verranno costruiti in corrispondenza alla linea di separazione ideale fra corsia e corsia; tali giunti dovranno avere parete verticale e interessare tutto lo spessore del calcestruzzo.

La parete del giunto dovrà presentarsi liscia e priva di scabrosità e a tale scopo si avrà cura di prendere, durante il getto, tutti gli accorgimenti del caso.

Prima della costruzione della striscia adiacente alla parete del giunto, tale parete dovrà essere spalmata, a cura e spese dell'impresa, di bitume puro.

I giunti trasversali di dilatazione saranno disposti normalmente all'asse stradale, a intervalli eguali, conformi al progetto o alle prescrizioni della direzione dei lavori e saranno ottenuti inserendo nel getto apposite tavolette di materiale idoneo deformabili, da lasciare in posto a costituire a un tempo il giunto e il suo riempimento.

Dette tavolette dovranno avere una altezza di almeno 3 cm inferiori a quella del manto finito. Per completare il giunto sino a superficie, le tavolette, durante il getto, dovranno essere completate con robuste sagome provvisorie rigidamente fissate al preciso piano della pavimentazione in modo da consentire la continuità del passaggio e di lavoro della finitrice e da rimuovere a lavorazione ultimata.

La posa in opera delle tavolette deve essere fatta con un certo anticipo rispetto al getto e con tutti gli accorgimenti e la cura necessaria perché il giunto risulti rettilineo regolare, della larghezza massima di 10 mm e con spigoli perfettamente profilati.

Non saranno tollerate deviazioni maggiori di 10 mm rispetto all'allineamento teorico. Qualora si usino tavolette di legno, si dovranno impiegare essenze dolci; inoltre gli elementi, prima della loro posa in opera dovranno essere ben inzuppati d'acqua.

I giunti potranno anche essere ottenuti provvedendo, a vibrazione ultimata, a incidere con tagli netti in corrispondenza della tavoletta sommersa a mezzo di opportune sagome metalliche vibranti o a mezzo di macchine tagliatrici.

I bordi dei giunti verranno successivamente regolarizzati con fratazzi speciali in modo da sagomare gli spigoli secondo profili circolari del raggio di 1 cm.

I giunti di contrazione saranno ottenuti incidendo la pavimentazione dall'alto mediante sagome metalliche inserite provvisoriamente nel getto o mediante una lamina vibrante. L'incisione deve avere in ogni caso una profondità pari almeno la metà dello spessore totale della fondazione, in modo da indurre successiva rottura spontanea della lastra in corrispondenza della sezione di minor resistenza così creata.

Le distanze fra i giunti di contrazione saranno conformi al progetto o alle prescrizioni della direzione dei lavori.

Trascorso il periodo di stagionatura del calcestruzzo si provvederà alla colmata dei giunti, previa accurata ed energica pulizia dei vani da riempire, con mastice bituminoso la cui composizione dovrà corrispondere alle seguenti caratteristiche:

Bitume penetrazione da 80 a 100	20% in peso
Mastice di asfalto in pani	35% in peso
Sabbia da mm 0 a 2	45% in peso

## **Art. 90 – Bitumi**

### **90.1. Trattamento superficiale con bitume a caldo**

Quando si voglia eseguire questo trattamento, che potrà effettuarsi con due mani di bitume a caldo, si adopererà per la prima mano kg 1,500/mq di bitume a caldo, e per la seconda mano kg 0,800/mq con le adatte proporzioni di pietrischetto e graniglia.

### **90.2. Trattamenti superficiali a semipenetrazione con catrame**

Le norme generali di applicazione stabilite per i trattamenti di emulsione bituminosa, possono di massima estendersi ad analoghi trattamenti eseguiti con catrame o con miscela di catrame e filler.

Quando si procede alla prima applicazione, allo spandimento del catrame dovrà precedere l'accuratissima pulitura a secco della superficie stradale, la quale sarà fatta a mano o con spazzatrici meccaniche, o con macchine soffiatrici, in

modo da liberare completamente la massicciata cilindrata da ogni sovrapposizione di detriti, polvere e impurità di qualsiasi specie, mettendo a nudo il mosaico di pietrisco e ghiaia.

Lo spandimento del catrame dovrà eseguirsi su strada perfettamente asciutta e con tempo secco e caldo.

Ciò implica che i mesi più propizi sono quelli da maggio a settembre e che in caso di pioggia il lavoro deve sospendersi.

Il catrame sarà riscaldato prima dell'impiego in adatte caldaie a temperatura tale che all'atto dello spandimento essa non sia inferiore a 120°C, e sarà poi sparso in modo uniforme mediante polverizzazioni sotto pressione e successivamente disteso con adatti spazzoloni in modo che non rimanga scoperto alcun tratto della massicciata.

La quantità di catrame da impiegarsi per la prima mano sarà di kg 1,500 per mq, la seconda mano dovrà essere di bitume puro in ragione di 1 kg/mq o di emulsione bituminosa in ragione di kg 1,200/mq.

Necessitando una variazione in più o in meno di detto quantitativo a richiesta della direzione dei lavori, la variazione di prezzo sarà fatta con aumento o detrazione in base al prezzo unitario stabilito in elenco.

Per le strade già aperte al traffico lo spandimento si effettuerà su metà strada per volta e per lunghezza da 50 a 100 m, delimitando i margini della zona catramata con apposita recinzione, in modo da evitare che i veicoli transitino sul catrame di fresco spandimento.

Trascorse dalle 3 alle 5 ore dallo spandimento, a seconda delle condizioni di temperatura ambientale, si spargerà in modo uniforme sulla superficie catramata uno strato di graniglia in elementi di dimensioni di circa 8 mm e in misura di un mc per ogni quintale circa di catrame facendo seguire alcuni passaggi da prima con rullo leggero e completando poi il lavoro di costipamento con rulli di medio tonnello non superiore alle 14 t.

Per il controllo sia della quantità che della qualità di catrame sparso si seguiranno le norme precedentemente descritte.

### **90.3. *Trattamento a semipenetrazione con due mani di bitume a caldo***

Preparato il piano stradale con cilindatura a secco nella quale il mosaico superficiale sia sufficientemente aperto, si procederà allo spandimento del bitume riscaldato a 180°C con inaffiatrici o distributrici a pressione in quantità di kg 2,500/mq in modo da avere la regolare e compiuta penetrazione nei vuoti della massicciata e l'esatta e uniforme distribuzione della detta quantità: allo spandimento si provvederà gradualmente e a successive riprese in modo che il legante sia per intero assorbito.

Mentre il bitume è ancora caldo si procederà allo spargimento uniforme di pietrischetto di elevata durezza, pezzatura da 15 a 20 mm, sino a coprire totalmente il bitume in quantità non inferiore a 20 litri per mq provvedendo poi alla cilindatura in modo da ottenere il totale costipamento della massicciata, i cui interstizi dovranno, in definitiva, risultare totalmente riempiti di bitume e chiusi dal pietrischetto.

Ove si manifestassero irregolarità superficiali l'impresa dovrà provvedere a eliminare a sue cure e spese con ricarico di pietrischetto e bitume sino alla normale sagoma stradale. Se affiorasse in seguito il bitume, l'impresa è tenuta, senz'altro compenso, allo spandimento di graniglia sino a saturazione.

Si procederà in tempo successivo alla spalmatura del manto di usura con kg 1,200 per mq di bitume dato a caldo usando per il ricoprimento litri 15/mq di pietrischetto e graniglia della pezzatura da 5 a 15 mm di elevata durezza provenienti da rocce di resistenza alla compressione di almeno 1.500 kg/cmq e coefficiente di qualità Deval non inferiore a 14, e provvedendo alla cilindatura sino a ottenere un manto uniforme.

### **90.4. *Trattamento a penetrazione con bitume a caldo***

L'esecuzione del pavimento a penetrazione, o a bitume colato, sarà eseguita solo nei mesi estivi. Essa presuppone l'esistenza di un sottofondo, costituito da pietrisco cilindrato dello spessore che sarà prescritto dalla direzione dei lavori all'atto esecutivo. Ove il sottofondo sia da costituirsi con ricarico cilindrato, all'atto dell'impianto dovrà essere compensato a parte in base ai rispettivi prezzi unitari. Esso sarà eseguito con le norme precedentemente indicate per le cilindature, avendo cura di proseguire la compressione meccanica a fondo fino a che la superficie non abbia raggiunto l'esatta sagoma prescritta e si presenti unita ed esente da vuoti, impiegando la necessaria qualità di materiale di saturazione.

Prima di dare inizio alla vera e propria pavimentazione a penetrazione, il detto sottofondo cilindrato, perfettamente prosciugato, dovrà essere ripulito accuratamente in superficie. Si spargerà poi su di esso uno strato di pietrisco molto pulito di qualità dura e resistente, dello spessore uniforme di 10 cm costituito da elementi di dimensione fra 4 e 7 cm, bene assortiti fra loro, ed esenti da polvere o da materie estranee che possono inquinarli, e aventi gli stessi requisiti dei precedenti articoli, fra i quali coefficiente di Deval non inferiore a 14.

Si eseguirà quindi una prima cilindatura leggera, senza alcuna aggiunta di materiale di aggregazione, procedendo sempre dai fianchi verso il centro della strada, in modo da serrare sufficientemente fra di loro gli elementi del pietrisco e

raggiungere la sagoma superficiale prescritta con monta tra 1/150<sup>mo</sup> e 1/200<sup>mo</sup> della corda, lasciando però i necessari vuoti nell'interno dello strato per la successiva penetrazione del bitume.

Quest'ultimo sarà prima riscaldato a temperatura fra i 150° e i 180° centigradi in adatti apparecchi che permettano il controllo della temperatura stessa, e sarà poi sparso in modo che sia garantita la regolare e completa penetrazione nei vuoti della massicciata e l'esatta e uniforme distribuzione della complessiva quantità di kg 3,500 per mq. Lo spandimento avverrà uniformemente e gradualmente e a successive riprese in guisa che il bitume sia completamente assorbito.

Quando l'ultimo bitume affiorante in superficie sia ancor caldo, si procederà allo spandimento il più uniforme possibile di uno strato di minuto pietrisco di pezzatura fra 20 e 25 mm, della qualità più dura e resistente, fino a ricoprire completamente il bitume, riprendendo poi la cilindratura del sottostante strato di pietrisco sino a ottenere il completo costipamento così che gli interstizi dovranno in definitiva essere completamente riempiti dal bitume e chiusi dal detto minuto pietrisco.

Sarà cura dell'impresa di stabilire il grado di penetrazione del bitume che assicuri la migliore riuscita della pavimentazione normalmente non maggiore di 60 ÷ 80 mm nei climi caldi; da 80 ÷ 100 mm nei climi freddi.

Qualora durante e dopo la cilindratura si manifestassero irregolarità superficiali nello strato di pietrisco compresso e penetrato dal bitume, l'impresa dovrà accuratamente eliminarle sovrapponendo altro pietrisco nelle zone depresse e proseguendo la compressione e lo spandimento di bitume e minuto pietrisco fino a raggiungere il necessario grado di regolarità della sagoma stradale.

Ultimata la compressione e la regolarizzazione di sagoma, si procederà allo spandimento di uno strato di bitume a caldo in ragione di kg 1,200/mq con le modalità precedentemente indicate per i trattamenti superficiali col detto materiale.

Detto spandimento sarà fatto secondo linee normali alla direzione del primo spandimento di bitume, e sarà coperto con uno strato di buona graniglia della pezzatura da 5 a 10 mm, in misura di 10 litri per mq circa che verrà incorporato nel bitume mediante rullatura con rullo leggero, così da regolarizzare in modo perfetto la sagoma del piano viabile.

Qualora si verificassero in seguito affioramenti di bitume ancor molle, l'impresa provvederà, senza ulteriore compenso, allo spandimento della conveniente quantità di graniglia nelle zone che lo richiedono, procurando che essa abbia a incorporarsi nel bitume a mezzo di adatta rullatura leggera, in guisa da raggiungere una piena saturazione.

L'impresa sarà obbligata a rifare a tutte sue cure e spese quelle parti della pavimentazione che per cause qualsiasi dessero indizio di cattiva o mediocre riuscita, e cioè dessero luogo ad accentuata deformazione della sagoma stradale ovvero a ripetute abrasioni superficiali, prima del collaudo, ancor che la strada sia stata aperta al traffico.

#### **90.5. Manti eseguiti mediante conglomerati bituminosi semiaperti**

Per le strade a traffico non molto intenso nelle quali si vuol mantenere una sufficiente scabrezza si potrà ricorrere a manti formati con pietrischetti o graniglia e sabbia, e, in alcuni casi, anche con additivo, leganti con bitumi solidi o liquidi, secondo le formule di composizione in seguito indicate.

Per ottenere i conglomerati bituminosi in oggetto si dovranno impiegare come aggregato grosso per manti d'usura materiali ottenuti da frantumazioni di rocce aventi elevata durezza con resistenza minima alla compressione di kg 1250/cm<sup>q</sup>.

Per strati non d'usura si potranno usare anche materiali meno pregiati. Saranno ammessi aggregati provenienti dalla frantumazione dei ciottoli e delle ghiaie.

Gli aggregati dovranno corrispondere alle granulometrie di cui in appresso.

Per assicurare la regolarità della granulometria la direzione dei lavori potrà richiedere che l'aggregato grosso venga fornito in due distinti assortimenti atti a dare, per miscela, granulometrie comprese nei limiti stabiliti.

Gli aggregati da impiegarsi per manti di usura non dovranno essere idrofili.

Come aggregato fine si dovranno impiegare sabbie aventi i requisiti previsti dal R.D. 16 novembre 1939, n. 2228 e dal R.D. 16 novembre 1939, n. 2229 e dalle norme vigenti per il confezionamento del calcestruzzo.

Si potranno usare tanto sabbie naturali che sabbie provenienti dalla frantumazione delle rocce. In quest'ultimo caso si potranno ammettere anche materiali aventi più del 5% di passante al setaccio 200.

L'additivo dovrà corrispondere ai requisiti di cui alle norme del CNR per l'accettazione dei pietrischi, pietrischetti, sabbie, additivi per le costruzioni stradali (fasc. n 4 ultime edizioni).

I bitumi solidi e liquidi dovranno corrispondere ai requisiti sulla qualità e provenienza dei materiali previsti dal presente capitolato. In seguito sono indicate le penetrazioni e le viscosità dei bitumi che dovranno essere adottate nei diversi casi.

I conglomerati dovranno risultare a seconda dello spessore finale del manto (a costipamento ultimato) costituiti come è indicato nelle tabelle che seguono.

**Tabella 90.1 – Conglomerati del tipo I**  
(per risagomature, strati di fondazione, collegamento per manti di usura in strade a traffico limitato)

Conglomerato	A per spessori inferiori a 35 mm% in peso	B per spessori superiori a 35 mm% in peso
<b>Aggregato grosso:</b>		
Passante al crivello 25 e trattenuto al setaccio 10	–	66 – 81
Passante al crivello 20 e trattenuto al setaccio 10	66 – 81	–
<b>Aggregato fine:</b>		
Passante al setaccio 10	<b>15 – 25</b>	15 – 25
<b>Bitume:</b>		
Quando si impieghino bitumi liquidi è consigliabile aggiungere anche additivo, in percentuali comprese tra il 2 e il 3% del peso totale	<b>4,2 – 5,5</b>	4,2 – 5,5
Per tutti i predetti conglomerati le pezzature effettive dell'aggregato grosso entro i limiti sopra indicati saranno stabilite di volta in volta dalla direzione dei lavori in relazione alle necessità	–	–

**Tabella 90.2 – Conglomerato del tipo II (per manti di usura su strade comuni)**

Conglomerato	A per spessori inferiori a 20 mm% in peso	B per spessori superiori a 20 mm% in peso
<b>Aggregato grosso:</b>		
Passante al crivello 15 e trattenuto al setaccio 10	–	59 – 80
Passante al crivello 10 e trattenuto al setaccio 10	60 – 80	–
<b>Aggregato fine:</b>		
Passante al setaccio 10 e trattenuto dal 200	<b>15 – 30</b>	15 – 30
<b>Additivo:</b>		
Passante dal setaccio 200	<b>3 – 5</b>	3 – 5
Bitume	<b>4,5 – 6,0</b>	4,5 – 6,0

Si useranno bitumi di penetrazione compresa tra 80 e 200, a seconda dello spessore del manto, ricorrendo alle maggiori penetrazioni per gli spessori minori e alle penetrazioni minori per gli strati di fondazione di maggior spessore destinati a sopportare calcestruzzi o malte bituminose tenendo anche conto delle escursioni locali delle temperature ambientali.

Impiegando i bitumi liquidi si dovranno usare i tipi di più alta viscosità; il tipo BL 150 – 200 si impiegherà tuttavia solo nelle applicazioni fatte nelle stagioni fredde.

Nella preparazione dei conglomerati, la formula effettiva di composizione degli impasti dovrà corrispondere, a seconda dei tipi di conglomerati richiesti di volta in volta, alle prescrizioni di cui sopra e dovrà essere preventivamente comunicata alla direzione dei lavori.

Per la esecuzione di conglomerati con bitumi solidi si dovrà provvedere al preventivo essiccamento e riscaldamento degli aggregati con un essiccatore a tamburo provvisto di ventilatore, per la aspirazione della polvere. Gli aggregati dovranno essere riscaldati a temperature comprese tra i 120°C e 160°C.

Il bitume dovrà essere riscaldato a temperatura compresa tra i 150°C e i 180°C. Il riscaldamento deve essere eseguito in caldaie idonee, atte a scaldare uniformemente tutto il materiale evitando il surriscaldamento locale, utilizzando possibilmente, per lo scambio di calore, liquidi caldi o vapori circolanti in serpentine immerse o a contatto col materiale.

Si dovrà evitare di prolungare il riscaldamento per un tempo maggiore di quello strettamente necessario. Il riscaldamento e tutte le operazioni eseguite con materiale riscaldato debbono essere condotte in modo da alterare il meno possibile le caratteristiche del legante, la cui penetrazione all'atto della posa in opera non deve risultare comunque diminuita di oltre il 30% rispetto a quella originaria.

Allo scopo di consentire il sicuro controllo delle temperature suindicate, le caldaie di riscaldamento del bitume e i sili degli aggregati caldi dovranno essere muniti di termometri fissi.

Per agevolare la uniformità della miscela e del regime termico dell'essiccatore, il carico degli aggregati freddi nell'essiccatore dovrà avvenire mediante un idoneo alimentatore meccanico, che dovrà avere almeno tre distinti scomparti riducibili a due per conglomerati del 1° tipo.

Dopo il riscaldamento l'aggregato dovrà essere riclassificato in almeno due diversi assortimenti, selezionati mediante opportuni vagli.

La dosatura di tutti i componenti dovrà essere eseguita a peso, preferibilmente con bilance di tipo automatico, con quadranti di agevole lettura. Si useranno in ogni caso almeno due distinte bilance: una per gli aggregati e l'altra per il bitume, quest'ultima dovrà eventualmente utilizzarsi anche per gli additivi.

Si potranno usare anche impianti a dosatura automatica volumetrica purché la dosatura degli aggregati sia eseguita dopo il loro essiccamento, purché i dispositivi per la dosatura degli aggregati, dell'additivo e del bitume siano meccanicamente e solidamente collegati da un unico sistema di comando atto a evitare ogni possibile variazione parziale nelle dosature, e purché le miscele rimangano in caso comprese nei limiti di composizione suindicati.

Gli impianti dovranno essere muniti di mescolatori efficienti capaci di assicurare la regolarità e la uniformità delle miscele.

La capacità dei mescolatori, quando non siano di tipo continuo, dovrà essere tale da consentire impasti singoli del peso complessivo di almeno 200 kg.

Nella composizione delle miscele per ciascun lavoro dovranno essere ammesse variazioni massime dell'1% per quanto riguarda la percentuale di bitume, del 2% per la percentuale di additivo, e del 10% per ciascun assortimento granulometrico stabilito, purché sempre si rimanga nei limiti estremi di composizione e di granulometria fissati per i vari conglomerati.

Per l'esecuzione di conglomerati con bitumi liquidi, valgono le norme sopra stabilite, ma gli impianti dovranno essere muniti di raffreddatori capaci di abbassare la temperatura dell'aggregato, prima essiccato ad almeno 110°C, riducendola, all'atto dell'impasto, a non oltre i 70°C.

Potrà evitarsi l'uso del raffreddatore rinunciando all'essiccazione dell'aggregato mediante l'impiego di bitumi attivati con sostanze atte a migliorare l'adesione tra gli aggregati e il bitume in presenza d'acqua. L'uso di questi materiali dovrà essere tuttavia autorizzato dalla direzione dei lavori e avverrà a cura e spese dell'appaltatore.

I bitumi liquidi non dovranno essere riscaldati, in ogni caso, a più di 90°C, la loro viscosità non dovrà aumentare per effetto del riscaldamento di oltre 40% rispetto a quella originale.

Qualora si voglia ricorrere all'impiego di bitumi attivati per scopi diversi da quelli sopraindicati, a esempio per estendere la stagione utile di lavoro o per impiegare aggregati idrofilii, si dovrà ottenere la preventiva autorizzazione dalla direzione dei lavori.

Per la posa in opera e per il trasporto allo scarico del materiale dovranno essere eseguiti in modo da evitare, di modificare o sporcare la miscela e ogni separazione dei vari componenti.

I conglomerati dovranno essere portati sul cantiere di stesa a temperature non inferiori a 110°C se eseguiti con bitumi solidi.

I conglomerati formati con bitumi liquidi potranno essere posti in opera anche a temperatura ambiente.

La stesa in opera del conglomerato sarà condotta, se eseguita a mano, secondo i metodi normali con appositi rastrelli metallici.

I rastrelli dovranno avere denti distanziati l'uno dall'altro di un intervallo pari ad almeno 2 volte la dimensione massima dell'aggregato impiegato e di lunghezza pari ad almeno 1,5 volte lo spessore dello strato del conglomerato.

Potranno usarsi spatole piane in luogo dei rastrelli solo per manti soffici di spessore inferiore ai 20 mm.

Per lavori di notevole estensione la posa in opera del conglomerato dovrà essere invece eseguita mediante finitrici meccaniche di tipo idoneo.

Le finitrici dovranno essere semoventi; munite di sistema di distribuzione in senso longitudinale e trasversale capace di assicurare il mantenimento della uniformità degli impasti e un grado uniforme di assestamento in ogni punto dello strato deposto.

Dovranno consentire la stesa di strati dello spessore di volta in volta stabilito, di livellette e profili perfettamente regolari, compensando eventualmente le irregolarità della fondazione. A tale scopo i punti estremi di appoggio al terreno della finitrice dovranno distare l'uno dall'altro, nel senso longitudinale della strada, di almeno tre metri; e dovrà approfittarsi di questa distanza per assicurare la compensazione delle ricordate eventuali irregolarità della fondazione.

Per la cilindatura del conglomerato si dovranno usare compressori a rapida inversione di marcia, del peso di almeno 5 tonnellate.

Per evitare l'adesione del materiale caldo alle ruote del rullo si provvederà a spruzzare queste ultime con acqua.

La cilindatura dovrà essere iniziata dai bordi della strada e si procederà poi di mano in mano verso la mezzzeria.

I primi passaggi saranno particolarmente cauti per evitare il pericolo di ondulazioni o fessurazioni del manto.

La cilindratura dopo il primo consolidamento del manto, dovrà essere condotta anche in senso obliquo all'asse della strada, e, se possibile, anche in senso trasversale.

La cilindratura dovrà essere continuata sino a ottenere un sicuro costipamento.

Tutti gli orli e i margini comunque limitanti la pavimentazione e i suoi singoli tratti (come i giunti in corrispondenza alle riprese di lavoro, ai cordoni laterali, alle bocchette dei servizi sotterranei, ecc.) dovranno essere spalmati con uno strato di bitume, prima di addossarvi il manto, allo scopo di assicurare la perfetta impermeabilità e adesione delle parti.

Inoltre tutte le giunzioni e i margini dovranno essere battuti e finiti a mano con gli appositi pestelli da giunta, a base rettangolare opportunamente scaldati o freddi nel caso di conglomerati preparati con bitumi liquidi.

A lavoro finito i manti dovranno presentare superficie in ogni punto regolarissima, e perfettamente corrispondente alle sagome e alle livellette di progetto o prescritte dalla direzione dei lavori.

A lavoro finito non vi dovranno essere in alcun punto ondulazioni o irregolarità superiori ai 5 mm misurati utilizzando un'asta rettilinea della lunghezza di tre metri appoggiata longitudinalmente sulla pavimentazione.

#### **90.6. Manti sottili eseguiti mediante conglomerati bituminosi chiusi**

Per strade a traffico molto intenso, nelle quali si vuole costituire un manto resistente e di scarsa usura e ove si disponga di aggregati di particolare qualità potrà ricorrersi a calcestruzzi bituminosi formati con elevate percentuali di aggregato grosso, sabbia, additivo, bitume.

Gli aggregati grossi dovranno essere duri, tenaci, non fragili, provenienti da rocce preferibilmente endogene, e a fine tessitura: debbono essere non gelivi o facilmente alterabili, né frantumabili facilmente sotto il rullo o per effetto del traffico: debbono sopportare bene il riscaldamento occorrente per l'impasto; la loro dimensione massima non deve superare i  $\frac{2}{3}$  dello spessore del manto finito.

Di norma l'aggregato grosso sarà costituito da pietrischetto o graniglia ottenuti per frantumazione da rocce aventi resistenza minima alla compressione di kg 1250/cm<sup>2</sup> nella direzione del piano di cava e in quella normale, coefficiente di Deval non inferiore a 12, assai puliti e tali da non perdere per decantazione in acqua più dell'uno per cento in peso. I singoli pezzi saranno per quanto possibile poliedrici.

La pezzatura dell'aggregato grosso sarà da 3 a 15 mm con granulometria da 10 a 15 mm dal 15 al 20% – da 5 a 10 mm dal 20 al 35% – da 3 a 5 mm dal 10 al 25%.

L'aggregato fine sarà costituito da sabbia granulare preferibilmente proveniente dalla frantumazione del materiale precedente, sarà esente da polvere d'argilla e da qualsiasi sostanza estranea e sarà interamente passante per lo staccio di mm 2 (n 10 della serie ASTM): la sua perdita di peso per decantazione non dovrà superare il 2%.

La granulometria dell'aggregato fine sarà in peso:

dal 10 al 40% tra mm 2 e mm 0,42 (setacci n 10 e n 40 sabbia grossa);

dal 30 al 55% fra mm 0,42 e mm 0,297 (setacci n 40 e n 80 sabbia media);

dal 16 al 45% fra mm 0,297 e mm 0,074 (setacci n 80 e n 200 sabbia fine).

L'additivo minerale (*filler*) da usare potrà essere costituito da polvere di asfalto passante per intero al setaccio n 80 (mm 0,297) e per il 90% dal setaccio n 200 (mm 0,074) e in ogni caso da polveri di materiali non idrofili.

I vuoti risultanti nell'aggregato totale adottato per l'impasto dopo l'aggiunta dell'additivo non dovranno eccedere il 20 – 22% del volume totale.

Il bitume da usarsi dovrà presentare, all'atto dell'impasto (prelevato cioè dall'immissione nel mescolatore), penetrazione da 80 a 100 e anche fino a 120, onde evitare una eccessiva rigidità non compatibile con lo scarso spessore del manto.

L'impasto dovrà corrispondere a una composizione ottenuta entro i seguenti limiti:

a) aggregato grosso delle granulometrie assortite indicate, dal 40 al 60%;

b) aggregato fine delle granulometrie assortite indicate, dal 25 al 40%;

c) additivo, dal 4 al 10%;

d) bitume, dal 5 all'8%.

Nei limiti sopraindicati la formula della composizione degli impasti da adottarsi sarà proposta dall'impresa e dovrà essere preventivamente approvata dalla direzione dei lavori.

Su essa saranno consentite variazioni non superiori allo 0,5% in più o in meno per il bitume – all'1,5% in più o in meno per gli additivi – al 5% delle singole frazioni degli aggregati in più o in meno, purché si rimanga nei limiti della formula dell'impasto sopra indicato.

Particolari calcestruzzi bituminosi a masse chiuse e a granulometria continua potranno eseguirsi con sabbie e polveri di frantumazione per rivestimenti di massicciate di nuova costruzione o riprofilatura di vecchie massicciate per ottenere manti sottili di usura d'impermeabilizzazione antiscivolo.

Le sabbie da usarsi potranno essere sabbie naturali di mare o di fiume o di cava o provenire da frantumazione purché assolutamente scevre di argilla e di materie organiche ed essere talmente resistenti da non frantumarsi durante la cilindatura: dette sabbie includeranno una parte di aggregato grosso, e avranno dimensioni massime da 9,52 mm a 0,074 mm con una percentuale di aggregati del 100% di passante al vaglio di 9,52 mm; dell'84% di passante al vaglio di 4,76 mm; dal 50 al 100% di passante dal setaccio da 2 mm; dal 36 all'82% di passante dal setaccio di 1,19 mm; dal 16 al 58% di passante al setaccio di 0,42 mm; dal 6 al 32% di passante dal setaccio di mm 0,177; dal 4 al 14% di passante dal setaccio da 0,074 mm.

Come legante potrà usarsi o un bitume puro con penetrazione da 40 a 200 o un cut-back medium curring di viscosità 400/500 l'uno o l'altro sempre attirato in ragione del  $6 \div 7,5\%$  del peso degli aggregati secchi: dovrà aversi una compattezza del miscuglio di almeno l'85%.

Gli aggregati non dovranno essere scaldati a una temperatura superiore a 120°C e il legante del secondo tipo da 130° a 110°C.

Dovrà essere possibile realizzare manti sottili che, nel caso di rivestimenti, aderiscano fortemente a preesistenti trattamenti senza necessità di strati interposti: e alla prova *Hobbar Field* si dovrà avere una resistenza dopo 24 ore di 45 kg/cmq.

Per l'esecuzione di comuni calcestruzzi bituminosi a massa chiusa da impiegare a caldo, gli aggregati minerali saranno essiccati e riscaldati in adatto essiccatore a tamburo provvisto di ventilatore e collegato ad alimentatore meccanico.

Mentre l'aggregato caldo dovrà essere riscaldato a temperatura fra i 130° e i 170°C, il bitume sarà riscaldato tra 160° e 180°C in adatte caldaie suscettibili di controllo mediante idonei termometri registratori.

L'aggregato caldo dovrà essere riclassificato in almeno tre assortimenti e raccolto, prima di essere immesso nella tramoggia di pesatura in tre sili separati, uno per l'aggregato fine e due per quello grosso.

Per la formazione delle miscele dovrà usarsi una impastatrice meccanica di tipo adatto, tale da formare impasti del peso singolo non inferiore a kg 200 e idonea a consentire la dosatura a peso di tutti i componenti e assicurare la perfetta regolarità e uniformità degli impasti.

Per i conglomerati da stendere a freddo saranno adottati gli stessi apparecchi avvertendo che il legante sarà riscaldato a una temperatura compresa fra i 90° e i 110°C e l'aggregato sarà riscaldato in modo che all'atto della immissione nella mescolatrice abbia una temperatura compresa tra i 50° e 80°C

Per tali conglomerati è inoltre consentito all'impresa di proporre apposita formula nella quale l'aggregato fine venga sostituito in tutto o in parte da polvere di asfalto da aggiungersi fredda: in tal caso la percentuale di bitume da miscelare nell'impasto dovrà essere di conseguenza ridotta.

Pur rimanendo la responsabilità della riuscita a totale carico dell'impresa, la composizione variata dovrà sempre essere approvata dalla direzione dei lavori.

Per la posa in opera, previa energica spazzatura e pulitura della superficie stradale, e dopo avere eventualmente conguagliato la massicciata con pietrischetto bitumato, se trattasi di massicciata nuda, e quando non si debba ricorrere a particolare strato di collegamento (binder), si procederà alla spalmatura della superficie stradale con un kg di emulsione bituminosa per mq e al successivo stendimento dell'impasto in quantità idonea a determinare lo spessore prescritto: comunque mai inferiore a kg 66/mq in peso per manti di tre centimetri e a kg 44/mq per manti di due centimetri.

Per lo stendimento si adopereranno rastrelli metallici e si useranno guide di legno e sagome per l'esatta configurazione e rettifica del piano viabile e si procederà poi alla cilindatura, iniziandola dai bordi della strada e procedendo verso la mezzeria, usando rullo a rapida inversione di marcia, del peso da 4 a 6 tonnellate, con ruote tenute umide con spruzzi d'acqua, qualora il materiale aderisca a esse.

La cilindatura, dopo il primo assestamento, onde assicurare la regolarità, sarà condotta anche in senso obliquo alla strada (e, quando si possa, altresì, trasversalmente): essa sarà continuata sino a ottenere il massimo costipamento.

Al termine delle opere di cilindatura, per assicurare la chiusura del manto bituminoso, in attesa del costipamento definitivo prodotto dal traffico, potrà prescriversi una spalmatura di 0,700 kg per mq di bitume a caldo eseguita a spruzzo, ricoprendola poi con graniglia analoga a quella usata per il calcestruzzo ed effettuando una ultima passata di compressore.

È tassativamente prescritto che non dovranno aversi ondulazioni nel manto; questo sarà rifiutato se, a cilindatura ultimata, la strada presenterà depressioni maggiori di 3 mm al controllo effettuato con aste lunghe 3 metri nel senso parallelo all'asse stradale e con la sagoma nel senso normale.

Lo spessore del manto sarà fissato nell'elenco prezzi: comunque esso non sarà mai inferiore, per il solo calcestruzzo bituminoso compresso, a 20 mm a opera finita. Il suo spessore sarà relativo allo stato della massicciata e al preesistente trattamento protetto da essa.

La percentuale dei vuoti del manto non dovrà risultare superiore al 15%: dopo sei mesi dall'apertura al traffico tale percentuale dovrà ridursi a essere non superiore al 5%. Inoltre il tenore di bitume non dovrà differire, in ogni tassello che possa prelevarsi, da quello prescritto di più dell'1% e la granulometria dovrà risultare corrispondente a quella indicata con le opportune tolleranze.

A garanzia dell'esecuzione l'impresa assumerà la gratuita manutenzione dell'opera per un triennio. Al termine del primo anno lo spessore del manto non dovrà essere diminuito di oltre mm 1: al termine del triennio di oltre 4 mm.

## **Art. 91 – Pavimentazione in conglomerato cementizio**

### **91.1. Generalità**

Il calcestruzzo sarà costipato con inerti di almeno tre pezzature e sarà dosato con 300 kg di cemento per metro cubo di calcestruzzo vibrato in opera.

La superficie della pavimentazione a vibrazione ultimata dovrà presentare un leggero affioramento di malta, sufficiente per la perfetta chiusura e lisciatura del piano del pavimento.

Non saranno assolutamente permesse aggiunte in superficie di malta cementizia anche se questa fosse confezionata con una più ricca dosatura di cemento. Prima che il calcestruzzo inizi la presa e quando il piano sia sufficientemente asciutto si dovrà striare trasversalmente la pavimentazione con una scopa di saggina, così da renderla sicuramente scabra.

Si avrà particolare cura affinché i bordi dei giunti longitudinali e trasversali siano leggermente arrotondati con una curva di raggio di 1 cm e siano rifiniti in piano perfetto con la rimanente pavimentazione.

### **91.2. Cordoli in calcestruzzo**

I cordoli in calcestruzzo devono presentare una struttura compatta e spigoli pieni. In caso di elemento composto da due strati di calcestruzzo, i due strati devono risultare ben collegati. Lo spessore minimo del calcestruzzo a vista deve essere maggiore o uguale a 10 mm.

I cordoni in calcestruzzo devono avere forma prismatica con sezione trasversale rettangolare. Il bordo esterno o di invito deve essere arrotondato.

Si ammettono le seguenti tolleranze sulle misure nominali:

- larghezza  $\pm 3$  mm;
- lunghezza  $\pm 5$  mm per la lunghezza nominale pari a 1 metro;
- altezza  $\pm 5$  mm.

È ammessa una conicità massima di 5 mm nella lunghezza normale e 2 mm nella larghezza. Si ammette inoltre una risega massima di 5 mm nel passaggio dalla superficie anteriore verticale alla superficie di calpestio.

Le verifiche a flessione su almeno 3 provini di cordolo, per ogni forma e dimensione, devono avere resistenza media a flessione non inferiore a 6 N/mm<sup>2</sup>, in riferimento alla norma DIN 483.

I cordoli dovranno essere collocati su massetto in conglomerato cementizio avente spessore non inferiore a 10 cm. Gli spazi tra gli elementi dovranno essere sigillati con malta cementizia dosata a 500 kg.

### **91.3. Cordoni in pietra**

I cordoni in pietra per delimitazione marciapiedi qualora non specificatamente indicato dovranno essere forniti in uno seguenti tipi di pietra: graniti, sieniti, porfidi, basalti, travertini o altra pietra naturale avente non meno idonee caratteristiche meccaniche e di resistenza agli agenti atmosferici, in generale devono essere molto compatti.

Le facce esterne dovranno essere lavorate a punta fine; lo spigolo esterno dovrà essere arrotondato. Per le tolleranze sulle misure nominali è ammesso  $\pm 3$  mm per la larghezza e  $\pm 10$  mm per l'altezza. La lunghezza dei cordoni dovrà essere misurata sullo spigolo anteriore arrotondato.

I cordoli dovranno essere collocati su massetto in conglomerato cementizio avente spessore non inferiore a 10 cm. Gli spazi tra gli elementi dovranno essere sigillati con malta cementizia dosata a 500 kg.

Norme di riferimento:

**R.D. 16 novembre 1939 e UNI 2712.**

## **Art. 92 – Lastricati e pavimentazioni in blocchetti di porfido**

### **92.1. Lastricati**

La pietra da impiegarsi per i lastricati dovrà essere di natura \_\_\_\_\_

con struttura particolarmente omogenea, resistente all'urto e all'usura per attrito; le lastre avranno le dimensioni e saranno lavorate \_\_\_\_\_.

Il suolo convenientemente consolidato, sul quale dovrà eseguirsi il lastricato, sarà coperto di uno strato di malta o sabbia, sul quale verranno disposte le lastre in file parallele, di costante spessore, o anche a spina o a disegno, come verrà ordinato dalla direzione dei lavori, ravvicinate le une alle altre in modo che le connessioni risultino minime in rapporto al grado di lavorazione; queste poi saranno colmate con malta liquida da versarsi e comprimersi con la cazzuola, fino a qualche centimetro dalla superficie e quindi i giunti saranno suggellati con bitume a caldo.

Le lastre dovranno essere lavorate a scalpello negli assetti per un'altezza di almeno un terzo dello spessore.

Le superfici dei lastricati dovranno conformarsi ai profili e alle pendenze volute.

### **92.2. Pavimenti in cubetti di porfido**

Dovranno soddisfare alle *Norme per l'accettazione dei cubetti di pietra per pavimentazioni stradali* di cui al fascicolo n. 5 del Consiglio Nazionale delle ricerche (1954).

I cubetti di porfido di dimensioni \_\_\_\_\_ dovranno provenire da pietra a buona frattura, talché non presentino né rientranze né sporgenze in nessuna delle facce, e dovranno arrivare al cantiere di lavoro preventivamente calibrati secondo le prescritte dimensioni.

Saranno rifiutati e subito fatti allontanare dal lavoro tutti i cubetti che presentino in uno dei loro lati dimensioni minori o maggiori di quelle prescritte ovvero presentino gobbe o rientranze sulle facce eccedenti l'altezza di 5 mm in più o in meno. La verifica potrà essere fatta dalla direzione dei lavori anche in cava.

I cubetti saranno posti in opera ad archi contrastanti e in modo che l'incontro dei cubetti di un arco con quello di un altro avvenga sempre ad angolo retto. Saranno impiantati su letto di sabbia dello spessore di 8 cm a grana grossa e scevra di ogni materia eterogenea, letto interposto fra la pavimentazione superficiale e il sottofondo, costituito da macadam all'acqua, cilindrato a fondo col tipo di cilindatura chiuso, ovvero da uno strato di calcestruzzo cementizio secondo quanto sarà ordinato.

I cubetti saranno disposti in opera in modo da risultare pressoché a contatto prima di qualsiasi battitura.

Dopo tre battiture eseguite sulla linea con un numero di operai pari alla larghezza della pavimentazione espressa in m, divisa per 0,80 e che lavorino tutti contemporaneamente e a tempo con mazzapicchio del peso di 25 - 30 kg e con la faccia di battitura a un dipresso uguale alla superficie del cubetto, le connessioni fra cubetto e cubetto non dovranno avere in nessun punto la larghezza superiore a 10 mm.

La bitumatura della pavimentazione a cubetti sarà eseguita almeno dopo venti giorni dalla apertura al transito della strada pavimentata; saranno prima riparati gli eventuali guasti verificatisi, poi la strada verrà abbondantemente lavata con acqua a pressione con mezzo di lancia manovrata da operaio specialista, in modo che l'acqua arrivi sulla strada con getto molto inclinato e tale che possa aversi la pulizia dei giunti per circa 3 cm di profondità. Appena il tratto di pavimentazione così pulito si sia sufficientemente asciugato, si suggelleranno i giunti a caldo e a pressione con bitume in ragione di circa 3 kg per metro quadrato di pavimentazione. Verrà poi disteso e mantenuto sul pavimento il quantitativo di sabbione necessario a saturare il bitume, e quindi sarà aperto il transito.

## **Art. 93 – Pavimentazioni diverse**

### **93.1. Generalità**

Per l'eventuale esecuzione di pavimenti dei tipi sopraindicati e vari, generalmente da eseguire con materiali o tipi brevettati, e per i quali, dato il loro limitato uso su strade esterne non è il caso di estendersi, nel presente capitolato, a dare norme speciali, resta soltanto da prescrivere che, ove siano previsti e ordinati, l'impresa dovrà eseguirli secondo i migliori procedimenti prescritti dalla tecnica per la loro costruzione e per l'impiego dei materiali che li costituiscono, attenendosi agli ordini che all'uopo potesse impartire la direzione dei lavori, anche in mancanza di apposite previsioni e prescrizioni del presente capitolato speciale d'appalto.

### **93.2. Acciottolati e selciati**

#### **93.2.1. Acciottolati**

I ciottoli saranno disposti su di un letto di sabbia alto da 10 cm a 15 cm, ovvero su di un letto di malta idraulica di conveniente spessore sovrapposto a uno strato di rena compressa alto da 8 a 10 mm.

I ciottoli dovranno essere scelti di dimensioni il più possibile uniformi e disposti di punta, a contatto fra di loro, con la faccia più piana rivolta superiormente.

A lavoro finito, i ciottoli dovranno presentare una superficie uniforme secondo i profili e le pendenze volute, dopo che siano stati debitamente consolidati battendoli con mazzapicchio.

### 93.2.2. Selciati

I selciati dovranno essere formati con pietre squadrate e lavorate al martello nella faccia vista e nella faccia di combaciamento.

Si dovrà dapprima spianare il suolo e costiparlo con la mazzeranga, riducendolo alla configurazione voluta, poi verrà steso uno strato di sabbia dell'altezza di 10 cm e su questo verranno conficcate di punta le pietre, dopo avere stabilito le guide occorrenti.

Fatto il selciato, vi verrà disteso sopra uno strato di sabbia dell'altezza di 3 e quindi verrà proceduto alla battitura con la mazzeranga, innaffiando di tratto in tratto la superficie, la quale dovrà riuscire cm perfettamente regolare e secondo i profili descritti. Potrà essere aggiunto, quando occorra, un sottostrato di ghiaia o anche un letto di malta idraulica dell'altezza di cm \_\_\_\_\_.

Nell'eseguire i selciati si dovrà avere l'avvertenza di collocare i prismi di pietra in guisa da far risalire la malta nelle connesure.

Per assicurare poi meglio il riempimento delle connesure stesse, si dovrà versare sul selciato altra malta stemperata con acqua e ridotta allo stato liquido.

Nei selciati a secco abbeverati con malta, dopo avere posato i prismi di pietra sullo strato di sabbia dell'altezza di 10 cm, di cui sopra, conficcandoli a forza con apposito martello, si dovrà versare sopra un beverone di malta stemperata con acqua e ridotta allo stato liquido, e procedere infine alla battitura con la mazzeranga, spargendo di tratto in tratto altra malta liquida fino a che la superficie sia ridotta perfettamente regolare e secondo i profili stabiliti.

## Art. 94 – Pozzetti per la raccolta delle acque stradali. Caditoie

### 94.1. Pozzetti per la raccolta delle acque stradali

I pozzetti per la raccolta delle acque stradali saranno costituiti da pezzi speciali intercambiabili, prefabbricati in conglomerato cementizio armato vibrato a elevato dosaggio di cemento e pareti di spessore non inferiore a 4 cm, ovvero confezionato in cantiere, con caditoia conforme alle prescrizioni della norma **UNI EN 124**.

Potranno essere realizzati mediante associazione dei pezzi idonei: pozzetti con o senza sifone e con raccolta dei fanghi attuata mediante appositi cestelli tronco-conici in acciaio zincato muniti di manico, ovvero con elementi di fondo installati sotto lo scarico. La dimensione interna del pozzetto dovrà essere maggiore o uguale a 45 x 45 cm e di 45 x 60 cm per i pozzetti sifonati; il tubo di scarico deve avere diametro interno minimo 150 mm.

I pozzetti dovranno essere forniti perfettamente lisci e stagionati, privi di cavillature, fenditure, scheggiature o altri difetti; l'eventuale prodotto impermeabilizzante deve essere applicato nella quantità indicata dalla direzione dei Lavori.

Gli eventuali cesti di raccolta del fango saranno realizzati in ferro zincato, con fondo pieno e parete forata, tra loro uniti mediante chiodatura, saldatura, piegatura degli orli o flangiatura. Essi appoggeranno su due mensole diseguali ricavate in uno dei pezzi speciali.

I pezzi di copertura dei pozzetti saranno costituiti da un telaio nel quale troveranno alloggiamento le griglie, per i pozzetti da cunetta, e i coperchi, per quelli da marciapiede.

Nel caso sia prevista l'installazione dei cesti per il fango, potrà essere prescritto che la griglia sia munita di una tramoggia per la guida dell'acqua.

I pozzetti stradali prefabbricati in calcestruzzo armato saranno posti in opera su sottofondo in calcestruzzo dosato a 200 kg di cemento tipo 325 per m<sup>3</sup> d'impasto; la superficie superiore del sottofondo dovrà essere perfettamente orizzontale e a quota idonea a garantire l'esatta collocazione altimetrica del manufatto rispetto alla pavimentazione stradale.

Prima della posa dell'elemento inferiore, si spalmerà il sottofondo con cemento liquido, e, qualora la posa avvenga a sottofondo indurito, questo dovrà essere convenientemente bagnato.

I giunti di collegamento dei singoli elementi prefabbricati in c.a. dovranno essere perfettamente sigillati con malta cementizia.

Nella posa dell'elemento contenente la luce di scarico, si avrà cura di angolare esattamente l'asse di questa rispetto alla fognatura stradale, in modo che il condotto di collegamento possa inserirsi in quest'ultima senza curve o deviazioni.

Per consentire la compensazione di eventuali differenze altimetriche, l'elemento di copertura dovrà essere posato su anelli di conguaglio dello spessore occorrente.

Se l'immissione avviene dal cordolo del marciapiede, si avrà cura di disporre la maggiore delle mensole portasecchiello parallela alla bocchetta, così da guidare l'acqua. Poiché lo scarico del manufatto è a manicotto, qualora

vengano impiegati, per il collegamento alla fognatura, tubi a bicchiere, tra il bicchiere del primo tubo a valle e il manicotto del pozzetto dovrà essere inserito un pezzo liscio di raccordo.

#### **94.2. Caditoie stradali**

Le caditoie stradali per la raccolta delle acque defluenti dalle cunette laterali della strada devono essere opportunamente sagomate. Le prese possono a griglia, a bocca di lupo, a griglia e bocca di lupo, a fessura.

Le caditoie devono essere disposte a un interasse di 25 m ÷ 50 m.

I dispositivi di chiusura e di coronamento, secondo la norma **UNI EN 124**, possono essere fabbricati con i seguenti materiali:

- a) ghisa a grafite lamellare;
- b) ghisa a grafite sferoidale;
- c) getti in acciaio;
- d) acciaio laminato;
- e) i materiali di cui alle lettere a), b), c) e d) abbinati a calcestruzzo;
- f) calcestruzzo armato.

I chiusini, e griglie e i telai devono portare una marcatura leggibile e durevole indicante: EN 124, la classe corrispondente; il nome e/o la sigla del fabbricante, eventuale marchio di conformità.

La classe di impiego (classe A15, classe B125, ecc.) di chiusini e caditoie deve essere rispondente all'uso della strada (pedonale, ciclabile, parcheggio, ecc.)

### **Art. 95 – Barriere stradali di sicurezza**

#### **95.1. Generalità**

Si definiscono barriere stradali di sicurezza i dispositivi aventi lo scopo di realizzare il contenimento dei veicoli che dovessero tendere alla fuoriuscita dalla carreggiata stradale, nelle migliori condizioni di sicurezza possibili.

Per le caratteristiche tecniche delle barriere stradali di sicurezza si farà riferimento alla seguente normativa:

**C.M. 11 luglio 1987, n. 2337** – Legge 21 aprile 1962, n. 181, art. 1, lettera f). *Provvedimenti per la sicurezza stradale. Barriere stradali. Specifica per l'impiego delle barriere d'acciaio.*

**D.M. 4 maggio 1990** – *Aggiornamento delle norme tecniche per la progettazione, esecuzione e collaudo dei ponti stradali.*

**D.M. 18 febbraio 1992, n. 223** – *Regolamento recante istruzioni tecniche per la progettazione, l'omologazione e l'impiego delle barriere stradali di sicurezza.*

**C.M. 9 giugno 1995, n. 2595** – *Barriere stradali di sicurezza. D.M. 18 febbraio 1992, n. 223.*

**C.M. 16 maggio 1996, n. 2357** – *Fornitura e posa in opera di beni inerenti la sicurezza della circolazione stradale.*

**D.M. 15 ottobre 1996** – *Aggiornamento del D.M. 18 febbraio 1992, n. 223, recante istruzioni tecniche per la progettazione, l'omologazione e l'impiego delle barriere stradali di sicurezza.*

**C.M. 15 ottobre 1996, n. 4622** – *Istituti autorizzati all'esecuzione di prove d'impatto in scala reale su barriere stradali di sicurezza.*

**D.M. 3 giugno 1998** – *Ulteriore aggiornamento delle istruzioni tecniche per la progettazione, l'omologazione e l'impiego delle barriere stradali di sicurezza e delle prescrizioni tecniche per le prove ai fini dell'omologazione.*

**D.M. 11 giugno 1999** – *Integrazioni e modificazioni al decreto ministeriale 3 giugno 1998, recante: "Aggiornamento delle istruzioni tecniche per la progettazione, l'omologazione e l'impiego delle barriere stradali di sicurezza.*

**C.M. 6 aprile 2000** – *Art. 9 del decreto ministeriale 18 febbraio 1992, n. 223, e successive modificazioni: Aggiornamento della circolare recante l'elenco degli istituti autorizzati alle prove di impatto al vero ai fini dell'omologazione.*

**Determinazione 24 maggio 2001, n. 13/2001** – *Appalti per opere protettive di sicurezza stradale (barriere stradali di sicurezza).*

**D.M. 5 novembre 2001** – *Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade.*

#### **95.2. Classificazione**

A seconda della loro destinazione e ubicazione, le barriere e i dispositivi si dividono nei seguenti tipi:

- a) barriere centrali da spartitraffico;
- b) barriere laterali, in rilevato o scavo;
- c) barriere per opere d'arte, quali ponti, viadotti, sottovia, muri, ecc.;

d) barriere o dispositivi per punti singolari quali attenuatori d'urto, letti di arresto o simili, dispositivi per zone di approccio a opere d'arte, per ostacoli fissi, per zone terminali e/o di interscambio e simili.

### **95.3. Conformità delle barriere e dei dispositivi**

Ai fini della produzione e accettazione delle barriere di sicurezza e altri dispositivi, i loro materiali componenti dovranno avere le caratteristiche costitutive descritte nella documentazione presentata per l'omologazione; i supporti parimenti dovranno essere conformi a quanto previsto nella predetta documentazione e riportato sul certificato di omologazione.

Tutte le barriere, sia del tipo prefabbricato prodotto fuori opera o in stabilimento, sia del tipo costruito in opera, dovranno essere realizzate con le stesse caratteristiche di cui sopra, risultanti da una dichiarazione di conformità di produzione che nel caso di barriera con componentistica di più origini, dovrà riguardare ogni singolo componente strutturale.

Tale dichiarazione dovrà essere emessa dalla ditta produttrice e sottoscritta dal suo direttore tecnico a garanzia della rispondenza del prodotto ai requisiti di cui al «Certificato di omologazione». L'attrezzatura posta in opera inoltre dovrà essere identificabile con il nome del produttore e la sigla di omologazione (tipo e numero progressivo).

Dovrà inoltre essere resa una dichiarazione di conformità di installazione nella quale il direttore Tecnico dell'impresa installatrice garantirà la rispondenza dell'«eseguito» alle prescrizioni tecniche descritte nel «Certificato di omologazione».

Queste dichiarazioni dovranno essere associate, a seconda dei casi, alle altre attestazioni, previste dalla normativa vigente in termini di controllo di qualità e altro.

### **95.4. Classificazione delle barriere e dei dispositivi di ritenuta speciali**

Tutte le barriere e i dispositivi di ritenuta e attenuazione di tutte le classi devono corrispondere a un indice ASI minore o uguale a 1 ottenuto con una autovettura, secondo le prescrizioni tecniche che seguono. È ammesso un indice ASI fino a 1,4 per le barriere e i dispositivi destinati a punti particolarmente pericolosi nei quali il contenimento del veicolo in svio diviene un fattore essenziale ai fini della sicurezza.

### **95.5. Barriere di sicurezza in acciaio zincato**

Le barriere di sicurezza in acciaio zincato a caldo o a corten, sono costituite da sostegni verticali (IPE 12-14) e da una fascia orizzontale a sagomatura irrigidente alta 30 - 35 mm imbullonata ai sostegni verticali, installate ai margini della piattaforma stradale, ed eventualmente come spartitraffico centrale nelle strade a più sensi di marcia, in tratti discontinui secondo gli elaborati progettuali e a insindacabile giudizio della direzione dei lavori.

Tutti gli elementi metallici costituenti la barriera devono essere in acciaio di qualità non inferiore a Fe 360, zincato a caldo con una quantità di zinco non inferiore a 300 g/mq per ciascuna faccia e nel rispetto della norma **UNI 5744/96**.

Le fasce saranno fissate ai sostegni con il bordo superiore che dovrà trovarsi a una altezza non minore di 70 cm dalla pavimentazione, mentre la faccia lato strada si troverà a non meno di 15 cm dal filo dei sostegni lato strada.

Ciascun tratto dovrà essere delimitato da un elemento terminale curvo o interrato.

La bulloneria di collegamento sarà a testa tonda, ad alta resistenza, con piastrina copriasola antisfilamento di mm 45x100 e spessore 4 mm.

Le barriere per lo spartitraffico centrale saranno a doppia fila, con elementi terminali tondi o interrati.

## **Art. 96 – Opere a verde**

### **96.1. Preparazione delle buche e dei fossi**

Le buche per la messa a dimora di piante dovranno essere di dimensioni ampie ovvero in rapporto alle caratteristiche delle piante da mettere a dimora.

Nell'esecuzione delle buche l'impresa dovrà evitare ristagni d'acqua e il regolare scolo delle acque superficiali., in caso contrario dovranno essere predisposte le necessarie opere di drenaggio previa autorizzazione da parte della direzione dei lavori.

### **96.2. Terra da coltivo riportata**

La terra da coltivo prima della messa in opera dovrà essere accettata dalla direzione dei lavori, in merito ai seguenti valori:

- PH minore o uguale al 6;
- calcare totale maggiore o uguale al 5%;

- sostanze organiche minori di 1,5%;
- azoto totale minore di 0,1%;
- fosforo ammissibile minore di 30 ppm;
- potassio assimilabile minore del 2%;
- conducibilità idraulica minore di 0,5 cm x ora;
- conducibilità Ece.

La terra da coltivo dovrà essere priva di pietre, elementi di tronchi, rami, radici e altri elementi che ne possano ostacolare la lavorazione agronomica durante la posa in opera.

Norme di riferimento:

**CNR** – *Guida alla descrizione del suolo, 1987.*

**S.I.S.S.** – *Metodi normalizzati di analisi del suolo.*

### **96.3. Substrati di coltivazione**

I substrati di coltivazione (terricciato di letame, terriccio di castagno, terra d'erica, terriccio di foglie di faggio, terriccio di bosco, sfagno, torba, miscugli tra vari substrati) dovranno essere forniti in confezioni sigillate, nelle quali è riportata la quantità, il tipo e le caratteristiche del contenuto. In assenza di tali informazioni l'appaltatore dovrà produrre alla direzione dei lavori prima della messa in opera i risultati delle analisi.

La fornitura delle analisi è obbligatoria in caso di substrati non confezionati e privi delle indicazioni riportate sulla confezione; l'appaltatore (ad esclusione della torba e dello sfagno) dovrà fornire indicazioni sui seguenti parametri:

- sostanza organica;
- azoto nitrico;
- azoto ammoniacale;
- densità apparenti riferita a uno specificato tenore di umidità;
- capacità idrica di campo;
- conducibilità Ece.

L'eventuale sostituzione dei substrati non confezionati con altri componenti (sabbia lavata, perlite, polistirolo espanso, pomice, pozzolana, argilla espansa, ecc.) deve essere autorizzata dalla direzione dei lavori.

Norme di riferimento:

**Legge 19 ottobre 1984, n. 748** – *Nuove norme per la disciplina dei fertilizzanti.*

**CNR** – *Guida alla descrizione del suolo, 1987.*

**S.I.S.S.** – *Metodi normalizzati di analisi del suolo.*

### **96.4. Concimi organici e minerali**

#### **96.4.1. Concimi organici**

I concimi minerali e organici dovranno essere rispondenti alle prescrizioni normative vigenti e nel rispetto delle prescrizioni contrattuali. Eventuali sostituzioni dovranno essere autorizzate dalla direzione dei lavori, in base a specifiche analisi di laboratorio e specie della pianta da mettere a dimora.

Concimi organici

##### **a) Concimi organici azotati.**

I Concimi organici azotati debbono contenere, esclusivamente ed espressamente dichiarato, azoto organico, di origine animale oppure vegetale. Possono anche contenere altri elementi secondari e microelementi, ma non quantità dichiarabili né di fosforo né di potassio, a meno che questo non costituisca parte integrante di matrici organiche.

##### **b) Concimi organici NP.**

I concimi organici NP debbono contenere, esclusivamente ed espressamente dichiarati, azoto organico e fosforo, di origine animale oppure vegetale. Possono anche contenere altri elementi secondari e microelementi, ma non quantità dichiarabili di potassio. È consentita, nei casi previsti, la dichiarazione dell'anidride fosforica totale quando il fosforo, anche se non in forma organica, costituisce parte integrante di matrici organiche.

#### **96.4.2. Concimi minerali**

##### **96.4.2.1. Concimi minerali semplici**

###### **a) Concimi minerali azotati semplici.**

Debbono contenere, espressamente dichiarato, azoto in una o più forme e solubilità. Possono anche contenere altri elementi secondari e microelementi, ma non quantità dichiarabili di fosforo o di potassio.

###### **b) Concimi minerali fosfatici semplici.**

Debbono contenere, espressamente dichiarato, fosforo in una o più forme e solubilità. Possono anche contenere altri elementi secondari e microelementi, ma non quantità dichiarabili di azoto o di potassio.

###### **c) Concimi minerali potassici semplici.**

Debbono contenere, espressamente dichiarato, potassio in una o più forme e solubilità. Possono anche contenere altri elementi secondari e microelementi, ma non quantità dichiarabili di azoto o di fosforo.

##### **96.4.2.2. Concimi minerali composti**

###### **a) Concimi minerali composti NP.**

Debbono contenere, espressamente dichiarati, azoto e fosforo in una o più forme e solubilità. Possono anche contenere altri elementi secondari e microelementi, ma non quantità dichiarabili di potassio.

###### **b) Concimi minerali composti NK.**

Debbono contenere, espressamente dichiarati, azoto e potassio in una o più forme e solubilità. Possono anche contenere altri elementi secondari e microelementi, ma non quantità dichiarabili di fosforo.

###### **c) Concimi minerali composti PK.**

Debbono contenere, espressamente dichiarati, fosforo e potassio in una o più forme e solubilità. Possono anche contenere altri elementi secondari e microelementi, ma non quantità dichiarabili di azoto.

###### **d) Concimi minerali composti NPK.**

Debbono contenere, espressamente dichiarati, azoto, fosforo e potassio in una o più forme e solubilità. Possono anche contenere altri elementi secondari e microelementi.

##### **96.4.2.3. Concimi minerali a base di elementi secondari.**

Sono concimi a base di elementi secondari i prodotti, naturali o sintetici, che contengano espressamente dichiarato uno degli elementi secondari: calcio, magnesio, sodio e zolfo. Possono anche contenere altri elementi secondari e microelementi, ma non quantità dichiarabili degli elementi chimici principali della fertilità.

##### **96.4.2.4. Concimi minerali a base di microelementi (oligo-elementi)**

Sono concimi a base di microelementi i prodotti, naturali o sintetici, che contengano espressamente dichiarato uno o più microelementi: boro, cobalto, rame, ferro, manganese, molibdeno e zinco. Possono anche contenere elementi secondari, ma non quantità dichiarabili degli elementi chimici principali della fertilità.

#### **96.5. Acqua per innaffiamento**

L'acqua per innaffiamento delle piante non dovrà contenere sostanze inquinanti e sali nocivi oltre i limiti di tolleranza di fitotossicità relativa.

L'appaltatore a richiesta della direzione dei lavori dovrà fornire le necessarie analisi sulla qualità dell'acqua, il periodo di utilizzarne in base alla temperatura.

#### **96.6. Messa a dimora di piante**

##### **96.6.1. Generalità**

Prima della messa a dimora delle piante, l'impresa appaltatrice, qualora ordinato dalla direzione dei lavori, dovrà procedere al riempimento parziale delle buche già predisposte, per collocare le piante su uno strato di fondo di spessore adeguato al tipo di pianta.

Le piante messe a dimora non dovranno presentare radici allo scoperto né risultare interrate oltre il livello di colpetto.

Durante la messa a dimora l'eventuale imballo o contenitore della zolla dovrà essere tagliato al colpetto e aperto lungo i lati o fianchi, ma non dovrà essere rimosso sotto la zolla.

Le buche dovranno essere riempite con terra da coltivo semplice oppure miscelata con torba e opportunamente costipata. La direzione dei lavori potrà richiedere l'effettuazione di una concimazione localizzata, in modo non provocare danni per disidratazione.

Dopo il riempimento attorno alla pianta dovrà essere realizzata una conca o bacino per consentire la ritenzione dell'acqua che deve essere somministrata in quantità abbondante per agevolare la ripresa della pianta e l'assestamento della terra attorno alle radici e alla zolla.

#### *96.6.2. Pali di sostegno, ancoraggi e legature*

La direzione dei lavori dovrà verificare che gli alberi e gli arbusti messi a dimora risultino dotati di pali di sostegno, di diametro e altezza in funzione delle piante.

I pali di sostegno o tutori dovranno essere dritti, scortecciati e appuntiti nella parte di maggiore diametro. La parte appuntita da collocarsi nel terreno dovrà essere trattata e resa imputrescibile per un'altezza di almeno 10 cm. La direzione dei lavori potrà autorizzare l'impiego di pali in legno di produzione industriale, appositamente trattati allo scopo.

A discrezione della direzione dei lavori i pali potranno essere sostituiti con ancoraggi in funi d'acciaio dotati di tendifilo.

Le legature dovranno essere costituite da materiale elastico o corde di canapa, è vietato l'impiego di filo di ferro.

La direzione dei lavori potrà ordinare di inserire tra tronco e tutore un apposito cuscinetto antifrizione in modo da evitare eventuali danni alla corteccia.

#### *96.6.3. Protezione delle piante*

L'impresa appaltatrice per prevenire eventuali danneggiamenti (transito di persone, animali, precipitazioni atmosferiche, ecc.) delle piante messe a dimora previa autorizzazione della direzione dei lavori dovrà approntare le necessarie opere di protezione.

#### *96.7. Tappeti erbosi in strisce e zolle*

Le zolle erbose dovranno essere fornite in forme regolari (rettangolari, quadrati o a strisce).

Le strisce dovranno essere fornite arrotolate, mentre le zolle dovranno essere fornite su pallet.

Le zolle dovranno avere uno spessore da 3 a 6 cm, secondo la specifica destinazione e le caratteristiche del supporto.

La direzione dei lavori, prima della posa in opera, dovrà verificare la corretta preparazione del terreno (rullatura, battitura, sabbiatura, trattamenti fertilizzanti, e quant'altro necessario).

Il prato, una volta ultimato, potrà essere utilizzato non prima di 30 giorni.

## CAPITOLO 6 – PROVE E VERIFICHE

### Art. 97 – Controlli regolamentari sul conglomerato cementizio

#### 97.1. Resistenza caratteristica

Agli effetti del punto 3, Allegato 2, D.M. 9 gennaio 1996 un conglomerato cementizio viene individuato tramite la resistenza caratteristica a compressione. La resistenza caratteristica è definita come la resistenza a compressione al di sotto della quale si può attendere di trovare il 5% della popolazione di tutte le misure di resistenza.

#### 97.2. Controlli di qualità del conglomerato

Il controllo di qualità, così come descritto più avanti, consente di verificare nelle diverse fasi esecutive la produzione del conglomerato cementizio, garantendone così la conformità alle prescrizioni di progetto.

Il controllo deve articolarsi nelle seguenti fasi:

##### a) Studio preliminare di qualificazione.

Consiste nella verifica della qualità dei componenti il conglomerato cementizio: aggregati (**UNI 8520/2**); cementi (**UNI EN 197**); acque e additivi e si esplica attraverso il confezionamento di miscele sperimentali che permettono di accertare la possibilità di produrre conglomerati conformi alle prescrizioni di progetto: classe di resistenza e classe di consistenza (**UNI EN 206 – 1**).

Tali controlli sono da considerarsi cogenti e inderogabili.

##### b) Controllo di accettazione.

Si riferisce all'attività di controllo esercitata dalla direzione dei Lavori durante l'esecuzione delle opere, si esplica attraverso la determinazione di parametri convenzionali: la resistenza a compressione di provini cubici; l'abbassamento al cono di Abrams del calcestruzzo fresco, ecc.

Tali controlli sono da considerarsi cogenti e inderogabili.

##### c) Prove complementari.

Comprende tutta l'attività sperimentale che la direzione dei Lavori può avviare in presenza di procedure particolari di produzione o ove necessario, a integrazione delle precedenti prove.

#### 97.3. Valutazione preliminare della resistenza caratteristica

Prima dell'inizio di una produzione di serie o della costruzione di un'opera, il costruttore, in possesso di tutti i dati ufficiali relativi alla qualità dei componenti il conglomerato, deve valutare la resistenza caratteristica per ciascuna miscela omogenea di conglomerato.

Il costruttore resta comunque responsabile della valutazione effettuata.

#### 97.4. Controllo di accettazione

##### 97.4.1. Controllo Tipo A.

Ogni controllo di accettazione è rappresentato da tre prelievi, ciascuno dei quali eseguito su un massimo di 100 m<sup>3</sup> di getto di miscela omogenea. Risulta quindi un controllo di accettazione ogni 300 m<sup>3</sup> massimo di getto.

Per ogni giorno di getto va comunque effettuato almeno un prelievo.

Siano R<sub>1</sub>, R<sub>2</sub>, R<sub>3</sub> le tre resistenze di prelievo, con:

$$R_1 \leq R_2 \leq R_3$$

Il controllo è positivo e il quantitativo di conglomerato accettato se risultano verificate entrambe le disequazioni.

$$R_m \geq R_{ck} + 3,5 \text{ (N/mm}^2\text{)}$$

$$R_1 \geq R_{ck} - 3,5 \text{ (N/mm}^2\text{)}$$

in cui:

$$R_m = \frac{R_1 + R_2 + R_3}{3}$$

Nelle costruzioni con meno di 100 m<sup>3</sup> di getto di miscela omogenea, fermo restando l'obbligo di almeno 3 prelievi e del rispetto delle limitazioni di cui sopra, è consentito derogare dall'obbligo di prelievo giornaliero.

#### 97.4.2. Controllo Tipo B

Nelle costruzioni con più di 1500 m<sup>3</sup> di miscela omogenea è ammesso il controllo di accettazione di tipo statistico.

Il controllo è riferito a una definita miscela omogenea e va eseguito con frequenza non minore di un controllo ogni 1500 m<sup>3</sup> di conglomerato.

Per ogni giorno di getto di miscela omogenea va effettuato almeno un prelievo, e complessivamente almeno 15 prelievi sui 1500 m<sup>3</sup>.

Il controllo è positivo e il quantitativo di conglomerato accettato, se risultano verificate entrambe le disequazioni:

$$R_m \geq R_{ck} + 1,4 s$$
$$R_1 \geq R_{ck} - 3,5 \text{ (N/mm}^2\text{)}$$

essendo  $R_m$  la resistenza media dei 15 o più prelievi,  $R_1$  il valore minore dei 15 o più prelievi e  $s$  lo scarto quadratico medio.

#### 97.4.3. Prescrizioni comuni per entrambi i criteri di controllo

Se una prescrizione del «controllo di accettazione» non risulta rispettata, occorre procedere:

– a un controllo teorico e/o sperimentale della sicurezza della struttura interessata dal quantitativo di conglomerato non conforme, sulla base della resistenza ridotta del conglomerato, ovvero a una verifica delle caratteristiche del conglomerato messo in opera mediante le prove complementari ove esistessero, o con prelievo di provini del calcestruzzo indurito messo in opera (es. carotaggi) o con l'impiego di altri mezzi d'indagine. Ove ciò non fosse possibile, ovvero i risultati di tale indagine non risultassero tranquillizzanti si potrà;

– dequalificare l'opera, eseguire lavori di consolidamento ovvero demolire l'opera stessa.

I «controlli di accettazione» sono assolutamente obbligatori e il collaudatore è tenuto a controllarne la congruità e la validità; ove ciò non fosse, il collaudatore è obbligato a prescrivere tutte le prove necessarie per attestare la qualità e le caratteristiche del conglomerato, seguendo la stessa procedura descritta quando non risultano rispettati i limiti fissati dai «controlli di accettazione».

La procedura prevista è integralmente estesa alla produzione di serie in stabilimento.

Essa dovrà essere documentata dal Responsabile della produzione che assume la responsabilità del rispetto delle norme.

#### 97.5. Prove complementari

Le prove complementari si eseguono al fine di stimare la resistenza del conglomerato a una età corrispondente a particolari fasi di costruzione (precompressione, messa in opera) o condizioni particolari di utilizzo (temperature eccezionali, ecc.).

Il procedimento di controllo è uguale a quello dei controlli di accettazione.

Tali prove non potranno però essere sostitutive dei «controlli di accettazione» che vanno riferiti a provini confezionati e maturati secondo le prescrizioni regolamentari.

Potranno servire al direttore dei lavori o al collaudatore statico per dare un giudizio del conglomerato ove questo non rispetti il «controllo di accettazione».

#### 97.6. Prelievo ed esecuzione della prova a compressione

##### 97.6.1. Prelievo di campioni

Il prelievo di campioni di calcestruzzo deve essere eseguito dalla direzione dei lavori, che provvede a identificare i provini mediante sigle ed etichette e a custodirli in idoneo locale prima della formatura e durante la stagionatura.

Un prelievo consiste nel prelevare da una carica di calcestruzzo, al momento della posa in opera nei casseri, la quantità di conglomerato necessaria per la confezione di un gruppo di due provini.

La campionatura minima è di 3 prelievi di 2 cubetti.

La media delle resistenze a compressione dei due provini di un prelievo rappresenta la «resistenza di prelievo», che costituisce il valore mediante il quale vengono eseguiti i controlli del conglomerato.

È obbligo del direttore dei lavori prescrivere ulteriori prelievi rispetto al numero minimo, tutte le volte che variazioni di qualità dei costituenti dell'impasto possano far presumere una variazione di qualità del calcestruzzo stesso.

#### 97.6.2. Dimensioni dei provini

L'Allegato 2 del D.M. 9 gennaio 1996 rimanda alla norma **UNI 6130-1**, che definisce forma e le dimensioni dei provini di calcestruzzo per le prove di resistenza meccanica previste dalle **UNI 6132**, **UNI 6133**, **UNI 6134**, **UNI 6135** e **UNI 6556**. In generale il lato dei cubetti deve essere proporzionato alla dimensione massima dell'inerte.

Si fa rilevare che le norme **UNI 6130-1** e **6130-2** sono state di recente sostituite dalla **UNI EN 12390-1**. Tale norma indica come dimensione del lato del provino quella pari ad almeno 3 volte la dimensione nominale dell'aggregato con cui è stato confezionato il calcestruzzo.

In generale ora debbono confezionarsi provini con le seguenti dimensioni nominali:

- cubetti di calcestruzzo, lato b (cm) = 10 – 15 – 20 – 25 e 30. Tolleranza lunghezza lato  $\pm 0,5\%$ ;
- provini cilindrici, diametro d (cm) = 10 – 11,30 – 15 – 20 – 25 – 30, altezza pari a 2 volte il diametro. Tolleranza altezza cilindro:  $\pm 5\%$ . Tolleranza perpendicolarità generatrice rispetto alla base del cilindro del provino:  $\pm 0,5$  mm;
- provini prismatici, lato di base b (cm) = 10 – 15 – 20 – 25 e 30, lunghezza maggiore o uguale a 3,5 b. Tolleranza lato di base:  $\pm 0,5\%$ . Tolleranza perpendicolarità spigoli del provino:  $\pm 5$  mm.

#### 97.6.3. Confezionamento dei provini

Il calcestruzzo entro le forme o cubiere, deve essere opportunamente assestato e compattato per strati secondo le prescrizioni della **UNI 12390-2**, utilizzando uno dei seguenti metodi;

- barra d'acciaio a sezione quadra (25 mm x 25 mm) e lunghezza di almeno 38 cm;
- barra di acciaio a sezione circolare con  $\varnothing$  16 mm e lunghezza di almeno 60 cm;
- tavola vibrante, con diametro in funzione della dimensione più piccola dell'inerte con cui è stato confezionato il calcestruzzo;
- vibratore interno.

Il calcestruzzo prima di essere collocato nelle casseforme deve essere opportunamente rimiscelato in apposito recipiente. Il riempimento delle casseformi deve avvenire per strati, la norma **UNI 12390-2** indica almeno due strati con spessore non superiore a 10 cm.

Il calcestruzzo a consistenza umida o a basso tenore d'acqua invece dovrà essere vibrato nella cubiera mediante vibratore a immersione, di dimensioni e caratteristiche rapportate alle dimensioni del provino.

Dopo la costipazione la superficie di calcestruzzo nella parte superiore della casseforma deve essere rasata con righello metallico e lisciata con idonea cazzuola o con fratazzo. La superficie esterna del provino deve essere opportunamente protetta, dall'evaporazione, fino alla sformatura.

La sformatura che consiste nella rimozione delle casseforme, potrà essere eseguita dopo 24 ore dalla preparazione e in modo da non danneggiare il provino.

#### 97.6.4. Caratteristiche delle casseformi calibrate per provini

Le casseformi calibrate per il confezionamento dei provini di calcestruzzo (cubici, cilindrici e prismatici), secondo la **UNI EN 12390-1**, devono essere a tenuta stagna e non assorbenti.

Preferibilmente devono impiegarsi casseforme in acciaio o in ghisa, le giunture devono essere trattate con specifici prodotti (oli, grasso, ecc.) per assicurare la perfetta tenuta stagna.

Sulle dimensioni (lati e diametro) è ammessa una tolleranza dello  $\pm 0,25\%$ . Le tolleranze sulla planarità delle facce laterali e della superficie della piastra di base variano a seconda che si tratti di casseforme nuove o usate. Per le casseforme per provini cubici o prismatici è ammessa una tolleranza sulla perpendicolarità tra gli spigoli di  $\pm 0,5$  mm. Le modalità di misurazione delle tolleranze geometriche (planarità, perpendicolarità e rettilineità) e dei provini di calcestruzzo e delle casseforme sono illustrate nell'appendice A e B della norma **UNI EN 12390-1**.

Le casseforme in commercio sono realizzate in:

- materiale composito, leggero e di tipo scomponibile nel fondo e nelle quattro pareti laterali;
- polistirolo espanso, per la sformatura del provino tali casseforme devono essere distrutte. Con riferimento alla norma **UNI EN 12390-1**, per l'impiego di tali prodotti il direttore dei lavori dovrà richiedere il certificato di prova attestante che i requisiti prestazionali corrispondono a quelle delle casseforme d'acciaio o di ghisa;
- acciaio, scomponibili e dotate anche di separatori a incastro nel caso di casseforme a più posti.

Le caratteristiche costruttive delle casseformi devono essere idonee prevenire eventuali deformazioni durante il confezionamento dei provini.

#### 97.6.5. Marcatura dei provini

Il direttore dei lavori deve contrassegnare mediante sigle, etichettature indelebili, ecc., i provini di calcestruzzo. Tali dati debbono essere annotati nel verbale di prelievo ai fini della individuazione dei campioni e avere la conferma che essi siano effettivamente quelli prelevati in cantiere in contraddittorio con l'appaltatore.

Dopo la marcatura i provini devono essere inviati per l'esecuzione delle prove di compressione, flessione ai Laboratori ufficiali.

#### 97.6.6. Stagionatura

La stagionatura dei provini deve avvenire a temperatura di  $20 \pm 2^\circ\text{C}$  con umidità relativa non inferiore al 90%, e in idonei locali oppure conservando i provini sotto strato di sabbia o stracci umidi.

Le diverse condizioni di stagionatura rispetto a quelle prescritte dalla **UNI EN 12390-2** debbono essere opportunamente annotate sul verbale.

I provini di calcestruzzo debbono essere prelevati dall'ambiente di stagionatura non prima di 2 ore dall'inizio dell'esecuzione della prova. I provini non possono essere rimossi prima che sia trascorso un tempo pari a  $\frac{3}{4}$  del tempo di stagionatura; durante il trasporto i provini debbono essere opportunamente protetti da danni o essiccamenti. In alcuni particolari casi come prove a 7 giorni o minori, è necessario l'imballaggio dei provini in segatura o sabbia umida.

La media delle resistenze a compressione dei due provini di un prelievo rappresenta la «Resistenza di prelievo», che costituisce il valore mediante il quale vengono eseguiti i controlli del conglomerato.

#### 97.6.7. Verbale di prelievo di campioni di calcestruzzo in cantiere

Il verbale di prelievo dei cubetti di calcestruzzo che deve essere eseguito in cantiere dal direttore dei lavori in contraddittorio con l'impresa per l'esecuzione di prove presso laboratori ufficiali, deve contenere le seguenti indicazioni:

- località e denominazione del cantiere;
- composizione progettuale del calcestruzzo;
- data e ora del prelevamento;
- posizione in opera del calcestruzzo da cui è stato fatto il prelievo;
- marcatura dei provini;
- modalità di compattazione nelle casseforme: barra d'acciaio a sezione quadrata o a sezione circolare e relativo numero dei colpi necessari per l'assestamento, tavola vibrante, vibratore interno;
- modalità di conservazione dei provini prima della scasseratura;
- modalità di conservazione dei provini dopo la scasseratura.
- dichiarazione del direttore dei lavori o dell'assistente delle modalità di preparazione dei provini in conformità alle prescrizioni della norma **UNI 12390-2**;
- eventuali osservazioni sulla preparazione e conservazione dei provini di calcestruzzo.

Il verbale di prelievo deve essere firmato dal direttore dei lavori e dall'impresa esecutrice.

#### 97.6.8. Domanda di prova al laboratorio ufficiale prove

Le domande di prove di cubetti di calcestruzzo da presentare al laboratorio ufficiale devono essere sottoscritte dal direttore dei lavori e dovranno contenere precise indicazioni circa la posizione delle strutture interessate da ciascun prelievo.

L'eventuale mancanza di sottoscrizione da parte del direttore dei lavori delle domande di prova deve essere annotata, da parte del laboratorio ufficiale, sul certificato di prova, così come disposto dal punto G, 5 comma della C.M. n. 242/1996.

#### 97.6.9. Resoconto della prova di compressione

Il certificato dell'esito della prova a compressione dei provini in calcestruzzo deve riportare i seguenti dati:

- numero di identificazione del provino;
- le caratteristiche del provino al momento della consegna al laboratorio ufficiale prove;
- data di preparazione del provino;
- operazioni effettuate per la spianatura dei provini;
- data di esecuzione della prova;
- dimensioni e area della sezione;
- massa del provino;
- carico massimo di rottura;

- resistenza a compressione;
- tipo di rottura di provino;
- dichiarazione del responsabile del laboratorio che la prova è stata eseguita in conformità alle prescrizioni della norma **UNI 6132 (EN 12390-3)**;
- eventuali difetti del provino.

#### **Art. 98 – Controlli sul calcestruzzo fresco**

##### **98.1. Prove per la misura della consistenza**

La consistenza, come lavorabilità, non è suscettibile di definizione quantitativa ma soltanto di valutazione relativa, sul base del comportamento dell'impasto di calcestruzzo fresco secondo specifiche modalità di prova.

I metodi sotto elencati non risultano pienamente convergenti tanto che le proprietà del calcestruzzo risultano diverse al variare del metodo impiegato. In sostanza il tipo di metodo andrà riferito al tipo di opera strutturale e alle condizioni di getto. Il metodo maggiormente impiegato nella pratica è quello della misura dell'abbassamento al cono.

Le prove che possono essere eseguite sul calcestruzzo fresco per la misura della consistenza sono:

- prova di abbassamento al cono (Slump test);
- misura dell'indice di compattabilità;
- prova Vebè;
- misura dello spandimento;

Le linee guida sul calcestruzzo strutturale raccomandano di interpretare con cautela i risultati delle misure quando i valori misurati cadono al di fuori dei seguenti limiti:

<i>abbassamento al cono</i>	< 10 mm	> 210 mm
<i>tempo Vebè</i>	< 5 secondi	> 30 secondi
<i>indice di compattabilità</i>	< 1,04	> 1,45
<i>spandimento</i>	< 10 mm	> 620 mm

**Tabella 98.1 – Classi di consistenza del calcestruzzo fresco mediante la misura dell'abbassamento al cono**

Classe di consistenza	Abbassamento (mm)	Denominazione corrente
S1	da 10 a 40	Umida
S2	da 50 a 90	Plastica
S3	da 100 a 150	Semifluida
S4	da 160 a 210	Fluida
S5	> 210	

(fonte: *Linee guida sul calcestruzzo strutturale*, 1996)

**Tabella 98.2 – Classi di consistenza del calcestruzzo fresco mediante il metodo Vebè**

Classe di consistenza	Tempo Vebè (s)
V0	≥ 31
V1	da 30 a 21
V2	da 20 a 11
V3	da 10 a 6
V4	da 5 a 3

(fonte: *Linee guida sul calcestruzzo strutturale*, 1996)

**Tabella 98.3 – Classi di consistenza del calcestruzzo fresco mediante la misura dello spandimento**

Classe di consistenza	Spandimento (mm)
FB1	≥ 340
FB2	da 350 a 410
FB3	da 420 a 480
FB4	da 490 a 550
FB5	da 560 a 620
FB6	≥ 630

(fonte: *Linee guida sul calcestruzzo strutturale*, 1996)

**Tabella 9.4 – Classi di consistenza del calcestruzzo fresco mediante dell'indice di compattabilità**

Classe di consistenza	Indice di compattabilità
C0	$\geq 1,46$
C1	da 1,45 a 1,26
C2	da 1,25 a 1,11
C3	da 1,10 a 1,04

(fonte: *Linee guida sul calcestruzzo strutturale*, 1996)

### 98.2. Controllo della composizione del calcestruzzo fresco

La prova prevista dalla **UNI 6393**, è impiegata per la determinazione del dosaggio dell'acqua e del legante e per l'analisi granulometrica del residuo secco al fine di controllare la composizione del calcestruzzo fresco, rispetto alla composizione e alle caratteristiche contrattuali per le specifiche opere.

La prova potrà essere chiesta dal direttore dei lavori in caso di resistenza a compressione non soddisfacente o per verificare la composizione del calcestruzzo rispetto alle prescrizioni contrattuali.

Il metodo non è applicabile a calcestruzzo nel quale la dimensione massima dell'aggregato supera 31,5 mm e a calcestruzzo prelevato da getti in opera.

Per l'esecuzione della prova dovranno essere prelevati tre campioni variabile da 3 a 10 kg di calcestruzzo fresco, in funzione della dimensione dell'inerte. Il prelevamento dei campioni da autobetoniera deve essere eseguito entro 30 minuti dall'introduzione dell'acqua. Il campionamento deve essere eseguito secondo le modalità prescritte dalla norma **UNI EN 12350-1.A**.

Al metodo di controllo della composizione del calcestruzzo fresco è attribuita precisione del 3%.

### 98.3. Determinazione della quantità d'acqua d'impasto essudata (*Bleeding*)

La determinazione della quantità d'acqua d'impasto essudata (**UNI 7122**) ha lo scopo di determinare nel tempo la percentuale d'acqua d'impasto presente nel campione (oppure come volume d'acqua essudata per unità di superficie:  $\text{cm}^3/\text{cm}^2$ ) che affiora progressivamente sulla superficie del getto di calcestruzzo subito dopo la sua compattazione.

La prova non è attendibile per calcestruzzo confezionato con aggregato con massimo granulometrico maggiore di 40 mm.

*L'esecuzione di opere di finitura e lisciatura delle superfici di calcestruzzo debbono essere eseguite dopo i risultati della determinazione della quantità d'acqua d'impasto essudata.*

## Art. 99 – Altri controlli sul calcestruzzo in corso d'opera

### 99.1. Misura dell'indice di maturità del calcestruzzo

Il grado di maturità del calcestruzzo viene misurato con strumenti detti maturometri che registrano e controllano la temperatura in funzione del tempo.

I valori di misura del grado di maturità, rilevati direttamente *in situ*, e correlati con valori diretti di resistenza alla compressione e di maturità di impasti di prova effettuati precedentemente in laboratorio, possono fornire un'indicazione affidabile e continua per la stima della resistenza del calcestruzzo della struttura.

Tale metodo, consentendo una valutazione a priori della resistenza del calcestruzzo, può evitare la messa in esercizio dell'opera che altrimenti potrebbe, successivamente all'effettuazione dei controlli di accettazione previsti dalle norme, risultare non accettabile e tale da richiedere la dequalificazione, ove possibile, ovvero il consolidamento o la demolizione dell'opera realizzata.

### 99.2. Prova BRE (Building Research Establishment)

La resistenza del calcestruzzo prima della sformatura è valutata determinando la forza di estrazione mediante inserti post-inseriti nel getto (**UNI 10157**).

L'attrezzatura comprende una speciale chiave dinamometrica, un dispositivo di contrasto, chiavi, bulloni d'ancoraggio e altri utensili.

La prova viene effettuata nel seguente modo:

- esecuzione di un foro nel calcestruzzo indurito;

- inserimento di un bullone d'ancoraggio;
- fissaggio del dispositivo di contrasto del bullone;
- applicazione del martinetto cavo o della chiave dinamometrica con rotazione lenta, fino alla rottura.

La resistenza media del calcestruzzo si stima con l'ausilio di una curva di taratura sperimentale o, se non disponibile, della curva di correlazione fornita dalla casa costruttrice, unitamente, all'attrezzatura necessaria e con l'effettuazione di almeno sei prove.

### 99.3. Misura del ritiro idraulico/rigonfiamento del calcestruzzo

Il fenomeno delle variazioni dimensionali delle strutture in c.a. è influenzato dalle condizioni ambientali in cui avviene la maturazione del calcestruzzo e si manifesta con:

- il ritiro per le strutture a contatto con l'aria avente una percentuale di umidità relativa minore del 95%. La causa è dovuta al ritiro della pasta cementizia;
- il rigonfiamento per le strutture immerse in acqua o in ambienti con umidità relativa maggiore del 95%.

La conoscenza del grado di ritiro idraulico del calcestruzzo è importante in quanto il processo, parzialmente reversibile, sottopone a tensioni di trazione le strutture favorendo quindi la formazione di fessurazioni con gli effetti negativi riguardanti la protezione dell'armatura metallica. In alcune strutture come le lastre delimitanti ambienti con diversa percentuale di umidità relativa si possono verificare anche fenomeni di imbarcamento. La formazione di stati di fessurazioni deve essere evitata e/o ridotta mediante la realizzazione di appositi giunti di dilatazione.

L'entità del ritiro assiale viene misurato, in laboratorio, con l'utilizzo di casseforme delle dimensioni di 100 mm x 100 mm x 500 mm, idonee per provini di calcestruzzo confezionato con inerti fino a 30 mm di diametro. La cassaforma è in acciaio con superfici interne rettificata, fornita con due inserti all'estremità. Il ritiro deve essere misurato con un comparatore con sensibilità di 0,01 mm.

Norme di riferimento:

**UNI 6555** *Calcestruzzo confezionato con inerti della dimensione massima fino a 30 mm. Determinazione del ritiro idraulico.*

**UNI 7086** *Calcestruzzo confezionato con inerti della dimensione massima oltre 30 mm. Determinazione del ritiro idraulico.*

### 99.4. Valori ammissibili per il ritiro

Secondo le attuali norme tecniche, (D.M. 9 gennaio 1996) per la valutazione dell'entità del ritiro finale  $\varepsilon_{cs}$  ( $t_{\infty}$ ,  $t_0$ ) dell'opera realizzata, in mancanza di una diretta sperimentazione e quando non si ricorra ad additivi speciali si ammettono i valori riportati nella tabelle seguenti.

**Tabella 99.1 – Atmosfera con umidità relativa di circa 75%**

$t_0$	$\alpha \leq 20$ cm	$\alpha \geq 60$ cm
1÷7 giorni	$0,26 \times 10^{-3}$	$0,21 \times 10^{-3}$
8÷60 giorni	$0,23 \times 10^{-3}$	$0,21 \times 10^{-3}$
> 60 giorni	$0,16 \times 10^{-3}$	$0,20 \times 10^{-3}$

**Tabella 99.2 – Atmosfera con umidità relativa di circa 55%**

$t_0$	$\alpha \leq 20$ cm	$\alpha \geq 60$ cm
1÷7 giorni	$0,43 \times 10^{-3}$	$0,21 \times 10^{-3}$
8÷60 giorni	$0,32 \times 10^{-3}$	$0,30 \times 10^{-3}$
> 60 giorni	$0,19 \times 10^{-3}$	$0,28 \times 10^{-3}$

in cui:

$t_0$  = età del conglomerato a partire dalla quale si considera l'effetto del ritiro;

$\alpha$  = dimensione fittizia =  $2A_c / u$ ;

$A_c$  = area della sezione del conglomerato;

$u$  = perimetro della sezione di conglomerato a contatto con l'atmosfera.

Per valori intermedi si effettuerà l'interpolazione lineare.

Norme di riferimento:

- UNI 6555** *Calcestruzzo confezionato con inerti della dimensione massima fino a 30 mm. Determinazione del ritiro idraulico.*
- UNI 6687** *Malta normale. Determinazione del ritiro idraulico. Prova di laboratorio.*
- UNI 7086** *Calcestruzzo confezionato con inerti con dimensione massima oltre 30 mm. Determinazione del ritiro idraulico.*
- UNI EN 680** *Calcestruzzo aerato autoclavato (AAC). Determinazione del ritiro da essiccamento.*
- UNI EN 1367 – 4** *Prove per determinare le proprietà termiche e la degradabilità degli aggregati. Determinazione del ritiro per essiccamento.*

### 99.5. Misura della permeabilità

La permeabilità di un calcestruzzo è prescritta, in termini di livello di prestazione, dal progettista come profondità di penetrazione.

Le modalità di misurazione della penetrazione dell'acqua in un calcestruzzo, in condizioni convenzionali, sono descritte nella **DIN 1048**; un calcestruzzo si considera adatto alla confezione se fornisce, in assenza di specifiche diverse, valori massimi non superiori a 50 mm e valori medi non superiori a 20 mm.

Per l'esecuzione di prove di permeabilità del calcestruzzo *in situ* si possono applicare i seguenti metodi:

– ISAT. La prova consiste nel fissare mediante adesivo o tasselli a espansione una capsula riempita d'acqua alla superficie di calcestruzzo, e misurare mediante un tubicino capillare graduato la quantità d'acqua assorbita in 10 minuti sotto un battente di 200 mm d'acqua nel tempo sopradetto. Gli assorbimenti vengono classificati in bassi, medi e alti.

– Figg. La prova si basa sull'aspirazione mediante pompa e ago ipodermico dell'aria da un foro ottenuto con un trapano e successivamente sigillato con silicone; l'indice di permeabilità è ottenuto in relazione al tempo necessario per ripristinare la pressione all'interno del foro.

Norme di riferimento:

- UNI EN 206-1** *Calcestruzzo. Specificazione, prestazione, produzione e conformità.*
- DIN 1048** *Test methods for concrete.*
- UNI 9525** *Calcestruzzo. Determinazione dell'assorbimento d'acqua per immersione sottovuoto.*
- UNI 9526** *Calcestruzzo. Determinazione dell'assorbimento d'acqua per capillarità.*

## Art. 100 – Altri controlli sul calcestruzzo indurito

### 100.1. Controlli distruttivi

#### 100.1.1. Prove di trazione diretta

La prova è eseguita sottoponendo a trazione un provino prismatico, avente  $L \geq d$  dove  $d$  è la massima dimensione trasversale e  $L$  la lunghezza.

Le facce del provino sono incollate, mediante resine epossidiche, a due testate metalliche che, esercitando uno sforzo di trazione, ne provocherà la rottura. Quest'ultima dovrebbe verificarsi all'incirca nella mezzeria del provino. Questa prova non ha impiego frequente e ha un valore puramente teorico, in quanto difetti locali e piccole eccentricità del carico hanno grande rilevanza sul valore della resistenza a trazione.

Norme di riferimento: **UNI 6135**.

#### 100.1.2. Prova di trazione indiretta o prova brasiliana

La prova è eseguita posizionando il provino cilindrico fra due piani di una pressa, previa interposizione di un materiale cedevole che consente l'uniforme distribuzione delle pressioni lungo le due generatrici diametralmente contrapposte del provino.

Norme di riferimento: **UNI 6135**.

#### 100.1.3. Prova a trazione per flessione

La prova è eseguita provocando la rottura per flessione di un provino prismatico considerato come trave appoggiata su due punti e soggetto a un carico concentrato applicato in mezzeria o a due carichi concentrati applicati entrambi a un terzo della luce a partire dagli appoggi.

La resistenza è calcolata dividendo il valore del momento flettente di rottura per il modulo di resistenza a flessione della sezione del provino.

I risultati della prova di flessione, per il tipo di sollecitazione indotta, non sono confrontabili con i risultati della prova di trazione diretta e risultano mediamente pari al doppio di quelli che si otterrebbero dalla prova di trazione diretta.

Norme di riferimento: **UNI EN 12390-5**.

#### 100.1.4. Misura del modulo di elasticità

Il D.M. 9 gennaio 1996 per il modulo elastico istantaneo  $E_c$ , tangente all'origine, in mancanza di diretta sperimentazione da eseguirsi secondo la norma **UNI 6556**, consente di assumere, in sede progettuale il seguente valore:

$$E_c = 5700\sqrt{R_{ck}} \quad (N/mm^2)$$

**Tabella 100.1 – Modulo elastico istantaneo  $E_c$  del calcestruzzo secondo la resistenza**

	Classe del calcestruzzo ( $N/mm^2$ )						
	15	20	25	30	35	40	50
$E_c$	22.070	25.490	28.500	31.220	33.720	36.050	40.300

La relazione non è applicabile ai calcestruzzi maturati a vapore. Essa inoltre non è da considerarsi vincolante nell'interpretazione dei controlli sperimentali delle strutture.

L'E/C2 propone la seguente espressione per il modulo di elasticità secante  $E_{cm}$ :

$$E_{cm} = 9500 f_c^{\frac{2}{3}} \quad (N/mm^2)$$

a cui corrisponde il valore tangente all'origine

$$E_c = 1,2 \cdot E_{cm} \approx 11000 f_c^{\frac{2}{3}} \quad (N/mm^2)$$

con  $f_c$  si intende la resistenza media compressione.

**Tabella 100.2 – Modulo elastico secante  $E_{cm}$  del calcestruzzo secondo la resistenza caratteristica (E/C2)**

	Classe del calcestruzzo ( $N/mm^2$ )								
	C12/15	C16/20	C20/25	C25/30	C30/37	C35/45	C40/50	C45/55	C50/60
$E_{cm}$	26.000	27.500	29.000	30.500	32.000	33.500	35.000	36.000	37.000

Tali valori si riferiscono a calcestruzzi stagionati per 28 giorni in condizioni normali ( $T = 20^\circ C$ ; U.R. > 90%) e confezionati con inerte prevalentemente siliceo. Nel caso dell'analisi delle caratteristiche di deformabilità in condizioni statiche o della modellazione dinamica di una struttura è consigliabile ricorrere a prove su campioni di calcestruzzo specifico, confezionato con i materiali e nelle proporzioni impiegate.

#### 100.1.5. Carotaggio

La valutazione della resistenza meccanica del calcestruzzo *in situ* può essere formulata sulla scorta dei risultati ottenuti in laboratorio da prove di compressione eseguite su campioni cilindrici (carote) prelevati dalle strutture in numero non inferiore a tre. Il carotaggio è un'operazione localmente distruttiva che si rende necessaria su strutture di nuova costruzione in caso di non conformità dei controlli previsti all'Allegato 2 ovvero durante le attività di collaudo, quando il numero di campioni prelevato durante l'esecuzione dell'opera non risultasse rispondente ai minimi previsti nell'Allegato 2; su strutture in esercizio invece il carotaggio si rende necessario ogni qualvolta si deve procedere alla verifica statica dell'opera ovvero si deve prevedere un cambio di destinazione d'uso, con aumento di capacità portante.

L'ubicazione dei prelievi o carotaggi deve essere effettuata in maniera da non arrecare danno alla stabilità della struttura. I fori vanno sempre ripristinati con malte espansive, a ritiro compensato.

La resistenza meccanica del calcestruzzo ricavata dalla carota prelevata in opera differisce sostanzialmente dal valore cubico convenzionale, confezionato e stagionato in condizioni standard (**UNI EN 12390-2**). L'extrapolazione dal valore di resistenza a compressione della carota a quello cubico deve pertanto considerare diversi fattori, dei quali si citano i principali:

- fattore geometrico, cilindrico/cubico, pari a 1.2 secondo il D.M. 9 gennaio 1996 ovvero variabile fra 1.25 ( $R_{ck15}$ ) 1.2 ( $R_{ck60}$ ) secondo la **UNI EN 206-1**;
- dimensioni del getto, compattazione, stagionatura, variabile fra 1.05 e 1.20;
- disturbo del campione durante il prelievo (tormento), compreso fra 1.05 e 1.2.

#### 100.1.5.1. Estrazione dei provini

L'estrazione dei provini di calcestruzzo, indurito, con almeno 28 giorni di stagionatura può essere eseguita con:

– macchine carotatrici rigidamente ancorate alla struttura, in maniera da evitare stati di coazione non quantificabili, raffreddate ad acqua, con carotiere con corona diamantata. I diametri commerciali variano fra 50 mm e 200 mm, fermo restando che la norma **UNI 6131** prescrive che il diametro del campione non sia minore di 3 volte il diametro massimo dell'inerte;

– sega a disco diamantato, si ricorre a questa tecnica per l'estrazione di campioni da lastre di rivestimento, muri, pavimentazioni stradali, ecc.

In occasione dell'estrazione dovranno essere scartati tutti quei provini danneggiati o che contengano corpi estranei, parti di armature che potrebbero pregiudicare il risultato finale.

Le norme americane **ASTM C42-90**, a differenza della norma **UNI 6131**, consigliano diametri di carote non inferiori a 2 volte quello massimo dell'inerte.

Il **CENT/TC11**, per avere dei risultati attendibili, richiede almeno 9 carote con diametro di 100 mm per zona e 3 carote per singolo elemento, per diametri inferiori a 50 mm tali valori debbono essere aumentati di 3 volte.

Campioni di piccolo diametro determinano una considerevole dispersione dei risultati, il campione di prova deve pertanto essere valutato con modelli statistici, per ottenere risultati attendibili è quindi necessario aumentare il numero di provini realizzando un campione statisticamente significativo.

Norme di riferimento:

**UNI 6131** *Prelevamento campioni di calcestruzzo indurito.*

**UNI 10766** *Calcestruzzo indurito. Prove di compressione su provini ricavati da microcarote per la stima delle resistenze cubiche locali del calcestruzzo in situ.*

#### 100.1.5.2. Verbale di prelevamento dei campioni di calcestruzzo indurito

Il verbale di prelievo dei campioni calcestruzzo indurito deve contenere le seguenti indicazioni:

- 1) località e denominazione del cantiere;
- 2) posizione in opera del calcestruzzo da cui è stato fatto il prelievo;
- 3) forma e dimensione dei provini;
- 4) numero e sigla di ciascun campione;
- 5) data del getto;
- 6) data del prelievo delle carote;
- 7) modalità di estrazione e utensile impiegato.

#### 100.1.5.3. Calcolo della resistenza del calcestruzzo

I risultati delle prove di compressione ottenuti da provini cilindrici prelevati in opera mediante carotaggio non coincidono con i valori della resistenza a compressione del calcestruzzo ricavata da provini cubici confezionati al momento del getto e stagionati in condizioni controllate di umidità e temperatura.

Le differenze di resistenza a compressione sono riconducibili a molteplici fattori, fra i quali:

– le modalità di esecuzione del getto e la conseguente diversa compattazione del calcestruzzo nell'elemento strutturale;

– la diversità geometrica tra provini cubici e cilindrici;

– l'influenza del prelievo, dove la scasseratura del provino cubico è praticamente ininfluenza ai fini della resistenza finale mentre l'asportazione della carota dalla struttura, con utensile meccanico, determina un disturbo (*tormento*) sul campione prelevato,

per tenere conto di tali influenze, si utilizzano i fattori di conversione riportati nelle seguenti tabelle. Tali valori tendono all'unità quanto maggiore è la resistenza a compressione del calcestruzzo.

**Tabella 100.3 – Fattori di conversione fra resistenze a compressione di provini cubici con lato di 15 cm e provini cilindrici con diametro 15 cm e altezza di 30 cm**

$R_{cub} < 25 \text{ N/mm}^2$	$R_{cil} = 0,80 R_{cub}$
$R_{cub} \geq 25 \text{ N/mm}^2 < 60 \text{ N/mm}^2$	$R_{cil} = 0,83 R_{cub}$
$R_{cub} \geq 60 \text{ N/mm}^2$	$R_{cil} = 0,85 R_{cub}$

(da: Linee guida sul calcestruzzo strutturale, 1996)

**Tabella 100.4 – Fattori di conversione fra resistenze a compressione misurate su provini cilindrici di pari diametro ma di diversa snellezza h/d (\*)**

Snellezza h/d	1.00	2.00	4.00
Indici della resistenza a compressione di cilindri di snellezza h/d	118%	100%	92%

(\*) da: Linee guida sul calcestruzzo strutturale, 1996.

Il valore di resistenza a compressione ottenuto da un campione cilindrico di calcestruzzo prelevato in opera (carota) deve essere opportunamente incrementato, per poter stimare il corrispondente valore relativo a un calcestruzzo confezionato al momento del getto, con coefficienti che permettono di considerare correttamente l'effetto del danneggiamento subito dal campione prelevato in opera rispetto a quello semplicemente "scasserato" oppure la diversa influenza delle condizioni di posa in opera e confezionamento, compattazione, stagionatura, i valori per ciascun parametro sono compresi fra 1.05 e 1.20.

Per quanto concerne invece l'influenza del fattore di forma e della geometria dei campioni, oltre ai riferimenti già forniti nelle linee guida, la relazione correntemente più impiegata per correlare la resistenza cilindrica con la resistenza cubica di un calcestruzzo è quella fornita dal D.M. 9 gennaio 1996 – punto 4.0.2 che si riporta più avanti:

$$R_{cub} = \frac{R_{cil}}{0,83} \cong 1,20 \cdot R_{cil}$$

Esemplificando, per ricondurre il risultato determinato da campioni prelevati in situ alla resistenza cubica convenzionale a 28 giorni si può fare riferimento alla seguente relazione:

$$R_{cub28gg.} = \beta \cdot \psi \cdot \omega \cdot R_{car} = (1.05 \div 1.20) \cdot (1.05 \div 1.20) \cdot 1.20 \cdot R_{car}$$

dove:

$R_{cub.28gg.}$ : valore stimato della resistenza a compressione, cubica, convenzionale a 28 gg;

$R_{car}$ : valore sperimentale della resistenza a compressione determinato su una carota prelevata in opera;

$\beta$ : coefficiente variabile fra 1.05 e 1.20, relativo all'influenza delle operazioni di prelievo del campione;

$\psi$ : coefficiente variabile fra 1.05 e 1.20, relativo all'influenza delle dimensioni e delle modalità di posa, stagionatura e compattazione del getto;

$\omega$ : coefficiente pari a 1.20 (D.M. 9 gennaio 1996), relativo all'influenza della forma e della geometria del campione.

Sperimentalmente è stato evidenziato che la resistenza a compressione del calcestruzzo aumenta al diminuire del rapporto lunghezza/diametro della carota a causa dell'influenza positiva dello sforzo di taglio trasmesso dall'attrito piastra/provino, che ostacola la rottura del materiale, durante lo schiacciamento della carota; la resistenza quindi dovrebbe essere valutata su provini aventi altezza/diametro ( $h/d$ ) maggiore di 2; per valori inferiori a tale rapporto viene introdotto un fattore di correzione riportati nella seguente tabella:

**Tabella 100.5 – Fattori di correzione per provini cilindrici con rapporti  $h/d \leq 2$  (\*)**

Rapporto altezza/diametro h/d	Fattori di correzione	
	ASTM=C 42 – 68	British Standard 1881 – 1970
2,00	1,00	1,00
1,75	0,99	0,98
1,50	0,97	0,96
1,25	0,94	0,94
1,00	0,91	0,92

(\*) da: Collepari M., *Scienza e tecnologia del calcestruzzo*, Milano 1991

La bibliografia specialistica e alcune normative estere consigliano di assumere che il valore della resistenza a compressione determinata su provini prelevati in opera sia pari a circa l'80% del valore convenzionale, ottenuto da provini cubici, confezionati al momento del getto.

Durante il prelievo dalle struttura, per evitare di tagliare i ferri delle armature provocando inutili danneggiamenti è opportuno ricorrere al impiego di particolari rilevatori che permettono di individuare agevolmente i materiali ferromagnetici, quali sono le barre di armatura.

Norme di riferimento:

**UNI 10766** *Calcestruzzo indurito. Prove di compressione su provini ricavati da microcarote per la stima delle resistenze cubiche locali del calcestruzzo in situ.*

#### 100.1.6. Metodo di estrazione (Pull-Out)

La prova di estrazione (Pull-Out), che può considerarsi una prova di tipo semidistruttivo, è utilizzata per determinare le proprietà meccaniche del calcestruzzo in opera, mediante l'impiego di una curva di taratura è possibile stimare la resistenza a compressione del calcestruzzo in opera.

Le prove possono essere attuate in due maniere:

##### a) Tasselli pre-inglobati

Nel getto di calcestruzzo viene inserito un inserto di acciaio, misurando successivamente la forza di estrazione dal calcestruzzo indurito secondo le modalità previste dalla norma **UNI 9536**.

La prova è utilizzata soprattutto per il controllo delle strutture prefabbricate e nella costruzione di carte di controllo della resistenza di elementi strutturali in c.a.p. in fase di tesatura di cavi.

##### b) Tasselli post-inseriti:

Nella struttura in c.a, mediante foratura con trapano, viene inserito un tassello a espansione, e misurando successivamente la forza di estrazione dal calcestruzzo indurito secondo le modalità previste dalla norma **UNI 10157**.

Gli inserti metallici possono essere del tipo a espansione forzata o a espansione geometrica; la profondità utile dell'inserto non deve essere minore di 35 mm.

Il numero minimo di tasselli è di tre per ogni punto di prova.

#### 100.1.7. Prova di aderenza (Pull-Off)

Il metodo Pull-Off si basa su un disco d'acciaio con bullone di trazione che viene incollato sulla superficie del calcestruzzo mediante adesivo a base di resina epossidica, bicomponente a indurimento rapido e previa esecuzione di un'incisione della zona con punta diamantata fissata a un trapano. Dopo l'indurimento del collante viene applicata una forza di trazione mediante un martinetto agganciato al nodo sferico del bullone di trazione.

La prova è ritenuta idonea per il controllo periodico delle strutture, per l'analisi dei danni riportati dalle superfici in calcestruzzo, per la misura dell'aderenza di intonaci e malte su superfici in calcestruzzo, per il controllo del grado di adesione di rivestimenti isolanti a strutture di ponti e dell'efficacia dell'adesione al substrato di rivestimenti anticorrosivi e di finiture pittoriche.

#### 100.1.8. Metodo di penetrazione (Sonda Windsor)

La sonda di Windsor è un metodo penetrometrico e consiste nella penetrazione di una sonda sparata nel materiale oggetto dell'indagine da una pistola a mezzo di una carica calibrata.

L'equipaggiamento tipo richiesto da questa metodica consiste di una pistola, di cartucce calibrate, di sonde di metallo temprato e geometria nota, sonde di Windsor, di un calibro e di altri attrezzi secondari connessi con le operazioni di prova.

Nel calcestruzzo in opera la prova viene eseguita con tre sonde, sparate grazie a una speciale dima munita di tre fori posti ai vertici di un triangolo equilatero, di lato 177 mm (7 in), la media dei tre valori sarà il valore unico, caratteristico di quella posizione. Le singole lunghezze di infissione sono misurate con l'ausilio di un calibro e di una piastrina di riscontro.

Norme di riferimento: **ASTM C 803** *Penetration Resistance of Hardened Concrete.*

## **100.2. Controlli non distruttivi**

### **100.2.1. Prove sclerometriche**

La prova è molto semplice e l'utilizzo in fase di collaudo, soprattutto di strutture in c.a.p., può rivelarsi particolarmente utile in virtù dell'assenza di danneggiamento della struttura durante la prova.

L'impiego va però regolamentato con una procedura che garantisca le parti, direzione dei lavori e impresa, nell'interpretazione dei risultati, si dovrà pertanto realizzare una curva di taratura con almeno cinque diversi rapporti a/c e un numero di cubetti compreso fra 30 e 60, tali comunque da comprendere tutte le classi di resistenza impiegate per la produzione degli elementi in c.a.p. ultimate le strutture e prima della consegna ogni trave/pilastro verrà testata con il metodo sclerometrico (**UNI EN 12504-2**) in almeno sei punti, la curva di taratura, i certificati delle prove sclerometriche saranno consegnati al collaudatore che sulla scorta di questi risultati sperimentali potrà autonomamente procedere alla verifica in situ delle strutture poste in opera.

Si precisa a riguardo che la procedura fin qui descritta non sostituisce in alcun modo quanto prescritto dall'Allegato 2 del D.M. 9 gennaio 1996.

### **100.2.2. Rilievi microsismici o a ultrasuoni**

Il metodo a ultrasuoni utilizza impulsi con frequenza variabile da 50 a 150 kHz, generati e registrati da circuiti elettrici. L'attrezzatura di prova consiste di un generatore degli impulsi meccanici che si trasmettono nel calcestruzzo, di un ricevitore che riceve e amplifica il segnale e fornisce il valore rilevato del tempo di transito.

Gli impulsi, a voltaggio continuo, sono generati elettronicamente e trasformati in treni d'onda di energia meccanica da un trasduttore trasmettitore che deve aderire perfettamente alla superficie del calcestruzzo, l'adesione sarà realizzata con un idoneo mezzo accoppiante: grasso, stucco, gel, ecc.

Le condizioni climatiche e operative durante le prove possono influenzare i risultati e devono perciò essere monitorate, inoltre poiché l'intervallo della velocità degli impulsi, relativo alle resistenze correnti del calcestruzzo, è relativamente piccolo, si dovrà usare, specie nelle prove in-situ, particolare cura nelle operazioni di prova.

Per il calcestruzzo si usano trasduttori con frequenza oscillanti fra i 20 e i 150 kHz e sono molto diffusi anche i trasduttori piezo-elettrici.

Poiché sono le proprietà elastiche del calcestruzzo quelle che influenzano la velocità delle onde, nella interpretazione dei risultati si cercherà di correlare il modulo elastico con la resistenza.

Normativa di riferimento:

**UNI 9524** *Calcestruzzo indurito. Rilievi microsismici mediante impulsi d'onde vibrazionali ad alta frequenza, in campioni o strutture di calcestruzzo semplice, armato o precompresso.*

**UNI 9742** *Valutazione della deformazione ciclica progressiva in componenti esposti a elevata temperatura in presenza di sisma.*

**UNI 9771** *Calcestruzzo indurito. Determinazione della frequenza fondamentale di risonanza flessionale, estensionale e torsionale.*

### **100.2.3. Controlli con ultrasuoni**

Il metodo di controllo con ultrasuoni deve essere impiegato per il controllo di diversi parametri quali la variazione delle caratteristiche meccaniche del calcestruzzo nel tempo, la valutazione dei moduli di elasticità dinamico ed elasticità dinamico di taglio, il coefficiente dinamico di Poisson, lo sforzo di compressione, l'indice percentuale dei vuoti, la stima della resistenza caratteristica del calcestruzzo, la presenza di difetti interni, la valutazione dell'entità di fessure superficiali o di strati danneggiati, gli effetti prodotti da basse temperature, lo spessore di elementi strutturali, ecc.

Norme di riferimento:

**UNI 8555** *Prove non distruttive. Controlli mediante ultrasuoni. Termini e definizioni.*

**UNI EN 12223** *Prove non distruttive. Esame a ultrasuoni. Specifica per blocco di taratura n. 1.*

- UNI 9094** *Prove non distruttive. Determinazione della velocità di propagazione degli ultrasuoni nei materiali solidi.*
- UNI 9437** *Prove non distruttive. Apparecchiature a ultrasuoni. Verifica delle caratteristiche controllabili mediante strumentazione esterna.*

#### 100.2.4. Metodo delle correnti indotte

L'applicazione del metodo delle correnti indotte (*Eddy Currents Testing*, ECT) potrà essere richiesto dal direttore dei lavori all'appaltatore per:

- la determinazione dell'integrità di tubazioni e delle parti saldate;
- la misura dello spessore di rivestimenti;
- la determinazione dell'integrità di cavi conduttori e la localizzazione dei fili danneggiati;
- il rilevamento di inclusioni metalliche in materiali non metallici;
- la misura della conduttività elettrica;
- l'identificazione e discriminazione di leghe metalliche;
- la misura della permeabilità magnetica e dell'effetto di trattamenti termici su di essa.

Norme di riferimento:

- UNI 9190-1** *Prove non distruttive. Metodo delle correnti indotte. Generalità.*
- UNI 9190-2** *Prove non distruttive. Metodo delle correnti indotte. Verifica delle caratteristiche del sistema a correnti indotte mediante campioni di calibrazione.*
- UNI 9190-2** *Prove non distruttive. Metodo delle correnti indotte. Verifica delle caratteristiche del sistema a correnti indotte mediante campioni di calibrazione.*
- UNI 9190-3** *Prove non distruttive. Metodo delle correnti indotte. Caratteristiche principali delle apparecchiature.*

#### 100.3. Prodotti e sistemi per la protezione e la riparazione delle strutture di calcestruzzo

L'idoneità di agenti adesivi strutturali per l'applicazione sulle superfici di calcestruzzo verticali o orizzontali dovrà essere verificato con le seguenti prove:

- adesivi applicati a spatola: prova a scorrimento;
- adesivi strutturali iniettabili: prova di comprimibilità.

Norma di riferimento:

- UNI EN 1799** *Prodotti e sistemi per la protezione e la riparazione delle strutture di calcestruzzo. Metodi di prova. Prove per misurare l'idoneità degli agenti adesivi strutturali per l'applicazione sulle superfici di calcestruzzo.*

#### Art. 101 – Rilevazione del copriferro, posizione e diametro dei ferri in strutture in c.a.

L'entità minima del copriferro, per i diversi elementi strutturali in c.a., è stabilita dal D.M. 9 gennaio 1996, come riportata nella seguente tabella:

**Tabella 101.1 – Entità minima del copriferro**

Struttura	Ambiente non aggressivo (cm)	Ambiente non aggressivo (cm)
Solette, setti, pareti	≥ 0,8	≥ 2
Pilastrini e travi	≥ 2	≥ 4

Le superfici delle barre devono essere mutuamente distanziate almeno una volta il diametro delle barre stesse e in ogni caso non meno di 2 cm. In caso di accoppiamento delle barre la mutua distanza tra le coppie deve essere di almeno 4 cm.

L'eventuale rilevazione dei ferri d'armatura, per particolari opere strutturali, dovrà essere effettuata mediante apposita strumentazione.

**Art. 102 – Controlli sulle armature per strutture in c.a.****102.1. Modalità di prelievo e metodi di prova**

Per quanto segue si fa riferimento al D.M. 9 gennaio 1996, Parte generale.

Il prelievo dei campioni e le prove saranno effettuati secondo la norma **UNI ENV 10080**, salvo quanto stabilito ai punti 2.2.8.2., 2.2.8.3. dello stesso D.M. 9 gennaio 1996, per quanto riguarda la determinazione dei valori caratteristici  $f_{yk}$  o  $f_{(0,2)k}$  e  $f_{tk}$ .

**102.2. Controlli in stabilimento**

I produttori di barre lise e ad aderenza migliorata, di fili trafilati, di reti e di tralicci elettrosaldati debbono sottoporre la propria produzione, presso i propri stabilimenti, a controlli di carattere statistico secondo le modalità indicate negli allegati 4, 5 e 6 del D.M. 9 gennaio 1996. Queste prevedono che i valori caratteristici  $f_{yk}$  o  $f_{(0,2)k}$  e  $f_{tk}$  e, per barre e fili ad aderenza migliorata l'indice di aderenza, soddisfino i limiti e le prescrizioni contenute nel citato D.M. 9 gennaio 1996.

Tutte le forniture di acciaio debbono essere accompagnate da un certificato di laboratorio ufficiale riferentesi al tipo di armatura di cui trattasi e marchiate secondo quanto prescritto nel punto 2.2.9. del D.M. 9 gennaio 1996. La data del certificato deve essere non anteriore di 3 mesi a quella di spedizione. Tale periodo può essere prolungato fino a 6 mesi qualora il produttore abbia comunicato ufficialmente al laboratorio ufficiale incaricato del controllo di avere sospeso la produzione, nel qual caso il certificato dovrà essere accompagnato da copia di detta comunicazione. Qualora la sospensione della produzione si protragga per oltre 5 mesi, la procedura di qualificazione dovrà essere ripresa *ab initio*.

**102.3. Prodotti provenienti dall'estero**

Gli adempimenti di cui al punto 2.2.8.2. del D.M. 9 gennaio 1996 si applicano anche ai prodotti provenienti dall'estero.

Per i prodotti provenienti da paesi della comunità economica europea nei quali sia in vigore una certificazione di idoneità tecnica riconosciuta dalle rispettive autorità competenti, il produttore potrà, in alternativa a quanto previsto al primo comma del punto 2.2.8.3. del citato D.M. 9 gennaio 1996, inoltrare al Ministero delle Infrastrutture, Servizio tecnico centrale domanda intesa a ottenere il trattamento all'equivalenza della procedura adottata nel paese di origine depositando contestualmente la relativa documentazione per i prodotti da fornire con il corrispondente marchio.

L'equivalenza della procedura di cui al precedente comma è sancita con decreto del Ministero dei lavori pubblici, sentito il Consiglio superiore dei lavori pubblici.

**102.4. Controlli in cantiere o nel luogo di lavorazione delle barre**

I controlli sono obbligatori e devono riferirsi agli stessi gruppi di diametri contemplati nelle prove a carattere statistico di cui al punto 2.2.8.2. e allegati 4 e 5 del D.M. 9 gennaio 1996 in ragione di 3 spezzoni, marchiat, di uno stesso diametro, scelto entro ciascun gruppo di diametri, da 5 a 10 mm, da 12 a 18 mm, oltre 18 mm, per ciascuna partita prescelta, semprechè il marchio e la documentazione di accompagnamento dimostrino la provenienza del materiale da uno stesso stabilimento. In caso contrario i controlli devono essere estesi agli altri diametri della partita. Le prove si effettuano presso un laboratorio, ex art. 20 legge n. 1086/1971, ufficiale o in concessione e riguardano la resistenza e la duttilità. I valori caratteristici delle grandezze  $f_y$  o  $f_{(0,2)k}$  e  $f_t$  si valutano detraendo dalla media dei corrispondenti valori di snervamento e rottura, riferiti a uno stesso diametro, rispettivamente 10 N/mm<sup>2</sup> per  $f_y$  o  $f_{(0,2)k}$  e 20 N/mm<sup>2</sup> per  $f_t$ .

Qualora il risultato non sia conforme a quello dichiarato dal produttore, il direttore dei lavori disporrà la ripetizione della prova su sei ulteriori campioni dello stesso diametro; in tal caso dalle medie dei nove valori si detraggono rispettivamente 20 N/mm<sup>2</sup> per  $f_y$  o  $f_{(0,2)k}$  e 30 N/mm<sup>2</sup>. Ove anche da tale accertamento i limiti dichiarati non risultino rispettati, il controllo deve estendersi, previo avviso al produttore, a 25 campioni, applicando ai dati ottenuti la formula generale valida per i controlli in stabilimento (Cfr. Allegati 4 e 5 del D.M. 9 gennaio 1996).

L'ulteriore risultato negativo comporta l'inidoneità della partita e la trasmissione dei risultati al produttore, che sarà tenuto a farli inserire tra i risultati dei controlli statistici della sua produzione. Analoghe norme si applicano ai controlli di duttilità, aderenza e distacco al nodo saldato: un singolo risultato negativo sul primo prelievo comporta l'esame di sei nuovi spezzoni dello stesso diametro, un ulteriore singolo risultato negativo comporta l'inidoneità della partita.

Inoltre il direttore dei lavori dovrà comunicare il risultato anomalo sia al laboratorio ufficiale incaricato del controllo in stabilimento che al Ministero delle Infrastrutture, Servizio Tecnico Centrale.

I certificati relativi alle prove meccaniche degli acciai devono riportare l'indicazione del marchio identificativo di

cui al punto 2.2.9. del D.M. 9 gennaio 1996, rilevato a cura del laboratorio incaricato dei controlli, sui campioni da sottoporre a prove. Ove i campioni fossero sprovvisti di tale marchio, oppure il marchio non dovesse rientrare fra quelli depositati presso il Ministero dei lavori pubblici, Servizio tecnico centrale, dovrà essere riportata specifica annotazione sul certificato di prova.

#### 102.5. Tolleranze.

Nei calcoli statici si adottano di norma le sezioni nominali. Le sezioni effettive non devono risultare inferiori al 98% di quelle nominali.

Qualora le sezioni effettive risultassero inferiori a tale limite, nei calcoli statici si adotteranno le sezioni effettive. Per barre ad aderenza migliorata non è comunque ammesso superare le tolleranze indicate nel prospetto 102.1.

#### Prospetto 102.1

<b>Diametro nominale, mm</b>	5	6	7	8	9	10	12	14	16	18	20
Tolleranza in% sulla sezione ammessa per l'impiego	± 10	± 10	± 10	± 8	± 8	± 8	± 8	± 6	± 6	± 6	± 6
<b>Diametro nominale, mm</b>	22	24	25	26	28	30					
Tolleranza in% sulla sezione ammessa per l'impiego	± 5	± 5	± 5	± 5	± 5	± 5					

Nell'elaborazione dei risultati sperimentali ottenuti in laboratorio si opera comunque sulla sezione effettiva delle barre lisce e sulla sezione effettiva del tondino equipesante, ricavato per pesata, per le barre e i fili trafilati ad aderenza migliorata.

Per i fili di acciaio trafilati e per i fili delle reti e dei tralicci la tolleranza sulle sezioni ammesse per l'impiego è di ±4% per tutti i diametri.

#### 102.6. Marchiatura per identificazione

Tutti i produttori di barre lisce o ad aderenza migliorata, di fili, di reti e di tralicci devono procedere a una marchiatura del prodotto fornito, dalla quale risulti, in modo inequivocabile, il riferimento all'Azienda produttrice, allo Stabilimento, al tipo di acciaio e alla sua eventuale saldabilità.

A tali produttori è fatto obbligo di depositare il «marchio» (nervatura e marchiatura) presso il Ministero dei lavori pubblici, Servizio tecnico centrale.

### Art. 103 – Collaudo statico di strutture in c.a

Ai sensi del punto 3 della Parte I del D.M. 9 gennaio 1996, il collaudo statico di cui all'art. 7 della legge 5 novembre 1971, n. 1086, oltre al controllo del corretto adempimento delle prescrizioni formali di cui agli articoli. 4, 6 e 9 della suddetta legge, nonché dell'art. 5, ove il collaudo sia stato affidato in corso d'opera, dovrà comprendere i seguenti adempimenti tecnici:

a) ispezione generale dell'opera nel suo complesso con particolare riguardo a quelle strutture o parti di strutture più significative da confrontare con i disegni esecutivi depositati in cantiere;

b) esame dei certificati delle prove sui materiali, che si articola:

– nella verifica della congruità del numero dei prelievi effettuati e della conformità delle procedure di prelievo a quanto previsto dal D.M. 9 gennaio 1996 e relativi allegati;

– nel controllo dei risultati delle prove e della loro compatibilità con i limiti e criteri d'accettazione fissati nei citati allegati;

c) verifica della documentazione di accompagnamento, bolle, d.d.t., certificati dei controlli periodici di stabilimento, delle barre d'armatura, dei trefoli, dei profilati, dei bulloni, dei procedimenti di saldatura, delle armature per calcestruzzo normale o precompresso;

d) controllo dei verbali, e della relativa documentazione tecnica, delle prove di carico eventualmente disposte in corso d'opera dal direttore dei lavori;

e) esame dell'impostazione generale della progettazione strutturale, degli schemi di calcolo e delle azioni considerate.

Inoltre, nell'ambito della propria discrezionalità, il collaudatore potrà richiedere:

a) di effettuare quegli accertamenti utili per formarsi il convincimento della sicurezza dell'opera, quali:

- prove di carico da eseguirsi secondo le modalità previste dal punto 3.2 del D.M. 9 gennaio 1996;
  - saggi diretti sui conglomerati con prelievi di campioni e controllo delle armature;
  - controlli non distruttivi sulle strutture;
- b) documentazione integrativa di progetto.

#### **Art. 104 – Murature**

##### ***104.1. Determinazione sperimentale della resistenza a compressione degli elementi resistenti artificiali***

La produzione degli elementi resistenti artificiali deve essere controllata, in ogni stabilimento di produzione, mediante prove eseguite presso laboratori ufficiali o in concessione, ex art. 20 legge 1086/1971, con periodicità almeno annuale, su un numero non inferiore a trenta elementi. Il direttore dei lavori può richiedere ulteriori prove di controllo.

Il direttore dei lavori provvede, con lo scopo di accertare la conformità delle caratteristiche fisiche e meccaniche degli elementi consegnati in cantiere a quelle dichiarate dal produttore, a eseguire con le modalità di seguito descritte il “controllo di accettazione”. Il “controllo di accettazione” viene eseguito, per ogni consegna in cantiere, su uno o più campioni costituiti ciascuno da tre elementi da sottoporre a prova di compressione. Per ogni campione siano  $f_1, f_2, f_3$  la resistenza a compressione dei tre elementi con:

$$f_1 < f_2 < f_3$$

Il controllo si considera positivo se risultano verificate entrambe le disuguaglianze:

$$\begin{aligned} (f_1 + f_2 + f_3) / 3 &\geq 1,20 f_{bk} \\ f_1 &\geq 0,90 f_{bk} \end{aligned}$$

Al direttore dei lavori spetta comunque l’obbligo di curare, mediante sigle, etichettature indelebili, ecc., che i campioni inviati per le prove ai laboratori siano effettivamente quelli prelevati in cantiere con indicazioni precise sulla fornitura e sulla posizione che nella muratura occupa la fornitura medesima.

##### ***104.2. Determinazione sperimentale della resistenza a compressione degli elementi resistenti naturali***

La produzione degli elementi resistenti naturali deve essere controllata per ogni cava mediante prove eseguite presso Laboratori ufficiali o in Concessione, ex art. 20 – legge n. 1086/1971, con periodicità almeno annuale, su un numero non inferiore a trenta elementi, comunque ogni qual volta che cambino sostanzialmente la natura e le caratteristiche meccaniche del materiale. Il direttore dei lavori può richiedere ulteriori prove di controllo.

Il direttore dei Lavori provvede, con lo scopo di accertare la conformità delle caratteristiche fisiche e meccaniche degli elementi consegnati in cantiere a quelle dichiarate dal produttore, a eseguire con le modalità di seguito descritte il “controllo di accettazione”. Il “controllo di accettazione” viene eseguito, per ogni consegna in cantiere, su uno o più campioni costituiti ciascuno da tre elementi da sottoporre a prova di compressione. Per ogni campione siano  $f_1, f_2, f_3$  la resistenza a compressione dei tre elementi con:

$$f_1 < f_2 < f_3$$

Il controllo si considera positivo se risultano verificate entrambe le disuguaglianze:

$$\begin{aligned} (f_1 + f_2 + f_3) / 3 &\geq 1,20 f_{bk} \\ f_1 &\geq 0,90 f_{bk} \end{aligned}$$

Al direttore dei lavori spetta comunque l’obbligo di curare, mediante sigle, etichettature indelebili, ecc., che i campioni inviati per le prove ai laboratori siano effettivamente quelli prelevati in cantiere con indicazioni precise sulla fornitura e sulla posizione che nella muratura occupa la fornitura medesima.

### **104.3. Modalità per la determinazione della resistenza a compressione degli elementi resistenti artificiali**

#### **104.3.1. Resistenza a compressione nella direzione dei carichi verticali.**

Si definisce resistenza caratteristica quella resistenza al disotto della quale ci si può attendere di trovare il 5% della popolazione di tutte le misure di resistenza.

Per la determinazione della resistenza a compressione nella direzione dei carichi verticali si rimanda all'Allegato 1, punto 1.2.1. del D.M. 20 novembre 1987.

#### **104.3.2. Resistenza a compressione nella direzione ortogonale a quella dei carichi verticali e nel piano della muratura.**

La resistenza caratteristica a compressione in direzione ortogonale ai carichi verticali e nel piano della muratura sarà dedotta da quella media  $f_{bm}$  mediante la relazione:

$$f_{bk} = 0,7 f_{bm}$$

La resistenza media  $f_{bm}$  sarà ricavata da prove su almeno sei campioni.

### **104.4. Resistenza a compressione degli elementi in pietra**

La resistenza media a compressione  $f_{bm}$  degli elementi in pietra, con esclusione dei tufi, deve essere determinata secondo le modalità descritte nel R.D. 16 novembre 1939, n. 2232, recante le norme per l'accettazione delle pietre naturali da costruzione.

Per i tufi, le prove di cui all'art. 105.2, in base alle quali le singole cave determineranno la resistenza media a compressione  $f_{bm}$ , devono essere eseguite su trenta elementi da provare nella direzione di lavoro. Non sono ammessi tufi la cui resistenza media a compressione  $f_{bm}$  sia inferiore a 20 kg/cm<sup>2</sup> e per i quali il singolo campione abbia resistenza a compressione inferiore a 15 Kg/cm<sup>2</sup>.

Per tutti gli elementi resistenti naturali si considera convenzionalmente

$$f_{bk} = 0,75 f_{bm}$$

### **104.5. Determinazione sperimentale della resistenza a compressione e della resistenza a taglio della muratura**

#### **104.5.1. Generalità**

Tramite le prove precedentemente descritte, può essere determinato il modulo di elasticità normale secante della muratura facendo riferimento all'intervallo  $0,1 f_k \div 0,4 f_k$ .

In mancanza di determinazione sperimentale, potranno assumersi nei calcoli i seguenti valori dei moduli di elasticità:

modulo di elasticità normale secante E:

$$E = 1000 f_k$$

modulo di elasticità tangenziale secante G:

$$G = 0,4 E$$

#### **104.5.2. Resistenza a compressione della muratura**

La resistenza caratteristica a compressione si determina su n muretti ( $n \geq 6$ ), seguendo sia per la confezione che per la prova le modalità indicate nel seguente paragrafo.

La resistenza caratteristica è data dalla relazione:

$$f_k = f_m - k_s$$

dove

$f_m$  = resistenza media;

s = stima dello scarto;

k = coefficiente dato dalla tabella seguente:

n	6	8	10	12	20
k	2.33	2.19	2.10	2.05	1.93

La determinazione della resistenza caratteristica deve essere completata con la verifica dei materiali, da condursi come segue:

malta: n. 3 provini prismatici 40x40x160 mm da sottoporre a flessione, e quindi a compressione sulle 6 metà risultanti, secondo il D.M. 3 giugno 1968;

elementi resistenti: n. 10 elementi da sottoporre a compressione con direzione del carico normale al letto di posa.

#### 104.5.3. Caratteristiche dei provini

I provini (muretti) devono avere le stesse caratteristiche della muratura in esame e ognuno di essi deve essere costituito almeno da tre corsi di elementi resistenti e deve rispettare le seguenti limitazioni:

- lunghezza ( $b$ ) pari ad almeno due lunghezze di blocco;
- rapporto altezza/spessore ( $l/t$ ) variabile tra 2,4 e 5.

La confezione avverrà su di un letto di malta alla base e la faccia superiore sarà finita con uno strato di malta.

Dopo una stagionatura di 28 giorni a 20°C, 70% di umidità relativa, prima di effettuare la prova la faccia superiore di ogni provino viene eventualmente livellata con gesso; il muretto può anche essere contenuto fra due piastre metalliche rettificata, utili per gli spostamenti e il suo posizionamento nella pressa.

Il provino viene posto fra i piatti della macchina di prova (uno dei quali articolato) e si effettua quindi la centratura del carico. In proposito è consigliabile procedere anche a un controllo estensimetrico.

Il carico deve essere applicato con una velocità di circa 0,5 MPa ogni 20 secondi.

#### 104.5.4. Resistenza a taglio della muratura in assenza di carichi verticali.

La determinazione della resistenza al taglio  $f_{vko}$  della muratura deve essere effettuata mediante prove di compressione diagonale su muretti.

Le prove saranno effettuate su almeno 6 provini.

La resistenza caratteristica  $f_{vko}$  sarà dedotta dalla resistenza media ottenuta  $f_{vm}$  mediante la:

$$f_{vko} = 0,7 f_{vm}$$

### 104.6. Prove non distruttive sulle murature in situ

#### 104.6.1. Generalità

Negli interventi di consolidamento, di recupero strutturale e monitoraggio, di manufatti in muratura, ponti, edifici storici e monumentali, fabbricati, è opportuno prevedere un approccio sperimentale, con tecniche di indagine di tipo non distruttivo o localmente distruttivo. Le indagini eseguite con l'obiettivo della verifica statica e della stima dell'efficienza e della sicurezza consentono di conoscere le caratteristiche fisiche, chimiche e meccaniche del paramento murario, di quantificare e di individuare rispettivamente le condizioni e le cause del degrado, riconducibili, nella gran parte dei casi, all'alterazione chimico-fisica della malta, dei mattoni e dei lapidei per effetto dell'azione degli agenti atmosferici, delle acque meteoriche, dell'inquinamento ambientale, degli interventi antropici.

#### 104.6.2. Termografia

La termografia consiste nel registrare la radiazione emessa nel campo delle radiazioni infrarosse, in conseguenza del riscaldamento, anche artificiale, del mezzo indagato.

L'indagine viene eseguita riprendendo la superficie in oggetto con un dispositivo, che opera sulle lunghezze d'onda caratteristiche dell'infrarosso, simile a una telecamera e che consta di un sistema ottico ed elettrico in grado di convertire in segnale elettrico l'intensità della radiazione ricevuta.

La registrazione dell'emissione viene visualizzata su un monitor di tipo televisivo e le immagini, elaborate da un computer, vengono restituite con differenti tonalità cromatiche, proporzionali alle diverse temperature e alla superficie delle murature indagate.

Per l'interpretazione dei risultati dell'indagine termografica è necessaria la conoscenza delle caratteristiche di emissione, riflessione e assorbimento dei materiali componenti la struttura in esame. A tal fine il parametro di riferimento più utilizzato è il fattore di remissività:  $0.85 \div 0.95$ .

#### 104.6.3. Indagine radar

La tecnica utilizza le onde elettromagnetiche di alta frequenza emesse da un'antenna con impulsi di breve durata che, inviate verso la parete, vengono riflesse in relazione alla capacità dielettrica del materiale e captate da un'antenna e successivamente trasformate in impulsi elettrici.

Il metodo è solitamente impiegato per individuare nelle murature la presenza di cavità, tubazioni, canne fumarie e umidità.

#### 104.6.4. Metodi vibrazionali per la verifica dello stato tensionale nelle catene

L'applicazione dell'analisi dinamica, in termini di frequenze a catene in condizioni di vibrazione libera, permette di acquisire indicazioni sull'entità della azione assiale agente sull'elemento prima e dopo l'intervento di consolidamento. La prova viene condotta posizionando gli accelerometri in punti caratteristici, in mezzera e ai quarti della luce della catena, rilevando le accelerazioni determinate dalla sollecitazione impulsiva applicata; dagli accelerogrammi così determinati vengono estratti i valori corrispondenti all'oscillazione libera e viene valutata, dalla densità spettrale di potenza del segnale registrato, la frequenza propria del primo modo di vibrare. Note le caratteristiche geometriche ed elastiche della catena, assunto come modello di riferimento quello della corda vibrante è possibile il calcolo per la valutazione dell'entità del carico assiale.

La validità del modello assunto è subordinata alla validità delle seguenti ipotesi:

- rigidità flessionale della catena trascurabile;
- configurazione rettilinea della catena;
- vincoli non cedevoli.

La verifica delle ipotesi sopra indicate è possibile attraverso un'analisi dei risultati sperimentali in quanto esiste una relazione lineare tra la frequenza fondamentale e le successive.

#### 104.6.5. Determinazione delle caratteristiche meccaniche delle murature mediante martinetti piatti

Le indiscusse difficoltà legate al prelievo di campioni rappresentativi di muratura, sui quali eseguire la determinazione delle caratteristiche meccaniche e di deformabilità della muratura e la stima dello stato tensionale, hanno favorito una notevole diffusione della tecnica dei martinetti piatti, impiegata in origine, per le medesime finalità, negli ammassi rocciosi. Un ulteriore impiego dei martinetti piatti è quello di lasciarli all'interno della muratura durante gli interventi di consolidamento e considerarli come celle di pressione, in tal modo è quindi possibile rilevare sulle strutture murarie, tempestivamente e in corso d'opera, il determinarsi imprevisto di trasferimenti di carico provocati dagli interventi di consolidamento.

Una prova completa, con l'inserimento del primo martinetto, le misure di convergenza, il successivo inserimento del secondo martinetto, i relativi cicli di carico/scarico può essere eseguita nell'arco di 5 ÷ 6 ore.

##### 104.6.5.1. Prova con martinetto piatto singolo. Rilievo dello stato tensionale di esercizio. ASTM C 1196

La prova descritta più avanti, viene eseguita con un singolo martinetto e permette di rilevare lo stato di sollecitazione locale presente nella muratura, misurando la variazione dello stato tensionale, indotta da un taglio, piano, di limitate dimensioni eseguito in direzione ortogonale al paramento murario.

Il rilascio delle tensioni determina la parziale chiusura del taglio, l'entità degli spostamenti viene accertata con misure di convergenza su coppie di punti, preliminarmente disposti in posizione simmetrica rispetto al taglio.

Si inserisce quindi uno speciale martinetto piatto che, collegato a un circuito idraulico permette di applicare gradualmente quelle pressioni in grado di annullare la deformazione innescata dal taglio.

##### 104.6.5.2. Prova con martinetto piatto doppio. Determinazione delle caratteristiche di deformabilità. ASTM C1197

Questa prova, complementare alla precedente, consiste nell'inserire, con modalità analoghe a quelle già descritte, un secondo martinetto rispettivamente, alla distanza di circa 50 cm dal primo, per i martinetti "piccoli" (345 mm x 255 mm) e a circa 100 cm per i martinetti "grandi" (685 mm x 255 mm).

In tal modo si intercetta una porzione significativa di muratura sulla quale i due martinetti applicano uno stato di compressione monoassiale.

Le basi di misura sono disposte in maniera da consentire la misura delle deformazioni assiali e trasversali.

La prova viene così eseguita su un campione di muratura di grandi dimensioni, indisturbato e realmente rappresentativo del comportamento globale della struttura.

La misura degli spostamenti viene eseguita con calibro removibile, millesimale meccanico, in "invar" con base di misura rispettivamente, per i martinetti "piccoli" e per i martinetti "grandi", di 40 cm e 60 cm.

È possibile, con opportune cautele, avvicinarsi al limite di rottura della muratura attraverso progressivi incrementi di carico applicato ai martinetti piatti e valutare la resistenza a compressione per estrapolazione della curva carico – deformazione.

Essendo, nelle condizioni descritte, la porzione di muratura sottoposta a prova confinata su tre lati potrebbe fornire risultati di norma maggiori di quelli determinati su campioni non confinati.

#### *104.6.5.3. Rilievo della resistenza a taglio lungo i corsi di malta*

La resistenza a taglio lungo i corsi di malta è un parametro di grande importanza per la caratterizzazione statico-strutturale di edifici in muratura e la cui determinazione richiede l'impiego di un terzo martinetto idraulico, del tipo a pistone, oltre a due martinetti piatti analoghi a quelli descritti nel paragrafo precedente.

L'esecuzione della prova comporta l'estrazione di un mattone nella zona adiacente alla porzione di muratura compresa tra i due martinetti piatti, nello spazio così ricavato viene collocato un martinetto idraulico a pistone che esercita la spinta orizzontale di taglio, i due martinetti piatti impongono alla porzione di muratura, preventivamente isolata rimuovendo la malta lungo i corsi verticali, uno stato tensionale noto, la prova si esegue incrementando gradualmente la spinta di taglio fino a rottura e registrando i relativi scorrimenti. Gli scorrimenti relativi della muratura e le deformazioni normali in direzione ortogonale ai corsi di malta sono misurati con idonei trasduttori di spostamento.

#### *104.6.5.4. Esecuzione del taglio*

Il taglio della muratura rappresenta il momento più delicato della prova e dal quale dipende la attendibilità e riproducibilità dei risultati, deve essere eseguito in maniera tale da non provocare condizioni di disturbo nella muratura. Per tali scopi si impiegano particolari seghe a lama diamantata, vincolate a strutture rigide, che producono un taglio piano di dimensioni e spessore leggermente superiori a quelle del martinetto.

Nelle strutture in muratura di mattoni, il taglio per l'inserimento del martinetto viene solitamente eseguito in corrispondenza dei corsi di malta; attualmente però si preferisce praticare il taglio in corrispondenza dei mattoni evitando così l'inconveniente dei movimenti dovuti ai mattoni superiori per effetto della sconnessione della malta e con il vantaggio di realizzare un taglio netto.

Il taglio a secco o con il raffreddamento ad acqua della lama può comportare qualche inconveniente per lo strato di malta; infatti, in particolari murature per effetto del riscaldamento localizzato si possono manifestare variazioni dimensionali e dilatazioni.

Le dimensioni del taglio possono essere variabili in funzione delle dimensioni degli elementi costituenti la muratura. Per murature in laterizio vengono normalmente adottate le seguenti dimensioni:

- larghezza 40 cm;
- profondità 20 cm;
- spessore 3÷4 mm.

I tagli della muratura, le cui tecniche sono soggette a miglioramenti continui in funzione della forma del martinetto piatto utilizzato, attualmente vengono così praticati:

- per i martinetti rettangolari, di impiego sempre meno frequente, eseguendo una serie di fori paralleli con un trapano a percussione con punta in widia e con l'aiuto di una dima di guida;
- per i martinetti semicircolari, eseguendo il taglio con una sega idraulica avente la lama diamantata di forma anulare e con sistema di movimento eccentrico e con un supporto rigido di guida per garantire l'orizzontalità del taglio;
- per martinetti piatti di forma semicircolare allungata eseguendo il taglio con una sega idraulica avente la lama diamantata di forma anulare e con sistema di movimento eccentrico e con un supporto rigido di guida per garantire l'orizzontalità del taglio.

Al termine della prova il martinetto piatto viene estratto e lo spessore della malta ripristinato riportando la muratura nelle condizioni originarie.

Normativa di riferimento:

**ASTM C 1196**

**ASTM C1197**

### **Art. 105 – Collaudo statico degli edifici in muratura**

Il collaudo statico degli edifici in muratura dovrà comprendere i seguenti accertamenti:

- a) ispezione generale dell'opera nel suo complesso con particolare riguardo a quelle parti di strutture più

significative da confrontare con i disegni esecutivi progettuali;

b) esame dei certificati di prove sui materiali, quando prescritte;

c) esame delle risultanze delle eventuali prove di carico fatte eseguire dal direttore dei lavori;

d) controllo che l'impostazione generale della progettazione strutturale sia coerente con le presenti norme.

Inoltre, potranno discrezionalmente essere richiesti i seguenti ulteriori controlli:

- prove di carico, eventualmente integrative di quelle già effettuate a cura del direttore dei lavori;
- saggi diretti sulle murature o sui singoli elementi resistenti;
- controlli non distruttivi sulla struttura.

Potranno altresì essere richieste documentazioni integrative di progetto atte a definire compiutamente lo schema strutturale assunto o a meglio specificare dati incerti o non quantificati assunti a base della progettazione dell'edificio.

## **Art. 106 – Prove e controlli su opere di sostegno e di fondazione**

### **106.1. Prove di carico su pali di fondazione**

Le prove per la determinazione del carico limite del palo singolo devono essere spinte fino a valori del carico assiale tali da portare a rottura il complesso palo-terreno o comunque tali da essere adeguatamente superiori al massimo carico di esercizio e comunque tali da consentire di ricavare significativi diagrammi dei cedimenti della testa del palo in funzione dei carichi e dei tempi.

Le prove di carico dei pali di diametro inferiore a 80 cm devono essere spinte ad almeno 1,5 volte il previsto carico assiale massimo di esercizio.

Il numero e l'ubicazione dei pali da sottoporre alla prova di carico devono essere stabiliti in base all'importanza dell'opera e al grado di omogeneità del sottosuolo. Per opere di notevole importanza tale numero deve essere pari ad almeno l'1 per cento del numero totale dei pali, con un minimo di due.

#### *106.1.1. Prove di carico orizzontale*

Le prove di carico orizzontale debbono essere eseguite per valutare le entità degli spostamenti orizzontali e delle rotazioni della testa del palo, degli spostamenti orizzontali in profondità sotto l'azione dei carichi orizzontali di esercizio e dei parametri geotecnici assunti per il calcolo del palo.

##### *106.1.1.1. Applicazione del carico*

Il carico di prova si ottiene utilizzando un martinetto idraulico applicato tra la testa del palo e un elemento di contrasto che può essere anche un altro palo realizzato comunque a opportuna distanza in modo da prevenire eventuali interazioni tra i movimenti di ciascun palo. Tra i due pali viene poi inserita da un lato una trave orizzontale e dall'altra il martinetto.

Il sistema di applicazione del carico deve avere capacità non inferiore al carico massimo orizzontale previsto (carico di esercizio + carico dinamico massimo).

##### *106.1.1.2. Misura degli spostamenti in testa e in profondità*

La precisione delle misure di spostamento non deve essere inferiore a 1/10 mm mentre la precisione della misura della rotazione deve essere di almeno 1mm/metro, quest'ultima può essere effettuata con inclinometri.

La misura degli spostamenti orizzontali in profondità è solitamente basata sull'uso di sonde inclinometriche o di inclinometri fissi.

Le misure di inclinazione devono essere eseguite per tutta la profondità alla quale sono previsti spostamenti significativi.

Le prime letture a palo scarico (letture di zero) devono essere effettuate con la massima accuratezza e ripetute due o tre volte, poiché a esse vengono riferite tutte le misure successive.

Anche quando la deformata del palo viene rilevata mediante sonda inclinometrica è opportuno effettuare, a scopo di controllo, misure indipendenti dagli spostamenti orizzontali, ed eventualmente dalle rotazioni presso la testa.

##### *106.1.1.3. Presentazione dei risultati*

I risultati della prova di carico orizzontale su palo di fondazione vengono presentati con diagrammi analoghi a quelli della prova di carico verticale:

- carico/spostamento orizzontale;
- tempo/carico;
- tempo/rotazione;

– tempo/spostamento orizzontale.

Se sono state effettuate letture inclinometriche alle diverse profondità (z), vengono costruite le curve  $i(z)$ , una per ciascun valore del carico applicato in testa.

#### 106.1.2. Prove di carico verticale

Le prove di carico verticale permettono di misurare gli abbassamenti prodotti dall'applicazione di un carico verticale sulla testa del palo, i risultati ottenuti si riferiscono, nella gran parte dei casi, ai cedimenti istantanei della testa palo, pertanto la prova viene limitata nel tempo, dallo stabilizzarsi dei valori rilevati.

La direzione dei lavori ovvero il Collaudatore individueranno il numero e l'ubicazione dei pali da sottoporre a prova, in numero non inferiore a due prove, con una frequenza minima di una prova ogni cento pali.

Le prove di carico in funzione delle finalità attribuite vengono classificate in:

1) *prova di progetto su palo pilota*, in cui il carico viene applicato fino alla rottura del sistema palo/terreno e comunque fino a un carico pari ad almeno 3 volte il carico di esercizio è una prova di tipo distruttivo. La prova viene eseguita su pali pilota, non interessati dalle strutture dell'opera, appositamente realizzati, con le stesse modalità esecutive della palificata di progetto, ubicato in prossimità della palificata, su un sito caratterizzato dagli stessi litotipi e dalla stessa stratigrafia. Nella configurazione più speditiva la prova permette di determinare il carico limite del palo pilota, opportunamente strumentato, con celle di carico alla punta ed estensimetri lungo la superficie laterale, consente di studiare i complessi meccanismi d'interazione palo/terreno arrivando a una stima della resistenza laterale e della resistenza alla punta in funzione del tempo e del carico;

2) *prova di collaudo*, che è prova di tipo non distruttivo dove il carico applicato è generalmente pari a 1,5 volte il carico di esercizio previsto per il singolo palo, tale carico può essere ridotto, in conseguenza delle difficoltà operative a realizzare la struttura di contrasto, per pali di grande diametro e per carichi di esercizio elevati. La prova deve essere eseguita su almeno 2 pali, scelti a caso, della palificata, e con un minimo di una prova ogni cento pali. Lo scopo di tale prova è quello verificare, in corso d'opera o dopo la loro ultimazione, la buona esecuzione ma soprattutto la risposta prestazionale alle ipotesi di progetto. Infatti il controllo della qualità dei pali e delle modalità esecutive deve essere impostato su criteri, forse più qualitativi dei quali verranno date alcune indicazioni più avanti, ma che riescano a interessare un numero maggiore di pali ma soprattutto pali non predeterminati e scelti con un metodo casuale.

##### 106.1.2.1. Limiti della significatività delle prove

Gli abbassamenti e il carico limite determinati con la prova su un palo isolato non sono necessariamente in diretta correlazione con gli abbassamenti e il carico limite della palificata.

Nella generalità dei casi, l'abbassamento misurato sotto il carico di esercizio durante la prova di carico è un limite inferiore dell'abbassamento del palo in esercizio. Il buon esito di una prova di carico è quindi una condizione necessaria, ma non sufficiente, a garantire il soddisfacente comportamento del palo in esercizio.

I risultati delle prove di carico sui pali singoli non permettono di prevedere gli abbassamenti per consolidazione nei terreni coerenti.

##### 106.1.2.2. Prova a deformazione controllata

La prova a deformazione controllata (o a velocità di penetrazione costante) consiste nella penetrazione del palo nel terreno a una velocità imposta, applicando al palo un carico sempre crescente in modo da ottenere una velocità di penetrazione più o meno costante.

Solitamente si assume una velocità di penetrazione tra 0,75 e 1,5 mm/min.

##### 106.1.2.3. Prove a incremento di carico controllato

La prova a incremento di carico controllato (o a incrementi di carico costante) consiste in incrementi prefissati di carico applicati alla testa del palo e mantenuti costanti per un determinato arco di tempo (ad esempio 30', 60', 120') e sino all'esaurimento dei cedimenti.

Il rilievo dei cedimenti in funzione del tempo e dei carichi è eseguito, a esempio, ogni 5', 10', 30'. Ogni incremento di carico oscilla intorno al 25% del carico di esercizio, in una prova di collaudo si effettuano mediamente 6 incrementi di carico. È consuetudine effettuare i primi incrementi di carico con valori molto elevati per conseguire una migliore definizione del carico di rottura.

Le prove di carico, in presenza di strutture di fondazione soggette a carichi ciclici, vengono eseguite con cicli di scarico e carico per misurare le aliquote reversibili e irreversibili dell'abbassamento della testa del palo in base ai vari

livelli di carico e per studiare il comportamento statico del palo quanto entrano in gioco le forze di attrito laterale nelle zone più profonde del palo.

#### *106.1.2.4. Presentazione dei risultati*

I risultati della prova di carico su palo di fondazione devono essere presentati con i seguenti diagrammi:

- carico/cedimento;
- tempo/carico;
- tempo/cedimento.

E relazione di accompagnamento del laboratorio ufficiale che ha eseguito la prova di carico.

#### *106.1.2.5. Verbale di prova di carico su palo di fondazione*

Il verbale di prova di carico su pali di fondazione deve contenere i seguenti dati:

- a) individuazione e caratteristiche costruttive delle opere;
- b) data e ora della prova;
- c) localizzazione del palo cui verrà effettuata la prova di carico;
- d) descrizione della struttura di prova (struttura di contrasto, di sostegno laterale, travi portamicrometri, martinetti, celle di carico, ecc.);
- e) descrizione dell'eventuale strumentazione collocata all'interno del palo;
- f) curve di taratura degli strumenti utilizzati;
- g) grafici e tabelle per la visualizzazione dei risultati della prova.

#### *106.1.2.6. Prove sull'elemento strutturale di collegamento*

Per le verifiche di resistenza delle membrature o elementi strutturali di collegamento tra i pali si deve tener conto delle reazioni dei singoli pali, delle spinte dovute all'acqua e dell'influenza di sovraccarichi direttamente applicati al terreno.

I carichi e le azioni sopracitati vanno combinati in modo tale da dar luogo in ciascun elemento strutturale della fondazione, al più sfavorevole stato di sollecitazione.

### **106.2. Controlli non distruttivi sui pali di fondazione**

I controlli non distruttivi di tipo dinamico sui pali di fondazione ordinati dalla direzione dei lavori e/o collaudatore statico possono essere:

- prove a basse deformazioni, quando vengono analizzate in termini di propagazione dell'onda d'urto in un mezzo monodimensionale elastico – lineare;
- prove ad alte deformazioni, quando vengono analizzate in termini di propagazione dell'onda d'urto in un mezzo monodimensionale con vincoli elasto – visco – plastici.

Quando si trascura la deformabilità longitudinale del palo la prova è di tipo cinematico.

Possono effettuarsi altresì prove di tipo ultrasonico come il carotaggio sonico, il cross-hole, ecc.

#### *106.2.1. Prova di ammettenza meccanica verticale*

La prova di ammettenza meccanica verticale è una prova a basse deformazioni che consente di verificare la geometria del palo (lunghezza, variazioni della sezione, ecc.) e le eventuali imperfezioni costruttive.

La prova utilizza tecniche di sollecitazione dinamica applicate alla testa del palo che dovrebbe essere libera e accessibile.

In presenza di pali corti e di diametro contenuto può impiegarsi un martello strumentato mentre in caso di pali lunghi e di grosso diametro è preferibile impiegare una vibrodina in modo da produrre sensibili sollecitazioni.

#### *106.2.2. Prove di eco sonico*

La prova di eco sonico o della risposta impulsiva è una prova a basse deformazioni ed è impiegata per verificare la continuità o eventuali anomalie del palo (variazioni di sezioni, cavità, interruzioni, giunzioni di prefabbricati non eseguite correttamente, ecc.). Il metodo è applicabile a pali di fondazione isolati, specialmente di tipo prefabbricato e battuto, pali trivellati in terreni coerenti.

La prova consiste nel sollecitare la testa del palo, resa libera allo scopo svincolandola da solette di travi fondazione o da magroni, con una forza impulsiva assiale tale da provocare onde di compressione assiale, mediante l'impiego di un martello strumentato valutando la risposta in termini di velocità o spostamento nel tempo; il segnale di risposta o segnale riflesso, rilevato mediante un accelerometro posizionato pure sulla testa del palo, viene depurato da eventuali

componenti estranee e opportunamente amplificato per meglio interpretare i segnali di eco. Il metodo si fonda sulla considerazione del palo di fondazione come solido infisso nel terreno e avente densità superiore a quest'ultimo.

#### 106.2.3. Metodo cross-hole

Il metodo cross-hole si basa sulla registrazione fotografica continua degli ultrasuoni dopo l'attraversamento della sezione di calcestruzzo tra le sonde emittente e ricevente collocate solitamente alla stessa altezza, in questa maniera è possibile controllare la qualità e omogeneità del calcestruzzo, la presenza di vuoti o irregolarità del getto.

Il metodo è eseguito inserendo nel palo, al momento del getto di calcestruzzo, un certo numero di tubi metallici o in materiale plastico pesante (3 ÷ 4 per grosso diametro), del diametro interno minimo di 35 ÷ 42 mm, fissandoli alla gabbia dell'armatura metallica del palo in modo che siano opportunamente distanti e paralleli. I fori possono essere realizzati anche per carotaggio meccanico.

#### 106.2.4. Carotaggio sonico

Il carotaggio sonico (*sonic log*) consiste nell'inserire in un foro, riempito d'acqua per garantire l'isolamento acustico, due trasduttori uno trasmettente e uno ricevente, distanziati verticalmente di 50 ÷ 100 cm.

Il controllo consiste nella misura dei tempi di percorso delle onde elastiche di diverso tipo: compressionali, tangenziali e superficiali, eseguite a diverse profondità. Le onde prese in considerazioni sono quelle compressionali e tangenziali.

#### 106.2.5. Metodo CASE

Il metodo CASE (*Case Western Reserve University*) è una prova dinamica ad alta energia per la valutazione della portata statica dei pali di fondazione, sulla base della misura della forza  $F(t)$  trasmessa al palo e della velocità  $V(t)$  raggiunta dalla testa del palo.

Le fasi di applicazione del metodo possono così riassumersi:

- preparazione del palo mettendo a nudo una porzione del fusto per un'altezza di circa 80 - 100 cm, liberandolo da vincoli (travi, magrone, ecc.);
- applicazione sulla testa del palo, opportunamente predisposta, di un cuscinetto in legno duro per ricevere i colpi di una massa battente;
- applicazione sulla superficie laterale, a un'altezza pari a un diametro del palo, a partire dalla testata, di due accelerometri e di due estensimetri entrambi diametralmente opposti;
- preparazione della massa battente, solitamente un blocco di calcestruzzo armato, il cui peso è determinato in funzione della massa teorica del palo (solitamente si assume 1/3 del peso del palo) e della relativa attrezzatura di sollevamento e di caduta libera verticale sulla testa del palo da un'altezza di circa 100 cm.

#### 106.2.6. Metodo SIMBAT

Il metodo SIMBAT è una prova dinamica ad alta energia per il tracciamento della *curva carichi/cedimenti* dei pali di fondazione.

Le fasi di applicazione del metodo sono le stesse del metodo CASE in più si ha l'impiego di un teodolite elettronico per la misura dei cedimenti verticali parziali e residui.

I risultati della prova, dopo l'elaborazione dei dati rilevati per effetto delle cadute della massa battente sulla testa del palo, vengono presentanti con un *diagramma carichi/cedimenti* molto simile a quella classica ottenuta con le tradizionali prove di carico.

#### 106.2.7. Metodo del profilo di impedenza

Il metodo del profilo di impedenza consiste nel sollecitare la testa del palo mediante un'azione impulsiva con martello strumentato, rilevando la forza e la velocità della testa del palo nel tempo; sulla base dei segnali captati è possibile visualizzare la geometria del palo o meglio la qualità del calcestruzzo tramite il profilo di impedenza.

#### 106.2.8. Metodo microsismico di trasparenza (MST)

Il metodo microsismico di trasparenza (MST) è particolarmente indicato per l'analisi di pali di fondazione al fine di potere verificarne la lunghezza e le condizioni, anche se su di essi sono già state costruite le strutture in elevazione.

L'applicazione del metodo richiede l'esecuzione delle seguenti opere:

- esecuzione di una perforazione in prossimità del palo o della fondazione da controllare, a una distanza di 50 - 100 cm e di profondità superiore di circa 5 m rispetto a quella presunta della struttura di fondazione;
- collocazione nella perforazione suddetta di un tubo in P.V.C. tappato sul fondo, del diametro interno di 3 - 5 cm;

- riempimento d'acqua del tubo in P.V.C.;
- riempimento con malta cementizia o acqua dell'eventuale intercapedine tra il tubo e il foro nel terreno.

### **Art. 107 – Controlli non distruttivi sulle strutture in acciaio**

#### **107.1. Generalità**

I controlli richiesti per le strutture in acciaio potranno essere i seguenti:

- 1) esame visivo conformemente alle norme **CNR UNI 10011**;
- 2) controllo chimico che accerti che la composizione dei materiali rispecchi quanto previsto dalle norme suddette;
- 3) controllo con chiave dinamometrica che accerti che i bulloni di ogni classe siano serrati secondo quanto previsto dalla norma **CNR UNI 10011**.

4) controllo della corretta esecuzione delle saldature.

Data la complessità delle problematiche è consigliabile che il collaudatore si avvalga del supporto di strutture specializzate in questo genere di controlli aventi personale e attrezzature adeguate.

#### **107.2. Prove preliminari di qualifica dei procedimenti di saldatura**

L'impiego di elettrodi omologati secondo la norma **UNI 5132** esime da ogni prova di qualifica del procedimento. Per l'impiego degli altri procedimenti di saldatura occorre eseguire prove preliminari di qualifica intese ad accertare:

- l'attitudine a eseguire i principali tipi di giunto previsti nella struttura ottenendo giunti corretti sia per aspetto esterno che per assenza di sensibili difetti interni, da accertare con prove non distruttive o con prove di rottura sul giunto;
- la resistenza a trazione su giunti testa a testa, mediante provette trasversali al giunto, resistenza che deve risultare non inferiore a quella del materiale base;
- la capacità di deformazione del giunto, mediante provette di piegamento che dovranno potersi piegare a 180° su mandrino con diametro pari a 3 volte lo spessore per l'acciaio Fe 360 e Fe 430 e a 4 volte lo spessore per l'acciaio Fe 510;
- la resilienza su provette intagliate a V secondo **EN 10045/1<sup>a</sup>**, ricavate trasversalmente al giunto saldato, resilienza che verrà verificata a +20°C se la struttura deve essere impiegata a temperatura maggiore o uguale a 0°C, o a 0°C nel caso di temperature minori; nel caso di saldatura a elettrogas o elettroscoria tale verifica verrà eseguita anche nella zona del materiale base adiacente alla zona fusa dove maggiore è l'alterazione metallurgica per l'alto apporto termico.

I provini per le prove di trazione, di piegamento, di resilienza ed eventualmente per altre prove meccaniche, se ritenute necessarie, verranno ricavati da saggi testa a testa saldati; saranno scelti allo scopo gli spessori più significativi della struttura.

#### **107.3. Classi delle saldature**

Per giunti testa a testa, o a croce o a T, a completa penetrazione, si distinguono due classi di giunti:

*Prima classe.* Comprende i giunti effettuati con elettrodi di qualità 3 o 4 secondo la norma **UNI 5132** – Elettrodi rivestiti per la saldatura ad arco degli acciai non legati e debolmente legati al manganese. Condizioni tecniche generali, simboleggiatura e modalità di prova – o con gli altri procedimenti qualificati di saldatura indicati al punto 2.4.1 del D.M. 9.1.96 e realizzati con accurata eliminazione di ogni difetto al vertice prima di effettuare la ripresa o la seconda saldatura.

Tali giunti debbono inoltre soddisfare ovunque l'esame radiografico con i risultati richiesti per il raggruppamento B della **UNI 7278** che riporta i gradi di difettosità nelle saldature testa a testa riferiti al controllo radiografico.

L'aspetto della saldatura dovrà essere ragionevolmente regolare e non presentare bruschi disavviamenti col metallo base specie nei casi di sollecitazione a fatica.

*Seconda classe.* Comprende i giunti effettuati con elettrodi di qualità 2, 3 o 4 secondo **UNI 5132** o con gli altri procedimenti qualificati di saldatura indicati al punto 2.4.1 del D.M. 9 gennaio 1996 e realizzati ugualmente con eliminazione dei difetti al vertice prima di effettuare la ripresa o la seconda saldatura.

Tali giunti devono inoltre soddisfare l'esame radiografico con i risultati richiesti per il raggruppamento F della **UNI 7278**.

L'aspetto della saldatura dovrà essere ragionevolmente regolare e non presentare bruschi disavviamenti con il materiale base.

Per entrambe le classi l'estensione dei controlli radiografici o eventualmente ultrasonori deve essere stabilita dal direttore dei lavori, sentito eventualmente il progettista, in relazione alla importanza delle giunzioni e alle precauzioni prese dalla ditta esecutrice, alla posizione di esecuzione delle saldature e secondo che siano state eseguite in officina o al montaggio.

Per i giunti a croce o a T, a completa penetrazione nel caso di spessori  $t > 30$  mm, l'esame radiografico o con ultrasuoni atto ad accertare gli eventuali difetti interni verrà integrato con opportuno esame magnetoscopico sui lembi esterni delle saldature al fine di rilevare la presenza o meno di cricche da strappo.

Nel caso di giunto a croce sollecitato normalmente alla lamiera compresa fra le due saldature, dovrà essere previamente accertato, mediante ultrasuoni, che detta lamiera nella zona interessata dal giunto sia esente da sfogliature o segregazioni accentuate.

I giunti con cordoni d'angolo, effettuati con elettrodi rivestiti per la saldatura ad arco degli acciai non legati e debolmente legati al manganese aventi caratteristiche di qualità 2, 3 o 4 di cui alla norma **UNI 5132**, o con gli altri procedimenti indicati al punto 2.4.1 del D.M. 9 gennaio 1996, devono essere considerati come appartenenti a una unica classe caratterizzata da una ragionevole assenza di difetti interni e da assenza di incrinature interne o di cricche da strappo sui lembi dei cordoni.

Il loro controllo verrà di regola effettuato mediante sistemi magnetici; la sua estensione verrà stabilita dal direttore dei lavori, sentito eventualmente il progettista e in base ai fattori esecutivi già precisati per gli altri giunti.

#### **107.4. Controllo di qualità delle strutture saldate**

Il controllo delle saldature come il collaudo e il controllo di qualità deve accertare che le giunzioni saldate corrispondano alla qualità richiesta dalle condizioni di esercizio e quindi progettuali.

Tuttavia le caratteristiche particolari del procedimento di giunzione mediante saldatura suggeriscono l'esecuzione di controlli in senso più lato, comprendente oltre al collaudo vero e proprio della saldatura, prove, verifiche preliminari e ispezioni in corso d'opera per prevenire esecuzioni errate prima del loro collaudo finale. Una corretta e scrupolosa progettazione strutturale dovrebbe essere completata da una corretta esecuzione delle opere, eseguendo gli opportuni controlli in corso d'opera, specie in presenza di saldature di significative parti della struttura, ciò per evitare riduzioni del coefficiente di sicurezza, che falserebbero le previsioni teoriche di calcolo.

Per un'ottimale saldatura bisogna fare riferimento ai seguenti punti:

- controllo di tutti i fattori di cui è già nota e certa l'influenza sicura, positiva o negativa (tipi di materiali, preparazione dei lembi, posizioni di saldatura, tecnica di saldatura, manodopera impiegata);
- valutazione pratica, mediante prove da effettuarsi prima della realizzazione dell'opera, dell'effetto di fattori di cui non è definibile a priori l'influenza e che possono essere collegati all'impiego di materiali, tecniche e condizioni di saldatura non consuete;
- applicazione di tutte le precauzioni che l'esperienza e le regole dell'arte suggeriscono;
- valutazione diretta dei risultati ottenuti sulle saldature dell'opera.

Il controllo delle saldature avviene nelle seguenti tre fasi:

- 1) *verifiche e prove preliminari;*
- 2) *ispezione durante la preparazione e l'esecuzione delle saldature;*
- 3) *controllo diretto dei giunti saldati.*

La prima fase è quella che viene tradizionalmente chiamata controllo indiretto delle saldature. Tra le verifiche e le prove preliminari, cioè precedenti l'esecuzione delle saldature della costruzione, il tecnico eseguirà l'esame della documentazione progettuale. Di esse sono rilevanti l'esame del progetto esecutivo in modo da potere fornire all'officina tutti i dati necessari e l'adeguatezza dei materiali e delle tecniche di saldatura previste.

Con l'ispezione durante la costruzione il tecnico potrà accertarsi che tutto quello che è stato stabilito nella documentazione tecnica fornita all'officina, e i particolari accorgimenti dalla buona pratica siano effettivamente adottati per garantire una migliore esecuzione della saldatura.

Con il controllo diretto invece si procede al collaudo vero e proprio del giunto realizzato.

Nella pratica il controllo non segue rigidamente le tre fasi.

**Tabella 107.1 - Controllo di qualità delle strutture saldate**

Controllo indiretto	Controllo diretto
Esame della documentazione tecnica	Distruttivo
Prove di qualifica dei saldatori	Semidistruttivo
Prove di saldabilità dei materiali base	Non distruttivo
Prove sui materiali d'apporto	
Prove di qualifica dei procedimenti	

**107.5. Difetti delle saldature**

In generale i difetti di saldatura sono delle discontinuità che possono distinguersi nei seguenti due tipi (3):

– *disomogeneità metallurgiche* (chimiche o strutturali) tra la zona fusa e/o la zona termicamente alterata e il materiale base inalterato, nocive alle caratteristiche meccaniche e ad altre caratteristiche del giunto (per esempio tempratura o ingrossamento del grano nella saldatura degli acciai al carbonio, precipitazione di fase sigma o di carburi di cromo nella saldatura degli acciai inossidabili austenitici al cromo-nichel);

– *discontinuità metalliche*, nocive essenzialmente alle caratteristiche meccaniche, ma che in certi casi possono influenzare anche altre caratteristiche del giunto come, a esempio, cricche o inclusioni di scorie.

I difetti del primo tipo possono essere individuati con prove meccaniche, di resistenza alla corrosione, esami al microscopio metallografico.

I difetti del secondo tipo si individuano con controlli non distruttivi come l'esame radiografico o quello ultrasonico.

Si fa rilevare che con i controlli non distruttivi non si ha la possibilità di individuare i difetti del primo tipo, da ciò discende la particolare metodologia di collaudo delle costruzioni saldate, in cui grande importanza hanno i cosiddetti controlli indiretti.

**107.5.1. Cricche**

Si definisce cricca una discontinuità originatasi per strappo in materiale metallico originariamente continuo. Se le cricche hanno dimensioni molto ridotte (inferiori a circa 1 mm) vengono dette microcricche.

Le cricche sono il difetto più grave e temibile di un giunto saldato, poiché una cricca anche se di piccole dimensioni è sempre una rottura in atto che può essere suscettibile di ingrandirsi con il tempo a seconda delle condizioni di esercizio e delle sue caratteristiche iniziali, causando di conseguenza il cedimento del giunto.

**107.5.2. Difetti esterni o di profilo**

I difetti esterni o di profilo possono essere classificati come:

a) *eccesso di sovrametallo*. È riscontrabile nei giunti di testa. Erroneamente l'eccesso di sovrametallo non è considerato un difetto perché il maggiore spessore della saldatura può offrire al giunto una resistenza più elevata. Ma in certe condizioni di servizio, come fatica, urti, bassa temperatura, un giunto del genere è meno resistente di uno di forma regolare a causa delle discontinuità geometriche che si creano ai bordi del metallo stesso;

b) *cordone d'angolo troppo convesso*. È tipico dei giunti d'angolo dovuto a errato maneggio dell'elettrodo da parte del saldatore e dipendono da corrente eccessiva associata a uno scorretto maneggio dell'elettrodo;

c) *incisioni marginali*. Sono presenti nei cordoni eseguiti manualmente più frequentemente in posizione diversa da quella piana e dipendono dalla scarsa abilità del saldatore;

(3) Il giunto saldato ha la particolarità caratteristica di unire permanentemente due parti solide realizzando la continuità del materiale; proprio per questa ragione le costruzioni saldate sono spesso definite monolitiche. Qualora detta continuità sia imperfetta, si ha un difetto di saldatura, ma non tutte le imperfezioni delle saldature sono catalogabili come difetti di saldatura. Infatti in una costruzione saldata si possono verificare inconvenienti anche dopo un certo periodo di esercizio ed è spesso difficile stabilire se essi sono stati causati proprio dalle alterazioni determinate dal procedimento di saldatura o da altre cause.

Le condizioni di servizio possono, ad esempio determinare inconvenienti come:

- cricche (da attacco corrosivo, da tenocorrosione, da fatica, et.);
- cavità superficiali provocate da corrosioni;
- alterazioni strutturali come ingrossamento del grano;

– precipitazioni di fasi nocive alla resistenza meccanica o a quella alla corrosione del materiale dovute a trattamenti termici non corretti o a condizioni termiche di esercizio non adatte ai materiali adottati.

d) *irregolarità superficiale*. Si riscontra quando le maglie del cordone anziché essere disposte parallelamente una di seguito all'altra, hanno andamento irregolare, con variazioni di profilo del cordone, avvallamenti denunciati i punti di ripresa, ecc.;

e) *slivellamento dei lembi*, dovuto al montaggio imperfetto che non consente la possibilità di eseguire una saldatura regolare;

f) *spruzzi e sputi*. Sono depositi più o meno grandi e dispersi, generalmente incollati sulla superficie del metallo base vicino al cordone. Sono difetti tipici della saldatura manuale a elettrodi rivestiti (basico e cellulosico) e del procedimento MAG;

g) *colpi d'arco*. Consistono in una fusione, localizzata del materiale base avvenuta generalmente senza materiale d'apporto. Sono difetti tipici della saldatura manuale ad arco erroneamente innescato sul materiale e non, come di regola, su un lembo del cianfrino.

#### 107.5.3. Pericolosità e criteri di accettabilità dei difetti

Nel considerare la pericolosità di un difetto e quindi nel fissare un criterio di accettabilità dello stesso (eventualmente in funzione delle sue dimensioni), non si può astrarre dal contesto in cui tale difetto si trova.

È necessario considerare il tipo di sollecitazione cui il giunto è sottoposto, il tipo e l'importanza della struttura di cui il giunto fa parte, le caratteristiche del materiale e molti altri fattori:

a) *sollecitazioni statiche*. I difetti siano essi superficiali o interni, riducono la sezione resistente del giunto, con conseguente aumento del livello di tensione medio e una diminuzione della capacità di carico del giunto;

b) *sollecitazioni di fatica*. L'effetto di intaglio (aumento di tensione locale) cui da luogo il difetto limita notevolmente la resistenza del giunto.

c) *servizio a bassa temperatura*. Nel caso di costruzioni saldate che lavorano a bassa temperatura è un aspetto dannoso dei difetti, poiché comporta l'aumento del grado di pluriassialità delle tensioni, con conseguente limitazione delle entità delle tensioni di taglio e possibilità di innesto e propagazione di rotture fragili.

I criteri di accettabilità dei difetti devono essere più severi quando la costruzione saldata deve sopportare condizioni di servizio onerose eventualmente aggravate dalla presenza di sollecitazioni ripetute e/o rischio di rottura fragile.

### 107.6. Controlli non distruttivi

#### 107.6.1. Metodo dei liquidi penetranti

Il metodo dei liquidi penetranti costituisce per la sua semplicità di impiego il primo metodo impiegato per l'esecuzione di controlli non distruttivi. I liquidi impiegati sono di aspetto oleoso, colorato con alta capacità di penetrazione anche nelle fessure più sottili e cricche più invisibili presenti sulla superficie dell'elemento metallico. Una volta rimossa la parte di liquido rimasta in superficie, quella presente nelle eventuali fessure e nelle cricche viene opportunamente evidenziata individuando così il difetto costruttivo dell'elemento strutturale.

Le fasi del metodo sono le seguenti:

1. *Pre-lavaggio*. Per favorire la penetrazione del liquido in eventuali fessure o cricche è necessario eseguire il lavaggio preliminare dell'elemento con prodotti sgrassanti o solventi organici per pezzi nuovi e con paste abrasive, soluzioni saponate, ecc. per pezzi usati.

2. *Applicazione*. Consiste nell'applicazione del liquido penetrante<sup>(4)</sup> sulla superficie dell'elemento per immersione, tamponatura o spruzzo.

3. *Lavaggio*. Ha lo scopo di rimuovere il liquido in eccesso rimasto sulla superficie dell'elemento metallico evitando però di rimuovere quello penetrato.

4. *Sviluppo*. Per migliorare la visibilità del liquido colorato penetrato viene applicata della polvere di sviluppo o mezzo di contrasto.

5. *Osservazione*. Ha lo scopo di valutare e interpretare l'entità (della fessura o della cricca) dei difetti evidenziati.

#### 107.6.1.1. Norme di riferimento

<b>UNI 8374</b>	Prove non distruttive. Prodotti per l'esame con liquidi penetranti. Classificazione, caratteristiche e prove.
<b>UNI EN 1289</b>	Controllo non distruttivo delle saldature. Controllo delle saldature mediante liquidi penetranti. Livelli di accettazione.
<b>UNI EN 473</b>	Qualifica e certificazione del personale addetto alle prove non distruttive. Principi generali.

<sup>(4)</sup> Il tipo di liquido penetrante dipende dagli obiettivi del metodo di controllo.

**UNI EN 571-1** Prove non distruttive. Esame con liquidi penetranti. Principi generali.

**UNI EN ISO 3452-4** Prove non distruttive. Esame con liquidi penetranti . Attrezzatura.

#### 107.6.2. Metodo magnetico

È un metodo economico ed efficace per il controllo non distruttivo di elementi metallici per l'individuazione dei difetti superficiali o semi superficiali.

Il principio del metodo consiste nella magnetizzazione dell'elemento metallico sfruttando il fattore che i difetti si comportino come campi magnetici dispersi

Il metodo si applica nelle seguenti fasi:

- 1) *Smagnetizzazione preliminare*, qualora necessaria, per l'eliminazione di eventuali tracce di magnetismo residuo in parti dell'elemento;
- 2) *Sgrassaggio* superficiale dell'elemento con solventi per evitare forme di trattenimento di polvere magnetica;
- 3) *Magnetizzazione*. Può essere del tipo longitudinale o trasversale o combinato. Il campo magnetico può essere generato facendo attraversare l'elemento da corrente elettrica (alternata, continua o raddrizzata in semionda);
- 4) *Applicazione della polvere magnetica*;
- 5) *Ispezione* per l'individuazione dei difetti sulla base del colore e della fluorescenza delle tracce lasciate dalla polvere magnetica;
- 6) *Smagnetizzazione finale* dell'elemento controllato per consentirne la successiva lavorazione o ulteriore controllo.

Il metodo di controllo può essere applicato soltanto a materiali ferromagnetici, quindi, sono da escludersi le leghe leggere e gli acciai austenitici.

#### 107.6.3. Metodo ultrasonico

Il metodo ultrasonico consente di rilevare difetti anche a considerevoli profondità e in parti interne dell'elemento a condizione che esso sia un conduttore di onde sonore. È utilizzato ampiamente per il controllo delle saldature specialmente a piena penetrazione.

I metodi ultrasonici si possono classificare in:

– *tecnica per trasmissione o per trasparenza*. La tecnica si basa sulla misurazione delle onde ultrasoniche inviate da una sonda emittente che dopo avere attraversato l'elemento arrivano a una sonda ricevente posizionata nella parte opposta;

– *tecnica per riflessione*. La tecnica utilizza un solo trasduttore angolare rice-trasmittente e sfrutta l'energia degli ultrasuoni, continue o a impulsi, che vengono riflessi dalla parete di fondo o eventualmente dalle superfici del difetto presente nell'elemento da esaminare. Mediante la misura della variazione di intensità delle onde ultrasoniche, misurate con un oscillografo, che le rappresenta con uno oscillogramma. Il diagramma inizia sempre con un picco (impulso di emissione), la presenza di difetto è rappresentata da un picco di altezza minore (eco di difetto), che ne indica anche la posizione;

– *tecnica per risonanza*. La tecnica si basa sul fenomeno della risonanza quando l'elemento viene attraversato da un'onda ultrasonica continua;

– *tecnica a echi multipli*. La tecnica è una variante di quella per riflessione

Il metodo per riflessione consiste nello sfruttare la particolare capacità di alcuni materiali, detti trasduttori, che trasformano l'energia meccanica in energia elettrica e viceversa. Tramite tali materiali, conglobati in un piccolo zoccolo con una superficie piena di plexiglass, vengono inviati degli impulsi nel materiale da controllare, usando un opportuno liquido di accoppiamento, come per una normale ecografia medica.

Le onde ultrasoniche possono essere inviate sia ortogonalmente alla superficie del materiale in esame, sia con una certa inclinazione; semplici applicazioni trigonometriche permetteranno di conoscere precisamente la distanza, l'estensione e la profondità del difetto.

##### 107.6.3.1. Norme di riferimento

**UNI 7603** *Prove non distruttive dei materiali ferrosi. Controllo con ultrasuoni delle saldature longitudinali o elicoidali dei tubi di acciaio saldati ad arco sommerso.*

**UNI 8769** *Prove non distruttive. Apparecchiature a ultrasuoni. Verifica delle caratteristiche controllabili mediante blocchi di calibrazione.*

**UNI 9094** *Prove non distruttive. Determinazione della velocità di propagazione degli ultrasuoni nei materiali solidi.*

<b>UNI EN 10246-7</b>	<i>Prove non distruttive dei tubi di acciaio. Controllo automatico con ultrasuoni per la ricerca di imperfezioni longitudinali su tutta la circonferenza di tubi di acciaio senza saldatura e saldati (escluso all'arco sommerso).</i>
<b>UNI EN 1712</b>	<i>Controllo non distruttivo delle saldature. Controllo mediante ultrasuoni dei giunti saldati. Livelli di accettabilità.</i>
<b>UNI EN 1714</b>	<i>Controllo non distruttivo delle saldature. Controllo mediante ultrasuoni dei giunti saldati.</i>
<b>UNI EN 27963</b>	<i>Saldature in acciaio. Blocco di riferimento n. 2 per il controllo mediante ultrasuoni delle saldature.</i>
<b>UNI EN 473</b>	<i>Qualifica e certificazione del personale addetto alle prove non distruttive. Principi generali.</i>
<b>UNI EN 583-1</b>	<i>Prove non distruttive. Esame a ultrasuoni. Principi generali.</i>
<b>UNI ISO 9305</b>	<i>Tubi di acciaio senza saldatura per impieghi a pressione. Controllo con ultrasuoni su tutta la circonferenza per la rilevazione di imperfezioni trasversali.</i>
<b>UNI ISO 9764</b>	<i>Tubi di acciaio saldati per resistenza elettrica o a induzione per impieghi a pressione. Rilevazione delle imperfezioni longitudinali nel cordone di saldatura mediante controllo con ultrasuoni.</i>

#### 107.6.4. Metodo radiografico

L'esame dell'elemento è effettuato sfruttando i raggi X e la loro capacità di penetrare i metalli fino a una certa profondità. In sostanza il metodo si fonda sull'assorbimento differenziale dei raggi X (o Gamma) da parte dell'elemento da controllare e sull'annerimento della pellicola – posta alle spalle dell'elemento – sensibile alle radiazioni emergenti. Offre quindi possibilità simili a quelle dell'esame ultrasonoro. Quest'ultimo infatti è in grado di stabilire le coordinate spaziali dell'eventuale difetto, mentre l'esame radiografico ne mostra un'immagine bidimensionale piatta.

Per quanto riguarda il controllo radiografico si segnala la tabella riportata dalla **UNI 7278** relativa ai gradi di difettosità nelle saldature testa a testa e che ha lo scopo di dare degli orientamenti unificati sui criteri di giudizio. La tabella, pur considerando vari tipi di costruzioni e varie condizioni di servizio, non dà regole per l'accettabilità dei difetti, ma li raggruppa opportunamente in gradi e fornisce esempi di categorie di qualità delle saldature, che possono essere scelte dal progettista o dal collaudatore come regola di accettabilità, quando non vi siano ragioni particolari che consigliano l'adozione di criteri diversi.

##### 107.6.4.1. Norme di riferimento

<b>UNI 7278</b>	<i>Gradi di difettosità nelle saldature testa a testa riferiti al controllo radiografico. Dimensioni, simboli ed esempi di applicazione.</i>
<b>UNI 10660</b>	<i>Prove non distruttive. Controllo radiografico mediante raggi X di manufatti plastici e/o compositi. Criteri generali.</i>
<b>UNI EN 12517</b>	<i>Controllo non distruttivo delle saldature. Controllo radiografico dei giunti saldati. Livelli di accettabilità.</i>
<b>UNI EN 1330-3</b>	<i>Prove non distruttive. Terminologia. Termini utilizzati nel controllo radiografico industriale.</i>
<b>UNI EN 1435</b>	<i>Controllo non distruttivo delle saldature. Controllo radiografico dei giunti saldati.</i>
<b>UNI ISO 4993</b>	<i>Getti di acciaio. Controllo radiografico.</i>

#### 107.7. Strutture imbullonate

I bulloni sono organi di collegamento tra elementi metallici, introdotti in fori opportunamente predisposti, composti dalle seguenti parti:

- gambo completamente o parzialmente filettato con testa esagonale (vite);
- dado, che viene avvitato nella parte filettata della vite;
- rondelle.

In presenza di vibrazioni dovuti a carichi dinamici, per evitare lo svitamento del dado vengono applicati rondelle elastiche oppure dei controdadi.

##### 107.7.1. Esecuzione e controllo delle unioni

Le superfici di contatto al montaggio si devono presentare pulite, prive di olio, vernice, scaglie di laminazione, macchie di grasso.

La pulitura deve, di norma, essere eseguita con sabbiatura al metallo bianco; è ammessa la semplice pulizia meccanica delle superfici a contatto per giunzioni montate in opera, purché vengano completamente eliminati tutti i prodotti della corrosione e tutte le impurità della superficie metallica.

Il serraggio dei bulloni può essere effettuato:

a) mediante chiave dinamometrica a mano, con o senza meccanismo limitatore della coppia applicata, o chiavi pneumatiche con limitatore della coppia applicata, tutte peraltro devono essere tali da garantire una precisione non minore di  $\pm 5\%$ . Il valore della coppia di serraggio  $T_s$ , da applicare sul dado o sulla testa del bullone, in funzione dello sforzo normale  $N_s$  presente nel gambo del bullone è dato dalla seguente relazione:

$$T_s = 0,20 \cdot N_s \cdot d$$

dove  $d$  è il diametro nominale di filettatura del bullone,  $N_s = 0,80 \cdot f_{k,N} \cdot A_{res}$ , essendo  $A_{res}$  l'area della sezione resistente della vite e  $f_{k,N}$  tensione di snervamento.

La norma CNR 10011 detta precise regole riguardo le dimensioni che devono avere i bulloni normali e quelli ad alta resistenza, i materiali impiegati per le rosette e le piastrine, il modo di accoppiare viti e dadi e il modo in cui devono essere montate le rosette.

**Tabella 107.2 – Valori dell'area resistente, della forza normale e della coppia di serraggio per vari tipi di bulloni (CNR 10011)**

Diametro D (mm)	Area resistente $A_{res}$ (mm <sup>2</sup> )	Coppia di serraggio $T_s$ (N·m)					Forza normale $T_s$ (kN)				
		4,6	5,6	6,6	8,8	10,9	4,6	5,6	6,6	8,8	10,9
12	84	39	48	58	90	113	16	20	24	38	47
14	115	62	77	93	144	180	22	28	33	52	64
16	157	96	121	145	225	281	30	38	45	70	88
18	192	133	166	199	309	387	37	46	55	86	108
20	245	188	235	282	439	549	47	59	71	110	137
22	303	256	320	384	597	747	58	73	87	136	170
24	353	325	407	488	759	949	68	85	102	158	198
27	459	476	595	714	1110	1388	88	110	132	206	257
30	561	646	808	969	1508	1885	108	135	161	251	314

b) mediante serraggio a mano o con chiave a percussione fino a porre a contatto le lamiere fra testa e dado. Si dà infine una rotazione al dado compresa fra  $90^\circ$  e  $120^\circ$  con tolleranze di  $60^\circ$  in più.

Durante il serraggio la norma **CNR UNI 10011** consiglia di procedere nel seguente modo:

- serrare i bulloni, con una coppia pari a circa il 60% della coppia prescritta, iniziando dai bulloni più interni del giunto e procedendo verso quelli più esterni;
- ripetere l'operazione, come sopra detto, serrando completamente i bulloni.

Per verificare l'efficienza dei giunti serrati, il controllo della coppia torcente applicata può essere effettuato in uno dei seguenti modi:

- si misura con chiave dinamometrica la coppia richiesta per fare ruotare ulteriormente di  $10^\circ$  il dado;
- dopo avere marcato dado e bullone per identificare la loro posizione relativa, il dado deve essere prima allentato con una rotazione pari a  $60^\circ$  e poi riserrato, controllando se l'applicazione della coppia prescritta riporta il dado nella posizione originale.

Se in un giunto anche un solo bullone non risponde alle prescrizioni circa il serraggio, tutti i bulloni del giunto devono essere controllati.

Nella pratica esecutiva del controllo in situ si usa verniciare di colore verde i bulloni che risultano conformi e in rosso quelli non conformi. Le indagini vengono condotte redigendo delle tabelle, una per ogni collegamento, nelle quali vengono riportati le seguenti caratteristiche: valore della coppia di serraggio, mancanza del bullone, non coincidenza tra gli assi del foro e del bullone, ecc..

## **Art. 108 – Controllo sulle strutture in legno massiccio e lamellare**

### **108.1. Prove**

Per le strutture in legno lamellare il direttore dei lavori potrà eseguire le seguenti prove:

- prove di laboratorio su campioni secondo le norme DIN o UNI vigenti;
- prove di carico sulle travi eseguite presso lo stabilimento di produzione;

- prove dirette su travi (flessione, taglio e resistenza a fuoco) presso Laboratori ufficiali;
- prove di carico su travi in opera.

Le prove di laboratorio effettuate in genere riguarderanno:

- prova a flessione su tratto di lamella in corrispondenza del giunto a pettine;
- prova a taglio su provino in corrispondenza della superficie di incollaggio fra due lamelle.

### 108.2. Controlli non distruttivi

I controlli non distruttivi sugli elementi in legno che possono essere eseguiti sulle strutture in opera, a discrezione della direzione dei lavori, possono riguardare:

a) *controllo dell'umidità*. Il controllo può essere effettuato con igrometro elettrico a conducibilità. Tale strumento che viene tarato in funzione della specie, fornisce subito il valore dell'umidità percentuale del legno; i valori devono essere corretti per tenere conto della temperatura del legno e dell'eventuale presenza di gradienti di umidità;

b) *controllo dell'elasticità del materiale*;

c) *controllo con ultrasuoni*. Il controllo ha lo scopo di verificare l'omogeneità dell'elemento strutturale;

d) *controllo per percussione*. Il controllo è eseguito provocando una percussione a un'estremità dell'elemento e acquisendo mediante un accelerometro le vibrazioni all'estremità opposta. Sulla base dei valori di frequenza, periodo e smorzamento, ecc. si risale all'omogeneità e alle caratteristiche meccaniche del legno in opera;

e) *durezza Brinell*. La prova misura la penetrazione di una sfera d'acciaio del diametro di 10 mm provocata da una forza di intensità nota di circa 0,5 kN, 1 kN o 2 kN e sulla base di curve di correlazione si determina la resistenza a flessione del legno;

f) *durezza Janka*. La prova misura la forza necessaria atta a far penetrare nel legno una sfera d'acciaio del diametro di 11,284 mm per una profondità pari al raggio. Sulla base di curve di correlazione è possibile determinare la resistenza a flessione del legno;

g) *punta carotatrice*. Tale strumento permette l'estrazione, mediante trapanatura, di carote in legno del diametro di 1 – 3 cm per essere impiegate in esami di laboratorio;

h) *trivella di Pressler*. Tale strumento permette, anch'esso, l'estrazione mediante avvitatura di una carota in legno del diametro di circa 2 cm per essere impiegata in esami di laboratorio.

### 108.3. Norme di riferimento

#### 1) Legno strutturale

<b>UNI EN 380</b>	<i>Strutture di legno. Metodi di prova. Principi generali per le prove con carico statico.</i>
<b>UNI EN 383</b>	<i>Strutture di legno. Metodi di prova. Determinazione della resistenza al rifollamento e dei moduli locali di rigidezza per elementi di collegamento di forma cilindrica.</i>
<b>UNI EN 384</b>	<i>Legno strutturale. Determinazione dei valori caratteristici delle proprietà meccaniche e della massa volumica.</i>
<b>UNI EN 385</b>	<i>Legno strutturale con giunti a dita. Requisiti prestazionali e requisiti minimi di produzione.</i>
<b>UNI EN 408</b>	<i>Strutture di legno. Legno massiccio e legno lamellare incollato. Determinazione di alcune proprietà fisiche e meccaniche.</i>
<b>UNI EN 409</b>	<i>Strutture di legno. Metodi di prova. Determinazione del momento di snervamento degli elementi meccanici di collegamento di forma cilindrica. Chiodi.</i>
<b>UNI EN 518</b>	<i>Legno strutturale. Classificazione. Requisiti per le norme di classificazione a vista secondo la resistenza.</i>
<b>UNI EN 519</b>	<i>Legno strutturale. Classificazione. Requisiti per il legno classificato a macchina secondo la resistenza e per le macchine classificatrici.</i>
<b>UNI EN 1912</b>	<i>Legno strutturale. Classi di resistenza. Assegnazione delle categorie visuali e delle specie.</i>

#### 2) Capriate

<b>UNI EN 595</b>	<i>Strutture di legno. Metodi di prova. Prova delle capriate per la determinazione della resistenza del comportamento a deformazione.</i>
-------------------	---

#### 3) Pannelli e pareti

<b>UNI EN 594</b>	<i>Strutture di legno. Metodi di prova. Resistenza rigidezza di piastra di pannelli per pareti con telaio di legno.</i>
<b>UNI EN 596</b>	<i>Strutture di legno. Metodi di prova. Prova di impatto con un corpo morbido su pareti con telaio di legno.</i>

- UNI EN 789** *Strutture di legno. Metodi di prova. Determinazione di proprietà meccaniche di pannelli a base di legno.*
- 4) Assiti portanti solai
- UNI EN 1195** *Strutture di legno. Metodi di prova. Comportamento di assiti portanti di solai.*
- 5) Eurocodici
- UNI ENV 1995-2** *Eurocodice 5. Progettazione delle strutture di legno. Parte 2: Ponti.*
- UNI ENV 1995-1-1** *Eurocodice 5. Progettazione delle strutture di legno. Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici.*
- UNI ENV 1995-1-2** *Eurocodice 5. Progettazione di strutture di legno. Parte 1-2: Regole generali. Progettazione strutturale contro l'incendio.*
- 6) Legno lamellare incollato
- UNI EN 386** *Legno lamellare incollato. Requisiti prestazionali e requisiti minimi di produzione.*
- UNI ENV 387** *Legno lamellare incollato. Giunti a dita a tutta sezione. Requisiti prestazionali e requisiti minimi di produzione.*
- UNI EN 390** *Legno lamellare incollato. Dimensioni. Scostamenti ammissibili.*
- UNI EN 391** *Legno lamellare incollato. Prova di delaminazione delle superfici di incollaggio.*
- UNI EN 392** *Legno lamellare incollato. Prova di resistenza a taglio delle superfici di incollaggio.*
- UNI EN 408** *Strutture di legno. Legno massiccio e legno lamellare incollato. Determinazione di alcune proprietà fisiche e meccaniche.*
- UNI EN 1193** *Strutture di legno. Legno strutturale e legno lamellare incollato. Determinazione della resistenza a taglio e delle proprietà meccaniche perpendicolari alla fibratura.*
- UNI EN 1194** *Strutture di legno. Legno lamellare incollato. Classi di resistenza e determinazione dei valori caratteristici.*

## Art. 109 – Prove su infissi

### 109.1. Infissi in legno

Il direttore dei lavori potrà chiedere all'appaltatore le seguenti prove su campioni prelevati casualmente in cantiere per accertare la rispondenza dei materiali forniti alle prescrizioni contrattuali:

#### a) Verifiche su porte

1. Resistenza al carico verticale
2. Resistenza alla torsione statica
3. Resistenza all'urto di corpo molle e pesante
4. Resistenza all'urto di corpo duro
5. Dimensione e perpendicolarità iniziale, dopo clima secco e dopo clima umido
6. Svergolamento, arcuatura e imbarcamento iniziale, dopo clima secco e dopo clima umido

#### b) Verifiche su finestre

1. Resistenza alla torsione statica
2. Resistenza alla deformazione nel piano dell'anta
3. Sforzi di manovra
4. Permeabilità all'aria
5. Tenuta all'acqua
6. Resistenza al vento.

### 109.2. Infissi in metallo

Le prove di permeabilità all'aria, tenuta all'acqua e resistenza al vento debbono essere eseguite secondo le seguenti norme:

#### a) Prove in laboratorio

- UNI EN 1026** *Finestre e porte. Permeabilità all'aria. Metodo di prova.*
- UNI EN 1027** *Finestre e porte. Tenuta all'acqua. Metodo di prova.*

**UNI EN 12211** 30/06/2001. *Finestre e porte. Resistenza al carico del vento. Metodo di prova.*

*b) Classificazioni in base alle prestazioni*

**UNI EN 12207** *Finestre e porte. Permeabilità all'aria. Classificazione.*

**UNI EN 12208** *Finestre e porte. Tenuta all'acqua. Classificazione*

**UNI EN 12210** *Finestre e porte. Resistenza al carico del vento. Classificazione.*

## CAPITOLO 7 – NORME PER LA MISURAZIONE E VALUTAZIONE DEI LAVORI

### Art. 110 – Scavi

#### **110.1. Scavi di sbancamento**

Per scavi di sbancamento o sterri andanti s'intendono quelli occorrenti per lo spianamento o sistemazione del terreno su cui dovranno sorgere le costruzioni, per tagli di terrapieni, per la formazione di cortili, giardini, scantinati, piani di appoggio per platee di fondazione, vespai, rampe incassate o trincee stradali, ecc., e in generale tutti quelli eseguiti a sezione aperta su vasta superficie.

#### **110.2. Scavi di fondazione o in trincea**

Per scavi di fondazione in generale si intendono quelli incassati e a sezione ristretta per la posa di condutture in genere, manufatti sotto il piano di campagna, fossi e cunette.

Qualunque sia la natura e la qualità del terreno, gli scavi per fondazione, dovranno essere eseguiti fino alla profondità di progetto o a quella disposta dalla direzione dei lavori. All'appaltatore non verranno pagati i volumi di scavo derivanti da maggiori sezioni rispetto a quelle progettuali, soprattutto se dipendenti da inidonea sbadacchiatura o armatura dello scavo stesso.

L'appaltatore dovrà eseguire le opere di fondazione o posare le condotte dopo l'accettazione dei scavi da parte della direzione dei lavori.

Per quanto riguarda la posa delle condotte, in particolare per quelle fognarie, l'appaltatore dovrà, prima dell'inizio dei lavori, effettuare il controllo e il coordinamento delle quote altimetriche delle condotte esistenti alle quali la tubazione da collocare dovrà collegarsi. Pertanto l'impresa sarà tenuta a presentare alla direzione dei lavori la planimetria e profilo del terreno con le quote dei ricettori finali, di eventuali interferenze con altri manufatti, di capisaldi planimetrici e di quota aggiuntivi di infittimento o spostati rispetto a quelli di progetto che fossero insufficienti o potessero essere danneggiati dalle macchine operatrici durante l'esecuzione dei lavori. Il prezzo dello scavo comprenderà l'onere dell'allargamento per la formazione delle nicchie laterali e sul fondo in corrispondenza dei giunti per l'accurata ispezione delle giunzioni stesse in fase di prova di tenuta.

Gli scavi dovranno, quando occorra, essere solidamente puntellati e sbadacchiati con robuste armature, in modo da impedire ogni smottamento di materie durante l'esecuzione tanto degli scavi che della posa di condotte.

L'appaltatore è responsabile dei danni ai lavori, alle persone, alle proprietà pubbliche e private che potessero accadere per la mancanza o insufficienza di tali puntellamenti e sbadacchiature, alle quali egli deve provvedere di propria iniziativa, adottando anche tutte le altre precauzioni riconosciute necessarie, senza rifiutarsi per nessun pretesto di ottemperare alle prescrizioni che al riguardo gli venissero impartite dalla direzione dei lavori.

#### **110.3. Scavi subacquei**

Sono considerati come scavi subacquei soltanto quelli eseguiti in acqua a profondità maggiore di 20 cm sotto il livello costante a cui si stabiliscono le acque sorgive nei cavi, sia naturalmente, sia dopo un parziale prosciugamento ottenuto con macchine o con l'apertura di canali di drenaggio.

Il volume di scavo eseguito in acqua, sino a una profondità non maggiore di 20 cm dal suo livello costante, verrà perciò considerato come scavo in presenza d'acqua, ma non come scavo subacqueo. Gli scavi subacquei saranno valutati con un sovrapprezzo in aggiunta agli scavi di fondazione per tenere conto degli aggrottamenti ed esaurimenti dell'acqua presente con qualsiasi mezzo l'appaltatore ritenga opportuno eseguirli.

Per i prosciugamenti praticati durante la esecuzione delle murature, l'appaltatore dovrà adottare tutti quegli accorgimenti atti a evitare il dilavamento delle malte.

#### **110.4. Scavi di gallerie, cunicoli e pozzi**

Il volume degli scavi per gallerie, cunicoli e pozzi dovrà essere valutato geometricamente in base alle sezioni prescritte per ciascun tratto. Ogni eventuale maggiore scavo non verrà pagato all'appaltatore, il quale è obbligato a eseguire a sue spese il riempimento di tali vani, con muratura o altro materiale accettato da direttore dei lavori, che in conseguenza della maggiore escavazione, si formassero tra le opere o i manufatti e il terreno.

Nel caso in cui si verificassero frane, oppure naturali rilasci, di volume mediamente superiore ai 5,00 m<sup>3</sup> per ciascun metro lineare del tratto di galleria lungo il quale la frana o il rilascio si è prodotto, il prezzo speciale contrattuale si applicherà alla parte eccedente detto volume ed esclusivamente a essa.

Il volume di tali frane o rilasci di terreno dovrà essere misurato dal volume del vuoto o fornello formatosi; e quando le frane non lascino dietro di loro un vuoto ben determinato, se ne potrà valutarne il volume desumendolo da quello delle materie asportate ridotto di un quarto, e dal quale si è dedotto il quantitativo di scavo, di galleria o cunicolo, corrispondente al tratto nel quale si sono verificati gli scoscendimenti.

Non sarà corrisposto alcun compenso quando i rilasci o frane siano riconosciuti imputabili all'appaltatore o per la poca diligente condotta dei lavori, o per deficienza di armature e puntellamenti, o per l'inosservanza delle prescrizioni impartite dalla direzione dei lavori; in tal caso l'appaltatore stesso, oltre allo sgombrò delle materie franate, è in obbligo di eseguire a sue spese tutte le riparazioni eventualmente occorrenti.

Qualora si ritenga opportuno di variare le dimensioni o la forma delle murature di rivestimento, per modo che ne consegua la necessità di procedere a disarmi parziali o a rilevaggi per ingrandire la sezione dello scavo, questo maggiore scavo, sempre che effettivamente ordinato dalla direzione dei lavori, è da valutare al prezzo contrattuale per gli scavi di gallerie e cunicoli, senza diritto dell'appaltatore di pretendere ulteriori compensi.

I prezzi degli scavi di gallerie si riferiscono a materie di qualsiasi natura e consistenza, compresa la roccia di qualunque durezza, quali che fossero i mezzi d'opera impiegati per la loro escavazione; nei prezzi stessi è compreso ogni onere per la spaccatura e asportazione di massi e di ogni altro materiale che si rinvenga negli scavi.

Coi prezzi in genere per gli scavi in galleria si intendono compensate le spese tutte che l'appaltatore deve sostenere:

1) per tutte le puntellature, sbatracchiature e armature di qualunque importanza che possano occorrere, anche se direttamente ordinate dalla direzione dei lavori, per la perdita parziale o totale del legname impiegato;

2) per tutte le impalcature e ponti provvisori, per il trasporto in rilevato o a rifiuto dei materiali di risulta dagli scavi, per passaggi e attraversamenti;

3) per prosciugamenti ed esaurimenti d'acqua, di qualunque importanza, e per l'esecuzione degli scavi in presenza di acqua;

4) per la preparazione del suolo ove dovranno depositarsi le materie di risulta dagli scavi, lo spandimento e la regolarizzazione delle materie stesse;

5) per la illuminazione ventilazione della galleria e per ogni assistenza agli operai;

6) per ogni altra spesa occorrente per la esecuzione degli scavi secondo le prescrizioni progettuali e quelle impartite direzione dei lavori.

I prezzi della tariffa per gli scavi in galleria con perforazione meccanica comprendono e compensano l'appaltatore anche di tutte le spese occorrenti per i relativi impianti e il loro esercizio. Tali prezzi sono applicabili solo quando la perforazione meccanica sia tassativamente prescritta o venga ordinata dalla direzione dei lavori. Quando la perforazione meccanica venga applicata per sola iniziativa dell'appaltatore, gli scavi verranno esclusivamente valutati coi prezzi relativi alla perforazione ordinaria.

Quando, per cause indipendenti dall'impresa, occorra addivenire anche più di una volta a ricostruzioni parziali o totali delle gallerie, lo scavo e la demolizione delle murature occorrenti per tali ricostruzioni sono misurati e pagati nello stesso modo e con gli stessi prezzi stabiliti dalla tariffa dei lavori di prima costruzione.

#### **110.5. Oneri aggiunti per gli scavi**

Oltre che per gli obblighi particolari emergenti dal presente articolo, con i prezzi d'elenco per gli scavi in genere l'appaltatore si deve ritenere compensato per i seguenti altri eventuali oneri:

– per taglio di piante, estirpazione di ceppaie, radici, ecc.;

– per il taglio e lo scavo con qualsiasi mezzo delle materie sia asciutte che bagnate, di qualsiasi consistenza e anche in presenza d'acqua;

– per paleggi, innalzamento, carico, trasporto e scarico a rinterro o a rifiuto entro i limiti previsti in elenco prezzi, sistemazione delle materie di rifiuto, deposito provvisorio e successiva ripresa;

– per la regolazione delle scarpate o pareti, per lo spianamento del fondo, per la formazione di gradoni, attorno e sopra le condotte di acqua o altre condotte in genere, e sopra le fognature o drenaggi secondo le sagome definitive di progetto esecutivo;

– per puntellature, sbatracchiature e armature di qualsiasi importanza e genere secondo tutte le prescrizioni contenute nel presente capitolato speciale d'appalto, compresi le composizioni, scomposizioni, estrazioni e allontanamento, nonché sfridi, deterioramenti, perdite parziali o totali del legname o dei ferri;

– per impalcature, ponti e costruzioni provvisorie, occorrenti sia per il trasporto delle materie di scavo sia per la formazione di rilevati, per passaggi, attraversamenti, ecc.;

– per ogni altra spesa necessaria per l'esecuzione completa degli scavi.

### **110.6. Misurazione degli scavi**

La misurazione degli scavi verrà effettuata nei seguenti modi:

- il volume degli scavi di sbancamento verrà determinato col metodo delle sezioni ragguagliate, in base ai rilevamenti eseguiti in contraddittorio con l'appaltatore, prima e dopo i relativi lavori;
- gli scavi di fondazione saranno computati per un volume uguale a quello risultante dal prodotto della base di fondazione per la sua profondità sotto il piano degli scavi di sbancamento, ovvero del terreno naturale, quando detto scavo di sbancamento non viene effettuato.

Al volume così calcolato si applicheranno i vari prezzi fissati nell'elenco per tali scavi; vale a dire che essi saranno valutati sempre come eseguiti a pareti verticali, ritenendosi già compreso e compensato col prezzo unitario di elenco ogni maggiore scavo.

Tuttavia per gli scavi di fondazione da eseguire con impiego di casseri, paratie o simili strutture, sarà incluso nel volume di scavo per fondazione anche lo spazio occupato dalle strutture stesse.

I prezzi di elenco, relativi agli scavi di fondazione, sono applicabili unicamente e rispettivamente ai volumi di scavo compresi fra piani orizzontali consecutivi, stabiliti per diverse profondità, nello stesso elenco dei prezzi.

Pertanto la valutazione dello scavo risulterà definita, per ciascuna zona, dal volume ricadente nella zona stessa e dall'applicazione a esso del relativo prezzo di elenco.

### **110.7. Disfacimenti e ripristini di massicciate e pavimentazioni stradali**

I disfacimenti e i ripristini delle massicciate e delle pavimentazioni saranno valutati a metro quadrato, assumendo per la misura di tali lavori un larghezza pari a quella convenzionalmente stabilita per gli scavi, maggiorata di cm 30. Verranno dedotte le superfici corrispondenti a rotaie, bocchette, chiusini, soglie e quant'altro occupi una parte della superficie pavimentata.

Gli scavi in cassonetto per il ripristino delle massicciate verranno valutati separatamente a metro cubo, considerando una larghezza di scavo pari a quella convenzionale sopra stabilita e la profondità effettiva del cassonetto ordinato dalla direzione dei lavori.

## **Art. 111 – Rilevati, rinterri e vespai**

### **111.1. Rilevati**

Il volume dei rilevati e dei rinterri sarà determinato con il metodo delle sezioni ragguagliate, in base a rilevamenti eseguiti come per gli scavi di sbancamento.

### **111.2. Rinterri**

I rinterri di cavi a sezione ristretta saranno valutati a metro cubo per il loro volume effettivo misurato in opera. Nei prezzi di elenco sono previsti tutti gli oneri per il trasporto dei terreni da qualsiasi distanza e per gli eventuali indennizzi a cave di prestito.

### **111.3. Preparazione del piano di posa dei rilevati**

La preparazione del piano di posa dei rilevati, compresi il taglio e l'asportazione di piante, arbusti, basso bosco, ceppai e vegetazione in genere, l'asportazione del terreno vegetale per uno spessore non inferiore a 30 cm (da computare nel calcolo dei volumi), il riempimento con idonei materiali dei vuoti lasciati dalle parti asportate, ecc., sarà compensata per ogni metro quadrato di superficie preparata.

### **111.4. Riempimento con misto granulare**

Il riempimento con misto granulare a ridosso delle murature per drenaggi, vespai, ecc., sarà valutato a metro cubo per il suo volume effettivo misurato in opera.

### **111.5. Paratie di calcestruzzo armato**

Saranno valutate per la loro superficie effettiva misurata tra le quote di imposta delle paratie stesse e la quota di testata della trave superiore di collegamento.

Nel prezzo sono compresi tutti gli oneri per la trivellazione, la fornitura e il getto del calcestruzzo, la fornitura e posa del ferro d'armatura, la formazione e successiva demolizione delle corree di guida nonché la scapitozzatura, la formazione della trave superiore di collegamento, l'impiego di fanghi bentonitici, l'allontanamento dal cantiere di tutti i materiali di risulta e gli spostamenti delle attrezzature.

**111.6. Vespai**

Nei prezzi dei vespai è compreso ogni onere per la fornitura di materiali e posa in opera come prescritto nelle norme sui modi di esecuzione.

La valutazione sarà effettuata al metro cubo di materiali in opera.

**Art. 112 – Demolizioni, dismissioni e rimozioni****112.1. Demolizioni di tramezzi**

Le demolizioni parziali o totali di tramezzi di spessore non superiore a 15 cm, compresi gli eventuali rivestimenti saranno valutate a metro quadrato, compreso l'onere del trasporto a pubblica discarica del materiale di risulta.

**112.2. Demolizioni di murature**

Le demolizioni parziali o totali di murature di spessore superiore a 15 cm, compresi gli eventuali rivestimenti saranno valutate a metro cubo, compreso l'onere del trasporto a pubblica discarica del materiale di risulta.

**112.3. Taglio a sezione obbligata di muratura per la realizzazione di vani porte e/o finestre**

Il taglio a sezione obbligata di muratura di spessore superiore a 15 cm eseguito con metodi manuali o meccanici per la realizzazione di vani porta o finestre e simili, compreso l'onere del puntellamento, lo sgombero delle macerie e del loro trasporto a pubblica discarica, sarà compensato a metro cubo.

**112.4. Taglio a sezione obbligata di tramezzi per la realizzazione di vani porta e simili**

Il taglio a sezione obbligata di tramezzi di spessore non superiore a 15 cm eseguito con metodi manuali o meccanici per la realizzazione di vani porta e simili, compreso l'onere dell'eventuale puntellamento, lo sgombero delle macerie e del loro trasporto a pubblica discarica, sarà compensato a metro quadrato.

**112.5. Demolizione di elementi strutturali in conglomerato cementizio armato o non armato**

La demolizione di elementi strutturali in conglomerato cementizio armato o non armato, compreso l'onere del trasporto a pubblica discarica del materiale di risulta, sarà compensata a metro cubo di struttura demolita.

**112.6. Demolizioni totali di solaio**

Le demolizioni totali di solai di qualsiasi tipo e spessore, compreso gli eventuali pavimenti, e l'onere del trasporto a pubblica discarica del materiale di risulta, saranno valutate a metro quadrato.

**112.7. Taglio a sezione obbligata di solaio**

Il taglio a sezione obbligata di porzione di solaio, compreso l'onere del taglio della parte di pavimento prevista in progetto, del sottofondo, dello sgombero delle macerie e del loro trasporto a pubblica discarica, sarà compensato a metro quadrato.

**112.8. Demolizione di controsoffitti**

La demolizione di controsoffitti di qualsiasi tipo e natura, compreso l'onere del ponteggio, lo sgombero e il trasporto a pubblica discarica del materiale di risulta, sarà compensata a metro quadrato di superficie demolita.

**112.9. Dismissione di pavimenti e rivestimenti**

La dismissione di pavimenti e rivestimenti interni quali marmi, piastrelle e simili, compresa la demolizione dell'eventuale sottostrato e il trasporto a pubblica discarica del materiale di risulta sarà compensata a metro quadrato di superficie dismessa.

**112.10. Dismissione di lastre di marmo per soglie, davanzali di finestre, ecc.**

La dismissione di lastre di marmo per soglie, davanzali di finestre, rivestimenti di gradini e simili, compreso la rimozione dello strato di malta/collante sottostante, lo sgombero dei detriti e il trasporto del materiale di risulta a pubblica discarica, sarà compensata a metro quadrato di superficie dismessa.

**112.11. Rimozione di infissi**

La rimozione di infissi interni o esterni, compreso mostre, telai, falsi telai, succioli, cassonetti coprirullo, e il trasporto a pubblica discarica del materiale inutilizzabile, sarà compensata a metro quadrato.

**112.12. Rimozione di infissi da riutilizzare**

La rimozione di infissi interni o esterni, compreso mostre e telai con la necessaria accortezza, da riutilizzare dopo eventuale trattamento, sarà compensata a metro quadrato.

**112.13. Rimozione di ringhiere, grate, cancelli, ecc.**

La rimozione di opere in ferro quali ringhiere, grate, cancelli, anche con eventuali elementi in vetro, ecc., e il trasporto a pubblica di scarica del materiale inutilizzabile sarà compensata a metro quadrato.

**112.14. Sostituzione di parti di ringhiere, grate, cancelli, ecc.**

La sostituzione di elementi di opere in ferro quali ringhiere, grate, cancelli, ecc., e il trasporto a rifiuto del materiale inutilizzabile sarà compensata a corpo.

**112.15. Dismissione e rimontaggio di strutture in alluminio**

La dismissione e il rimontaggio di strutture in alluminio e vetri e simili sarà compensata a corpo.

**Art. 113 – Murature, calcestruzzi, solai, impermeabilizzazioni****113.1. Murature e tramezzi****113.2. Murature**

Tutte le murature in genere, con spessore superiore a 15 cm, saranno misurate geometricamente in base al volume, con le misure prese sul vivo dei muri, esclusi cioè gli intonaci. Sarà fatta deduzione di tutti i vuoti di luce superiore a 1,00 m<sup>2</sup>.

Nei prezzi della muratura di qualsiasi specie si intende compreso ogni onere per la formazione di spalle, sguinci, spigoli, strombature.

**113.2.1. Tramezzi**

Tutte le tramezzature in genere, con spessore inferiore a 15 cm, saranno valutate a metro quadrato. Sarà fatta deduzione di tutti i vuoti di luce superiore a 1,00 m<sup>2</sup>.

Nei prezzi della tramezzatura di qualsiasi specie si intende compreso ogni onere per la formazione di spalle, sguinci, spigoli, strombature.

**113.2.2. Sagome, cornici, cornicioni, lesene, pilastri**

La formazione di sagome, di cornici, cornicioni, lesene, ecc., di qualsiasi oggetto sul paramento murario, sarà valutato a corpo.

**113.3. Calcestruzzi**

I calcestruzzi per fondazioni e le strutture costituite da getto in opera, saranno in genere pagati a metro cubo e misurati in opera in base alle dimensioni previste dal progetto esecutivo, esclusa quindi ogni eccedenza, ancorché inevitabile, dipendente dalla forma degli scavi aperti e dal modo di esecuzione dei lavori.

Nei prezzi del conglomerato sono inoltre compresi tutti gli oneri derivanti dalla formazione di palchi provvisori di servizio, dall'innalzamento dei materiali, qualunque sia l'altezza alla quale l'opera di cemento armato dovrà essere eseguita, nonché per il getto e la vibratura.

L'armatura ad aderenza migliorata verrà compensata a parte.

**113.3.1. Casseformi**

Le casseforme e le relative armature di sostegno, se non comprese nei prezzi di elenco del conglomerato cementizio, saranno computate a metro quadrato.

**113.4. Acciaio per armature e reti elettrosaldate****113.4.1. Acciaio per c.a.**

Le barre di acciaio ad aderenza migliorata, per armature di opere di cemento armato di qualsiasi tipo, nonché la rete elettrosaldata, opportunamente sagomate e collocate in opera secondo le quantità del progetto esecutivo delle

strutture in c.a., sarà valutato secondo il peso effettivo; nel prezzo oltre alla lavorazione e lo sfrido è compreso l'onere della legatura dei singoli elementi e la posa in opera dell'armatura stessa.

### **113.5. Solai, impermeabilizzazioni, rivestimenti, ecc.**

#### **113.5.1. Solai**

I solai interamente di cemento armato (senza laterizi) saranno valutati al metro cubo come ogni altra opera di cemento armato.

Ogni altro tipo di solaio, qualunque sia la forma, sarà invece pagato al metro quadrato di superficie netta misurata all'interno dei cordoli e/o delle travi di calcestruzzo armato, esclusi, quindi, la presa e l'appoggio su cordoli perimetrali o travi di calcestruzzo armato o su eventuali murature portanti.

#### **113.5.2. Impermeabilizzazioni**

Le impermeabilizzazioni con malta di asfalto, bitume, guaina prefabbricata a base di bitume, membrana composita, ecc, dello spessore minimo e caratteristiche rispondenti a quelle indicato nell'elenco prezzi o nei disegni progettuali esecutivi, sarà compensata:

- a metro quadrato, per le superfici piane;
- a metro quadrato di proiezione orizzontale per le superfici inclinate.

#### **113.5.3. Isolamento termo-acustico di pareti verticali o intercapedini di murature, solai, terrazzi, ecc.**

L'isolamento termo-acustico di pareti verticali, intercapedini di murature, solai, terrazze realizzate con pannelli rigidi, posti in opera con le caratteristiche indicate nell'elenco prezzi e le dimensioni minime progettuali, sarà compensato a metro quadrato di superficie isolata.

#### **113.5.4. Massetto isolante**

Il massetto isolante posto in opera a qualunque altezza nel rispetto di eventuali pendenze, con le caratteristiche indicate nell'elenco prezzi e le dimensioni minime illustrate nel progetto esecutivo, sarà compensata a metro cubo.

#### **113.5.5. Misurazione delle coibentazioni**

Per altre indicazioni circa la misurazione delle coibentazioni di tubazioni, apparecchi e serbatoi, non previste espressamente, si rimanda alla norma **UNI 6665**.

### **113.6. Lavori in metallo**

#### **113.6.1. Ringhiere e cancellate semplici**

Le ringhiere e cancellate, con profilati di ferro scotolari o pieni e con disegni semplici e lineari, saranno valutate a peso.

#### **113.6.2. Ringhiere e cancellate con ornati**

Le ringhiere e cancellate di ferro con ornati o con disegni particolarmente complessi saranno valutate a corpo.

### **113.7. Controsoffitti e soppalchi**

#### **113.7.1. Soppalchi**

I soppalchi in generale saranno valutati a metro quadrato di superficie di solaio realizzata.

#### **113.7.2. Controsoffitti piani**

I controsoffitti piani di qualsiasi forma e materiale saranno pagati a metro quadrato secondo il tipo di materiale. Nel prezzo è inclusa anche la struttura portante e/o di sospensione del controsoffitto.

#### **113.7.3. Lavorazioni particolari sui controsoffitti**

Gli eventuali elementi aggiuntivi di lavorazioni sui controsoffitti quali, a esempio sporgenze, rientranze, sagome particolari, cornici, ecc. saranno compensate a corpo.

### **113.8. Pavimenti e rivestimenti**

#### *113.8.1. Pavimenti*

La posa in opera di pavimenti, di qualunque genere, sarà valutata a metro quadrato di superficie effettivamente eseguita. Nel prezzo si intende compresa la realizzazione dell'eventuale fuga.

#### *113.8.2. Zoccolino battiscopa*

La posa in opera di zoccolino battiscopa di qualunque genere, sarà valutata a metro lineare. Nel prezzo si intende compresa la realizzazione dell'eventuale fuga.

#### *113.8.3. Rivestimenti di pareti*

La posa in opera di rivestimenti di piastrelle e simili verrà valutata a metro quadrato per la superficie effettivamente realizzata. Nel prezzo è compresa la posa in opera di eventuali pezzi speciali nonché la stuccatura finale delle eventuali fughe.

### **113.9. Intonaci**

La fornitura e posa in opera di intonaci di qualsiasi tipo sarà compensata a metro quadrato di superficie effettiva, in generale escludendo i vuoti superiori a un metro quadrato.

### **113.10. Tinteggiature, coloriture e verniciature**

#### *113.10.1. Pareti interne ed esterne*

Le tinteggiature interne ed esterne di pareti e soffitti saranno in generale misurate con le stesse norme applicate per gli intonaci.

#### *113.10.2. Infissi e simili*

La preparazione e la successiva tinteggiatura o laccatura di infissi e simili provenienti da dismissione sarà valutata a corpo, comprendendo la dismissione e ricollocazione dell'infisso dopo il trattamento.

#### *113.10.3. Opere in ferro semplici e senza ornati*

Per le opere in ferro semplici e senza ornati, si pagherà la superficie geometrica circoscritta vuoto per pieno misurata su di una sola faccia, ritenendo così compensata la coloritura dei sostegni, grappe e simili accessori, dei quali non si terrà conto alcuno nella misurazione.

#### *113.10.4. Opere in ferro con ornati*

Per le opere in ferro con ornati, sarà computata due volte l'intera loro superficie geometrica circoscritta vuoto per pieno, misurata con le norme e con le esclusioni di cui al punto precedente.

#### *113.10.5. Serrande metalliche*

Per le serrande metalliche si applicherà la norma di cui al punto precedente.

### **113.11. Infissi**

#### *113.11.1. Modalità di misurazione delle superfici*

La superficie degli infissi, qualora non espressamente o non chiaramente indicata nell'elenco prezzi, sarà misurata considerando le luci nette  
(oppure)

La superficie degli infissi, qualora non espressamente o non chiaramente indicata nell'elenco prezzi, sarà misurata considerando le luci fra i telai.

(oppure)

La superficie degli infissi, qualora non espressamente o non chiaramente indicata nell'elenco prezzi, sarà misurata considerando la luce massima tra le mostre.

I prezzi elencati comprendono la fornitura a piè d'opera dell'infisso e dei relativi accessori (serrature, maniglie e cerniere), l'onere dello scarico e del trasporto sino ai singoli vani di destinazione e la posa in opera.

#### *113.11.2. Porte in legno*

La fornitura e collocazione di porte interne o di ingresso sarà valutata a corpo, compreso telai, coprifili e ferramenta e maniglie.

#### *113.11.3. Infissi in metallo*

La fornitura e collocazione di infissi di alluminio, compreso telai, coprifili, ferramenta e maniglie. elementi in vetro (vetro-camera, vetro normale, vetro di sicurezza), pannelli, ecc., sarà valutata a metro quadrato.

### **113.12. Pluviali e grondaie**

#### *113.12.1. Tubi pluviali*

I tubi pluviali (in PVC, rame, ecc.) saranno valutati a metro lineare di sviluppo in opera senza tener conto delle parti sovrapposte, escluso i pezzi speciali che saranno pagati a parte, intendendosi compresa nei rispettivi prezzi di elenco la fornitura e posa in opera di staffe o altri elementi di ancoraggio (in acciaio, rame).

#### *113.12.2. Grondaie*

Le grondaie (in PVC, rame, ecc.) saranno valutate a metro lineare di sviluppo lineare in opera, senza cioè tener conto nella misurazione delle parti sovrapposte, intendendosi compresa nei rispettivi prezzi di elenco la fornitura a posa in opera di staffe o altri elementi di ancoraggio (acciaio, rame).

## **Art. 114 – Impianti elettrici**

### **114.1. Quadri elettrici relativi alle centrali, tubi protettivi, ecc.**

I quadri elettrici relativi alle centrali, i tubi protettivi, le linee elettriche di alimentazione e di comando delle apparecchiature, le linee di terra e i collegamenti equipotenziali sono valutati nel prezzo di ogni apparecchiatura a piè d'opera alimentata elettricamente.

### **114.2. Canalizzazioni e cavi**

I tubi di protezione, le canalette portacavi, i condotti sbarre, il piatto di ferro zincato per le reti di terra, saranno valutati al metro lineare misurando l'effettivo sviluppo lineare in opera.

Sono comprese le incidenze per gli sfridi e per i mezzi speciali per gli spostamenti, raccordi, supporti, staffe, mensole e morsetti di sostegno e il relativo fissaggio a parete con tasselli a espansione.

I cavi multipolari o unipolari di MT e di BT saranno valutati al metro lineare misurando l'effettivo sviluppo lineare in opera, aggiungendo 1 m per ogni quadro al quale essi sono attestati.

Nei cavi unipolari o multipolari di MT e di BT sono comprese le incidenze per gli sfridi, i capi corda e i marca cavi, esclusi i terminali dei cavi di MT.

I terminali dei cavi a MT saranno valutati a numero. Nel prezzo dei cavi di MT sono compresi tutti i materiali occorrenti per l'esecuzione dei terminali stessi.

I cavi unipolari isolati saranno valutati al metro lineare misurando l'effettivo sviluppo in opera, aggiungendo 30 cm per ogni scatola o cassetta di derivazione e 20 cm per ogni scatola da frutto.

Sono comprese le incidenze per gli sfridi, morsetti volanti fino alla sezione di 6 mm<sup>2</sup>, morsetti fissi oltre tale sezione.

Le scatole, le cassette di derivazione e i box telefonici, saranno valutati a numero secondo le rispettive caratteristiche, tipologia e dimensione.

Nelle scatole di derivazione stagne sono compresi tutti gli accessori quali passacavi, pareti chiuse, pareti a cono, guarnizioni di tenuta, in quelle dei box telefonici sono comprese le morsettiere.

### **114.3. Apparecchiature in generale e quadri elettrici**

Le apparecchiature in generale saranno valutate a numero secondo le rispettive caratteristiche, tipologie e portata entro i campi prestabiliti.

Sono compresi tutti gli accessori per dare in opera l'apparecchiatura completa e funzionante.

I quadri elettrici saranno valutati a numero secondo le rispettive caratteristiche e tipologie in funzione di:

- superficie frontale della carpenteria e relativo grado di protezione (IP);
- numero e caratteristiche degli interruttori, contattori, fusibili, ecc.

Nei quadri la carpenteria comprenderà le cerniere, le maniglie, le serrature, i pannelli traforati per contenere le apparecchiature, le etichette, ecc.

Gli interruttori automatici magnetotermici o differenziali, i sezionatori e i contattori da quadro, saranno distinti secondo le rispettive caratteristiche e tipologie quali:

- a) il numero dei poli;
- b) la tensione nominale;
- c) la corrente nominale;
- d) il potere di interruzione simmetrico;
- e) il tipo di montaggio (contatti anteriori, contatti posteriori, asportabili o sezionabili su carrello); comprenderanno l'incidenza dei materiali occorrenti per il cablaggio e la connessione alle sbarre del quadro e quanto occorre per dare l'interruttore funzionante.

I corpi illuminanti saranno valutati a numero secondo le rispettive caratteristiche, tipologie e potenzialità. Sono comprese le lampade, i portalampade e tutti gli accessori per dare in opera l'apparecchiatura completa e funzionante.

I frutti elettrici di qualsiasi tipo saranno valutati a numero di frutto montato. Sono escluse le scatole, le placche e gli accessori di fissaggio che saranno valutati a numero.

#### **114.4. Opere di assistenza agli impianti**

Le opere e gli oneri di assistenza di tutti gli impianti compensano e comprendono le seguenti prestazioni:

- scarico dagli automezzi e sistemazione in magazzino di tutti i materiali pertinenti agli impianti;
- apertura e chiusura di tracce per la posa di tubazioni, cassette di derivazione, ecc., per impianti (idrico-sanitario, elettrico, riscaldamento, climatizzazione, ecc.), predisposizione e formazione di fori, nicchie per quadri elettrici, collettori, ecc.;
- muratura di scatole, cassette, sportelli, controtelai di bocchette, serrande e griglie;
- fissaggio di apparecchiature in genere ai relativi basamenti e supporti;
- formazione di basamenti di calcestruzzo o muratura e, ove richiesto, la interposizione di strato isolante, baggioli, ancoraggi di fondazione e nicchie;
- i materiali di consumo e i mezzi d'opera occorrenti per l'esecuzione degli impianti;
- il trasporto alla discarica dei materiali di risulta delle lavorazioni;
- scavi e rinterrati relativi a tubazioni o apparecchiature poste interrate;
- ponteggi di servizio interni ed esterni.

### **Art. 115 – Tubazioni, pozzetti prefabbricati, pezzi speciali, apparecchiature e impianti**

#### **115.1. Posa in opera di tubazioni**

La fornitura e posa in opera di tubazioni saranno valutati a metro lineare a seguito di misurazione effettuata in contraddittorio sull'asse delle tubazioni posate, senza tenere conto delle parti sovrapposte, detraendo la lunghezza dei tratti innestati in pozzetti o camerette.

#### **115.2. Pezzi speciali per tubazioni**

I pezzi speciali per la posa in opera di tubazioni (flange, flange di riduzione, riduzioni, curve, gomiti, manicotti, riduzioni, tazze, tappi di chiusura, piatti di chiusura, ecc.) saranno compensati a numero.

#### **115.3. Valvole, saracinesche**

Le valvole e le saracinesche varie saranno valutate a numero secondo le rispettive caratteristiche e dimensioni.

Nel prezzo sono compresi anche i materiali di tenuta.

#### **115.4. Pozzetti prefabbricati**

I pozzetti prefabbricati saranno pagati a elemento componente (elemento di base, elemento di sopralzo, piolo in acciaio rivestito, soletta di copertura, raggiungi quota, chiusino, ecc.) fornito e posto in opera, compresa la sigillatura degli elementi assemblati con idoneo materiale.

#### **115.5. Caditoie prefabbricate**

Le caditoie prefabbricate saranno pagate a elemento componente (elemento di base, anello di prolunga, anello d'appoggio, cestello in acciaio zincato, chiusino in ghisa sferoidale, ecc.) fornito e posto in opera, compresa la sigillatura degli elementi assemblati con idoneo materiale.

**115.6. Apparecchiature impianti**

Le apparecchiature degli impianti saranno valutati a numero e secondo le caratteristiche costruttive in relazione alle prescrizioni contrattuali.

**115.7. Impianti d'ascensore**

Gli impianti d'ascensore saranno valutati a corpo per ciascun impianto.

Nel prezzo a corpo sono compresi tutti i materiali e prestazioni di manodopera specializzata necessari per dare l'impianto completo e funzionante.

**Art. 116 – Opere stradali e pavimentazioni varie****116.1. Cigli e cunette**

I cigli e le cunette in calcestruzzo, ove in elenco non sia stato previsto prezzo a metro lineare, saranno pagati a metro cubo, comprendendo nel prezzo ogni magistero per dare le superfici viste rifinite fresche al fratazzo.

**116.2. Carreggiata****116.2.1. Compattazione meccanica dei rilevati**

La compattazione meccanica dei rilevati sarà valutata a metro cubo, quale compenso in aggiunta a quello per la formazione dei rilevati.

**116.2.2. Massicciata**

La ghiaia e il pietrisco e in generale tutti i materiali per massicciate stradali si valuteranno a metro cubo.

Normalmente la misura dovrà effettuarsi prima della posa in opera; il pietrisco o la ghiaia verranno depositati in cumuli regolari e di volume il più possibile uguale lungo la strada, oppure in cataste di forma geometrica; la misurazione a scelta della direzione dei lavori verrà fatta o con canne metriche, oppure col mezzo di una cassa parallelepipedica senza fondo che avrà le dimensioni di 1,00 m x 1,00 m x 0,50 m.

All'atto della misurazione sarà in facoltà della direzione dei lavori di dividere i cumuli in tante serie ognuna di un determinato numero, e di scegliere in ciascuna serie il cumulo da misurare come campione.

Il volume del cumulo misurato sarà applicato a tutti quelli della corrispondente serie e se l'impresa avrà mancato all'obbligo della uguaglianza dei cumuli dovrà sottostare al danno che per avventura le potesse derivare da tale applicazione.

Tutte le spese di misurazione, comprese quelle della fornitura e trasporto della cassa, e quelle per lo spandimento dei materiali, saranno a carico dell'impresa e compensate coi prezzi di tariffa della ghiaia e del pietrisco.

Quanto sopra vale anche per i rimanenti materiali di massicciata, ghiaia e pietrisco di piccole dimensioni che potessero occorrere per le banchine di marciapiedi, piazzali e altro, e per il sabbione a consolidamento della massicciata, nonché per le cilindature, bitumature, quando la fornitura non sia compresa nei prezzi di questi lavori, e per qualsiasi altro scopo.

Potrà anche essere disposta la misura in opera con convenienti norme e prescrizioni.

**116.2.3. Impietramento od ossatura**

L'impietramento per sottofondo di massicciata verrà valutato a metro quadrato della relativa superficie e, con i prezzi di elenco stabiliti a seconda delle diverse altezze da dare al sottofondo, l'impresa s'intende compensata di tutti gli oneri e obblighi necessari.

La misura e il pagamento possono riferirsi a volume misurato in opera o in cataste.

**116.3. Cilindratura di massicciata e sottofondi**

Il lavoro di cilindatura di massicciate con compressore a trazione meccanica sarà pagato in ragione di metro cubo di pietrisco cilindato, qualunque sia la larghezza della striscia da cilindare.

Con i prezzi di elenco relativi a ciascuno dei tipi di cilindature s'intenderà compensata ogni spesa per noli, trasporto dei compressori a piè d'opera all'inizio del lavoro e per ritornare poi in rimessa, sia per ricovero durante la notte che nei periodi di sosta.

La cilindatura di sottofondo, qualora venga ordinata sarà pagata in ragione di metri cubi di sottofondo in opera, col prezzo di elenco, nel quale sono compresi tutti gli oneri principali ed eventuali di cui sopra (oppure a superficie cilindata col prezzo di elenco).

Le cilindature possono essere previste anche a tonnellata-chilometro, e con prestazioni in economia, per lavori in economia, o per esecuzioni di pavimentazioni, applicazioni di manti superficiali, ecc. per i quali non sia compreso nel prezzo l'onere delle cilindature, nei quali casi si stabiliranno le necessarie prescrizioni, modo di misura e prezzo.

#### **116.4. Fondazioni e pavimentazioni in conglomerato cementizio; fondazioni in terra stabilizzata**

La valutazione per le fondazioni e pavimentazioni in conglomerato cementizio e fondazioni in terra stabilizzata è sarà valutata a metro cubo di opera finita. Il prezzo a metro cubo della fondazione e pavimentazione in calcestruzzo comprende tutti gli oneri per:

- studio granulometrico della miscela;
- la fornitura e stesa di un centimetro di sabbia quale letto di posa del calcestruzzo, e dello strato di cartone catramato isolante;
- la fornitura degli inerti delle qualità e quantità prescritte dal capitolato, nonché la fornitura del legante e dell'acqua;
- il nolo del macchinario occorrente per la confezione, il trasporto e posa in opera del calcestruzzo;
- la vibrazione e stagionatura del calcestruzzo;
- la formazione e sigillatura dei giunti;
- tutta la mano d'opera occorrente per i lavori suindicati, e ogni altra spesa e onere per il getto della lastra, ivi compreso quello del getto in due strati, se ordinato.

Lo spessore sarà valutato in base a quello prescritto con tolleranza non superiore ai 5 mm purché le differenze si presentino saltuariamente e non come regola costante. In questo caso non si terrà conto delle eccedenze, mentre si dedurranno le deficienze riscontrate.

Per armatura del calcestruzzo verrà fornita e posta in opera una rete d'acciaio a maglie che verrà valutata a parte, secondo il peso unitario prescritto e determinato in precedenza a mezzo di pesatura diretta.

Anche per le fondazioni in terra stabilizzata valgono tutte le norme di valutazione sopra descritte. Si precisa a ogni modo che il prezzo comprende:

- gli oneri derivanti dalle prove preliminari necessarie per lo studio della miscela nonché da quelle richieste durante l'esecuzione del lavoro;
- la eventuale fornitura di terre e sabbie idonee alla formazione della miscela secondo quanto prescritto o richiesto dalla direzione dei lavori;
- il macchinario e la mano d'opera necessari e quanto altro occorra come precedentemente descritto.

#### **116.5. Trattamenti protettivi delle pavimentazioni – manti di conglomerato – pavimentazioni di cemento**

I trattamenti superficiali, le penetrazioni, i manti di conglomerato, le pavimentazioni cementizie e in genere qualunque tipo di pavimentazione di qualsiasi spessore verranno compensati a metro quadrato di superficie trattata.

Per i conglomerati, ove l'elenco dei prezzi lo prescrive, la valutazione sarà fatta a volume. Qualora i quantitativi di legante o di materiale di aggregazione stabiliti variassero, ovvero, nel caso di manti a tappeto o a conglomerati a masse aperte o chiuse da misurarsi a superficie, si modificassero gli spessori, si farà luogo alle relative detrazioni analogamente a come su espresso. I cordoli laterali (bordi), se ordinati, saranno valutati a parte.

#### **116.6. Acciottolati, selciati, lastricati, pavimentazioni in cemento, di porfido**

Gli acciottolati, i selciati, i lastricati e le pavimentazioni in cubetti saranno pagati a metro quadrato di superficie realizzata.

#### **116.7. Pavimentazioni di marciapiedi**

Le pavimentazioni di marciapiedi saranno compensate a metro quadrato di superficie realizzata.

#### **116.8. Soprastrutture stabilizzate**

Le soprastrutture in terra stabilizzata, in terra stabilizzata con cemento, in terra stabilizzata con legante bituminoso, in pozzolana stabilizzata con calce idrata, verranno valutate a metro quadrato di piano viabile completamente sistemato.

#### **116.9. Conglomerati bituminosi**

I conglomerati bituminosi posti in opera previa spanditura dell'emulsione bituminosa, stesa del materiale e successivo costipamento mediante rullatura, saranno valutati per ogni metro quadrato e per ogni cm di spessore finito.

**Art. 117 – Opere a verde*****117.1. Prati***

I prati saranno valutati secondo a metro quadrato per la superficie effettiva ovvero secondo eventuali diverse specificazioni dell'elenco prezzi.

***117.2. Seminagioni e piantagioni***

Le seminagioni sulle scarpate dei rilevati saranno valutate a superficie per la proiezione orizzontale delle scarpate stesse, mentre le piantagioni saranno valutate a numero di piantine attecchite.

Nei relativi prezzi, oltre la fornitura dei semi e delle piantine, è compresa la preparazione del terreno e ogni onere necessario per la piantagione.

Nelle viminate è pure compreso ogni onere e garanzia per l'attecchimento. La valutazione viene fatta per metro quadrato.

## CAPITOLO 8 - INTEGRAZIONE AL CAPITOLO 4

### Premessa

I contenuti del presente Capitolo 8 sono integrativi ed eventualmente sostitutivi dei contenuti del precedente Capitolo 4 riguardante gli impianti.

### Art. 118 – Impianti gas medicinali

#### **118.1. Definizioni relative agli impianti gas medicali**

Per le definizioni relative agli elementi costitutivi e funzionali degli impianti gas medicali resta inteso che viene fatto implicito riferimento a quelle stabilite dalle vigenti norme ed in particolare alle definizioni espresse nella EN 737-3/2000 § 3.

Definizioni particolari, ove ritenuto necessario e utile, vengono espresse, in corrispondenza dei vari impianti, negli articoli seguenti.

#### **118.2. Caratteristiche tecniche degli impianti - Prescrizioni tecniche generali**

##### **Requisiti di rispondenza a norme, leggi e regolamenti**

Gli impianti e i componenti devono essere realizzati a regola d'arte, conformemente alle prescrizioni, della legge 5 marzo 1990, n.46, della legge 9 gennaio 1991 n°10, del DPR 6 dicembre 1991, n.447 (regolamento di attuazione della legge n.46/1990) del D.Lgs 46/97, del D.P.R. 14.01.1997, della norma europea EN 737-3 e successive modificazioni e integrazioni.

Le caratteristiche degli impianti stessi, nonché dei loro componenti, devono corrispondere alle norme di legge e di regolamento vigenti alla data di presentazione e in particolare essere conformi:

- alle prescrizioni di Autorità Locali, comprese quelle dei Vigili del Fuoco e della Direzione Sanitaria, in particolare al decreto Min. Int. 18.set.2002: *Approvazione della regola tecnica di prevenzione incendi per la progettazione, la costruzione e l'esercizio delle strutture sanitarie pubbliche e private* [pubblicato sulla GU n. 227 del 27-9-2002];

- alle prescrizioni e indicazioni dell'Azienda Distributrice del gas metano e dell'energia elettrica;
- alle Norme UNI-CIG
- alle norme UNI ed EN (ove applicabili)

A fine lavori, la Ditta appaltatrice dovrà rilasciare all'ente appaltante la dichiarazione di conformità ai sensi della L. 46/90. Dovrà altresì provvedere a istituire i seguenti documenti: descrizione degli impianti e dei processi, natura dei rischi e misure da adottare in caso di pericolo [D.Lgs. 626/94, art. 9], dislocazione dei presidi di emergenza ai sensi della normativa antincendio (quadri elettrici, vie di accesso, passaggio delle tubazioni, punti di ingresso negli edifici, ecc.) [DM 16.2.82 cat. 5e], certificazioni CE dei componenti sostituiti o installati [D.Lgs. 46/97], libretto di uso e manutenzione [direttiva macchine e D.Lgs. 626/94], segnalazioni di sicurezza [D.Lgs. 493/96], classificazione ai sensi D.Lgs. 46/97.

#### **118.3. Norme per la prevenzione degli infortuni sul lavoro**

Nei disegni e negli atti posti a base dell'appalto è precisata la destinazione o l'uso di ciascun ambiente, affinché le Ditte concorrenti ne tengano debito conto nella determinazione delle offerte ai fini di quanto stabilito dalle vigenti disposizioni di legge in materia antinfortunistica nonché dalle norme CEI, UNI-CIG, EN.

#### **118.4. Prescrizioni riguardanti le tubazioni**

##### **a) Tubi in rame**

Le tubazioni del gas saranno protette contro la corrosione e collocate in modo tale da non subire danneggiamenti dovuti ad urti. Le tubazioni del gas non saranno utilizzate come dispersori, conduttori di terra o come conduttori per la protezione di impianti ed apparecchiature elettriche, telefono compreso.

Tutte le tubazioni gas dovranno essere realizzate in rame per uso medico con spessore della parete minimo 1 mm o 1.5 mm a seconda della sezione privi di congiunzioni (tranne che per attacchi ai componenti), installate a vista con tasselli di fissaggio dotati di ammortizzatore di vibrazioni.

Le giunzioni delle tubazioni dovranno essere realizzati mediante brasatura capillare seguendo quanto specificato nella norma europea 737-3 § 11.3.1 e § 11.3.2. In particolare i metalli d'apporto per la brasatura non dovranno contenere più dello 0.025% di cadmio. La certificazione della composizione del materiale d'apporto dovrà essere fornita

dalla ditta appaltante.

Non saranno utilizzati raccordi meccanici con elementi di materiale non metallico. I raccordi ed i pezzi speciali saranno di rame, ottone o bronzo. Le giunzioni miste tra tubo di rame e tubo di acciaio, se presenti, saranno realizzate mediante brasatura forte o raccordi filettati; all'interno degli edifici non saranno impiegati giunti misti, ad eccezione del collegamento della tubazione in rame con l'apparecchio utilizzatore o con i componenti rilevanti [riduttore di linea, unità terminale].

Le tubazioni installate in vista saranno adeguatamente ancorate per evitare scuotimenti, vibrazioni ed oscillazioni. Esse saranno collocate in posizione tale da impedire urti e danneggiamenti ed adeguatamente protette. Le tubazioni del gas saranno protette contro la corrosione e collocate in modo tale da non subire danneggiamenti dovuti ad urti.

Le tubazioni del gas non saranno utilizzate come dispersori, conduttori di terra o come conduttori per la protezione di impianti ed apparecchiature elettriche, telefono compreso; le condotte, se installate a vista, disteranno almeno 2 cm dal rivestimento della parete o dal filo esterno del solaio.

**b) sezioni minime delle tubazioni**

La tubazione in rame dovrà essere di sezione secondo le misure indicate nel progetto, salvo diverse indicazioni della direzione lavori.

**c) provvedimenti in caso di incrocio dei tubi del gas con altre condutture**

La distanza minima fra le condotte ed i cavi o tubi di altri servizi sarà di almeno 30 cm; quando non si potrà rispettare la distanza minima di 30 cm, sarà comunque evitato il contatto diretto interponendo opportuni setti separatori con adeguate caratteristiche di rigidità dielettrica e di resistenza meccanica; nell'incrocio tra tubazioni, il tubo del gas sarà sottostante a quello dell'acqua e sarà protetto con opportuna guaina impermeabile in materiale incombustibile o non propagante la fiamma.

**d) percorsi delle tubazioni del gas**

Nell'attraversamento del muro esterno la tubazione non presenterà giunzioni o saldature e l'intercapedine fra la guaina e la tubazione del gas sarà sigillata con materiali adatti in corrispondenza della parte interna del locale, e sarà comunque assicurato il deflusso del gas proveniente da eventuali fughe mediante almeno uno sfiato verso l'esterno;

Le condotte, comunque installate, disteranno almeno 2 cm dal rivestimento della parete o dal filo esterno del solaio. Le tubazioni installate in vista saranno adeguatamente ancorate per evitare scuotimenti, vibrazioni ed oscillazioni. Esse saranno collocate in posizione tale da impedire urti e danneggiamenti ed adeguatamente protette.

**e) rifiniture – modalità di individuazione dei componenti installati**

Una volta completati i lavori di sostituzione qui indicati, è necessario procedere ad una operazione di rifinitura che preveda l'applicazione di targhette indicatrici sulle tubazioni, sulle apparecchiature e sulle valvole; l'applicazione di fasce colorate sulle tubazioni per il riconoscimento del fluido convogliato; l'applicazione di frecce indicanti la direzione del flusso. Le colorazioni dovranno rispettare quanto disposto dalla norma UNI 5634P *colori distintivi delle tubazioni convoglianti fluidi liquidi o gassosi*, e alla norma EN 739, in particolare, dovranno essere apposti i seguenti colori: bianco per l'ossigeno, blu scuro per il protossido d'azoto, verde chiaro per l'aria. Le reti di distribuzione devono essere marcate in modo permanente col nome del gas a intervalli non superiori a 10 metri, in ogni caso in prossimità di tutte le valvole di intercettazione, dei punti di collegamento, prima e dopo di ciascuna parete di separazione e in prossimità delle unità terminali. La marcatura può essere realizzata con targhetta metallica, etichetta adesiva, pitturazione indelebile. Le lettere dovranno avere altezza non inferiore a 6 mm e dovrà essere presente una freccia indicante la direzione del flusso di gas.

Nei locali che ospitano le centrali di alimentazione dovranno essere presenti delle tabelle indicanti lo schema della centrale con una legenda in cui compaiano tutti i componenti numerati in modo da poter essere individuati ed inoltre delle tabelle che indichino con chiarezza la data dell'ultima revisione e la firma del tecnico che ne ha operato la revisione e che cura la manutenzione.

**f) coordinamento con le opere di specializzazione edile e delle altre non facenti parte del ramo d'arte della Ditta appaltatrice**

Per le opere, lavori, o predisposizioni di specializzazione edile e di altre non facenti parte del ramo d'arte della Ditta appaltatrice, le cui caratteristiche esecutive siano subordinate a esigenze dimensionali o funzionali degli impianti oggetto dell'appalto, è fatto obbligo alla Ditta appaltatrice di rendere note tempestivamente all'Amministrazione appaltante le anzidette esigenze, onde la stessa Amministrazione possa disporre di conseguenza.

**118.5. Caratteristiche principali dei locali adibiti a centrali**

I locali destinati ad accogliere le centrali di alimentazione dovranno avere le seguenti principali caratteristiche:

- a) misure dei locali e/o box e loro caratteristiche edili come previsto negli elaborati grafici di progetto;
- b) massetto di base con canalizzazioni per le tubazioni gas e per l'impianto elettrico e di illuminazione;

c) scavo a sezione obbligata con posa di tubazione in acciaio per il contenimento della tubazione in rame a norma dei gas medicali 28x1,0;

d) apposizione di cartelli di segnalazione sulle porte dei locali e/o box indicanti la natura, il carattere di sensibilità e la eventuale pericolosità dei gas ivi contenuti, cartelli interni, ecc.....

Dovranno essere realizzati nel rispetto della normativa vigente, in particolare della Legge 46/90 e s.m.i., in particolare il quadro generale per l'alimentazione delle centrali, l'illuminazione interna a mezzo di plafoniere stagne IP65, l'illuminazione di emergenza a mezzo di lampada autonoma con ricarica da rete e intervento automatico alla mancanza dell'energia da rete e con apparecchi di illuminazione amovibili dalla sede usuale per poter ispezionare punti remoti delle centrali; tutti i comandi delle luci devono essere dislocati all'interno dei locali e/o box e accessibili solamente a personale addetto munito di chiave di apertura delle porte dei box medesimi.

#### **118.6. Componenti e impianti accessori; reti di distribuzione**

La tubazione di vettorizzazione dei gas dovrà essere di rame per uso medicale rispondente a quanto prescritto dalla norma UNI EN 737-3/2000 al paragrafo 4.3.8 R.

Prima dell'ingresso nell'edificio dovrà essere predisposto il collegamento con l'impianto di terra dell'edificio che potrà essere collegato con la treccia che c'è nei pressi dei box

Prima dell'ingresso nell'edificio dovrà essere predisposto il collegamento con l'impianto di terra dell'edificio che potrà essere collegato con la treccia che c'è nei pressi dei box

Dovranno essere predisposte e installate stazioni di riduzione di II stadio a servizio di alcuni reparti. La stazione dovrà essere realizzato nel modo indicato dalla norma UNI EN 737-3/2000, rispettando quanto indicato nel disegno di cui all'allegato A.20 della norma citata.

Dovranno essere previsti i sistemi di monitoraggio e allarme così come indicato nella norma UNI EN 737-3/2000 cap. 6.

#### **118.7. Centrale di alimentazione dell'ossigeno**

Le apparecchiature e le installazioni occorrenti, oltre a soddisfare i requisiti di seguito esposti, dovranno corrispondere alle prescrizioni in materia di infortuni sul lavoro contenute nelle norme e nel DPR 27 aprile 1955 n. 547.

La centrale dell'ossigeno deve essere costituita da tre sorgenti. La sorgente primaria sarà il serbatoio criogenico (non compreso in questo appalto) per cui le rampe esistenti andranno collegate a formare le rampe secondaria e di riserva. La centrale sarà unica data la presenza del serbatoio. La centrale per l'ossigeno (centrale di riserva e di emergenza) sarà composta da due rampe di bombole, nella formazione 5+5.

La centrale dovrà garantire la continuità di erogazione nelle normali condizioni di utilizzo ed in condizione di singolo guasto. La sorgente di riserva deve essere permanentemente collegata alla rete di distribuzione e deve venire inserita manualmente o inserirsi automaticamente qualora sia la sorgente primaria sia la secondaria siano inutilizzabili o in manutenzione. In ogni caso il collegamento deve essere effettuato a valle della valvola generale di intercettazione.

In particolare la centrale dovrà comprendere:

a) rastrelliere, rampe, serpentine per ossigeno, tubi di congiunzione AP per la formazione prevista di 5+5 bombole + collegamenti al serbatoio criogenico (non compreso, questo, nell'appalto);

b) quadro pneumatico di inversione con modulo elettronico di gestione e trasmissione allarmi secondo normativa UNI EN 737-3/2000 capitolo 6;

c) dispositivo di ingresso di emergenza;

d) riduttore di pressione volante con apposita cassetta di contenimento IP44

e) valvole HPS di spurgo e tubo di spurgo adducente all'esterno del box per lo sfogo in posizione non pericolosa per gli addetti;

f) targhe indicatrici di istruzioni d'uso, istruzioni di montaggio del riduttore volante di pressione, di istruzioni di sicurezza, di richiamo della normativa specifica e antincendio;

g) valvole e componenti secondo schema allegato e comunque in accordo con la norma UNI EN 737-3/2000 appendice A, fig. A.1.

#### **118.8. Centrale del Vuoto**

Una centrale del vuoto deve, secondo normativa, essere costituita da tre o più pompe del vuoto, da uno o più serbatoi, da due o più filtri batterici e da uno o più sistemi di scarico condensa. L'impianto qui delineato prevede tre compressori, un serbatoio, due filtri batterici in parallelo con valvola di by-pass, una trappola per scarico condensa, oltre a strumenti di controllo. La portata di progetto deve essere garantita anche con due pompe fuori servizio. Le pompe di riserva entrano in funzione se la pompa in funzione non è in grado di mantenere la depressione impostata. Il circuito di

comando delle pompe deve essere separato e indipendente. Almeno una delle pompe deve essere alimentata con sorgente privilegiata di emergenza. Lo scarico deve essere convogliato all'esterno.

In particolare, la centrale per le SS.OO., da spostare e integrare, comprenderà:

- a) triplo gruppo pompe di portata 3x180 mc/h, rispondente alla norma UNI EN 737-3/2000 e alla L. 46/97;
- b) n°1 serbatoio da 1.000 lt;
- c) doppio gruppo filtro con valvole di by-pass;
- d) quadro elettrico di comando e generazione allarmi che consenta il funzionamento della centrale anche in condizioni di singolo guasto, che faccia intervenire le pompe supplementari nel caso in cui la pompa principale non riesca a mantenere il grado di vuoto richiesto;
- e) collegamento flessibile fra pompe del vuoto e rete di distribuzione;
- f) valvole e dispositivi secondo schema allegato e comunque in accordo con la norma UNI EN 737-3/2000 appendice A, fig. A.19.

#### **118.9. Qualità e caratteristiche dei materiali**

Tutti i materiali e gli apparecchi impiegati negli impianti devono essere adatti all'ambiente in cui sono installati e devono avere caratteristiche tali da resistere alle azioni meccaniche, corrosive, termiche o dovute all'umidità alle quali possono essere esposti durante l'esercizio.

Tutti i materiali e gli apparecchi devono essere rispondenti alle relative norme di settore [UNI-CIG, CEI, ISPESL, ecc.].

Nella scelta dei materiali è raccomandata la preferenza ai prodotti nazionali o comunque a quelli dei Paesi della CE. Tutti gli apparecchi devono riportare dati di targa ed eventuali indicazioni d'uso utilizzando la simbologia di norma e la lingua italiana. Per i materiali la cui provenienza è prescritta dalle condizioni del presente Capitolato Speciale potranno essere richiesti i campioni dalla D.L..

#### **118.10. Modo di esecuzione e ordine dei lavori**

Tutti i lavori devono essere eseguiti secondo le migliori regole dell'arte e le prescrizioni impartite al riguardo dalla Direzione Lavori, in modo che gli impianti rispondano perfettamente a tutte le condizioni stabilite nel presente Capitolato Speciale e al progetto.

L'esecuzione dei lavori deve essere coordinata secondo le prescrizioni della Direzione Lavori e le esigenze che possono sorgere dalla contemporanea esecuzione di tutte le altre opere affidate ad altre Ditte.

La Ditta appaltatrice è pienamente responsabile degli eventuali danni arrecati, per fatto proprio e dei propri dipendenti, alle opere dell'edificio e/o a terzi.

Salvo preventive prescrizioni dell'Amministrazione appaltante, la Ditta appaltatrice ha facoltà di svolgere l'esecuzione dei lavori nel modo che riterrà più opportuno per darli finiti nel termine contrattuale secondo le regole dell'arte.

La Direzione Lavori potrà prescrivere un diverso ordine nell'esecuzione dei lavori, salvo la facoltà della Ditta appaltatrice di far presenti le proprie osservazioni e riserve nei modi e nei termini prescritti dalle leggi in vigore.

#### **118.11. Gestione dei lavori**

Per quanto riguarda la gestione dei lavori, dalla consegna al collaudo, si farà riferimento alle disposizioni dettate al riguardo dal Regolamento per la direzione, contabilità e collaudazione dei lavori dello Stato e dal Capitolato Generale per gli appalti delle opere dipendenti dal Ministero dei Lavori Pubblici, vigenti all'atto dell'appalto.

#### **118.12. Verifiche e prove in corso d'opera degli impianti**

Durante il corso dei lavori, l'Amministrazione appaltante si riserva di eseguire verifiche e prove preliminari sugli impianti o parti degli stessi, in modo da poter tempestivamente intervenire qualora non fossero rispettate le condizioni del presente Capitolato Speciale e del progetto.

Le verifiche potranno consistere nell'accertamento della rispondenza dei materiali impiegati con quelli stabiliti, nel controllo delle installazioni secondo le disposizioni convenute (posizioni, percorsi ecc.), nonché in prove parziali di funzionamento e in tutto quello che può essere utile allo scopo sopra accennato.

Dei risultati delle verifiche e delle prove preliminari di cui sopra, si dovrà compilare regolare verbale.

#### **118.13. Verifica provvisoria e consegna degli impianti**

Dopo l'ultimazione dei lavori l'Amministrazione appaltante ha facoltà di prendere in consegna gli impianti anche se il collaudo definitivo delle opere non abbia ancora avuto luogo.

In tal caso, però, la presa in consegna degli impianti da parte dell'Amministrazione dovrà essere preceduta da una verifica provvisoria degli stessi, che abbia esito favorevole.

La verifica provvisoria dovrà accertare che gli impianti siano in condizione di poter funzionare normalmente, che siano state rispettate le vigenti norme di legge per la prevenzione degli infortuni e in particolare dovrà controllare:

- la tenuta delle tubazioni e dei componenti vettori del gas;
- il corretto inserimento dei componenti;
- l'efficacia dei sistemi di individuazione delle tubazioni (colori);
- l'efficienza dei sistemi di regolazione e di protezione;
- la funzionalità delle apparecchiature elettroniche

La verifica provvisoria ha lo scopo di consentire, in caso di esito favorevole, l'inizio del funzionamento degli impianti a uso degli utenti ai quali sono destinati. La verifica prevederà tutti i controlli descritti nell'allegato J della norma EN 737-3

A ultimazione della verifica provvisoria, l'Amministrazione appaltante prenderà in consegna gli impianti con regolare verbale.

#### **118.14. Norme per il collaudo definitivo degli impianti**

Il collaudo definitivo dovrà accertare che gli impianti, per quanto riguarda i materiali impiegati, l'esecuzione e la funzionalità, siano in tutto corrispondenti a quanto prescritto nel progetto e nel presente Capitolato Speciale tenuto conto di eventuali varianti occorse in corso d'opera.

Si dovrà procedere alle seguenti verifiche:

- rispondenza alle disposizioni di legge;
- rispondenza alle prescrizioni dei Vigili del fuoco;
- rispondenza alle prescrizioni particolari concordate in sede di offerta;
- rispondenza alle norme relative al tipo di impianto.

In particolare, occorrerà verificare che:

- a) siano state osservate le norme tecniche vigenti;
- b) gli impianti e i lavori siano corrispondenti a quanto previsto in progetto e nel presente Capitolato Speciale ed a eventuali varianti approvate dall'Amministrazione in corso d'opera;
- c) i materiali impiegati nell'esecuzione degli impianti siano corrispondenti alle prescrizioni di progetto e del presente Capitolato Speciale ed eventuali campioni siano stati accettati dalla D.L..

Dovranno inoltre ripetersi i controlli prescritti per la verifica provvisoria e si dovrà redigere l'apposito verbale del collaudo definitivo.

##### **118.14.1. Esame a vista**

Dovrà essere eseguita un'ispezione visiva per accertarsi che gli impianti siano realizzati nel rispetto delle prescrizioni delle norme generali e delle norme particolari riguardanti l'impianto installato.

Il controllo deve accertare che il materiale che costituisce l'impianto fisso, sia conforme alle relative norme, sia stato scelto correttamente e installato in modo conforme alle prescrizioni normative e non presenti danni visibili che ne possano compromettere la sicurezza.

Tra i controlli a vista devono essere effettuati i controlli relativi a:

- percorsi e modalità di installazione delle tubazioni;
- presenza di adeguati dispositivi di sicurezza, cartelli ammonitori, identificazione di comandi e protezioni, collegamenti fra componenti eseguiti a regola d'arte.
- presenza dei documenti a corredo dei componenti (documenti di taratura, omologazioni, ecc.)
- verifica che tutti i componenti dei circuiti messi in opera nell'impianto utilizzatore siano del tipo adatto alle condizioni di posa e alle caratteristiche dell'ambiente.

È opportuno che tali esami inizino durante l'esecuzione dei lavori.

## **Art.119 – Impianto di condizionamento e ricambi dell'aria**

### **119.1. Impianto di condizionamento dell'aria - Parte descrittiva e dati di progetto**

A seconda del reparto considerato, l'impianto sarà del tipo "a tutt'aria" o ad "aria primaria e fan-coil".

Ogni U.T.A. è collegata ad una rete di canalizzazione dell'aria realizzata con canali in lamiera zincata isolati esternamente secondo le prescrizioni contenute nella specifica tecnica.

L'immissione dell'aria ambiente avverrà mediante anemostati posti a soffitto, ognuno completo di serranda di taratura, oppure mediante bocchette a parete a sezione rettangolare a doppio ordine di alette direttrici complete di serrande di taratura.

Le condizioni termoigrometriche dell'aria trattata saranno garantite da complessi di regolazione automatica di tipo elettronico.

Le reti di distribuzione dell'acqua refrigerata e calda saranno installate a soffitto o in cunicolo per i tratti orizzontali ed in appositi cavedi per i tratti verticali e saranno coibentate con rivestimento come da prescrizioni tecniche.

#### **Centrale frigorifera e condizionamento estivo**

Per la produzione dell'acqua refrigerata, necessaria per la alimentazione delle batterie di scambio termico delle unità di trattamento dell'aria e dei fan-coil, è prevista l'installazione di gruppi frigoriferi.

Le tubazioni di collegamento dovranno essere posate a soffitto, in vista o nei cavedi in modo da permettere la massima ispezionabilità.

La circolazione dell'acqua refrigerata fra i gruppi refrigeratori ed i collettori di distribuzione, ubicati in sottocentrale, è ottenuta mediante gruppi elettropompe centrifughe ad asse orizzontale installati nella sottocentrale termo-frigorifera. La rete di distribuzione acqua refrigerata è realizzata con tubo in acciaio serie SS opportunamente coibentato come prescritto nelle specifiche tecniche.

#### **Centrale termica e condizionamento invernale**

Per la produzione dell'acqua calda, necessaria per la alimentazione delle batterie di scambio termico delle unità di trattamento dell'aria e dei fan-coil, è prevista l'installazione di generatori di calore alimentati a gas metano o macchine elettriche idonee.

Le tubazioni di collegamento dovranno essere posate a soffitto, in vista o nei cavedi in modo da permettere la massima ispezionabilità.

La circolazione dell'acqua calda fra i generatori ed i collettori di distribuzione ubicati, in sottocentrale, è ottenuta mediante gruppi elettropompe centrifughe ad asse orizzontale installati nella sottocentrale

La rete di distribuzione acqua calda è realizzata con tubo in acciaio serie SS opportunamente coibentato come prescritto nelle specifiche tecniche.

#### **Dati di progetto**

##### **Condizioni esterne:**

-inverno: + 5° C e 80% u.r.  
-estate: + 37° C e 55% u.r.

### **119.2. Tabella spessori canali a sezione rettangolare per bassa velocità e bassa pressione (fino a 10 m/sec. e fino a 500 mm. C.A.):**

Dimensione lato maggiore del rettangolo (mm)	Spessore lamiera (mm)
fino a 800	8/10
da 800 a 1200	10/10
superiore a 1200	12/10

- Dovranno avere inoltre le seguenti caratteristiche:

Sui pannelli laterali dovranno essere previste delle piegature di irrigidimento. In particolare, per i canali con il lato maggiore superiore a 1400mm si dovranno prevedere degli irrobustimenti interni per evitare qualsiasi deformazione. Le giunzioni saranno a flangia sempre realizzate con profilati zincati. Per garantire la silenziosità saranno previsti i dispositivi di assorbimento, e smorzamento delle vibrazioni. Le variazioni di sezione e forma, le derivazioni e le deviazioni dovranno essere realizzate secondo le norme UNI/ASHRAE. Tutte le curve ad angolo retto od aventi il raggio interno inferiore alla larghezza del canale, dovranno essere provviste di deflettori in lamiera. La velocità dell'aria dovrà essere relazionata alle dimensioni in modo da non avere rumorosità. In ogni caso, se in fase di esecuzione o collaudo si verificassero vibrazioni e/o rumori, l'installatore dovrà provvedere all'eliminazione mediante l'aggiunta di rinforzi senza onere aggiuntivo. Per garantire la perfetta tenuta dovranno essere adottati sigillanti idonei. I canali saranno sottoposti a prova di tenuta con misurazioni: saranno tollerate perdite non superiori al 3%. Per rendere agevole

la taratura delle portate d'aria ogni derivazione dovrà essere dotata di serranda con settore esterno con vite di blocco e graduazione onde venire a conoscenza della posizione assunta dalla serranda stessa. L'ubicazione delle serrande dovrà essere effettuata con particolare cura considerando che esse potranno essere fonte di rumore e di disuniforme distribuzione dei filetti d'aria.

- Prescrizioni per l'installazione:

I canali dovranno essere fissati alla struttura mediante staffe e collari di adeguato spessore in ferro zincato. Dovrà essere prevista l'interposizione di spessori e/o anelli in gomma onde evitare la trasmissione di eventuali vibrazioni alle strutture. Per i canali rettangolari i supporti saranno costituiti da fazzoletti in lamiera zincata fissati sui lati dei canali. I canali dovranno avere supporti ed ancoraggi mediamente ogni 2-4 m. Quando i canali passano attraverso pareti o divisori, o pavimenti, tra i canali, i divisori ecc. dovrà essere prevista l'interposizione di uno spessore di materiale elastico.

I canali, salvo indicazioni esplicite differenti, dovranno correre parallelamente alle pareti, alle travi ed alle strutture in genere oppure in posizione ortogonale a dette. Durante il montaggio in cantiere le estremità e le diverse aperture dei canali dovranno essere tenute chiuse da appropriate coperture (tappi, fondelli) in lamiera; una cura ancora più particolare deve essere tenuta per salvaguardare eventuali rivestimenti isolanti interni. Se richiesto, prima della messa in moto degli impianti, tutte le bocchette di mandata dovranno essere ricoperte con della tela; dopo due ore di funzionamento questa copertura verrà eliminata e tutte le bocchette pulite, smontandole se necessario. Dovunque richiesto o necessario dovranno essere previsti dei fori, opportunamente realizzati, per l'inserimento di strumenti atti alla misura di portate, temperature, velocità dell'aria, ecc. Per evitare qualsiasi fenomeno di natura elettrochimica i collegamenti fra le differenti parti di metalli diversi saranno realizzati con l'interposizione di adatto materiale isolante.

#### ***Canali flessibili***

I canali dell'aria flessibili dovranno essere costituiti da tessuto di fibra di vetro impregnata di PVC con spirale metallica inserita nel tessuto, isolati con materassino di lana di vetro protetto esternamente da lamina di PVC di spessore conforme al DPR 412/93. Dovranno essere a perfetta tenuta, ininfiammabili, leggeri, robusti, di elevatissima flessibilità e adattabilità.

#### ***Bocchette di mandata/ripresa***

Dovranno essere in alluminio anodizzato nei colori a scelta della D.L., a sezione rettangolare, a doppio ordine di alette direttrici e dotate di serrande di taratura ad alette contrapposte, complete di cornice sia per il tipo da montare a canale che per quello da montare a parete.

#### ***Anemostati di mandata***

Dovranno essere del tipo a flusso elicoidale variabile o circolari a cono fissi, in acciaio verniciato a fuoco nei colori a scelta della D.L. con deflettori in plastica nera e/o in alluminio anodizzato, dotati di feritoie per il lancio dell'aria regolabili singolarmente mediante deflettori e completi di camera di raccordo con serranda di regolazione.

#### ***Valvole di estrazione aria***

Dovranno essere in lamiera verniciata a fuoco nei colori a scelta della D.L., del tipo con otturatore rotondo sistemato centralmente al cono, complete di dispositivo di fissaggio per un montaggio semplice a canale o a muratura.

#### ***Griglie di transit***

Dovranno essere in alluminio anodizzato nei colori a scelta della D.L., del tipo con alette fisse a V a prova di luce per il montaggio su porte o pareti divisorie, per porte o pareti di spessore inferiore a 6 cm saranno dotate di controcornice, per pareti con spessore superiore dovranno essere completate da una bocchetta di ripresa da montare sulla facciata opposta.

#### ***Griglie di presa aria esterna od espulsione***

Dovranno essere in alluminio anodizzato nei colori a scelta della D.L., del tipo ad alette inclinate fisse sagomate contro l'ingresso della pioggia, con tegole rompigoce, rete di protezione antitopo con maglia massima di 1 cm, complete di telaio per il montaggio dall'interno o dall'esterno ed anche di accessori di fissaggio.

#### ***Diffusore lineare a tre feritoie***

Dovranno essere in alluminio anodizzato nei colori a scelta della D.L., del tipo ad alette inclinate/fisse complete di plenum per il montaggio dall'interno o dall'esterno ed anche di accessori di fissaggio.

La scelta di bocchette, diffusori, griglie di ripresa, dovrà soddisfare le seguenti principali condizioni:

- funzionamento a bassi livelli sonori;
- assenza di movimenti d'aria non tollerabili;
- perfetta tenuta agli agenti atmosferici (acqua, sabbia, ecc.) con idonee guarnizioni.

La velocità dell'aria in uscita delle bocchette di mandata misurata mediante anemometro dovrà essere mediamente pari a 2,5 m/sec. La velocità frontale dell'aria alle bocchette di ripresa dovrà essere pari a 2 m/sec massimo, se non diversamente indicato. Gli anemostati circolari o quadrati a soffitto dovranno essere dimensionati con una velocità nel

collo non superiore a 3 m/sec. In ogni caso nelle zone dove in genere sostano persone, la velocità dell'aria rilevata a 1,5 metri dal pavimento, non dovrà essere superiore a 0,15 m/sec alla fine del lancio.

### ***Tubazioni in acciaio nero***

#### Caratteristiche

Le tubazioni da impiegarsi per la realizzazione degli impianti con fluidi aventi una temperatura d'esercizio sino a 200°C e pressione d'esercizio sino a 20 bar (circa 20 Kg/cmq.), dovranno essere in acciaio senza saldatura del tipo di seguito indicato e dovranno essere corredate di certificato della casa costruttrice.

Per diametri da 3/8" sino a 4": tubi in acciaio nero riferimento norma UNI 8863-M senza saldatura.

Per diametri maggiore di DN 125: tubi in acciaio nero SS conforme alle norme ISO/ANSI.

Le flange dovranno essere del tipo a saldare di testa UNI 2280-84 secondo la pressione nominale di esercizio. Tutte le flange dovranno avere il gradino di tenuta UNI 2229 ed il diametro esterno del collarino corrispondente al diametro esterno della tubazione (ISO). Le guarnizioni da usare dovranno essere tipo Klingerit spessore 2 mm. I bulloni dovranno essere a testa esagonale con dado esagonale UNI 5727-65. Le curve dovranno essere in acciaio stampato a raggio stretto UNI 5788-66 senza saldatura. Si potranno utilizzare curve piegate a freddo sino al diametro 1 1/4". Non saranno ammesse curve a spicchi od a pizziconi.

#### Prescrizioni per la posa

Il dimensionamento dei circuiti acqua dovrà essere fatto tenendo sempre conto di non superare velocità tali da generare rumorosità, erosione, ecc. I circuiti dovranno essere perfettamente equilibrati inserendo, dove necessario, rubinetti o diaframmi di taratura. Le reti non dovranno presentare gomiti o curve a piccolo raggio, nè bruschi cambiamenti di sezione. Le tubazioni dovranno essere posate con spaziature sufficienti per consentire lo smontaggio nonchè la facile esecuzione del rivestimento isolante e dovranno essere opportunamente sostenute con particolare riguardo ai punti di connessione con pompe, batterie, valvole ecc., affinchè il peso non gravi in alcun modo sulle flange di collegamento. Si dovrà prevedere una pendenza minima dell' 1-2%, tutte le tubazioni convoglianti acqua, allo scopo di facilitare le operazioni di sfogo dell'aria e di svuotamento dell'impianto. Qualora per ragioni particolari non vi fosse la possibilità di dare alla tubazione la pendenza minima si dovranno prevedere scarichi d'acqua e sfoghi d'aria in numero maggiore di quanto normalmente necessario. Tutti gli scarichi dovranno essere accessibili per le ispezioni e la sostituzione degli organi di intercettazione e dovranno essere muniti di tappo. Gli sfoghi d'aria dovranno essere realizzati con barilotti di raccolta aria, le relative intercettazioni dovranno essere in posizioni accessibili e possibilmente centralizzate. In tutti i punti bassi dovranno essere previsti gli opportuni drenaggi. L'allungamento delle tubazioni ammesso è di 0,012 mm. per metro lineare e per grado centigrado di differenza fra temperatura del fluido e temperatura ambiente al momento della installazione. La compensazione delle dilatazioni dovrà avvenire unicamente con giunti di dilatazione del tipo a snodo da installare nel numero e nella quantità occorrenti da documentare insieme ai corrispondenti punti fissi e guide. Sarà ammesso compensare le dilazioni dei tratti rettilinei con i bracci relativi ai cambi di direzione delle tubazioni, sempre che non si vengano a creare spinte eccessive non compatibili con le strutture esistenti e le apparecchiature collegate. L'uso di compensatori di dilatazione assiali sarà consentito solo in casi eccezionali con esplicita approvazione della Direzione Lavori. Nel caso di posa di tubazioni incassate in pavimento o a parete, le tubazioni dovranno essere rivestite con guaine isolanti aventi sia la funzione di consentire l'eventuale dilatazione, che di prevenire condensazioni nel caso di tubi freddi oltre che di proteggere le superfici contro eventuali aggressioni di natura chimica. Il collegamento delle tubazioni alle varie apparecchiature quali pompe, scambiatori, serbatoi, valvolame, ecc., dovrà essere sempre eseguito con flange o con bocchettoni in tre pezzi. Tutte le tubazioni non zincate, staffaggio compreso, dovranno essere pulite, prima o dopo il montaggio, con spazzola metallica onde preparare le superfici alla successiva verniciatura che dovrà essere fatta con due mani di antiruggine resistente alla temperatura del fluido passante, ognuna di colore diverso, la seconda mano dovrà essere applicata solo dopo approvazione della Direzione Lavori. Sulle tubazioni, nelle posizioni concordate con la Direzione Lavori correnti ad altezza d'uomo dovranno essere predisposti gli attacchi per l'inserimento di termometri, manometri e strumenti di misura in genere, che dovranno consentire di rilevare le diverse grandezze in gioco, sia per un corretto esercizio degli impianti che per un completo collaudo. I supporti dovranno essere tali da impedire flessioni di qualsiasi genere sia nel caso di posa verticale che nel caso di posa orizzontale. Le tubazioni dovranno essere fissate a soffitto o sulle pareti mediante mensole o staffe e supporti apribili a collare. Tutti i supporti indistintamente dovranno essere previsti e realizzati in maniera tale da non consentire la trasmissione di rumore e vibrazioni dalle tubazioni alle strutture impiegando materiali antivibranti. I collari di fissaggio, mensole e staffe per tubazioni nere saranno in ferro nero verniciate con due mani di vernice antiruggine previa accurata pulizia delle superfici da verniciare. Le tubazioni dovranno essere sostenute particolarmente in corrispondenza di connessioni con pompe e valvole affinchè il peso non gravi in alcun modo sulle flange di collegamento.

Per tubazioni da coibentare sarà necessario prevedere apposita sella di tipo approvato fra tubo e rullo, di altezza maggiore dello spessore dell'isolamento; non sarà ammessa l'interruzione del rivestimento coibente in corrispondenza dei sostegni. Le selle dei supporti mobili dovranno avere una lunghezza tale da assicurare che essi, sia a freddo che a caldo, appoggino sempre sul rullo sottostante. In prossimità ai cambiamenti di direzione del tubo occorrerà prestare particolare attenzione nella scelta della lunghezza del rullo, in considerazione dell'eventuale movimento del tubo nel senso trasversale al suo asse. L'unione dei tubi dovrà avvenire mediante saldature, le stesse dovranno essere eseguite da saldatori qualificati. Le giunzioni delle tubazioni aventi diametro inferiore a 2" dovranno di norma essere realizzate mediante saldatura autogena con fiamma ossiacetilenica. Le giunzioni delle tubazioni con diametro superiore dovranno essere eseguite di norma all'arco elettrico a corrente continua. Non saranno ammesse saldature a bicchiere ed a finestra, cioè quelle saldature eseguite dall'interno attraverso una finestrella pratica sulla tubazione per quelle zone dove non è agevole lavorare con il cannello all'esterno. Le tubazioni dovranno essere pertanto sempre disposte in maniera tale che anche le saldature in opera possano essere eseguite il più agevolmente possibile; a tal fine le tubazioni dovranno essere opportunamente distanziate fra loro al fine di consentire anche un facile lavoro di coibentazione come pure sufficientemente distaccate dalle strutture dei fabbricati. Particolare attenzione dovrà essere prestata per le saldature di tubazioni di piccolo diametro (< 1") per non ostruire il passaggio interno. Anche per questo scopo si dovrà possibilmente limitare l'uso di tubazioni diam. 3/8" solo per realizzare sfoghi aria. L'unione delle flange con il tubo dovrà avvenire mediante saldatura elettrica. La Ditta dovrà dare in tempo utile tutte le notizie circa i percorsi delle tubazioni. L'Impresa realizzerà nelle solette e nelle pareti tutti i fori così come previsti sui disegni che verranno forniti. Tutti gli attraversamenti di pareti e pavimenti dovranno avvenire in manicotti in acciaio zincato. La Ditta dovrà fornire tutti i manicotti di passaggio necessari e questi dovranno essere installati e sigillati nei relativi fori prima della posa delle tubazioni. Il diametro dei manicotti dovrà essere tale da conseguire la libera dilatazione delle tubazioni. Le estremità dei manicotti dovranno sporgere dal filo esterno di pareti e solette di 25 mm. almeno. I manicotti passanti attraverso le solette dovranno essere posati prima del getto di calcestruzzo; essi dovranno essere otturati in modo da impedire eventuali penetrazioni del calcestruzzo. Lo spazio libero fra tubo e manicotto dovrà essere riempito con lana di roccia o altro materiale incombustibile, che possa evitare la trasmissione di rumore da un locale all'altro nonché la trasmissione di eventuali vibrazioni alle strutture. Quando più manicotti debbano essere disposti affiancati, essi dovranno essere fissati su un supporto comune poggiante sul solaio, per mantenere lo scarto ed il parallelismo dei manicotti. Se dovesse presentarsi l'esigenza di attraversare con le tubazioni i giunti di dilatazione dell'edificio, si dovranno prevedere dei manicotti distinti da un lato e dall'altro del giunto, come pure dei giunti flessibili con gioco sufficiente a compensare i cedimenti dell'edificio.

#### ***Tubazioni in acciaio zincato***

Le tubazioni per la distribuzione di acqua in circuito aperto sino a diametro 4" dovranno essere in acciaio senza saldatura, zincate, serie gas normale secondo UNI 8863-M. Tutte le derivazioni riduzioni di diametro cambiamenti di direzione, dovranno essere realizzate mediante raccorderia in ghisa malleabile zincata. L'Appaltatore dovrà fornire i certificati sulle qualità e provenienza delle tubazioni.

#### **119.3. Tabella indicativa del peso delle tubazioni per metro lineare per vari diametri:**

Diametro (pollici)	Diametro esterno		Spessore (mm)	Tubo filettato con manicotto Peso (Kg./m)
	max	min		
	(mm)			
3/8"	17.4	16.7	2	0.807
1/2"	21.7	21.0	2.35	1.18
3/4"	27.1	26.4	2.35	1.50
1"	34.0	33.2	2.9	2.34
1 1/4	42.7	41.9	2.9	3.00
1 1/2	48.6	47.8	2.9	3.45
2"	60.7	59.6	3.25	4.82
2 1/2	76.3	75.2	3.25	6.17
3"	89.4	87.9	3.65	8.10
4"	114.	113.0	4.05	11.70

I supporti delle tubazioni dovranno essere tali da impedire flessioni di qualsiasi genere sia nel caso di posa verticale che nel caso di posa orizzontale. Le tubazioni dovranno essere fissate a soffitto o sulle pareti mediante mensole o staffe e supporti apribili a collare. Essi dovranno in ogni caso, essere facilmente smontabili e tali da non trasmettere rumori e vibrazioni, impiegando dei materiali antivibranti tra tubazioni e supporti (gomma, feltro, ecc.). I collari di fissaggio dovranno essere zincati, le mensole e le staffe in ferro nero verniciate con due mani antiruggine previa accurata pulizia delle superfici da verniciare. Nel caso di tubazioni da isolare, dovranno esser previsti dei dispositivi complementari per evitare il deterioramento del materiale isolante sotto l'azione del peso o della dilatazione longitudinale. Non è ammessa l'interruzione dell'isolamento in corrispondenza dei sostegni.

#### **119.4. Tabella distanza massima fra supporti in funzione dei diametri:**

Diametri (pollici)	Distanza (metri)
3/4"	1.50
1" - 1 1/2"	2.00
2" - 2 1/2"	2.50
3-4" - 5" - 6"	3.00

#### ***Valvole di intercettazione in ghisa***

Le saracinesche in ghisa saranno a flange del tipo a forma compatta PN6 con alzata diritta e tenuta a sede obliqua, asta non ruotante con filettatura esterna, O-RING di tenuta, indicatore di apertura, esenti da manutenzione. Corpo e cono di chiusura in ghisa tenuta in EPDM. Flange di attacco forate e lavorate secondo DIN 2501 con gradino di tenuta controflange e guarnizioni. Le valvole a flusso avviato dovranno essere installate nei punti ove si rendesse necessario una regolazione di portata o una perfetta tenuta. L'impiego delle saracinesche a flange è previsto per i diametri superiori a 1 1/2". Sui collettori, per uniformità, è richiesta l'installazione di saracinesche a flange anche per i piccoli diametri.

#### ***Valvole di intercettazione in bronzo***

Le saracinesche d'intercettazione in bronzo dovranno essere costruite in ottone OT58 con spessore perfettamente dimensionato, premistoppa in P.T.F.E., volantini in lega leggera anticalore, con indicazione apertura, chiusura, guarnizione di tenuta speciale, otturatore di chiusura rettificato per una migliore resistenza all'usura, adatte per pressioni di esercizio fino a 16 Kg/cm<sup>2</sup> e temperatura massima di 100° C.

#### ***Valvole a sfera in bronzo cromato***

Le valvole a sfera dovranno essere realizzate come segue:

- corpo in ottone OT 58 UNISTANDARD 57 OT 65
- asta in ottone OT 58 c.s.
- guarnizioni sede in P.T.F.F. Teflon
- sfera in ottone rettificata e cromata
- premistoppa in P.T.F.E. Teflon
- maniglia in lega duralluminio UNI.

#### ***Valvole di sicurezza***

Le valvole di sicurezza dovranno essere previste ovunque le vigenti normative I.S.P.E.S.L. e le regole di buona esecuzione degli impianti ne prescrivano o consiglino l'uso. Tipo, dimensionamento e materiali, dovranno essere conformi alle vigenti normative I.S.P.E.S.L.. La ditta è tenuta a presentare i relativi calcoli ad approvazione e successivamente i certificati di omologazione I.S.P.E.S.L..

#### ***Valvole di ritegno in ghisa***

Le valvole di ritegno dovranno essere del tipo a flusso avviato con molle di richiamo PN16. Corpo e coperchio in ghisa, sedi di tenuta di acciaio inox adatte per fluidi e nei diametri secondo le indicazioni date per le valvole di intercettazione.

#### ***Valvole di ritegno in bronzo***

Le valvole di ritegno in bronzo dovranno essere del tipo orizzontale o a clapet con sede di battuta in gomma per migliorare la tenuta. Dette valvole saranno tutte ispezionabili al loro interno per permettere la pulizia delle sedi di cui sopra o la sostituzione delle parti interne. Ove è necessario saranno anche impiegate valvole di ritegno con otturatore a molla per evitare il colpo d'ariete.

**Valvole di taratura**

Le valvole di taratura e regolazione dovranno essere del tipo a flusso avviato, PN16, con organo di intercettazione a disco con profilo parabolico, corpo e coperchio in ghisa mehanite GG-25, sede e tenuta e asta valvola in acciaio inox, flange UNI complete di controflange, tiranti, guarnizioni, bulloni.

**Filtri**

I filtri dovranno essere del tipo a "Y" PN16 con filtro estraibile e corpo in ghisa o in acciaio adatti per fluidi secondo le indicazioni date per le valvole di intercettazione. Cestello in acciaio inox e guarnizioni del coperchio in klingerite. Tutti i filtri dovranno essere smontabili ed installati fra 2 valvole di intercettazione.

Tutto il valvolame impiegato dovrà essere di marca e tipo approvati dalla Direzione Lavori e tale da garantire una ottima tenuta nel tempo con manovre poco frequenti. Tutti il valvolame dovrà essere in accordo alle norme UNI.

**Scarichi e sfogo aria**

La Ditta dovrà convogliare tutti gli scarichi dei vari serbatoi, caldaie, troppo pieni, valvole per acqua, etc. ai più vicini pozzetti di drenaggio ispezionabili. Lo scarico delle valvole di sicurezza, valvole di scarico termico etc. salvo casi particolari in cui le condizioni di temperatura e pressione lo sconsiglino, dovrà avvenire attraverso imbuti di raccolta sufficientemente dimensionati allo scopo di rilevare eventuali perdite. I rubinetti manuali di sfogo aria dovranno essere in posizione e ad altezza (1,5 m circa dal pavimento) facilmente accessibile e tale che eventuali fuoriuscite di acqua non possano arrecare danno. In quest'ultimo caso ed ove possibile occorrerà raccordare con imbuto la tubazione di sfogo con il più vicino tubo di drenaggio di acque chiare. I rubinetti di scarico e sfogo dovranno essere del tipo a maschio con premistoppa in esecuzione adatta alle condizioni d'esercizio del fluido interessato.

**Gruppo di riempimento automatico**

Il gruppo di riempimento automatico dovrà essere completo di riduttore di pressione, valvola di ritegno, filtro di bronzo, valvole a sfera d'intercettazione e by-pass.

**Giunti antivibranti**

I giunti antivibranti dovranno essere del tipo in gomma sintetica, PN10, con flange in acciaio per il loro collegamento ad altre apparecchiature. Saranno completi di bulloneria e guarnizioni. Dovranno essere installati sulle tubazioni di collegamento alle pompe, al gruppo refrigeratore, ed in qualsiasi luogo si rendessero necessari per smorzare le vibrazioni.

**Strumenti di misura****Termometri per acqua**

Dovranno essere di tipo a dilatazione di mercurio, con cassa in lega leggera, accuratamente rifinita con verniciatura antiacida in nero, costruzione stagna con anello metallico avvitato e guarnizioni in neoprene col vetro, quadrante bianco con numeri litografati in nero, diametro 100 mm, indice in acciaio brunito con dispositivo micrometrico di azzeramento. Bulbo rigido inclinato o diritto a seconda del luogo d'installazione; nei casi in cui la lettura dei termometri a gambo rigido possa essere difficoltosa, dovranno essere previsti con bulbo capillare. Tutti i termometri dovranno essere montati su pozzetti termometrici all'uopo predisposti sulle tubazioni. La precisione dovrà essere del +/- 1% del valore di fondo scala.

**Termometri per aria**

Caratteristiche come sopra indicato ma con bulbo capillare di lunghezza adeguata al punto di installazione.

**Manometri per acqua**

Dovranno essere del tipo Bourdon con molla tubolare di materiale adatto alle pressioni di esercizio. Cassa in lega leggera, accuratamente rifinita con vernice antiacida in nero, costruzione stagna con anello metallico avvitato e guarnizioni in neoprene al vetro, quadrante bianco con numeri litografati in nero indelebile, diametro 100 mm, indice in acciaio brunito con dispositivo micrometrico di azzeramento, lancetta rossa regolabile, scala graduata in Kg./cmq. Precisione +/- 1% riferito al valore di fondo scala; per un buon funzionamento del manometro è consigliabile che il valore di fondo scala sia superiore del 50% alla pressione nominale d'esercizio. Ogni manometro dovrà essere completo di spirale in rame e di rubinetto a 3 vie con flangetta di controllo, in bronzo o in acciaio in funzione della pressione e temperatura di esercizio.

**Verniciature**

Tutte le tubazioni e gli staffaggi dovranno essere protetti con due mani al minio di colore diverso e di vernice all'alluminio a seconda della temperatura del fluido trasportato. La verniciatura seguirà ad una adeguata pulitura e preparazione delle superfici da verniciare (spazzolatura, scartavetratura, raschiatura) in modo da avere una perfetta riuscita. Tutti i macchinari e le saracinesche in ghisa saranno forniti con verniciatura. Eventuali ritocchi a fine lavori, per la consegna degli impianti in perfetto stato, saranno sempre a carico dell'Impresa.

### ***Coibentazione tubazioni acqua e scarichi***

Il rivestimento isolante ha lo scopo di ridurre a valori tollerabili la dispersione del calore secondo quanto previsto dalla Legge n°10/1991. Il rivestimento isolante dovrà essere eseguito solo dopo la prova idraulica. Dovrà essere inoltre del tipo adatto per creare un manto protettivo contro le corrosioni e per prevenire la condensazione. Il rivestimento dovrà essere continuo, senza interruzioni in corrispondenza degli appoggi, passaggi attraverso muri, solette, etc. e dovrà essere eseguito per ogni singolo tubo. In particolare, nel caso di isolamento di tubazioni convoglianti acqua refrigerata o fredda, dovrà essere garantita la continuità della barriera vapore e pertanto l'isolamento non dovrà essere interrotto nei punti in cui la tubazione appoggia sui sostegni. Dovranno essere previsti anelli o semianelli di legno o sughero ad alta densità nelle zone di appoggio del tubo sul sostegno; tali anelli dovranno poggiare su gusci in lamiera posti all'esterno della tubazione isolata.

#### Tubazioni di acqua calda in vista e nelle centrali

Le tubazioni di acqua calda dovranno essere isolate con coppelle di lana di vetro con densità non inferiore a 60 Kg/mc applicate su tubo adeguatamente verniciato con antiruggine. Gli spessori di isolante da prevedere dovranno rispettare quanto prescritto nel D.P.R. n°412/93. Il fissaggio delle coppelle dovrà essere effettuato con filo zincato o rete zincata. La finitura esterna sarà realizzata in alluminio e/o con lamina PVC rigido avvolgente e fascette di alluminio alle testate. Per le curve ed i pezzi speciali la lastra di PVC dovrà essere preformata.

#### Tubazioni di acqua refrigerata in vista e nelle centrali

Le tubazioni di acqua refrigerata dovranno essere isolate con coppelle di poliuretano dei seguenti spessori (riferiti alla coppella):

mm.30 sino al diametro esterno di mm. 26 per acqua da 7 a 14 °C

mm.40 sino al diametro esterno di mm. 70 per acqua da 7 a 14 °C

mm.45 sino al diametro esterno di mm.150 per acqua da 7 a 14 °C

Le coppelle dovranno essere applicate sul tubo precedentemente protetto con antiruggine. Le coppelle disposte sulle tubazioni orizzontali con giunti laterali dovranno essere incollate con mastice bituminoso plastico eliminando qualsiasi inclusione d'aria. Tutte le giunture dovranno essere sigillate completamente. Le coppelle dovranno essere legate con filo di ferro zincato o rete. L'esecuzione dovrà prevedere una barriera vapore, pertanto sopra le coppelle si richiede una fasciatura con benda mussolona o strato di fibra di vetro plasticato con materiale bituminoso. La finitura esterna sarà realizzata in alluminio e/o con lamina di PVC con le stesse modalità previste per le tubazioni acqua calda.

#### Tubazioni di acqua calda, fredda, refrigerata, non in vista

L'isolamento delle tubazioni correnti all'interno del fabbricato, in controsoffitto ecc. dovrà essere eseguito con guaine elastometriche a cellule chiuse tipo Armaflex o similare e finitura tipo Isogenopak negli spessori previsti dalla Legge n°10/91. Le guaine isolanti dovranno essere costituite da speciali elastomeri espansi ovvero spuma di resina sintetica e si dovranno utilizzare per tubazioni convoglianti fluidi da 75 °C a 100 °C. Dovranno essere del tipo resistente al fuoco ed autoestinguento ed avere una struttura a cellule chiuse per conferire all'isolamento elevatissime doti di barriera al vapore. Il materiale tubolare dovrà essere fatto scivolare sulle tubazioni da isolare evitando per quanto possibile il taglio longitudinale. Nei casi in cui il taglio sia necessario, esso dovrà essere eseguito con lame e dime particolari, allo scopo di ottenere un taglio preciso dei diversi elementi; dovranno essere impiegati adesivo e modalità di incollaggio consigliati dalla casa fornitrice; nell'applicazione dovrà ottenersi la perfetta tenuta in corrispondenza di tutte le interruzioni dell'isolamento, all'inizio ed al termine delle tubazioni, all'entrata ed all'uscita delle valvole e dei rubinetti, applicando prima della chiusura delle testate, l'adesivo consigliato dalla Ditta fornitrice per qualche centimetro di lunghezza per tutta la circonferenza delle tubazioni da isolare ed all'interno della guaina isolante; nel caso di tubazioni pesanti, tra la tubazione isolata ed il supporto, dovrà essere inserito un ulteriore strato di isolamento sostenuto da lamiera opportunamente curvata lungo non meno di 25 cm.

#### Valvole e pezzi speciali

Dovranno essere isolati i pezzi speciali (incluso valvole, saracinesche, filtri, ecc.) soggetti sia a dispersione termica che a condensazione atmosferica. Il tipo di isolamento sarà omogeneo a quello del circuito in cui è inserito il pezzo. Per le valvole, saracinesche, filtri e pompe dovranno essere previste scatole in alluminio smontabili.

#### Tubazioni di scarico acque bianche e nere

Le tubazioni di scarico acqua bianche e nere riguardanti le colonne montanti e la rete suborizzontale, dove necessita, dovranno essere isolate acusticamente con lana minerale ad alta densità 60 K./mc, spessore 60 mm e finitura tipo Isogenopak.

NOTA BENE: Tutte le tubazioni in vista nella centrale termica, frigorifera e condizionamento, dovranno essere dotate di fasce adesive nei colori regolamentari secondo norme DIN 2404, indicanti il senso del flusso e la natura del fluido in esse contenuti.

**Coibentazione esterna dei canali d'aria**

L'isolamento esterno dei canali d'aria dovrà essere eseguito con materassino adesivizzato di polietilene espanso a cellule chiuse dello spessore minimo di 15 mm., autoestinguente certificato in classe 1 di reazione al fuoco, con finitura esterna in pellicola plastofilmata antigraffio metallizzata nei percorsi in vista e nelle centrali. L'isolamento dovrà essere applicato sul canale mediante apposito collante, con finitura delle testate e delle giunzioni con nastro adesivo dello stesso materiale o fascette di alluminio. L'isolamento dovrà essere idoneo ad eliminare la formazione di condensa e ridurre le dispersioni termiche entro i limiti richiesti dalle norme della Legge 10/1991.

**Serbatoio di accumulo inerziale**

L'acqua refrigerata verrà accumulata in un serbatoio inerziale ad accumulo che fungerà da collettore di distribuzione. Sarà costituito da un serbatoio cilindrico in lamiera d'acciaio di forte spessore zincata a caldo. Sarà completo di attacchi per il circuito primario freddo, di termometro di controllo e di rubinetto a maschio per lo scarico convogliato, di rivestimento isolante con lastre elastomeriche a cellule chiuse tipo Armaflex o poliuretano espanso e barriera al vapore e finitura esterna in lamina di alluminio.

**Reti di scarico**

Le reti di fognatura e scarico acque bianche (condensa e umidificazione) poste all'interno del fabbricato saranno realizzate con tubo e accessori in PVC seria pesante. L'installazione dovrà essere eseguita nel rispetto delle raccomandazioni previste dal costruttore del tubo e l'impianto dovrà essere realizzato a regola d'arte. Nella posa delle tubazioni dovranno essere seguite le prescrizioni di seguito indicate.

**Tubazioni annegate nel calcestruzzo**

Non si utilizzeranno giunti di dilatazione in quanto gli allungamenti e le contrazioni dei tubi saranno assorbiti dall'elasticità del tubo stesso. I punti fissi saranno realizzati in corrispondenza dei pezzi speciali e pertanto gli stessi saranno annegati in blocchi compatti di cemento.

**Colonne di scarico verticali**

Dovranno avere un punto fisso in corrispondenza di ciascun piano. Il punto fisso potrà essere o una braga (annegata nel calcestruzzo) o un manicotto elettrico fissato mediante bracciale in acciaio (smontabile in due pezzi) alla parete. Fra i due punti fissi si dovrà prevedere un giunto di dilatazione e collari guida (smontabili in due pezzi) ad intervallo massimo pari a 10 volte il diametro del tubo. Ogni colonna dovrà essere ispezionabile e sifonata alla base.

**Tubazioni orizzontali**

Si dovrà prevedere un giunto di dilatazione almeno ogni 6 metri con punto fisso installato a valle del giunto stesso; braccioli scorrevoli per guidare il tubo dovranno essere previsti con interasse pari a 10 volte il diametro del tubo.

La rete di scarico delle acque nere dovrà essere dotata di tubi esalatori collegati alla testata delle diramazioni principali e condotta al di sopra della copertura. Ai tubi di esalazione dovranno essere collegati i tubi di ventilazione secondaria dei sifoni dei singoli apparecchi igienici. Ciascun sifone dovrà essere dotato di curva tecnica collegata a un tubo di ventilazione secondaria (di diametro 32 mm.) incassato nelle murature; per il collegamento di due o più apparecchi il diametro del tubo di ventilazione non potrà essere inferiore a 50 mm. La rete di esalazione dovrà essere realizzata in tubo di PVC della stessa serie utilizzata per la rete di scarico e dovrà essere installata col medesimo grado di pendenza dei collettori di scarico. Tutti i tratti di fognatura suborizzontali devono essere installati mantenendo una pendenza costante del tubo non inferiore a 1%. L'Impresa dovrà, prima dell'inizio dei lavori, verificare in cantiere la possibilità di scarico con le quote e le pendenze previste nonché la compatibilità delle stesse con le strutture e gli impianti esistenti. La rete di scarico dovrà essere resa ispezionabile mediante ispezione di testa chiuse con tappo; in particolare dette ispezioni dovranno essere previste alla base delle colonne di scarico ed in prossimità dei cambiamenti di direzione dei collettori suborizzontali senza superare i 15 mt. di interasse. Prima dell'uscita dal perimetro dell'edificio le reti di scarico dovranno essere dotate di sifone e pozzetto di ispezione.

**Collegamenti idrico sanitari**

Tutti gli apparecchi sanitari dovranno essere intercettati singolarmente ed in gruppo, come indicato nello schema, mediante rubinetto da incasso cromato. Non saranno ammessi rubinetti a cappuccio. I collegamenti saranno eseguiti con tubazione in acciaio zincato Mannesmann ad un collettore e dal collettore all'apparecchio sanitario con tubazione in rame preisolata sia per la rete calda che la rete fredda con materiale isolante conforme alle norme vigenti e di spessore nel rispetto del DPR 412/93.

**119.3. Prove e verifiche in corso d'opera ed in sede di collaudo**

Le prove e le verifiche sottoelencate dovranno essere eseguite a cura dell'Appaltatore che raccoglierà ordinatamente tutti i risultati con i relativi riferimenti nei disegni esecutivi definitivi. Il Collaudatore controllerà la conformità funzionale con il progetto e ripeterà, a discrezione, le prove più significative in contraddittorio con l'Appaltatore.

Il Collaudatore eseguirà anche in corso d'opera e/o in sede di collaudo provvisorio la verifica quantitativa e qualitativa delle installazioni per accertarne, in linea di principio, le conformità con le caratteristiche fondamentali previste in progetto.

Le prove e le verifiche sia in corso d'opera che in sede di collaudo riguardanti gli impianti di condizionamento e di riscaldamento dovranno essere eseguite in conformità alle norme UNI 5104 ed UNI 5364 ed alle "Norme per il collaudo degli impianti di riscaldamento e di condizionamento formulate dal Collegio degli Ingegneri di Milano". Inoltre, per quanto riguarda la conformità alla Legge n°615 e relativi regolamenti, la Ditta a propria cura e spese dovrà far effettuare dall'ISPESL il collaudo di tutte le parti interessate facendosi rilasciare il corrispondente certificato.

#### ***Verifiche e prove preliminari***

A discrezione della Direzione Lavori potranno essere eseguite in corso d'opera tutte quelle verifiche tecniche e pratiche ritenute opportune. Si intendono per verifiche e prove preliminari tutte quelle operazioni atte a rendere l'impianto perfettamente funzionante, compreso il bilanciamento delle distribuzioni dell'aria e relativa taratura, la taratura delle regolazioni, ecc., il funzionamento delle apparecchiature alle condizioni previste. Le verifiche e le prove preliminari intese ad accertare che la fornitura del materiale costituente gli impianti quantitativamente e qualitativamente corrisponda alle prescrizioni contrattuali, dovranno in ogni caso essere effettuate durante l'esecuzione delle opere e completate prima della ultimazione dei lavori.

#### ***Misure di collaudo***

Le misure in fase di collaudo riguardano:

- misure di temperatura
- misure di umidità relativa
- misure di velocità dell'aria
- misure di portata
- misure di livello dei rumori
- misure supplementari eventuali.

#### ***Misure di temperatura***

Le misure di temperatura dovranno essere eseguite con strumenti aventi una sensibilità tale da consentire di apprezzare variazioni di temperatura di 0.25°C.

Le misure della temperatura riguardano:

- temperatura esterna
- temperatura interna
- temperatura dei fluidi.

#### **Misure di temperatura esterna**

Nelle prove relative al funzionamento invernale, salvo esplicita diversa indicazione, si misura la media delle seguenti 4 temperature misurate nelle 24 ore precedenti il collaudo e precisamente nel periodo tra l'ora in cui si iniziano le misure della temperatura interna e la stessa ora del giorno precedente, effettuata a Nord con termometro riparato dalle radiazioni alla distanza di 2 metri dal muro dell'edificio: la massima, la minima, quella delle ore 8 e delle ore 19.

Nelle prove relative al funzionamento estivo, salvo esplicita diversa indicazione, si misura la media registrata della temperatura esterna all'ombra durante le ore più calde del giorno, dalle ore 12 alle ore 16, nel periodo stesso delle misure di temperatura interna effettuate dopo che l'impianto ha raggiunto condizioni di regime.

Nel caso in cui durante le misure di collaudo non si verificassero all'esterno le condizioni termoigrometriche previste in progetto, devono essere eseguite le prescrizioni di cui ai paragrafi 3.2.2.1 - 3.2.2.2 - 3.2.3 delle già citate norme UNI 5104.

#### **Misure di temperatura interna**

La temperatura interna dovrà essere misurata nella parte centrale degli ambienti ad una altezza di 1,5 metri dal pavimento ed in modo che la parte sensibile dello strumento sia schermata dall'influenza di ogni notevole effetto radiante. La tolleranza per i valori della temperatura così misurati rispetto a quelli previsti in contratto sarà, salvo esplicita diversa indicazione, di  $\pm 0.5^\circ\text{C}$  in inverno e di  $\pm 1^\circ\text{C}$  in estate. La disuniformità di temperature sarà verificata controllando le differenze di temperatura che esistono tra un qualunque punto della zona occupata dalle persone e la temperatura interna come sopra definita. La differenza fra tali valori risultanti da misure effettuate contemporaneamente nello stesso ambiente non dovrà superare  $1^\circ\text{C}$ . La differenza fra tali valori risultanti da misure effettuate contemporaneamente in più ambienti serviti dallo stesso impianto non dovrà superare  $1^\circ\text{C}$  in inverno e  $2^\circ\text{C}$  in estate.

#### ***Misure di umidità relativa***

L'umidità relativa dovrà essere misurata con un psicrometro ventilato. Ciascuno dei due termometri dello strumento dovrà avere una sensibilità tale da consentire di apprezzare variazioni di temperatura di 0.25°C. La tolleranza dei valori dell'umidità relativa all'interno degli ambienti rispetto a quelli previsti in contratto, salvo esplicita diversa indicazione,

sarà del  $\pm 5\%$ . Il rilievo dell'umidità relativa all'interno degli ambienti, si effettuerà seguendo le prescrizioni valide per la temperatura. Il rilievo dell'umidità relativa all'esterno, dovrà essere effettuato nella stessa posizione in cui si misurerà la temperatura e contemporaneamente ai rilievi di temperatura ed umidità relativa interna.

#### **Misure di velocità dell'aria**

I valori della velocità dell'aria nella zona occupata dalle persone dovranno essere misurati con strumenti atti ad assicurare una precisione del  $\pm 5\%$ . Salvo esplicita diversa indicazione, la velocità dell'aria nella zona occupata dalle persone non dovrà superare il valore di 0,25 m/sec.

#### **Misure di portata**

Le misure di portata dovranno accertare che le quantità di aria in un dato ambiente siano quelle corrispondenti a valori prefissati o garantiti. In particolare dovrà essere verificato che la quantità di aria esterna di ventilazione non sia inferiore ai limiti stabiliti. Le misure di portata dovranno essere effettuate in una sezione del canale nella quale i filetti fluidi siano il più possibile paralleli. Per le misure possono essere impiegati manometri a filo caldo o a mulinello quando sia sufficiente l'approssimazione del 10%, quando si debbano ottenere precisioni maggiori occorre utilizzare manometri tipo Venturi ed il tipo Pitot-Prandtl. In ogni caso le misure di portata verranno ripetute più volte per ogni rilevazione.

#### **119.4. Provvedimenti contro la trasmissione delle vibrazioni**

La presenza di vibrazioni meccaniche in un impianto genera:

- a) logoramento delle macchine e delle strutture soggette a vibrazioni
- b) rumore

E' importante quindi sopprimere o drasticamente ridurre le vibrazioni generate dalle macchine rotanti (ventilatori, pompe, compressori, ecc.) presenti nell'impianto.

Le parti in movimento dovranno essere equilibrate staticamente e dinamicamente dove necessario. Le apparecchiature dovranno essere montate su basamenti in c.a. o telai in acciaio isolati dal pavimento a mezzo di dispositivi antivibranti. La scelta degli antivibranti dovrà essere fatta in modo che la frequenza propria del sistema vibrante (antivibrante + materiale supportato) sia inferiore a 1/3 della frequenza più bassa del materiale supportato. Gli ammortizzatori a molla dovranno avere un cuscinetto inferiore in neoprene o in gomma. Per l'equilibratura dei ventilatori e per la scelta dei supporti antivibranti si rimanda alle tabelle NV109 del maggio 1975 ed NV111 del dicembre 1979 dell'ANIMA-COAER. Le apparecchiature meccaniche dovranno essere fissate su un basamento in calcestruzzo pesante (almeno il doppio della massa dell'apparecchio). Fra basamento e struttura portante dovrà essere interposto un materassino resiliente o dei supporti elastici. Le apparecchiature quali pompe e ventilatori dovranno essere corredate di giunti elastici al fine di evitare le trasmissioni di vibrazioni ed alle tubazioni. I canali e le tubazioni dovranno essere sospesi alle pareti a mezzo di dispositivi tali che evitino vibrazioni residue provenienti dalla macchine e dovute alla circolazione dei fluidi e la conseguente trasmissione alla struttura ed alle pareti dell'edificio di dette vibrazioni residue. Per evitare la trasmissione di vibrazioni dovute alle tubazioni si dovranno installare opportuni giunti elastici in gomma o in metallo.

#### **119.5. Livelli di pressione sonora**

La presente specifica regolamenta la misura e l'accettabilità dei livelli di pressione sonora negli ambienti occupati. Per quanto non richiamato si dovranno rispettare i limiti e le disposizioni contenute nel D.P.C.M. 1 marzo 1991 "Limiti massimi di esposizione al rumore negli ambienti abitativi e nell'ambiente esterno".

##### Strumentazione, modalità e criteri di misura

I fonometri da impiegarsi per il rilievo del rumore dovranno avere caratteristiche conformi a quelle indicate per i "fonometri di precisione" dall'International Electrotechnical Commission" (IEC), standard 651 tipo 1, del 1979 e n°804 del 1985. Le misure devono essere eseguite con un misuratore di livello sonoro (fonometro) integratore o strumentazione equivalente. Si deve poter procedere anche a misura dei livelli sonori massimi con costante di tempo "slow" ed "impulse" ed alla analisi per bande di terzo d'ottava. Il fonometro deve essere calibrato con uno strumento il cui grado di precisione sia non inferiore a quello del fonometro stesso. La calibrazione dovrà essere eseguita prima e dopo ogni ciclo di misura. Le misure fonometriche eseguite sono da ritenersi valide se le due calibrazioni effettuate prima e dopo il ciclo di misura differiscono al massimo di  $\pm 0,5$  dB. Il rilevamento deve essere eseguito misurando il livello sonoro continuo equivalente ponderato in curva A (Leq A) per un tempo di misura sufficiente ad ottenere una valutazione significativa del fenomeno sonoro esaminato.

##### Modalità generali di misura del rumore interno

Il rumore proveniente da sorgenti interne all'edificio andrà misurato collocando il microfono nelle posizioni in cui il locale viene maggiormente utilizzato, con specifico riferimento alle funzioni del locale stesso, ad almeno 1 metro dalle

pareti, ad altezza di 1,2 metri dal pavimento, in modo da consentire una valutazione del livello sonoro all'interno dell'ambiente significativo a fini della individuazione del suo valore massimo. Per ridurre o evitare i disturbi dovuti alle onde stazionarie sarà opportuno eseguire almeno 3 rilievi ruotando il microfono su archi di circonferenza di sviluppo +/- 0,5 metri nei due sensi.

#### Rumore di fondo

Si definisce rumore di fondo il livello sonoro (prodotto anche da rumori esterni), che, misurato nei tempi di normale utilizzo del locale con l'impianto non in funzione, viene superato per il 90% del tempo di osservazione nelle posizioni di misura.

#### Limiti di accettabilità del livello sonoro

Il livello sonoro non dovrà superare il livello di fondo esistente, misurati entrambi sulla scala ("A") con locale mediamente arredato ed in condizioni di uso normale, di 4 dB (A) durante il periodo diurno e di 2 dB (A) durante il periodo notturno. La misura deve essere effettuata all'interno degli ambienti abitativi e nel tempo di osservazione del fenomeno acustico.

#### Rumore esterno

Il rumore generato all'interno di vani tecnologici che si trasmette verso l'esterno per via aerea o generato da apparecchiature poste direttamente all'esterno (es. torri di raffreddamento, centrali termiche, frigorifere, gruppi elettrogeni, ecc.) non dovrà superare i limiti di rumorosità riportati nel D.P.C.M. 1 marzo 1991 art.2 tab.II relativamente alle classi di destinazione d'uso del territorio di riferimento.

#### Misure antiacustiche

Gli impianti dovranno essere realizzati in modo da non generare negli ambienti occupati e nell'ambiente esterno livelli sonori inaccettabili e, comunque, superiori a quelli prescritti.

In linea generale, pertanto, si dovrà operare come segue:

- a) Le apparecchiature dovranno essere di ottima qualità con adeguato isolamento acustico per bassa frequenza e le case fornitrici dovranno dettagliare le caratteristiche acustiche da cui sia possibile eseguire un accurato studio.
- b) Le pompe di circolazione dovranno essere scelte correttamente e lavorare nelle condizioni ottimali. Non dovranno essere utilizzati motori con velocità di rotazione superiore a 1.500 g/1' salvo esplicita autorizzazione.
- c) Quando necessario, dovranno essere previsti silenziatori o altri dispositivi su canali.
- d) Per evitare i rumori derivanti dalle dilatazioni delle tubazioni dovranno prevedersi dispositivi di dilatazione con supporti che consentano tutti i possibili spostamenti.
- e) Gli attraversamenti di solette e pareti dovranno essere realizzati in modo tale da impedire la trasmissione di rumori e vibrazioni alla struttura, provvedendo ad esempio guaine adeguate.
- f) Le tubazioni dovranno essere fissate in modo da evitare la trasmissione di vibrazioni alla struttura. Possono essere interposti anelli di gomma; per evitare di comprimere eccessivamente la gomma i collari dovranno essere previsti di due grandezze superiori al diametro delle tubazioni.
- g) Tutti i punti di contatto degli apparecchi sanitari con la struttura dovranno essere muniti di antivibranti.
- h) Per le docce, dovrà essere interposto, tra struttura ed apparecchio, del materiale isolante che impedisca la trasmissione di rumore.
- i) Al fine di attenuare il rumore dovuto all'impatto dell'acqua nelle tubazioni di scarico e nelle colonne, gli innesti sui collettori suborizzontali non dovranno avere un angolo superiore a 67 gradi. Nel caso in cui il rumore trasmesso dagli impianti ai locali occupati od all'esterno superi i valori prescritti, dovranno essere presi adeguati provvedimenti per rientrare nei limiti. Detti provvedimenti potranno interessare: 1) le fonti di rumore: ad esempio scegliendo apparecchiature più silenziose; 2) l'isolamento delle fonti di rumore con cuffie afoniche e protezioni in genere; 3) il trattamento dell'ambiente utilizzando per pareti, soffitti, pavimenti, i sistemi ed i mezzi più idonei per ottenere il risultato voluto.

## **Art.120 – Impianti elettrici e di illuminazione**

### ***120.1. Osservanza di leggi e norme per impianti elettrici***

L'appalto è soggetto alla completa osservanza:

- a) delle leggi, dei decreti e delle Circolari ministeriali vigenti alla data di esecuzione dei lavori;
- b) delle leggi, dei decreti, dei regolamenti e delle circolari vigenti nella Regione, Provincia e Comune nel quale devono essere eseguite le opere oggetto dell'appalto;
- c) delle norme emanate dal C.N.R., delle norme U-N-I., delle norme C.E.I., delle tabelle CEI-UNEL, anche se non espressamente richiamate e di tutte le altre norme modificative e/o sostitutive che venissero eventualmente emanate nel corso dell'esecuzione del presente appalto.

d) delle leggi, D.M., circolari del Ministero degli Interni sulla Prevenzione Incendi

La sottoscrizione del contratto e del presente capitolato speciale, allo stesso allegato, da parte dell'Appaltatore equivale a dichiarazione di completa e perfetta conoscenza di tutte le leggi, decreti, circolari, regolamenti norme, ecc. sopra richiamate e della loro accettazione incondizionata.

Le principali Leggi alle quali occorre attenersi nella realizzazione degli impianti elettrici sono:

- DPR 547/55: Norme per la prevenzione degli infortuni sul lavoro;
  - L. 186/68: Disposizioni concernenti la produzione di apparecchiature, macchinari, installazione e impianti elettrici;
  - L. 791/77: Attuazione direttiva CEE sicurezza del materiale elettrico;
  - L. 46/90 e DM 37/2008: Norme per la sicurezza degli impianti;
  - DPR 447/91: Regolamento di attuazione della legge 46/90;
  - DNI 20/02/92: Decreto Ministeriale;
  - D.L. 626 del 19/9/94 riguardante il miglioramento della sicurezza e della salute dei lavoratori sul luogo dei lavori;
  - D.L. 493 del 18/9/96 segnaletica di sicurezza.
  - Decreto del 18/09/2002 : Approvazione della regola tecnica di prevenzione incendi per la progettazione, la costruzione e l'esercizio delle strutture sanitarie pubbliche;
- Per quanto riguarda le norme CEI si ricordano le principali per il settore impianti:
- CEI 64-8/7 V2 : Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1 kV in c.a. e a 1,5 kV in c.c. – Parte 7 – Ambienti e applicazioni particolari – Sezione 710 – Locali ad uso medico;
  - CEI 3-14, 3-15, 3-18, 3-19, 3-20, 3-23: segni grafici per schemi elettrici;
  - CEI 11-1 : Impianti elettrici - Norme generali;
  - CEI 11-17: Impianti di trasporto energia elettrica, linee in cavo;
  - CEI 1-18: Dimensionamento impianti in relazione alle tensioni;
  - CEI 11-8 : Impianti di terra;
  - CEI 17-5 : Interruttori automatici per corrente alternata e tensione nominale non superiore a 1000V e per corrente continua e tensione nominale non superiore a 120 V;
  - CEI 17-13: Apparecchiature assiemate di protezione e manovra per basse tensioni (quadri BT);
  - CEI 20-19: Cavi isolati con gomma con tensione nominale  $U_0/U$  non superiore a 450/750V;
  - CEI 20-20: Cavi isolati con polivinilcloruro con tensione nominale  $U_0/U$  non superiore a 450/750V;
  - CEI 20-22: Prova dei cavi non propaganti incendio;
  - CEI 23-3 : Interruttori automatici di sovracorrente per usi domestici e similari;
  - CEI 23-5 : Prese a spina per usi domestici e similari;
  - CEI 23-8 : Tubi protettivi rigidi in polivinilcloruro e accessori;
  - CEI 23-14: Tubi flessibili in PVC e loro accessori;
  - CEI 23-18: Interruttori differenziali per usi domestici e similari e interruttori differenziali con sganciatori di sovracorrente incorporati per usi domestici e similari;
  - CEI 64-8 : Impianti elettrici utilizzatori di prima categoria;
  - CEI 64-8/7 V2 : Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1.000 V in corrente alternata e a 1.500 V in corrente continua – Parte 7 – Ambienti e applicazioni particolari – Sezione 710 – Locali ad uso medico;
  - CEI 81-1 : Protezione di strutture contro i fulmini.

### **120.2. Modo di esecuzione degli impianti elettrici**

L'impianto elettrico dovrà essere realizzato nel rispetto delle previsioni progettuali, di contratto e di capitolato e con la scrupolosa osservanza delle leggi, decreti, circolari, norme e disposizioni nazionali e locali, vigenti all'atto dell'esecuzione dell'impianto stesso. I circuiti dovranno essere sempre distinti. Tutti i materiali e gli apparecchi da impiegare, nell'esecuzione degli impianti, dovranno essere di buona qualità, solidità, durata, isolamento e funzionamento e dovranno, inoltre, essere conformi alle relative norme CEI ed alle Tabelle di unificazione CEI - UNEL. L'Appaltatore e' tenuto a produrre la campionatura di tutti i componenti dell'impianto per la preventiva accettazione da parte della Direzione dei Lavori; resta, comunque, stabilito che l'accettazione dei campioni da parte della Direzione dei Lavori non pregiudica i diritti che l'amministrazione appaltante si riserva in sede di collaudo.

La Direzione dei Lavori potrà, in qualsiasi momento, procedere a verifiche, sia in corso d'opera che dopo l'ultimazione dei lavori, atte a:

- accertare la conformità degli impianti e dei lavori al progetto approvato;

- lo stato di isolamento dei conduttori;
- l'efficienza delle protezioni;
- l'efficienza delle prese di terra.

Il collaudo definitivo dell'impianto dovrà accertare:

- che gli impianti ed i lavori siano conformi al progetto approvato;
- lo stato di isolamento dei conduttori;
- l'efficienza delle protezioni;
- l'efficienza delle prese di terra;
- la resistenza all'isolamento;
- la corretta esecuzione dei circuiti di protezione contro le tensioni di contatto.

Tutte le linee saranno eseguite con fili o corde di rame elettrolitico ricotto, titolo 99,9 % e carico di rottura non inferiore a 22 Kg/mmq. e dovranno essere conformi alle norme CEI; l'isolamento dovrà essere realizzato per mezzo di materiale termoplastico continuo, compatto, senza bolle, grumi ed altri difetti. Quando l'impianto e' previsto per la realizzazione sottotraccia i tubi protettivi devono essere in materiale termoplastico conforme alle norme CEI, serie leggera o pesante per i percorsi sotto intonaco, serie pesante per gli attraversamenti a pavimento. Il diametro interno dei tubi deve essere pari, a meno che non vi sia un'esplicita diversa richiesta, a 1.3 volte il diametro del cerchio circoscritto al fascio di cavi in esso contenuti. Tale coefficiente deve essere almeno 1.5 quando i cavi siano del tipo sotto piombo o guaina metallica. Il diametro del tubo deva essere tale da permettere di sfilare e rinfilare i cavi in esso contenuti con facilità e senza che gli stessi risultino danneggiati. Il diametro interno non deve essere inferiore a 10 mm. Il tracciato dei tubi deve avere andamento rettilineo orizzontale e verticale. Nel caso di andamento orizzontale dove essere prevista una minima pendenza per favorire lo scarico di eventuale condensa. Le curve devono essere effettuate con raccordi o piegature che non danneggino il tubo e non pregiudichino la sfilabilità dei cavi. La tubazione deve essere interrotta da cassette di derivazione ad ogni brusca deviazione resa necessaria dalla struttura muraria e ad ogni deviazione della linea principale e secondaria. Le giunzioni dei conduttori devono essere eseguite nelle cassette di derivazione impiegando opportuni morsetti o morsettiere. Le cassette devono essere poste in modo che ad installazione avvenuta, non sia possibile l'introduzione di corpi estranei. Il coperchio deve essere apribile solo con idoneo attrezzo. I tubi di protezione dei cavi devono essere scelti in conformità a criteri di resistenza meccanica e alle sollecitazioni che si possono verificare sia durante la posa o l'esercizio. I tubi in PVC da installare sotto intonaco possono essere del tipo flessibile leggero o pesante corrispondenti alle norme CEI 23-14. I tubi di PVC da installare sotto pavimento o in vista negli ambienti ordinari, ad altezza inferiore a 2.5 m dal piano di calpestio devono essere del tipo pesante (rigido e flessibile) corrispondenti rispettivamente alle norme CEI 23-18 23-14. Il canale da posare in vista negli ambienti ordinari deve essere in materiale isolante, norme CEI 23-19, o in metallo. Il diametro dei condotti, se circolari, deve essere calcolato almeno 1.8 volte maggiore del diametro del cerchio circoscritto al fascio dei cavi contenuti, con un minimo di 15 mm.

Nei condotti o canali e simili a sezione diversa dalla circolare, il rapporto tra la sezione e l'area della sezione retta occupata dai cavi non deve essere inferiore a 2. I tubi posati a pavimento devono essere disposti il più possibile paralleli alle altre eventuali tubazioni (es. idriche). Gli eventuali incroci tra tubi dell'impianto elettrico con altre tubazioni devono essere realizzati con la massima cura e per evitare lo schiacciamento dei tubi dell'impianto elettrico, devono essere immediatamente protetti. Fra due cassette successive non devono esserci più di due curve da 90° ed in ogni caso l'angolo totale non deve essere maggiore di 270°. I canali devono essere in materiale isolante resistente al calore anormale ed al fuoco ed eventualmente, nel caso di installazione a battiscopa, antiurto come prescritto dalla norma CEI 23-19. Gli elementi strutturali devono essere componibili e flessibili in ogni parte in modo da realizzare impianti a più circuiti anche tra loro separati, a pavimento, a parete e a soffitto. La struttura deve essere composta da elementi rettilinei, a più scomparti e completa di accessori (tasselli, giunzioni, angoli, scatole di derivazione e portapparecchi, fianchetti, etc.) in modo da realizzare qualunque tipologia di impianto riducendo al minimo lavorazioni o adattamenti in opera. In particolare:

- il canale a più scomparti e le scatole di smistamento e derivazione a più vie devono essere preferibilmente completamente separate sia meccanicamente che elettricamente (accesso ai circuiti telefonici senza rendere accessibili i circuiti di energia);
- tutta la copertura dei canali e scatole deve essere asportata solo a mezzo attrezzo se accessibile;
- il sistema di fissaggio deve garantire una buona tenuta allo strappo.

Il numero dei cavi che si possono introdurre nei tubi e' indicato nella tabella desunta dalla norma CEI 23-14, che costituisce assieme alla norma CEI 23-7 e 23-8 il riferimento normativo per ogni ulteriore indicazione in merito

all'argomento. Le tubazioni e/o canalizzazioni portacavi di qualsiasi tipo devono essere distinte ed esclusivamente dedicate per ogni tipo di impianto sotto indicato:

- a) impianto elettrico;
- b) impianto telefonico, trasmissione dati;
- c) impianto TV, diffusione sonora;
- d) impianto interfonico, citofonico, antifurto, antincendio.

Le scatole di contenimento dei comandi e delle prese di corrente dovranno essere di materiale isolante e dovranno essere adatte per il fissaggio dei frutti mediante viti od altri sistemi con esclusione di quello ad espansione di griffe. I comandi e le prese di corrente dovranno avere le parti in tensione montate su materiali ceramici o materiali aventi caratteristiche dielettriche analoghe e dovranno essere fissati alle scatole a mezzo di viti od altri sistemi escluso quello ad espansione di griffe; le prese dovranno essere del tipo con contatto di terra. Per i diversi ambienti deve essere individuato il livello dell'illuminamento orizzontale, il calcolo verrà riferito ad un piano di lavoro posto a 0.85 cm dal pavimento.

Le sorgenti luminose utilizzabili saranno del tipo:

- lampade ad incandescenza;
- lampade fluorescenti;

L'assegnazione dei valori di illuminazione di interni deve essere conforme alle norme UNI 10380 e per quanto non contemplato si rimanda alle Raccomandazioni AIDI.

I prezzi di elenco comprendono tutto quanto necessario (fornitura, opera, prestazione, ecc.) per dare l'impianto completo e funzionante a perfetta regola d'arte.

L'Appaltatore, fino all'approvazione del collaudo da parte dell'Amministrazione appaltante, è ritenuto responsabile della perfetta integrità e funzionalità dell'impianto stesso ed è quindi obbligato ad intervenire, se necessario, per effettuare riparazioni, ristrutturazioni o reintegri conseguenti anche a danni od asportazioni da chiunque e per qualunque ragione causati. L'Appaltatore è tenuto altresì a presentare, entro 30 giorni dall'ultimazione dell'impianto, n°2 copie dei disegni dell'impianto eseguito con l'indicazione di tutta la rete e di ogni altro particolare atto a documentare con esattezza l'intero impianto posto in opera.

### ***120.3. Materiali ed apparecchiature per impianti elettrici***

I materiali e le apparecchiature da impiegare per la realizzazione degli impianti elettrici dovranno essere tali da resistere alle azioni alle quali potranno essere esposti durante l'esercizio, quali azioni meccaniche, corrosive, termiche o dovute all'umidità ed, in ogni caso, dovranno essere conformi alle norme CEI ed alle Tabelle CEI-UNEL.

La conformità dei materiali e delle apparecchiature alle citate norme dovrà essere certificata, ove previsto, dalla presenza del contrassegno IMQ e dalla marcatura CE.

Per quanto non specificato nel presente capitolato l'Impresa dovrà attenersi nella fornitura dei materiali ai tipi indicati e previsti nell'elenco prezzi e/o alle indicazioni impartite dalla Direzione dei Lavori.

Quando la Direzione dei Lavori avrà rifiutato qualsiasi provvista perché a suo giudizio insindacabile non idonea ai lavori, l'Impresa dovrà sostituirla con altra che risponda ai requisiti voluti.

Ai sensi dell'art. 2 della Legge 18/10/77 n. 791, non potrà essere utilizzato materiale elettrico che non sia stato costruito a regola d'arte in materia di sicurezza e sul quale non sia stata rilasciata certificazione ai sensi dell'art. 11 della direttiva CEI n. 23 del 19/12/1973, da cui risulti la conformità dello stesso materiale all'art. 2 della Legge n. 791/77 ed all'art. 7 della Legge 46/90 recanti "norme sulla sicurezza degli impianti". Tutti i materiali dovranno essere esenti da qualsiasi difetto qualitativo e di lavorazione. Dovrà essere sottoposta alla D.L. una campionatura dei materiali impiegati. Tale campionatura presentata alla Direzione dei Lavori dovrà essere conservata fino all'ultimazione delle opere di collaudo. Sarà considerato materiale idoneo quello marcato CE. Ove in commercio non esistessero prodotti con tale marchio il materiale deve essere prodotto da ditte che abbiano ottenuto la certificazione di qualità ai sensi della norma ISO 9000 EN 29000.

#### ***120.3.1. Cabine di trasformazione MT/BT***

Le presenti disposizioni valgono per cabine di utente aventi le seguenti caratteristiche:

- a) tensione massima primaria 30kV;
- b) potenza da circa 50 kVA a 2.000 kVA massimi;
- c) installazione all'interno.

Le apparecchiature e le installazioni occorrenti, oltre a soddisfare i requisiti di seguito esposti, dovranno corrispondere alle prescrizioni delle norme CEI 64-8 delle norme CEI 11-1, CEI 11-8, nonché quelle in vigore per la prevenzione degli infortuni sul lavoro D.P.R. n. 547 del 27 aprile 1955.

Le opere murarie ed in particolare la costruzione dei locali tecnici ove allocare gli impianti sono incluse nell'appalto. Il pavimento dovrà trovarsi a un livello superiore rispetto a quello stradale onde evitare infiltrazioni d'acqua. In particolare va assicurata la agevole e costante accessibilità della cabina; i trasformatori dovranno poter essere in ogni momento sostituiti, eventualmente con l'ausilio di paranchi. Le pareti perimetrali dovranno essere realizzate in muratura dello spessore non inferiore a 15 cm e dovranno essere resistenti al fuoco REI 120. La porta d'ingresso sarà metallica, con apertura verso l'esterno. Gli eventuali vetri della porta o del sopraluce devono essere preferibilmente del tipo retinato.

I locali tecnici e/o cabine dovranno essere realizzati in modo da evitare infiltrazioni d'acqua e/o umidità e dovranno avere una conveniente aerazione naturale per non pregiudicare lo stato e il funzionamento delle apparecchiature.

Nella cabina MT dovranno essere installati armadi componibili di MT contenenti le apparecchiature di sezionamento, protezione e trasformazione.

La cabina dovrà essere dotata esternamente di pulsanti di emergenza a rottura vetro, in grado di togliere tensione a tutto l'impianto ad eccezione della centrale antincendio. Di ogni trasformatore dovrà essere indicata la provenienza e le caratteristiche essenziali. Per tutte le carcasse e le protezioni meccaniche inerenti all'alta tensione, dovrà prevedersi un sistema di messa a terra. La cabina dovrà avere in dotazione almeno i seguenti attrezzi di manovra: pedana, guanti, nonché i cartelli ammonitori, lo schema ed il prospetto dei soccorsi di urgenza.

#### Riferimenti normativi

- CEI 17-6, norme per apparecchiature prefabbricate con involucro metallico per tensione da 1 a 72,5 KV;
- CEI 38-1, trasformatori di corrente;
- CEI 38-2, trasformatori di tensione;
- CEI 17-4, sezionatori e sezionatori di terra MT;
- CEI 17-9, interruttori di manovra sezionatori MT;
- CEI 32-3, fusibili MT;
- CEI 17-1, interruttori MT;
- IEC 56, A.C. high voltage circuit breakers;
- IEC 185, current transformers;
- IEC 185, voltage transformers,
- IEC 298, A.C. metal-enclosed switchgear and control gear for rated voltages above KV and include 72,5 KV;
- IEC 420, high voltage loadbreak switchgear.

#### **120.3.2. Trasformatori in resina**

Si riportano di seguito le principali caratteristiche tecniche dei trasformatori MT/BT:

- Le bobine dell'avvolgimento di alta tensione dovranno essere realizzate con fogli di alluminio, ciò oltre permettere una tecnica di avvolgimento più semplice, garantirà anche un'elevata sicurezza elettrica dato dal fatto che l'isolamento viene sollecitato elettricamente meno di quanto non si verifichi in tutte le altre tecniche tradizionali (in un avvolgimento a filo tradizionale la tensione fra spira e spira raggiunge un valore doppio della tensione di strato, mentre negli avvolgimenti a fogli, la tensione di strato si mantiene al valore della tensione tra spira poiché in questa esecuzione ogni strato è costituito da una sola spira). Tutto ciò garantirà un'elevata tenuta alle sollecitazioni elettriche a frequenza industriale e ad impulso.
- Le tensioni meccaniche che normalmente possono recare danni al trasformatore saranno praticamente inesistenti in quanto i coefficienti di dilatazione della resina e dell'alluminio sono molto vicini fra loro.
- Assoluta mancanza di scariche parziali (fino al doppio della tensione nominale) garantita dagli avvolgimenti a fogli insieme con l'attenta qualità della fusione della resina che avviene ad alta temperatura sottovuoto (questo procedimento evita la formazione di pericolose bolle d'aria).
- Gli sforzi assiali prodotti dalle correnti di corto circuito sono notevolmente ridotti dato dal fatto che l'avvolgimento bassa tensione è realizzato anch'esso con bande di alluminio di lunghezza pari a quella dell'intera bobina.
- La resina utilizzata per l'isolamento del trasformatore è resistente all'umidità, è adatta dunque anche per climi tropicali. Il grado di infiammabilità della resina ha un punto notevolmente alto quindi brucia con difficoltà ed è autoestinguente.
- Il trasformatore potrà essere semplicemente appoggiato ad un eventuale basamento esistente. Esso richiede ingombri notevolmente ridotti.

- Se sono rispettate le condizioni di installazione previste (in luogo chiuso, non bagnato e con temperatura minima non inferiore a  $-5^{\circ}\text{C}$ ), è sufficiente un controllo visivo prima della messa in servizio. E' esente da manutenzione ad esclusione di un controllo saltuario della pulizia da polveri, depositi di sporco ed eventuali corpi estranei presenti sopra gli avvolgimenti.
- Valori delle perdite nel ferro (a vuoto e a carico) notevolmente contenuti
- L'isolamento del trasformatore è costituito da una miscela di resina epossidica e polvere di quarzo. Un materiale che non contiene sostanze inquinanti per l'ambiente. Nel caso che un arco elettrico interessi direttamente gli avvolgimenti non si avrà alcuno sviluppo di gas tossici.

### **120.3.3. Rifasamento degli impianti**

Per ovviare a eventuale basso fattore di potenza ( $\cos \varphi$ ) dell'impianto, si procederà ad un adeguato rifasamento.

Il calcolo della potenza in kVA delle batterie di condensatori necessari è stato fatto tenendo presenti:

- la potenza assorbita;
- il fattore di potenza ( $\cos \varphi$ )<sup>\*</sup> contrattuale di 0,9 (provvedimento CIP).

L'installazione del complesso di rifasamento deve essere fatta in osservanza alle norme CEI, al D.P.R. 547/1955 e ad altre eventuali prescrizioni in vigore.

Dovranno essere installate le seguenti protezioni:

- a) protezione contro i sovraccarichi e cortocircuiti;
- b) protezione contro i contatti indiretti;
- c) protezione dell'operatore da scariche residue a mezzo di apposite resistenze di scarica.

L'Impresa dovrà sottoporre alla D.L. per la relativa approvazione l'ubicazione delle batterie di rifasamento e l'eventuale adozione di un sistema di inserimento automatico.

I quadri di rifasamento automatico da installare saranno costituiti da un armadio ad elementi componibili in lamiera di acciaio piegata e ribordata, verniciata al forno, contenente montate e cablate le seguenti apparecchiature:

- interruttore generale,
- relè fasometrico inseritore, del tipo a 7 gradini,
- fusibili di protezione dei condensatori,
- contattori per l'inserimento dei gruppi di condensatori,
- condensatori suddivisi in 3 gruppi di diversa potenza, con involucro antiscoppio di dimensioni modulari, dielettrico autorigenerabile, basse perdite.

### **120.3.4. Gruppo elettrogeno**

Le alimentazioni dei servizi di emergenza devono essere conformi alle norme CEI 64-8 in quanto applicabili. Tale alimentazione sarà prevista per alimentare gli utilizzatori ed i servizi essenziali ma non vitali per la sicurezza delle persone, come per esempio:

- illuminazione di stanze per degenza, ambulatori, stanze di visita, di refertazione, di trattamenti terapeutici, laboratori per analisi, ed in generale tutti i circuiti di illuminazione necessari a garantire la normale attività del presidio ospedaliero, almeno un circuito luce esterna, luci notturne.
- montaletti ed elevatori;
- impianti telefonico, chiamata infermiera, antincendio, diffusione sonora.

Tale sorgente di alimentazione di riserva deve entrare in funzione, a meno di precise indicazioni del direttore sanitario della struttura, entro 15 secondi dall'interruzione della rete.

La protezione contro le sovracorrenti e contro i contatti diretti e indiretti sarà idonea nei confronti sia dell'alimentazione ordinaria sia dell'alimentazione di riserva o, se previsto, di entrambe in parallelo.

### **120.3.5. Gruppo di continuità**

- Per l'alimentazione di blocchi di prese di corrente dedicate ad apparecchiature elettroniche (computer e/o altre apparecchiature contenenti memorie volatili) o apparecchi elettromedicali (vitali) sarà realizzata una sezione di distribuzione dell'energia elettrica di continuità assoluta ed interruttabile con tempo di intervento in assenza della rete conforme alle normative. Tale sezione verrà realizzata installando un gruppo statico di continuità.

### **120.3.6. Quadri elettrici BT**

I quadri elettrici dovranno essere costituiti da armadi in lamiera o resina come indicato negli elaborati progettuali con le seguenti caratteristiche:

- Riferimenti normativi

- CEI 17-13
- CEI 70-1

- Grado di protezione almeno IP30 (quadri interni) e IP65 (quadri esterni)

Il quadro elettrico deve essere costituito da elementi componibili e devono essere del tipo per appoggio a parete o da muro.

Per i quadri, ove non diversamente specificato, deve essere prevista una superficie libera pari al 20% della superficie de fronte quadro per consentire l'aggiunta di eventuali aggiunte di partenze di utenze, non è richiesto che tali partenze siano attrezzate. Deve essere previsto un corrispondente spazio vuoto per la morsetteria di uscita e per il corrispondente cablaggio. L'ingresso e l'uscita dall'interruttore generale o da derivati di potenza deve essere effettuato o con sistema di sbarre o con adatti morsetti messi adeguatamente in parallelo; se si utilizzano le sbarre le stesse devono essere protette con adeguato schermo rimovibile solo con attrezzo. I quadri devono corrispondere agli schemi allegati.

Il quadro di norma deve contenere le seguenti apparecchiature:

- Interruttori generali e derivati adatti per la corrente di corto circuito di esercizio per ogni sezione, ordinaria, riserva, sicurezza.

Per ogni sezione gli interruttori generali devono essere del tipo:

- interruttori di manovra
- sezionatori (preferibilmente modulari con gli altri apparecchi).

Gli interruttori derivati devono essere del tipo automatico magnetotermico e automatico magnetotermico differenziale. Il quadro deve essere provvisto di morsetteria sia per i cavi di ingresso che per quelli di uscita. La funzione degli apparecchi deve essere contraddistinta da apposite targhette.

Prima della messa in servizio dei quadri devono essere effettuate le prove previste dalle norme CEI suddette. Per i quadri non costruiti in fabbrica (ANS) in particolare sono previste le prove di:

- isolamento;
- prova di funzionamento;
- prova di protezione dai contatti indiretti;
- prova di tenuta al corto circuito.

Ogni quadro deve portare una targhetta con i principali dati caratteristici ed il nome del costruttore stesso.

Nei quadri elettrici i conduttori isolati compresi tra due dispositivo di connessione non devono avere giunzioni intermedie intrecciate o saldate; le connessioni devono essere effettuate unicamente su terminali fissi. Per terminali si intendono i morsetti delle apparecchiatura e delle morsetterie. Le apparecchiatura installate nei quadri di comando e negli armadi devono essere, ove possibile, modulari, componibili e devono essere montate mediante il fissaggio a scatto su profilato DIN.

### 120.3.7. Interruttori BT

Gli interruttori automatici devono essere inseriti in modo da garantire la protezione dei cavi contro le correnti di sovraccarico e di corto circuito ed evitare interventi intempestivi. La corrente nominale deve soddisfare infatti la relazione (protezione contro le correnti di sovraccarico):

$$I_b = < I_n = < I_z$$

$$I_f = < 1.45 I_z$$

con:

$I_b$  = corrente di impiego del cavo

$I_n$  = corrente nominale dell'interruttore

$I_z$  = portata del cavo

$I_f$  = corrente convenzionale di funzionamento dell'interruttore.

Il potere di interruzione degli interruttori deve essere scelto maggiore del massimo valore di corrente di corto circuito in corrispondenza del loro punto di installazione. La sezione minima del cavo calcolata in base alla corrente di corto circuito massima (corto circuito trifase con impedenza di guasto uguale a zero) dovrà essere:

$$S \geq \frac{I \times V \times t}{K}$$

con:

$S$  = sezione minima del cavo in mmq

$I$  = corrente di corto circuito in A

t = tempo di intervento dell'interruttore relativo alla corrente I, in s  
 K = costante di scambio termico del cavo

### 120.3.8. Scatole di derivazione

Le scatole di derivazione devono avere caratteristiche adeguate alle condizioni di impiego, essere in materiale isolante, resistenti al calore anormale ed al fuoco secondo norme CEI 64-8 var. 2 tab. X. - CEI 70-1. Devono poter essere installate a parete o ad incasso con sistema che consenta planarità e parallelismi. Nella versione da parete le scatole devono avere grado di protezione almeno IP44. I coperchi devono essere rimossi solo con attrezzo, sono esclusi i coperchi con chiusura a pressione. Tutte le scatole devono contenere i morsetti di giunzione e derivazione e gli eventuali separatori fra circuiti appartenenti a sistemi diversi.

### 120.3.9. Tubi – condotti - canali

I tubi da prevedere nelle varie condizioni impiantistiche devono essere:

- tubo da installare sotto il pavimento: PVC rigido pesante (CEI 23-8)
- tubo da posare in vista (ambienti ordinari): PVC rigido pesante (CEI 23-8)
- tubo da posare in vista (ambienti speciali): PVC rigido pesante (CEI 23-8)
- canale portacavi da posare a vista in acciaio zincato o in materiale isolante in PVC rigido autoestinguento (CEI 23-19).

### 120.3.10. Cavi

La sezione dei conduttori deve essere scelta in funzione dei carichi presunti secondo le portate ammesse dalle tabelle Unel 35024-70 e deve essere sottoposta alle verifiche qui appresso elencate:

#### Verifica delle cadute di tensione

La verifica delle cadute di tensione massime ammissibili deve essere eseguita adeguando i coefficienti K (mV/A x m) riportati sulle tabelle Unel 35023-70 valida per i cavi ed i conduttori isolati con gomma o con materiale termoplastico aventi grado di isolamento inferiore od uguale a 4 KV.

La formula adoperata a tal proposito è la seguente:

$$V = \frac{K \times I \times L}{1.000}$$

dove:

V = caduta di tensione in V

K = caduta di tensione in mV/A x m

I = corrente in A

L = lunghezza della linea in m.

#### Verifica della sezione minima ammissibile

In caso di corto circuito la protezione deve intervenire con rapidità tale da non fare oltrepassare ai conduttori la massima temperatura ammessa conseguente alla sollecitazione termica. Indipendentemente dalle sezioni conseguenti alle anzidette cadute di tensione, per garantire che le sezioni risultino adeguate alle correnti di corto circuito presunte per la durata del tempo di intervento dell'interruttore a monte, si deve verificare la seguente relazione:

$$I_{cc} \times t = 135 \times S$$

dove:

I<sub>cc</sub> = corrente di corto circuito in A

t = tempo di intervento dell'interruttore in corrispondenza della corrente I, in s

S = sezione del cavo in mm<sup>2</sup>.

#### Verifica della tempestività di intervento

Le sezioni dei conduttori soddisfacenti le anzidette relazioni devono essere tali a che le correnti minime di cortocircuito alla fine delle condutture, calcolata con la formula qui sotto riportata, siano ai livelli delle protezioni magnetiche:

$$I_{cc} = \frac{15 \times V \times S}{L}$$

dove:

Icc = corrente di corto circuito in A

v = tensione di fase in V

S = sezione del cavo in mmq

L = lunghezza della linea in m.

#### **120.3.11. Serie civile componibile da incasso**

La serie civile da incasso deve avere le seguenti caratteristiche:

- Riferimenti normativi
  - CEI 23-5
  - CEI 23-9
  - CEI 23-16
- Tensione nominale 250V
- Corrente nominale degli apparecchi di comando 10A
- Apparecchi modulari a componibilità multipla
- Gamma base:
  - comando: interruttori, deviatori, invertitori, pulsanti, (con possibilità di disporre di comandi fluorescente o luminosi in conformità del DPR 27 Aprile 1978 n. 384
  - derivazione: prese a spina 10 e 16A, 10-16A con alveoli schermati; protezione contro i contatti diretti, grado 2.1; prese a spina 10/16 Unel (47158-64), protezione contro i contatti diretti, grado 2.1; presa e spina bipasso 10/16A con alveoli schermati grado 2.1
  - protezione: interruttori automatici fino a 16A (riferimento Norme CEI 233), portafusibili
- Possibilità di scelta di apparecchi complementari componibili quali:
  - comando: anche deviato da più punti (relé) derivazione
  - derivazione: prese e spina fino a 16A irreversibili, protezione contro i contatti diretti, grado 2.2 almeno
  - protezione: interruttori automatici differenziali fino a Id 10mA (vedi scheda E75 Parte I)
  - segnalazione: rele' segnapasso
  - ricezione: prese radio, telefoni, ecc.
  - controllo: temporizzatori, programmatori, controllo di livello per liquidi, regolatori di luminosità (vedi schema E78 Parte I)
  - sicurezza: piccolo gruppo autonomo luce di sicurezza, rivelatori di presenza gas, fumo, ecc.

#### **120.3.12. Morsetti**

Le giunzioni e la derivazione devono essere effettuate solo ed esclusivamente all'interno di quadri elettrici o di scatole di derivazione a mezzo di apposite morsetterie e morsetti aventi le seguenti caratteristiche:

- Riferimenti normativi
  - CEI 23-30
  - CEI 23-21
  - CEI 17-19
- In resina componibili su guida DIN 32 e DIN 35.
- Morsetti per derivazioni volanti : a cappuccio, passanti.

#### **120.3.13. Apparecchi di illuminazione**

Gli apparecchi di illuminazione (corpi illuminanti) dovranno essere dotati di schermi che possono avere compito di protezione e chiusura e/o di controllo ottico del flusso luminoso emesso dalla lampada. Gli apparecchi saranno in genere a flusso luminoso diretto per un migliore sfruttamento della luce emessa dalle lampade; per installazioni particolari, l'Amministrazione appaltante potrà prescrivere anche apparecchi a flusso luminoso diretto - indiretto o totalmente indiretto. Particolare cura si dovrà porre all'altezza ed al posizionamento di installazione, nonché alla schermatura delle sorgenti luminose per eliminare qualsiasi pericolo di abbagliamento diretto ed indiretto. Con tutte le condizioni imposte, dovrà essere calcolato, per ogni ambiente, il flusso totale emesso in lumen necessario per ottenere i valori di illuminazione in lux prescritti; per ottenere ciò si utilizzeranno le tabelle dei coefficienti di utilizzazione dell'apparecchio di illuminazione previsto. Dal flusso totale emesso si ricaverà il numero ed il tipo delle sorgenti

luminose quindi il numero degli apparecchi di illuminazione. Nei locali da illuminare con lampade a fluorescenza si devono prevedere apparecchi di illuminazione aventi le seguenti caratteristiche:

• Riferimenti normativi

- CEI 34-21
- CEI 70-1.

Armature complete di reattore a basse perdite (o elettronico se specificato) rifasato e collegamenti. Corpo diffusore con diffusori prismatici e diffusori lamellari. Tutti gli apparecchi di illuminazione equipaggiati con lampade a scarica nei gas (fluorescenti od a bulbo) dovranno essere previsti con alimentatori in esecuzione rifasata a  $\cos\phi = 0,9$  e corredati di morsetto di terra, cui verrà collegato il "conduttore di protezione" color giallo - verde, secondo le vigenti norme CEI.

Le lampade a scarica nei gas (tubi fluorescenti, lampade a bulbo, lampade tubolari con attacco unilaterale o bilaterale) dovranno essere previste come in progetto e delle primarie Case di fabbricazione delle stesse, con caratteristiche rispondenti alle Norme C.E.I. ed Unel, attacchi normalizzati, portalampade in porcellana od in resine sintetiche resistenti alle sopraelevazioni interne di temperatura del vano lampada. Le stesse prescrizioni valgono per le lampade ad incandescenza ed in particolare per quelle ad alogeni a bassa tensione di alimentazione (12 e 24V).

Le travi testaleto devono avere spigoli arrotondati, devono avere suddivisione interna in vani separati per impianti elettrici, fonia, comunicazioni, gas medicali; devono essere accessoriate con:

- luce indiretta diffusa 2x36W FI a comando esterno;
- luce notturna 1x15W max ad incandescenza a comando esterno;
- luce lettura 1x18W FI;
- luce visita 1x18W FI;
- interruttore per comando luce lettura;
- interruttore per comando luce visita;
- presa 2x-16A+T;
- presa 2x10-16A+T UNEL;
- predisposizione per prese TV, telefonica, dati;
- presa ossigeno UNI 9507 o UNI/AFNOR completa di targhetta circolare per identificazione gas
- presa vuoto UNI 9507 o UNI/AFNOR completa di targhetta circolare per identificazione gas.

Qualora durante il corso dei lavori, per esigenze particolari di impianto, si dovessero installare nuovi tipi di lampade, la Direzione Lavori stabilirà le caratteristiche delle lampade: tipo costruttivo, potenza assorbita, flusso luminoso reso, tonalità e resa cromatica della luce.

#### 120.3.14. Apparecchi autonomi

Si devono prevedere degli apparecchi per l'illuminazione con lampade e batterie incorporate (autonomi) così composti:

Riferimenti normativi:

- CEI 34-22
- CEI 70-1
- Grado di protezione almeno IP 30
- Potenza 11W ed 18W per lampade a fluorescenza.

L'autonomia non deve essere inferiore a 1 ora.

#### 120.4. Consegna provvisoria e dichiarazione di conformità

Al termine dei lavori l'Impresa e' tenuta a consegnare alla Stazione appaltante la dichiarazione di conformità degli impianti alla regola d'arte (art. 9 della Legge 46/90) con i relativi allegati obbligatori ed il rilievo dell'impianto eseguito.

La Stazione appaltante ha facoltà di prendere in consegna gli impianti anche se il collaudo definitivo degli stessi non ha ancora avuto luogo. In tal caso la presa in consegna degli impianti da parte dell'Amministrazione appaltante deve essere preceduta da una verifica provvisoria degli stessi che abbia avuto esito favorevole. Qualora l'Amministrazione appaltante non intenda avvalersi della facoltà di prendere in consegna gli impianti ultimati prima del collaudo definitivo, può disporre affinché, dopo il rilascio del certificato di ultimazione dei lavori, si proceda alla verifica provvisoria degli impianti; nelle medesime circostanze l'Impresa appaltatrice ha facoltà di chiedere la verifica provvisoria degli impianti. La verifica provvisoria accerterà che gli impianti siano in condizione di poter funzionare normalmente, che siano state rispettate le vigenti norme di legge per la prevenzione degli infortuni ed in particolare per gli impianti elettrici dovrà essere accertato:

- lo stato di isolamento dei circuiti;
- la continuità elettrica dei circuiti;
- il grado di isolamento e la sezione dei conduttori;
- l'efficienza delle protezioni contro i contatti diretti, indiretti ed accidentali.

La verifica provvisoria ha lo scopo di consentire, in caso di esito favorevole, l'inizio del funzionamento degli impianti ad uso degli utenti cui sono destinati. Ad ultimazione della verifica provvisoria, l'Amministrazione appaltante potrà prendere in consegna gli impianti con regolare verbale.

## **Art.121 – Impianti elettrici speciali**

### ***121.1. Impianto telefonico***

L'impianto telefonico sarà costituito da una centrale telefonica PABX. Apparecchi derivati collegabili di qualsiasi tipo compresi i telefoni bistandard (decadici/multifrequenza), i telefoni senza filo (cordless), fax, segreterie telefoniche, programmazione effettuabile da un qualunque telefono derivato mediante l'introduzione di semplici codici; dotata dei seguenti servizi:

- chiamata esterna entrante / uscente
- intercomunicazione
- autoaccensione
- apertura serratura elettrica da telefono
- messa in attesa e recupero conversazioni
- inoltro automatico o con annuncio
- conferenza a tre
- risposta per assente
- selezione abbreviata (50 numeri)
- chiamata generale
- blocco della selezione urbana / interurbana / internazionale
- servizio notte
- divisione in fasci
- musica su attesa
- room monitor bidirezionale
- accesso ai Servizi Telefonici Supplementari
- accesso diretto ai derivati
- filtro chiamata entranti
- omologazione Ministero P.T.
- teleattivazione
- modulo fonico dedicato
- interfaccia videocitofonica.

Le prese telefoniche saranno del tipo unificato "Telecom". I cavi di collegamento saranno del tipo UTP categoria almeno 5 (biterminati con connettori tipo RJ 45) o multicoppie per le dorsali e le colonne montanti, posati in tubi di PVC o in canalina in materiale plastico autoestinguento.

### ***121.2. Impianto trasmissione dati***

Deve essere realizzata una rete per trasmissione dati costituita da cavi UTP almeno cat. 5 schermati per il collegamento delle singole prese previste al centro elaborazione dati, posati in tubi di PVC e in canalina in materiale plastico autoestinguento. Le prese saranno costituite da connettori RJ e dovranno essere del tipo da incasso.

### ***121.3. Impianto chiamata infermieri***

Il sistema previsto per la chiamata degli infermieri dovrà utilizzare la trasmissione dei dati con cavo a 4 o 6 conduttori e dovrà consentire la segnalazione acustico-luminosa con visualizzazione su display delle chiamate, con individuazione del locale e del letto dal quale proviene la chiamata. I pulsanti di chiamata, dotati di led di rassicurazione, dovranno essere ubicati in prossimità dei posti letto delle camere di degenza e nei locali WC, dove dovranno essere previsti del tipo a tirante. All'interno dei locali di chiamata dovrà essere installato il pulsante di annullamento chiamata, dotato di led verde di segnalazione e segnalatore acustico per la ricezione di altre chiamate. All'esterno dovranno essere invece installati i moduli elettronici di camera, provvisti di circuiti di chiamata e di

annullamento per pulsanti, che dovranno essere i punti di distribuzione per il cablaggio dei locali di chiamata e di presidio e gestiranno il traffico dei dati relativi alle unità attive per le quali sono proposte. All'interno dei locali di presidio, dovranno essere installati i display modulari alfanumerici ( 2 x 8 cifre ) provvisti di pulsante di annullamento e segnalatore acustico ed i moduli di selezione per il raggruppamento delle zone, dotati di due pulsanti per la selezione e l'attivazione delle concentrazioni. Detti moduli dovranno essere collegati al modulo elettronico per locali di presidio, ubicato esternamente al locale. I moduli elettronici dovranno essere dotati di lampade di segnalazione chiamata o presenza. L'impianto previsto dovrà consentire anche la possibilità di chiamata del medico dagli stessi pulsanti di chiamata infermiera dopo avere premuto il pulsante di presenza infermiera; pertanto dovranno essere previsti pulsanti di annullamento chiamata medico all'interno delle camere di degenza, display alfanumerici per la segnalazione delle chiamate con pulsante di annullamento all'interno dei locali medici, moduli elettronici con lampade di segnalazione all'esterno degli stessi. Il sistema dovrà essere completato dai concentratori di zona che sincronizzeranno la linea bus e provvederanno a mettere in comunicazione le diverse zone, dai dispositivi di fine linea e dagli alimentatori stabilizzati.

#### **121.4. Impianto TV**

Deve essere realizzato un impianto televisivo (TV) centralizzato per la ricezione dei programmi nazionali e locali, conforme alle norme CEI 12 -15 e 64-8, costituito da complesso di antenne installate su palo autoportante e controventato, protetti contro la corrosione e collegato alla maglia di captazione dell'impianto di protezione contro le scariche atmosferiche, se esistente, o al conduttore di protezione principale dell'impianto elettrico. Il centralino di amplificazione dovrà essere installato all'interno, all'ultimo piano, e dovrà essere dimensionato in modo tale da amplificare e distribuire tutti i segnali con un rapporto segnale/rumore maggiore di 34 dB. La distribuzione dei segnali dovrà avvenire in derivazione su più montanti (almeno una per piano) mediante derivatori e dovrà essere tale da garantire, nel caso più sfavorevole, un livello di tensione utile alle prese maggiore o uguale a 66 dB per una impedenza caratteristica di 75ohm. Le prese dovranno essere da incasso del tipo "derivazione singola". Il cavo di collegamento deve essere del tipo coassiale in polietilene con guaina in PVC e schermo in stagnola, impedenza nominale 75 ohm e la calza del cavo d'antenna dovrà essere connessa all'impianto di messa a terra nel punto più prossimo alle antenne o al palo di sostegno. La tubazione protettiva dei cavi sarà costituita da tubo in PVC e canalina portacavi in materiale plastico autoestinguente.

#### **121.5. Impianto rilevazione incendi**

L'impianto di rilevazione incendi dovrà essere costituito dalle seguenti apparecchiature:

- centrale rilevazione incendi a zone, realizzata a microprocessore e tecnologia SMT, possibilità di funzionamento "modo notte" con allarme immediato, "modo giorno" con preallarme e successivo allarme, " modo test " per collaudo sensori durante l'installazione; pannello frontale con segnalazioni dei modi di stato, avarie generale e di zona, presenza rete, batteria inefficiente o assente, zona esclusa e zona in allarme; costituita da contenitore in acciaio provvisto di sportello con vetro e chiave meccanica di accesso alle programmazioni;
- rivelatori ottici di fumo completi di zoccolo di fissaggio e collegabili con 2 soli fili, sensibili sia alla presenza di fumo, sia alle temperature.

La centrale rilevazione incendi dovrà essere collegata alla centrale diffusione sonora per la diffusione del messaggio di allarme. I cavi di collegamento dovranno essere del tipo unipolare N0G9/K di sezione minima 1 mmq o multipolare N1VV/K di sezione minima 1,5 mmq (dorsali e colonne montanti), posati in tubi di PVC o in canalina in materiale plastico autoestinguente.

## CAPITOLO 9 – ARREDI E ATTREZZATURE SANITARIE

### Art.122 – Fornitura, verifiche, garanzie

#### Art.122.1 - Oggetto e Caratteristiche Generali

Gli arredi e le attrezzature sanitarie dovranno essere consegnate complete e perfettamente funzionanti, secondo le indicazioni riscontrabili negli elaborati progettuali oltre che nel presente Capitolato. Le apparecchiature dovranno essere, all'atto della fornitura, di ultima generazione e dovranno avere il marchio CE.

#### Art.122.2 - Oneri speciali a carico della Ditta

Sono a carico della Ditta assuntrice gli obblighi ed oneri di cui appresso, oltre a quelli già specificati nel presente Capitolato:

- La fornitura di tutti i materiali e le apparecchiature che costituiscono le attrezzature.
- Il montaggio delle apparecchiature eseguito a perfetta regola d'arte.
- Il corso di formazione ed avviamento del personale della Amministrazione Appaltante.
- I trasporti di qualsiasi genere fino al cantiere e nell'ambito dello stesso, lo scarico e la movimentazione, fino al sito destinato alla loro installazione.
- La direzione, la sorveglianza, e l'assistenza tecnica del personale, le prestazioni del personale specializzato, di aiuto e di manovalanza di qualsiasi genere.
- I mezzi d'opera occorrenti per il montaggio ivi compresi gli eventuali sollevamenti a mezzo gru.
- La fornitura di tutti i materiali di consumo ed accessori per il montaggio.
- La rimozione delle attrezzature e l'allontanamento dei materiali di risulta, e la pulizia completa ad ultimazione dei lavori.
- Tutte le operazioni, gli oneri, la messa a disposizione di strumenti, apparecchiature, mano d'opera, e tecnici per le prove e verifiche di collaudo.
- La manutenzione ordinaria e straordinaria delle attrezzature fino alla data di approvazione del collaudo.
- I disegni, in scala appropriata, delle opere murarie come basamenti, fori di passaggio, tubazioni e canali, posizionamento di staffe.
- La messa a terra ed il collegamento equipotenziale di tutte le masse metalliche previste nella fornitura delle apparecchiature, collegate alla rete generale di terra dell'edificio.
- Nei prezzi unitari relativi alle attrezzature sono compresi e compensate, anche se non esplicitamente detto, tutti gli oneri relativi alla mano d'opera ed alla componentistica elettrica (tubazioni, cavi di vario tipo, collegamento fra tutte le utenze, etc.) di tutte le apparecchiature elettriche e di regolazione, ritenendosi ogni singolo lavoro completo in ogni sua parte senza necessità di ulteriori interventi o fabbisogni per il suo perfetto funzionamento.
- I prezzi unitari comprendono, anche se non esplicitamente detto, gli oneri per le assistenze murarie quali apertura e chiusura di tracce e fori, fissaggio di staffe, ancoraggi, fissaggio di apparecchiature, etc..

Inoltre, a lavori ultimati, la Ditta assuntrice dovrà provvedere a quanto segue:

1) consegnare all'Amministrazione appaltante tutte le documentazioni necessarie e previste (libretti di garanzie, istruzioni per l'uso, etc.);

2) consegnare all'Amministrazione appaltante eventuali nulla osta, il cui ottenimento è a carico della Ditta stessa;

3) redigere i disegni definitivi finali degli impianti di asservimento alle attrezzature sanitarie, così come sono stati realmente eseguiti, completi di piante, sezioni, schemi, etc., il tutto quotato, in modo da poter verificare in ogni momento le reti e gli impianti stessi. Di tali disegni la Ditta dovrà fornire alla Amministrazione appaltante, una copia su supporto magnetico, un controlucido e due copie complete. L'Amministrazione appaltante prenderà in consegna le attrezzature solo dopo l'installazione e non appena la Ditta avrà ottemperato ai punti 1, 2, e 3 di cui sopra.

L'Amministrazione appaltante si riserva la facoltà, una volta ultimati i lavori, di imporre alla Ditta la messa in funzione delle attrezzature, rimanendo però essa Ditta unica responsabile, con la totale conduzione e manutenzione, ordinaria e straordinaria, fino all'espletamento di quanto esposto ai punti 1, 2, e 3 di cui sopra, e cioè fino a quando l'Amministrazione appaltante potrà prendere in consegna gli impianti. Restano esclusi dagli oneri della Ditta, in tale periodo, i soli consumi di energia.

La garanzia sulle apparecchiature decorrerà a partire dalla data della consegna ufficiale.

**Art. 122.3 - Garanzia della fornitura**

La Ditta fornitrice con la firma del contratto si assume la piena ed incondizionata responsabilità per tutti le apparecchiature a piè d'opera ed in opera fino alla consegna finale all'Amministrazione Appaltante, (o alla consegna parziale anticipata, per quelle attrezzature eventualmente oggetto di consegna parziale anticipata).

La Ditta fornitrice ha l'obbligo di garantire tutte le apparecchiature, sia per la qualità dei componenti, sia per il montaggio, sia infine per il regolare funzionamento, per un periodo di 2 (due) anni decorrenti dalla data di consegna ufficiale delle attrezzature all'Amministrazione appaltante. Pertanto fino al termine di tale periodo la Ditta assuntrice deve riparare, tempestivamente ed a sue spese, tutti i guasti e le imperfezioni che si verifichino per effetto della qualità dei materiali, per difetto di montaggio o di funzionamento, escluse soltanto le riparazioni di danni che non possono attribuirsi all'ordinario esercizio dell'impianto, ma ad evidente imperizia o negligenza del personale della Amministrazione stessa che ne fa uso.

La Ditta dovrà inoltre garantire durante il periodo di garanzia anzidetto il pronto intervento con tempi di intervento almeno entro le 24 (ventiquattro) ore dalla chiamata, con orario di copertura dalle ore 8,00 alle ore 20,00 dal Lunedì al Sabato, esclusi i giorni festivi a meno di diversi accordi stabiliti con l'Amministrazione.

Per quanto non contemplato nel presente Capitolato si farà riferimento alle normative e/o consuetudini vigenti e alle disposizioni del Codice Civile (vizi occulti o altro).

**Art. 122.4 - Verifiche e prove preliminari**

Si intendono tutte quelle operazioni atte a rendere le attrezzature perfettamente funzionante.

Le verifiche saranno eseguite in contraddittorio con la Ditta fornitrice e verbalizzate. I risultati delle prove saranno inoltre riportati succintamente nel verbale di collaudo provvisorio.

**Art.123 – Caratteristiche prestazionali arredi**

## a) Caratteristiche prestazionali

Resistenze meccanica valutabile mediante prove statiche, dinamiche e di fatica:

*Mobili contenitori, tavoli, scrivanie:*

- Determinazione della resistenza e della durata UNI 8581 (1^ parte) UNI FA 202;

*Tavoli e scrivanie:*

- Resistenza della struttura UNI 8595 (1);
- Prove di flessione dei piani UNI 8594 (2);
- Carico concentrato UNI 8593 (3);
- Resistenza delle guide del cassetto UNI 8605 (4);
- Scorrevolezza e durata delle guide del cassetto UNI 8604 (5);
- Prova di resistenza fine corsa in apertura del cassetto UNI 9087 (6);
- Urto contro le gambe o i fianchi di sostegno UNI 9086 (7);
- Urto sulle superfici orizzontali e prova di caduta UNI 9085 (8);

*Contenitori:*

- Prova di resistenza della struttura UNI 8597 (1);
- Prova di flessione dei piani UNI 8601 (2);
- Resistenza dei supporti dei piani di posa UNI 8603 (3);
- Apertura, chiusura di porte con urto UNI 8602 (4);
- Resistenza delle porte al carico verticale UNI 9081 (6);
- Resistenza delle guide del cassetto UNI 8605 (7);
- Prova di durata a traslazione dei mobili con ruote UNI 9082 (8);
- Prova di carico concentrato UNI 8600 (9);
- Prova di durata delle porte UNI 8607 (10);
- Prova di sovrapposibilità (solo nel caso di elementi sovrapposibili) UNI 8599 (11);
- Carico totale massimo UNI 8606 (12);
- Prova di resistenza fine corsa in apertura del cassetto UNI 9087 (13).

*Sedie e sgabelli:*

- Determinazione della resistenza fisico-meccanica della struttura UNI 8583 UNI FA 203;
- Prove di resistenza e fatica della struttura UNI 8584 (1);

- Resistenza a fatica dello schienale UNI 8587 (!);
- Resistenza della sedia agli urti ripetuti UNI 8586 (2);
- Durata a traslazione della sedia con ruote UNI 8588 (3);
- Resistenza all'urto sul sedile UNI 8585 (4);
- Resistenza verticale dei braccioli UNI 8589 (5);
- Resistenza orizzontale dei braccioli UNI 8591 (6);
- Durata della rotazione del sedile UNI 8591 (7);
- Durata meccanismo per la regolazione in altezza del sedile UNI 9084 (8);
- Resistenza alla caduta UNI 9083 (9);
- Resistenza all'urto contro lo schienale e contro il bracciolo UNI 9089 (10).

La sequenza delle prove dovrà essere quella indicata fra le parentesi a fianco di ciascuna delle norme stesse. Le prove di stabilità devono in ogni caso precedere tutte le prove prestazionali.

Quando nella norma non è indicato il valore accettabile, relativo al risultato della prova in esso considerato, il valore minimo accettabile è quello relativo al livello "4".

#### b) Caratteristiche delle finiture

##### *Mobili contenitori, tavoli, scrivanie:*

- Resistenza all'abrasione (prodotti verniciati su legno) UNI 9115.

Valori:

- a) piani di lavoro  $\geq$  livello 4;
  - b) altri piani  $\geq$  livello 3;
  - c) superfici verticali  $\geq$  livello 3.
- Resistenza all'abrasione (prodotti verniciati su ferro, laminati plastici e nobilitati) UNI 9115. Valori:
    - a) piani di lavoro = livello 5;
    - b) altri piani  $\geq$  livello 4;
    - c) superfici verticali  $\geq$  livello 3.
  - Resistenza delle superfici alle macchie (prodotti verniciati su legno) UNI 9114. Valori:
    - a) acqua distillata o deionizzata = indice 5;
    - b) alcool etilico denaturato commerciale  $\geq$  indice 4;
    - c) soluzione acquosa di ammoniaca al 10%  $\geq$  indice 4;
    - d) tè = indice 5;
    - e) caffè = indice 5.
  - Resistenza delle superfici alle macchie (prodotti verniciati su ferro, laminati plastici e nobilitati) UNI 9114. Valori:
    - a) acqua distillata o deionizzata = indice 5;
    - b) alcool etilico denaturato commerciale  $\geq$  indice 4;
    - c) soluzione acquosa di ammoniaca al 10%  $\geq$  indice 4 ;
    - d) tè = indice 5;
    - e) caffè = indice 5.
  - Variazione di colore (prodotti verniciati su legno, ferro, laminati plastici e nobilitati) ISO 2809. La norma descrive un metodo per la determinazione della resistenza dei colori delle superfici esposte alla luce di una lampada allo xeno. Valore: dopo 20 ore di esposizione, valore limite  $\geq$  al valore 4 della scala dei grigi.
  - Resistenza delle superfici al calore secco UNI 9116. Valore  $\geq$  indice 4 del III livello di prova;
  - Resistenza delle superfici al calore umido UNI 9117. Valore  $\geq$  indice 4 del III livello di prova.

##### *Sedie e sgabelli:*

- Variazione di colore (tessuti; pellami; tessuti spalmati con materiali plastici) ISO 2809. La norma descrive un metodo per la determinazione della resistenza dei colori delle superfici esposte alla luce di una lampada allo xeno. Valore: dopo 20 ore di esposizione, valore limite  $\geq$  al valore 5 della scala dei grigi;

- Resistenza alla corrosione UNI 5687.

Valore:

a) nel caso delle superfici ferrose verniciate le superfici stesse devono risultare inalterate dopo 24 ore di prova e non devono presentare più del 30% della superficie alterata dopo 96 ore;

b) nel caso dei rivestimenti galvanici, nessuna alterazione dopo 16 ore di prova.

Nel caso di materiali espansi non in vista sono previste le seguenti prove:

- Resistenza a fatica dinamica UNI 6356. Valore  $\leq 2\%$  dello spessore;

- Resistenza alla compressione UNI 6351. Valore  $\geq 40$  g/cmq;

- deformazione permanente a compressione costante UNI 6352. Valore  $\leq 15\%$

(Metodo A)

c) Caratteristiche di sicurezza:

- Determinazione della stabilità dei tavoli e delle scrivanie UNI 8592.

Valore nessun ribaltamento;

- Determinazione della stabilità dei contenitori non caricati UNI 8596.

Valore: nessun ribaltamento;

- Ergonomia UNI 7367. Valore: accorgimenti rigorosamente rispettati.

*Sedie e sgabelli:*

- Comportamento al fuoco (secondo il metodo CSE RF 4/83) UNI 9175.

Valore: classe 2. IM

- Determinazione della stabilità UNI 8582. Valore: nessun ribaltamento.

- Ergonomia UNI 7367. Valore: accorgimenti rigorosamente rispettati.

#### **Art.124 – Caratteristiche funzionali e prestazionali locali operatori**

I locali operatori dovranno essere realizzati con strutture, finiture, attrezzature, impianti e servizi, aventi le caratteristiche funzionali e prestazionali qui di seguito indicate.

##### Attrezzature sala operatoria

Pareti con pannelli modulari prefabbricati in acciaio inossidabile Cr-Ni AISI 304 18/10 verniciato a polveri o corian, lavabili, asettici, con sguscia a pavimento, controsoffitto a tenuta in acciaio verniciato, con pavimento in pvc elettroconduttivo, porte automatiche a tenuta con visiva scorrevoli o a battente, n.5 prese utenze elettriche e n.5 prese utenze gas medicinali per anestesista, n.5 prese utenze elettriche e n.4 prese utenze gas medicinali per chirurgo, quadri comandi incassati, orologio contasecondi, negativoscopio, armadi da incasso e cassettiere in acciaio inox AISI 304, modulo passa-sporco in acciaio inox, lampada scialitica a led a soffitto 160.000 lux + 130.000 lux, telecamera HD integrata e monitor fullHD, sistema pensile tipo a portico con n.24 prese elettriche, n.12 prese equipotenziati, n.8 predisposizioni per dati, n.4 prese O2, n.4 prese V, n.4 prese AC, n.4 prese Air motor, n.4 prese evacuazione gas, n.2 carrelli, n.4 mensole, n.2 porta flaconi, n.2 bracci porta cavi e tubi, n.1 tavolo operatorio a colonna mobile con telecomando IR con piano operatorio per chirurgia universale con sezione testa a doppia regolazione e sezione gambe in due parti separate, con carrello trasportatore per piani operatori a inserimento longitudinale, con set accessori per chirurgia universale.

##### Attrezzature locale preparazione paziente e chirurgo

Contropareti con pannelli modulari prefabbricati in acciaio inox AISI 304 verniciato o corian, lavabili, asettici, con sguscia a pavimento, controsoffitto a tenuta in acciaio verniciato, pavimento in pvc antistatico, porte automatiche a tenuta semplice con visiva scorrevoli o a battente, lavabo chirurghi 2 posti in acciaio inox AISI 304 con comandi elettronici, trave testaleto a parete per preparazione paziente con n.5 prese elettriche, n.4 prese gas med., n.1 presa evacuazione gas anestetici.

##### Attrezzature locale sub sterilizzazione

Banco di lavaggio in acciaio inox AISI 304 con n.1 lavello e n.1 vasca a ultrasuoni, lavatrice da incasso termoisinfettante con n.1 carrello cesti sterilizzazione, n.4 bacinelle, n.1 cestello, n.1 tavolo confezionamento strumentario in acciaio inox AISI 304 con ripiano intermedio, n.1 autoclave sterilizzatrice a vapore a doppia porta 4 U.S. (285 lt min.).

##### Attrezzature trauma center P.S.

Pareti con pannelli modulari prefabbricati in acciaio inox AISI 304 verniciato o corian, lavabili, asettici, con sguscia a pavimento, controsoffitto a tenuta in acciaio verniciato, pavimento in pvc elettroconduttivo, porte automatiche a tenuta con visiva scorrevoli o a battente, n.5 prese utenze elettriche e n.5 prese utenze gas medicinali per anestesista, n.5 prese utenze elettriche e n.4 prese utenze gas medicinali per chirurgo, quadri comandi, orologio contasecondi,

negativoscopio, armadi da incasso e cassettiere in acciaio inox AISI 304, modulo passa-sporco in acciaio inox, lampada scialitica a led a soffitto 160.000 lux + 130.000 lux, unità pensile per anestesia con doppio braccio orientabile orizzontale da 800 mm, colonna da 1200 mm min. completa di freno pneumatico, prese gas medicinali ed elettriche, unità pensile per chirurgia con braccio orizzontale da 1000 mm e braccio oscillante verticale da 800 mm, colonna da 600 mm min. completa di prese gas medicinali e prese elettriche, lavabo chirurghi 2 posti in acciaio inox AISI 304 con comandi elettronici, trave testaletto a parete per preparazione paziente con n.5 prese elettriche, n.4 prese gas med., n.1 presa evacuazione gas anestetici, n.1 tavolo operatorio elettromeccanico a piani fissi su colonna mobile per chirurgia generale completo di piano testa, piano gambe a due sezioni, con telecomando IR.

I rivestimenti di parete, i pavimenti ed in controsoffitti, dei locali operatori dovranno essere realizzati garantendo la planarità delle superfici, la perfetta lavabilità e resistenza a cicli di disinfezione sanitaria periodica, dovranno evitarsi asperità delle superfici o fessure o angoli o nicchie che possano pregiudicare la perfetta lavabilità e disinfezione.

I pavimenti dovranno essere di tipo continuo con giunti saldati caldo e con risvolto a sguscia a parete, i pannelli di parete e i pannelli di controsoffitto dovranno essere giuntati l'uno con l'altro con apposite guarnizioni a tenuta asettiche e disinfettabili.

Le porte dovranno essere a tenuta con telaio e imbotte in acciaio inossidabile al Cr-Ni AISI 304 18/10, gli arredi e attrezzature fisse di sala operatoria dovranno essere sempre in acciaio inox AISI 304 incassati a parete, come incassate a parete dovranno essere le prese elettriche e gas medicinali.

#### ***Art.124.1 – Pareti modulari in acciaio inox verniciato***

Le pareti dovranno essere composte da pannelli composti di rivestimento prefabricati, modulari, autoportanti, per pareti sale operatorie e simili ambienti sterili, ininfiammabile, con struttura "sandwich" costituita da paramento esterno in lamiera d'acciaio inossidabile AISI 304 18/10 al Cr-Ni dello spessore di 0.8 mm verniciata a fuoco con vernice bicomponente a base di resina acrilica reticolata poliuretanicca per uno strato coprente di  $my\ 45\pm 5$ , con superficie ad effetto seta, antiriflettente, resistente alla temperatura  $+40/-20^{\circ}C$ , alla condensa secondo norme DIN50218, ai prodotti di disinfezione secondo il sistema HDH, resistente a solventi e prodotti chimici secondo il metodo del batuffolo di ovatta (tempo d'effetto 24 ore), con anima di bilanciatura costituita da un pannello di cartongesso di tipo ignifugo dello spessore almeno di 12.5 mm avente anche funzione di isolamento termo-acustico, con paramento interno di controbilanciatura in lamiera zincata dello spessore almeno di circa 0.5 mm per uno spessore complessivo del pannello di circa 15 mm; la superficie del rivestimento dovrà essere assolutamente batteriostatica, elettroconduttrice, antiriflettente, idrorepellente, perfettamente liscia priva di rugosità e porosità, facilmente lavorabile, adatta a resistere inalterata nel tempo anche se sottoposta a continue sterilizzazioni, inattaccabile da batteri e formazioni micotiche, con superficie perfettamente planare.

I pannelli dovranno essere agganciati e bullonati tra loro ed alla struttura di sostegno a mezzo di appositi ganci e bulloni in acciaio inox in modo da garantire una perfetta tenuta e solidità, tutte le giunzioni ed accostamenti, orizzontali e verticali, dovranno essere sigillate con apposite guarnizioni, di tenuta e finitura siliconiche e/o neopreniche atossiche.

I pannelli prefabricati a moduli della larghezza di 100-120 cm dovranno essere posti sopra la zoccolatura a circa 10 cm dal pavimento per tutta l'altezza della parete, fino al controsoffitto con cui saranno giuntati a tenuta; il raccordo del pannello al pavimento dovrà essere realizzato in modo da garantire la massima tenuta ed igienicità prevedendo il risvolto e la battuta sotto il pannello del pavimento in gomma. Ogni singolo pannello di rivestimento dovrà essere facilmente smontabile e rimontabile per un facile accesso all'intercapedine di parete e consentire tutte le installazioni meccaniche in un complesso chirurgico.

Le pannellature di rivestimento dovranno assicurare la continuità della conduttività elettrica in conformità alle norme CEI 64-4 per ambienti medicali ed una protezione ai raggi x pari a 0.3 mm di piombo a 100 KV.

#### ***Art.124.2 – Struttura per parete modulare in acciaio inox***

La struttura portante le pareti modulari in acciaio inox dovrà essere costituita da profilati estrusi di alluminio dello spessore di 2 mm, con guide ad "U" a pavimento ed a soffitto con sezione delle dimensioni mm 80x100, fissate alle parti murarie con tasselli ad espansione, con montanti scatorali con sezione delle dimensioni di mm 75x50 posti con interasse di 60 cm e bullonati con bulloni in acciaio inox alle guide ad "U", con due scatorali della sezione di 50x50 mm all'altezza del controsoffitto e bullonati ai montanti; i profilati dovranno avere inoltre idonee sagomature per accogliere i pannelli di rivestimento con le guarnizioni di tenuta ed il risvolto del pavimento.

#### ***Art.124.3 – Porta automatica scorrevole***

La porta scorrevole a spostamento automatico dovrà essere con imbotta, telai e cornici perimetrali in acciaio inossidabile AISI 304 18/10 Cr-Ni spessore 1.5 mm con finitura superficiale fine satinata "scotch brite" antiriflettente,

con densità pannello porta ad anima e/o coibentazione in poliuretano espanso ad alta autoestingente ed a bassa propagazione di fuoco secondo norme ASTM 1692 e paramento esterno sulle due facce in lamiera d'acciaio inossidabile AISI 304 18/10 al Cr-Ni dello spessore di 0.8 mm verniciata a fuoco con vernice bicomponente a base di resina acrilica reticolata poliuretanicata per uno strato coprente di  $my\ 45\pm 5$ , con superficie ad effetto seta, antiriflettente, resistente alla temperatura  $+40/-20^{\circ}C$ , alla condensa secondo norme DIN50218, ai prodotti di disinfezione secondo il sistema HDH, resistente ai solventi e ai prodotti chimici secondo il metodo del batuffolo di ovatta (tempo d'effetto 24 ore), dello spessore complessivo di circa 50 mm, con apertura a mezzo di maniglioni ergonomici in acciaio inox delle dimensioni di 600 mm con visiva in vetro stratificato antisfondamento spessore 6/7 mm delle dimensioni di 30x60 cm e guarnizione in gomma e/o in silicone atossica, con guarnizione di tenuta verticale in gomma e/o in silicone atossica resistente all'azione dei disinfettanti, con blocco di movimentazione in alluminio anodizzato pressofuso di forte spessore e carrelli in teflon autolubrificanti, completo di cassonetto in alluminio anodizzato pressopiegato preverniciato a fuoco spessore 10/10 di mm, completo di profili e spazzole e/o guarnizioni di tenuta, per sistema di motorizzazione, completa di sistema di apertura automatico costituito da:

- motore elettromeccanico comandato elettronicamente da microprocessore, alimentazione a 220 V c.a. - 50 Hz - 24 V c.c con encoder;
- assorbimento 0.8 A;
- meccanismi di movimentazione in alluminio di forte spessore;
- massima velocità di apertura da 3 a 6 sec;
- velocità di chiusura circa il 70% di quella di apertura;
- funzionamento in esercizio continuo;
- con sequenza di apertura e chiusura programmabile da 0 a 30 sec tramite due comandi uno esterno ed uno interno a gomito/ginocchio e/o fotocellula;
- quadro elettrico con logica a microprocessore;
- dispositivo di sicurezza elettronico antischiacciamento/chiusura porta con encoder;
- funzionamento in emergenza con batterie 24 V c.c. previsto nell'automatismo;
- fotocellule di sicurezza, comandi manuali ed automatici;
- commutatore multifunzione a chiave
- regolazioni manuali e automatiche con trimmer e dip switch;
- regolazione manuale velocità di apertura/chiusura, forza di spinta, tempo di sosta, tempo di arresto in apertura;
- regolazione automatica sensibilità all'ostacolo interposto con manovra intelligente, velocità in funzione del peso;
- dispositivo di inversione di marcia;
- interruttore di fine corsa;
- compensazione di potenziale secondo norme VDE 107.

La superficie del rivestimento dovrà essere assolutamente batteriostatica, elettroconduttrice, antiriflettente, idrorepellente, perfettamente liscia, priva di rugosità e porosità, facilmente lavabile, adatta a resistere inalterata nel tempo anche se sottoposta a continue sterilizzazioni, inattaccabile dai batteri e formazioni micotiche, con superficie perfettamente planare. Dimensioni minima luce libera cm 120x210.

#### ***Art.124.4 – Porta automatica ad un battente***

La porta a battente ad apertura automatica dovrà essere con imbotta, telai e cornici perimetrali in acciaio inossidabile AISI 304 18/10 Cr-Ni spessore 1.5 mm con finitura superficiale fine satinata antiriflettente, con densità pannello porta ad anima e/o coibentazione in poliuretano espanso ad alta autoestingente ed a bassa propagazione di fuoco secondo norme ASTM 1692 e paramento esterno sulle due facce in lamiera d'acciaio inossidabile AISI 304 18/10 al Cr-Ni dello spessore di 0.8 mm verniciata a fuoco con vernice bicomponente a base di resina acrilica reticolata poliuretanicata per uno strato coprente di  $my\ 45\pm 5$ , con superficie ad effetto seta, antiriflettente, resistente alla temperatura  $+40/-20^{\circ}C$ , alla condensa secondo norme DIN50218, ai prodotti di disinfezione secondo il sistema HDH, resistente ai solventi e ai prodotti chimici secondo il metodo del batuffolo di ovatta (tempo d'effetto 24 ore), dello spessore complessivo di circa 50 mm, con apertura a mezzo di maniglioni ergonomici in acciaio inox delle dimensioni di 600 mm con visiva in vetro stratificato antisfondamento spessore 6/7 mm delle dimensioni di 30x60 cm e guarnizione in gomma e/o in silicone atossica, con guarnizione di tenuta verticale in gomma e/o in silicone atossica resistente all'azione dei disinfettanti, completa di sistema di apertura automatico costituito da:

- motore elettromeccanico comandato elettronicamente da microprocessore, alimentazione a 220 V c.a. - 50 Hz - 24 V c.c con encoder;
- assorbimento 0.8 A;
- meccanismi di movimentazione in alluminio di forte spessore;

- massima velocità di apertura da 3 a 6 sec;
- velocità di chiusura circa il 70% di quella di apertura;
- funzionamento in esercizio continuo;
- con sequenza di apertura e chiusura programmabile da 0 a 30 sec tramite due comandi uno esterno ed uno interno a gomito/ginocchio e/o fotocellula;
- quadro elettrico con logica a microprocessore;
- dispositivo di sicurezza elettronico antischiacciamento/chiusura porta con encoder;
- funzionamento in emergenza con batterie 24 V c.c. previsto nell'automatismo;
- fotocellule di sicurezza, comandi manuali ed automatici;
- regolazioni manuali e automatiche con trimmer e dip switch;
- commutatore multifunzione a chiave
- regolazione manuale velocità di apertura/chiusura, forza di spinta, tempo di sosta, tempo di arresto in apertura;
- regolazione automatica sensibilità all'ostacolo interposto con manovra intelligente, velocità in funzione del peso;
- dispositivo di inversione di marcia;
- interruttore di fine corsa;
- compensazione di potenziale secondo norme VDE 107.

La superficie del rivestimento dovrà essere assolutamente batteriostatica, elettroconduttrice, antiriflettente, idrorepellente, perfettamente liscia, priva di rugosità e porosità, facilmente lavabile, adatta a resistere inalterata nel tempo anche se sottoposta a continue sterilizzazioni, inattaccabile dai batteri e formazioni micotiche, con superficie perfettamente planare. Dimensioni minima luce libera cm 90x210.

#### ***Art.124.5 – Porta manuale ad un battente***

La porta a battente ad apertura manuale dovrà essere con imbotta, telai e cornici perimetrali in acciaio inossidabile AISI 304 18/10 Cr-Ni spessore 1.5 mm con finitura superficiale fine satinata antiriflettente, con densità pannello porta ad anima e/o coibentazione in poliuretano espanso ad alta autoestingente ed a bassa propagazione di fuoco secondo norme ASTM 1692 e paramento esterno sulle due facce in lamiera d'acciaio inossidabile AISI 304 18/10 al Cr-Ni dello spessore di 0.8 mm verniciata a fuoco con vernice bicomponente a base di resina acrilica reticolata poliuretanicca per uno strato coprente di  $my\ 45\pm 5$ , con superficie ad effetto seta, antiriflettente, resistente alla temperatura  $+40/-20^{\circ}C$ , alla condensa secondo norme DIN50218, ai prodotti di disinfezione secondo il sistema HDH, resistente ai solventi e ai prodotti chimici secondo il metodo del batuffolo di ovatta (tempo d'effetto 24 ore), dello spessore complessivo di circa 50 mm, con apertura a mezzo di maniglioni ergonomici in acciaio inox delle dimensioni di 600 mm con visiva in vetro stratificato antisfondamento spessore 6/7 mm delle dimensioni di 30x60 cm e guarnizione in gomma e/o in silicone atossica, con guarnizione di tenuta verticale in gomma e/o in silicone atossica resistente all'azione dei disinfettanti, completo di profili e spazzole e/o guarnizioni di tenuta, con predisposizione per eventuale futura motorizzazione.

La superficie del rivestimento dovrà essere assolutamente batteriostatica, elettroconduttrice, antiriflettente, idrorepellente, perfettamente liscia, priva di rugosità e porosità, facilmente lavabile, adatta a resistere inalterata nel tempo anche se sottoposta a continue sterilizzazioni, inattaccabile dai batteri e formazioni micotiche, con superficie perfettamente planare. Dimensioni minima luce libera cm 90x210.

#### ***Art.124.6 – Controsoffitto a tenuta in acciaio inox verniciato***

Il controsoffitto delle sale operatorie dovrà essere con pannelli preformati in lamiera d'acciaio inossidabile AISI 304 18/10 al Cr-Ni dello spessore di 0.8 mm verniciata a fuoco con vernice bicomponente a base di resina acrilica reticolata poliuretanicca per uno strato coprente di  $my\ 45\pm 5$ , con superficie ad effetto seta, antiriflettente, resistente alla temperatura  $+40/-20^{\circ}C$ , alla condensa secondo norme DIN50218, ai prodotti di disinfezione secondo il sistema HDH, resistente a solventi e prodotti chimici secondo il metodo del batuffolo di ovatta (tempo d'effetto 24 ore), con orditura di sostegno del tipo "a scomparsa" costituita da profili in acciaio zincato a sezione circolare.

La superficie del controsoffitto dovrà essere a perfetta tenuta d'aria, batteriostatica, elettroconduttrice, antiriflettente, idrorepellente, perfettamente liscia priva di rugosità e porosità, facilmente lavorabile, adatta a resistere inalterata nel tempo anche se sottoposta a continue sterilizzazioni, inattaccabile da batteri e formazioni micotiche, con superficie perfettamente planare.

I pannelli modulari dovranno essere agganciati e bullonati tra loro ed alla struttura di sostegno a mezzo di appositi ganci e bulloni in acciaio inox in modo da garantire una perfetta tenuta e solidità, tutte le giunzioni ed accostamenti,

orizzontali e verticali, dovranno essere sigillate con apposite guarnizioni, di tenuta e finitura siliconiche e/o neopreniche atossiche.

I profili di sostegno primari formeranno una orditura modulare e saranno sospesi a giusti interassi. Il fissaggio dei pannelli modulari, di dimensioni standard mm 600x600 o 600x1200, alla struttura primaria è ottenuto a mezzo di molle doppie registrabili in acciaio inox atte a garantire la registrazione di tenuta all'aria delle guarnizioni, posizionate in corrispondenza del bordo perimetrale dei pannelli. I pannelli di controsoffitto, singolarmente smontabili per consentire ispezionabilità e manutenzione, dovranno avere bordi opportunamente sagomati per permettere l'inserimento di guarnizioni che impediscano il passaggio di polvere tra pannello e pannello.

L'orditura di sostegno del controsoffitto dovrà prevedere l'integrazione di corpi illuminanti con grado di protezione IP 55 o superiore e/o anemostati. Nell'intercapedine tra la soffitto ed il controsoffitto verrà posizionato un materassino imbustato di lana di vetro ignifuga sp. 25mm avente funzioni di isolamento termico e acustico.

## CAPITOLO 10 – NORMATIVA DI RIFERIMENTO

### Art.125 - Requisiti e prescrizioni sanitarie - Decreto Assessorato Regionale Sanità 17.06.2002

Si riporta uno stralcio dell'Allegato 1 del Decreto Assessorato Regionale Sanità n°890 17.06.2002 “*Direttive per l'accreditamento istituzionale delle strutture sanitarie nella Regione Siciliana*”, pubblicato sulla G.U.R.S. n°29 del 28.06.2002 parte prima, che regolamentando la materia indica i requisiti minimi strutturali impiantistici e funzionali che le strutture sanitarie pubbliche e private devono possedere per l'accreditamento istituzionale presso il S.S.R..

(omissis)

*Allegato 1*

**REQUISITI ORGANIZZATIVI, STRUTTURALI, TECNOLOGICI, GENERALI E SPECIFICI PER L'ESERCIZIO DELLE ATTIVITA' SANITARIE E PER L'ACCREDITAMENTO**

(omissis)

#### **2.1-b) Radiologia diagnostica**

*Le strutture di diagnostica per immagini svolgono indagini strumentali ai fini diagnostici e/o di indirizzo terapeutico utilizzando sorgenti esterne di radiazioni ionizzanti e altre tecniche di formazione dell'immagine (Rx, Us, TC, RM e termografia medica).*

*Le attività di diagnostica per immagini sono assicurate sia dalle strutture pubbliche e private, di ricovero e cura a ciclo continuativo e/o diurno sia da strutture extraospedaliere pubbliche e private.*

*I requisiti specifici che completano i requisiti generali già definiti nelle parti 1 e 2 sono i seguenti:*

*Requisiti strutturali*

*I locali e gli spazi devono essere correlati alla tipologia e al volume delle attività erogate.*

*La dotazione minima di ambienti per l'attività di diagnostica per immagini è la seguente:*

- *area di attesa dotata di un adeguato numero di posti a sedere rispetto ai picchi di frequenza degli accessi;*
- *spazi adeguati per accettazione, attività amministrative ed archivio;*
- *servizi igienici distinti per gli operatori e per gli utenti;*
- *una sala di radiodiagnostica con annessi spazi/spogliatoi per gli utenti;*
- *una sala per esami di diagnostica TC, qualora previsti, con annessi spazi/spogliatoi per gli utenti;*
- *una sala per esami di diagnostica RM, qualora previsti, con annessi spazi/spogliatoi per gli utenti;*
- *un locale per l'esecuzione degli esami ecografici, qualora previsti, con annessi spazi/spogliatoi per gli utenti.*
- *un locale/spazio per la conservazione e il trattamento del materiale sensibile;*
- *un locale per la refertazione;*
- *un'area tecnica, di stretta pertinenza degli operatori, medici e tecnici;*
- *locale/spazio per deposito materiale pulito;*
- *locale/spazio per deposito materiale sporco;*
- *spazio armadi per deposito materiale d'uso, attrezzature, strumentazioni.*

*Le strutture che erogano prestazioni di diagnostica monospécialistica o di diagnostica plurispécialistica, devono possedere requisiti strutturali adeguati alla complessità delle prestazioni erogate.*

*Requisiti tecnologici*

*La dotazione strumentale minima delle strutture di radiologia diagnostica tradizionale che utilizzano radiazioni ionizzanti prevede:*

- *generatore A.T. trifase di potenza non inferiore a 30 KW e tavolo di comando;*
- *tavolo ribaltabile, preferibilmente telecomandato, con seriografo, Potter Bucky, intensificatore di brillantezza con catena televisiva;*
- *tubo radiogeno a doppio fuoco anodo rotante;*
- *dotazione minima di primo soccorso*
- *apparecchio radiologico portatile monoblocco nelle strutture di ricovero;*
- *un apparecchio ecografico nelle strutture di ricovero.*

*Le prestazioni di radiologia tradizionale specialistica devono essere eseguite con apparecchiature dedicate.*

*La dotazione strumentale minima per erogare prestazioni ecografiche è costituita da: un ecografo dotato di almeno due sonde dedicate rispettivamente allo studio delle parti profonde e delle parti superficiali.*

*Le strutture che erogano prestazioni di diagnostica monospécialistica o di diagnostica plurispécialistica devono possedere requisiti tecnologici adeguati alla complessità delle prestazioni erogate.*

*Requisiti organizzativi*

Ogni struttura erogante prestazioni di diagnostica per immagini deve possedere i seguenti requisiti organizzativi:

- il personale sanitario laureato e/o tecnico deve essere adeguato alla tipologia e al volume delle prestazioni erogate; e comunque devono essere garantiti:

- un medico specialista in radiodiagnostica o disciplina equipollente;
- un tecnico sanitario di radiologia medica o un medico radiologo per postazione di lavoro attiva per tutto l'orario di apertura;
- un'unità infermieristica presente durante l'esecuzione di esami contrastografici;
- l'attività ecografica può essere svolta oltre che dal medico radiologo, anche da un medico di altra specialità limitatamente all'esercizio della stessa; tale attività può essere praticata anche in assenza del personale tecnico.

Durante l'esecuzione di esami contrastografici deve essere garantita la presenza del medico specialista di radiodiagnostica.

Durante l'esecuzione di esami contrastografici con somministrazione per via parenterale di mezzi di contrasto, deve essere garantita la presenza di un medico specialista in anestesia e rianimazione nell'ambito del presidio, se si fa uso di sostanze contrastografiche che possono essere causa di reazioni al mezzo di contrasto.

Attivazione di un sistema di controllo di qualità; il controllo di qualità deve essere documentato.

La struttura erogante deve garantire il completamento della procedura diagnostica iniziata, mediante procedura specificata in apposito regolamento.

Presso ogni struttura di diagnostica per immagini è previsto l'obbligo di comunicare all'utente, al momento della prenotazione dell'indagine diagnostica, i tempi di consegna dei referti. Il referto deve essere accompagnato da adeguata documentazione iconografica per ciascuna tipologia di indagine.

Prima della effettuazione della procedura diagnostica devono essere verificate:

- la possibilità di soddisfare il quesito clinico con procedure che non erogano dose radiante al paziente;
- la possibilità di fornire il supporto diagnostico richiesto mediante utilizzo di una stessa procedura eseguita in tempi precedenti;
- l'assenza di condizioni fisiologiche controindicanti l'impiego di radiazioni ionizzanti.

Le risultanze di queste verifiche devono essere sottoposte al paziente unitamente alle informazioni tecnico-amministrative ed organizzative previste dal proprio regolamento.

(omissis)

### **3. REQUISITI STRUTTURALI, TECNOLOGICI, ORGANIZZATIVI SPECIFICI PER LE STRUTTURE CHE EROGANO PRESTAZIONI IN REGIME DI RICOVERO OSPEDALIERO A CICLO CONTINUATIVO E/O DIURNO PER ACUTI**

#### *Requisiti organizzativi specifici*

Tutti i presidi di ricovero per acuti, per quanto non espressamente specificato, devono possedere i requisiti strutturali, organizzativi e tecnologici generali già definiti nella parte 1.

I presidi di ricovero sono articolati in strutture organizzative.

Le strutture organizzative semplici devono essere dotate di un numero minimo complessivo di posti letto non inferiore a 15, sia a ciclo continuativo che diurno. A tale numero minimo fanno eccezione le terapie intensive ed i presidi autonomi di day surgery.

Nel caso in cui all'interno del presidio siano presenti strutture organizzative di medicina generale e/o di area medica, è necessario che sia garantita la presenza in organico di almeno un titolare della funzione operativa di medicina generale e/o di altra disciplina afferente l'area medica stessa.

Nel caso in cui all'interno del presidio siano presenti strutture organizzative di chirurgia generale e/o di area chirurgica, è necessario che sia garantita la presenza in organico di almeno un titolare della funzione operativa di chirurgia generale e/o di altra disciplina afferente l'area chirurgica stessa.

Nel caso in cui all'interno del presidio siano presenti strutture organizzative afferenti sia l'area medica che l'area chirurgica, è necessario che sia garantita, in pianta organica, la presenza di entrambi i soggetti di cui ai punti precedenti.

Deve essere evitata la promiscuità tra le strutture di area medica e di area chirurgica, ove possibile.

Il personale sanitario, comunque, deve essere adeguato alla tipologia ed al volume dell'attività svolta nel presidio.

Devono essere garantiti flussi separati per le persone e per le cose.

Devono essere garantiti percorsi separati per il materiale pulito e per quello sporco.

Requisiti organizzativi specifici: i presidi che erogano prestazioni ospedaliere per acuti in regime di emergenza-

urgenza costituiscono parte integrante del sistema di emergenza-urgenza e sono caratterizzati dalla presenza di strutture organizzative dedicate al pronto soccorso, all'accettazione e al successivo trattamento dello stato di emergenza, secondo le indicazioni contenute nel P.S.R. vigente ai punti 4.6, 4.6.1, 4.6.2 e 4.6.3.

Tutti i presidi che partecipano al sistema di emergenza urgenza devono garantire:

- il pronto soccorso ospedaliero secondo le specifiche definite in 3-a);
  - la continuità dell'assistenza medica per tutte le attività di ricovero svolte, come indicato in 3-a);
  - la presenza continuativa di personale infermieristico per tutte le attività di assistenza alla persona realizzate attraverso la turnazione continua, nelle 24 ore, di personale infermieristico e di supporto in funzione della complessità della attività svolta;
  - la disponibilità di unità operative correlate alle attività diagnostiche determinata in funzione della tipologia e complessità dell'attività;
  - la dotazione di servizi generali e di supporto, correlati alla tipologia e complessità dell'attività svolta nel presidio.
- Vengono individuati ai punti 3-a) e 3-b) i requisiti strutturali, tecnologici, organizzativi specifici per alcune attività intraospedaliere caratterizzanti il sistema di emergenza urgenza:

- pronto soccorso 3-a);
- rianimazione con posti letto di terapia intensiva 3-b).

Per quanto riguarda i seguenti momenti organizzativi:

- area di degenza 3-c);
- day hospital 3-d);
- day surgery 3-e);
- punto nascita-blocco parto 3-f);
- reparto operatorio 3-g);
- frigoemoteca 3-h);
- anatomia patologica 3-i);
- gestione farmaci e materiale sanitario 3-l);
- sterilizzazione 3-m);
- disinfezione e disinfestazione 3-n);
- cucina e dispensa 3-o);
- lavanderia e guardaroba 3-p);
- servizio mortuario 3-q).

Per quanto riguarda le prestazioni ambulatoriali erogate all'in terno dei presidi di ricovero, sono applicabili i requisiti specifici definiti nella parte 2.

In ciascuna struttura di ricovero ospedaliero, dovrà essere predisposto:

- un piano di emergenza per la sua rapida evacuazione;
- un piano di emergenza per l'accettazione di un elevato numero di pazienti, integrato nei programmi regionali ed aziendali per la gestione delle maxiemergenze.

### 3-a) Pronto soccorso ospedaliero

La struttura organizzativa deputata all'emergenza deve assicurare l'accettazione ospedaliera e gli interventi diagnostico-terapeutici di urgenza compatibili con le specialità di cui è dotata la struttura; deve poter eseguire un primo accertamento diagnostico clinico strumentale e di laboratorio e gli interventi necessari alla stabilizzazione dell'utente, osservazione di norma limitata alle 24 ore. Deve garantire il trasporto protetto e il collegamento con il servizio 118.

Requisiti minimi strutturali

I locali e gli spazi devono essere correlati alla tipologia e al volume delle attività erogate, sulla base dei dati di attività degli ultimi 3 anni.

L'unità minima dovrà prevedere:

- camera calda (area coperta e riscaldata di accesso diretto per mezzi e pedoni);
- spazi per lo svolgimento dell'attività di triage;
- locale per la gestione dell'emergenza attrezzato per lo svolgimento dell'assistenza di prima rianimazione ed esecuzione del primo accertamento diagnostico;

- locale visita all'interno del quale viene garantita la possibilità di eseguire, nel rispetto della privacy, interventi su più pazienti;
- locale osservazione;
- locale attesa utenti deambulanti e accompagnatori;
- locale attesa utenti barellati;
- locale lavoro infermieri;
- servizi igienici del personale
- servizi igienici per gli utenti;
- locale/spazio per barelle e sedie a rotelle;
- deposito pulito;
- deposito sporco;
- spazio registrazione\ segreteria\ archivio

#### Requisiti minimi impiantistici

Ogni unità deputata al pronto soccorso deve possedere i seguenti requisiti:

- impianto di illuminazione di emergenza;
- impianto di gas medicali.

#### Requisiti minimi tecnologici

La dotazione minima strumentale deve prevedere:

- elettrocardiografo;
- cardiomonitor e defibrillatore.

Attrezzature per rianimazione cardiopolmonare caratterizzate come minimo da:

- un letto da rianimazione;
- un ventilatore;
- sistema monitoraggio respiratorio ed emodinamico;
- lampada scialitica.

Le strutture deputate all'emergenza-urgenza si articolano su più livelli operativi legati alla complessità e tipologia delle prestazioni erogate e devono possedere requisiti tecnologici e dotazione strumentale adeguati alla tipologia e complessità di tali prestazioni.

#### Requisiti minimi organizzativi

Ogni struttura erogante prestazioni di pronto soccorso deve prevedere i seguenti requisiti organizzativi:

- la dotazione organica del personale medico ed infermieristico deve essere rapportata alla tipologia della struttura e al volume delle prestazioni e comunque, sull'arco delle 24 ore;
- l'articolazione dei turni del personale medico e infermieristico deve garantire la presenza di almeno un infermiere e un medico.

Deve essere attribuita nominativamente la responsabilità delle attività di pronto soccorso con contestuale definizione delle specifiche competenze e delle relative responsabilità.

Per ogni turno di presenza deve essere inoltre individuato il responsabile delle attività di pronto soccorso.

Deve essere garantita la funzione di triage, come primo momento di accoglienza e valutazione dei pazienti in base a criteri definiti che consentano di stabilire le priorità di intervento.

Tale funzione deve essere svolta da personale infermieristico dedicato, adeguatamente formato, che opera secondo protocolli prestabiliti.

Nell'ambito dell'accettazione ospedaliera deve essere garantita, in relazione alla complessità della struttura, la diversificazione organizzativa dell'attività di accettazione dei ricoveri programmati dall'attività di pronto soccorso.

Deve essere garantita una tempestiva risposta alle situazioni di emergenza-urgenza attraverso la definizione dei collegamenti funzionali ed operativi con le varie strutture organizzative interessate.

Devono essere predisposte e attivate linee guida e regolamenti interni per la gestione delle principali patologie e problematiche (es. trasporto protetto, segnalazioni obbligatorie ad autorità ed enti).

Deve essere assicurata una valutazione dell'appropriatezza del ricovero ospedaliero attraverso un'attività di "filtro" delle richieste di interventi non necessari o altrimenti gestibili.

Deve essere prevista la registrazione separata dei dati di attività riferiti ai ricoveri in emergenza/urgenza, ai ricoveri di elezione, alle prestazioni di pronto soccorso non seguite da ricoveri, ai trasferimenti in altra struttura, ai decessi.

Devono essere predisposti piani di emergenza interna (accettazione contemporanea di un elevato numero di pazienti).

### 3-b) Rianimazione e terapia intensiva

Le attività di rianimazione e terapia intensiva sono dedicate al trattamento intensivo dei soggetti affetti da una o più

*insufficienze d'organo acute, tali da comportare pericoli di vita ed insorgenze di complicanze maggiori.*

*La configurazione ambientale delle unità di rianimazione e terapia intensiva deve essere a degenze multiple, solo per i casi di isolamento deve prevedersi la degenza singola.*

*Requisiti minimi strutturali*

*I locali e gli spazi devono essere correlati alla tipologia e al volume delle attività erogate.*

*La dotazione minima di ambienti per la rianimazione e terapia intensiva è la seguente:*

- zona filtro per i degenti;
- zona filtro personale addetto;
- degenze dotate di spazio tale da consentire agevoli manovre assistenziali sui quattro lati;
- locale separato per pazienti infetti dotato di zona filtro;
- locale medici;
- locale lavoro infermieri con spazio lavoro ai fini della preparazione delle terapie infusionali;
- servizi igienici per il personale;
- deposito presidi sanitari ed altro materiale pulito;
- deposito materiale sporco e individuazione percorso separato;
- locali attesa parenti con adeguate poltrone ed arredi per una dignitosa attesa.

*Requisiti minimi impiantistici*

*La terapia intensiva deve essere dotata di condizionamento ambientale che assicuri le seguenti caratteristiche igrotermiche:*

- temperatura invernale ed estiva compresa tra 20-26°C;
- umidità relativa estiva e invernale 40-60%;
- ricambi aria/ora (aria esterna senza ricircolo) da 6 v/h-12 v/h;
- filtri aria assoluti con caratteristiche di filtraggio maggiori del 99%.

*E' inoltre prevista la seguente dotazione minima impiantistica:*

- impianto di gas medicali;
- impianto rilevazione incendi;
- impianto allarmi di segnalazione esaurimento gas medicali;
- impianto produzione vuoto;
- gruppo elettrogeno e gruppo di continuità, dimensionati alle reali esigenze del reparto in relazione ai posti letto.

*Requisiti minimi tecnologici*

- letto tecnico attrezzato per la rianimazione;
- ventilatore automatico da rianimazione;
- monitor ad 8 tracce modulari per la rilevazione dei parametri vitali (ECG, pressori incurve e cruenti, curva respiratoria, capnografia e ossimetria, pvc, temperatura, gittata cardiaca ed EEG);
- sistema di riscaldamento paziente;
- aspiratori per broncoaspirazione;
- fonte di illuminazione anche per piccoli interventi;
- carrello portafarmaci per ogni letto;
- 2 pompe di infusione venosa;
- 1 pompa di infusione centrale;
- diafanoscopio a parete o su carrello;
- 1 centrale di monitoraggio ogni 4 p.l.;
- frigoriferi separati per la conservazione dei farmaci e emoderivati;
- 1 lampada scialitica portatile;
- carrello di emergenza urgenza dotato di monitor defibrillatore, pace maker esterno e sincronizzatore, ventilatore portatile. Per le strutture complesse, in base all'attività, dovrà essere previsto un numero maggiore di detti carrelli, almeno 1 ogni 4 p.l.;
- emogasanalizzatore completo di carbossemoglobinometro, uno per 8 p.l.;
- fibrobroncoscopio;
- defibrillatore;
- dotazione strumentario chirurgico per piccoli interventi;
- piccolo impianto di sterilizzazione anche portatile;
- disponibilità in sede di apparecchiatura per emofiltrazione;
- Rx portatile;
- ecografo multifunzionale;

- ECG a 12 tracce;
- apparecchio per gittata cardiaca incruenta.

Requisiti minimi organizzativi

Ogni struttura erogante prestazioni deve prevedere i seguenti requisiti organizzativi:

- la dotazione organica del personale medico ed infermieristico deve essere rapportata alla tipologia ed al volume dell'attività svolta.

Devono essere predisposti e attivati regolamenti interni e linee guida per lo svolgimento delle principali attività di gestione concordati con le strutture organizzative interessate.

L'organizzazione del lavoro deve prevedere le procedure per fornire risposte adeguate sia alle richieste routinarie sia alle richieste in emergenza-urgenza intraospedaliere ed a livello del pronto soccorso del deo.

### 3-d) Area di degenza

L'area di degenza deve essere strutturata in modo da garantire il rispetto della privacy dell'utente ed un adeguato comfort di tipo alberghiero. Devono essere garantiti spazi comuni di raccordo tra le degenze e/o i servizi sanitari nei quali prevedere utilities per gli accompagnatori o visitatori.

Requisiti strutturali

La dotazione minima di ambienti per una degenza tipo è la seguente:

- camera di degenza singola: 12 mq.;
- camera di degenza multipla: 9 mq. per posto letto;
- non più di 4 posti letto per camera;
- nelle strutture esistenti è consentita una superficie minima della camera di degenza singola di 9 mq. e della multipla di 9 mq. per il primo posto letto e di 7 mq. per ogni letto ulteriore fino ad un massimo di 4 posti letto per camera; in detto calcolo sono ricomprese le superfici per i servizi igienici;
- un servizio igienico ogni 4 posti letto, dotato di doccia;
- un servizio igienico per portatori di handicap ogni 40 p.l.;
- il 10% delle stanze di degenza deve ospitare un solo letto;
- un locale per visita e medicazioni dotato di lavabo con comandi non manuali;
- un locale di lavoro, presente in ogni piano di degenza, per il personale di assistenza diretta;
- spazio per capo sala;
- un locale per medici;
- un locale per soggiorno;
- un locale/spazio per il deposito del materiale pulito;
- un locale per deposito attrezzature;
- un bagno o locale, presente in ogni piano di degenza, dotato di vuotatoio e lavapadelle;
- un locale, presente ad ogni piano di degenza, per il materiale sporco e con percorso separato; ove non esistano appositi "caditoi";
- una cucinetta;
- servizi igienici separati per il personale;
- spazio attesa visitatori.

Per le degenze pediatriche: devono essere previsti locali di soggiorno e svago ad uso esclusivo dei bambini, proporzionati al loro numero.

Deve essere previsto un locale per la permanenza dell'accompagnatore, dotato di servizio igienico, che consenta la possibilità di dormire, in maniera adeguata, nella camera con il bambino.

Per le degenze psichiatriche deve essere previsto un locale specifico, solo per S.P.D.C. organizzati autonomamente, per colloqui-vi site specialistiche e soggiorno in relazione al numero dei posti letto.

Nei locali di degenza per malattie infettive va attuato l'adeguamento previsto dalla legge n. 135/90 e successive modifiche ed integrazioni.

Per le degenze di riabilitazione devono inoltre essere garantiti:

- servizi igienici, con possibilità di accesso e rotazione completa della carrozzina nella misura del 10% del p.l. di riabilitazione;
- locali e palestra per le terapie riabilitative.

Requisiti impiantistici

Dotazione minima impiantistica:

- impianto illuminazione di emergenza;
- impianto chiamata con segnalazione acustica e luminosa;

- impianto gas medicali: prese vuoti e ossigeno;

*Requisiti tecnologici*

*Carrello per la gestione dell'emergenza completo di cardiomonitor con defibrillatore e unità di ventilazione manuale; in rapporto alla tipologia organizzativa e strutturale del presidio è consentito l'utilizzo di un carrello per la gestione dell'emergenza comune fra più strutture organizzative di degenza:*

- carrello per la gestione terapia;
- carrello per la gestione delle medicazioni con eventuale strumentario chirurgico.

*Per le degenze di riabilitazione fase acuta devono essere garantite attrezzature connesse al tipo di patologia trattata.*

*Requisiti organizzativi*

*Ogni reparto di degenza deve prevedere i seguenti requisiti organizzativi:*

- la dotazione organica del personale addetto, medico infermieristico e tecnico sanitario e di riabilitazione, deve essere rapportata alla tipologia e al volume delle attività e alla complessità delle patologie trattate.

### **3-h) Reparto operatorio**

*Il numero complessivo di sale operatorie deve essere definito, per ogni singola struttura, in funzione della tipologia e complessità delle prestazioni per specialità che vengono erogate, ed in particolare in relazione alla attivazione o meno della day-surgery e del mo dello organizzativo adottato come specificato al paragrafo 3-e)*

*Requisiti strutturali*

*I locali e gli spazi devono essere correlati alla tipologia e al volume delle attività erogate.*

*Il gruppo operatorio deve essere articolato in zone progressivamente meno contaminate dall'ingresso del complesso operatorio fino alle sale chirurgiche e devono essere garantiti flussi separati funzionalmente per "sporco" e "pulito" e zone filtrate d'ingresso, e comunque devono essere garantite almeno 2 sale operatorie fino a 100 posti letto chirurgici e un'altra sala operatoria per ogni ulteriori 50 posti letto chirurgici o frazione.*

*La dotazione minima di ambienti per il gruppo operatorio è la seguente:*

- spazio filtro di entrata degli operandi;
- zona filtro personale addetto;
- zona preparazione personale addetto;
- zona preparazione utenti;
- zona risveglio utenti;
- servizi igienici del personale;
- sala operatoria; la sala operatoria deve avere una superficie non inferiore a mq. 30;
- nell'ambito del complesso operatorio deve essere presente almeno una sala operatoria di superficie non inferiore a mq. 30. Le altre sale operatorie, eventualmente presenti, possono avere una superficie inferiore in relazione alle esigenze ed alla tipologia degli interventi da effettuare.

*Le superfici devono risultare ignifughe, resistenti al lavaggio ed alla disinfezione, lisce e non scanalate, con raccordo arrotondato al pavimento. Quest'ultimo deve essere resistente agli agenti chimici e fisici, levigato e antisdrucchiolo:*

- deposito presidi e strumentario chirurgico.

*In detto deposito deve essere previsto:*

a) spazio per armamentario e materiale di medicazione;

b) spazio attrezzature e materiale pulito;

- deposito materiale sporco o suo immediato allontanamento tramite percorso dedicato;
- locale/spazio per il lavaggio e la sterilizzazione del ma teriale chirurgico secondo i criteri specifici individuati al paragrafo 3-m);
- nel caso di attività chirurgica di ortopedia e traumatologia deve essere prevista una sala gessi localizzata vicino agli ambulatori, alla sala visite o al pronto soccorso.

*Requisiti impiantistici*

*La sala operatoria deve essere dotata di condizionamento ambientale che assicuri le seguenti caratteristiche igrotermiche:*

- temperatura interna invernale e estiva compresa tra 20-24°C;
- umidità relativa estiva e invernale compresa tra 40-60%;
- ricambi aria/ora (aria esterna senza ricircolo) 15 v/h;
- filtraggio aria > 99%;
- impianto di gas medicali e impianto di aspirazione gas anestetici direttamente collegato alle apparecchiatura di anestesia;
- disponibilità di acqua di raffreddamento per apparecchi la ser, quando necessario;

- stazioni di riduzione della pressione per il reparto operatorio devono essere doppie per ogni gas medicale tecnico tali da garantire un adeguato livello di affidabilità;
- impianto rilevazione incendi;
- impianto allarmi di segnalazione esaurimento gas medicali;
- devono essere garantiti sistemi alternativi di generazione dell'energia elettrica.

#### Requisiti tecnologici

Per ogni sala operatoria:

- tavolo operatorio;
- apparecchio per anestesia con sistema di evacuazione dei gas dotato anche di spirometro e di monitoraggio della concentrazione di ossigeno e di protossido di azoto erogato, respiratore automatico dotato di tutti gli allarmi per deconnessione paziente;
- monitor per la rilevazione dei parametri vitali;
- elettrobisturi;
- aspiratori distinti chirurgici e per broncoaspirazione;
- lampada scialitica;
- diafanoscopio a parete;
- strumentazione adeguata per gli interventi di chirurgia generale e delle specialità chirurgiche;
- un autoclave a vapore per sala operatoria e/o per gruppo operatorio per la sterilizzazione di strumentario, teleria, in mancanza di servizio centralizzato e/o esterno di sterilizzazione;
- monitor defibrillatore.

Per ogni gruppo operatorio:

- frigoriferi per la conservazione di farmaci e emoderivati;
- amplificatori di brillantezza.

Per zona risveglio:

- gruppo per ossigenoterapia;
- cardiomonitor e defibrillatore;
- aspiratore per broncoaspirazione;
- ventilatore automatico.

#### Requisiti organizzativi

Ogni struttura erogante prestazioni deve prevedere i seguenti requisiti organizzativi:

- la dotazione organica del personale medico ed infermieristico deve essere rapportata alla tipologia e al volume degli interventi chirurgici; l'attivazione di una sala operatoria deve comunque prevedere almeno un medico anestesista, due chirurghi e due infermieri.

### **Art.126 – Riepilogo normativa generale di riferimento**

La progettazione esecutiva delle opere dovrà essere conformata ai requisiti minimi richiesti dalle normative in materia vigenti alla data odierna, come riepilogato in maniera indicativa ma non esaustiva nel presente Capitolato.

#### **Lavori pubblici**

- Legge 11 Febbraio 1994 n. 109 “Legge quadro in materia di lavori pubblici”:
  - Art. 1 Principi generali;
  - Art. 2 Ambito oggettivo e soggettivo di applicazione della legge;
  - Art. 7 Misure per l'adeguamento della funzionalità della pubblica amministrazione;
  - Art. 16 Attività di progettazione;
  - Art. 17 Effettuazione delle attività di progettazione, direzione dei lavori e accessorie.
- Decreto del Presidente della Repubblica 21 Dicembre 1999 n. 554 “Regolamento di attuazione della legge quadro in materia di lavori pubblici 11 Febbraio 1994, n. 109” e successive modificazioni.
- Decreto Legislativo 12 Aprile 2006 n. 163 “Codice dei contratti pubblici relativi a lavori, servizi e forniture in attuazione delle direttive 2004/17/CE e 2004/18/CE”, modificato dal Decreto Legislativo 13 Maggio 2011 n. 70 e con la Legge 12 Luglio 2011 n. 106.
- Decreto del Presidente della Repubblica 5 Ottobre 2010 n. 207 “Regolamento di esecuzione e attuazione del Decreto Legislativo 12 Aprile 2006 n. 163.
- Legge Regionale 2 Agosto 2002 n.7 “Norme in materia di opere pubbliche. Disciplina degli appalti di lavori pubblici, di fornitura, di servizi e nei settori esclusi”.

**Programmazione sanitaria**

- Decreto Ministeriale 9 Novembre 1982. Determinazione dei requisiti d' idoneità per l' utilizzazione delle strutture e delle unità sanitarie locali da parte delle facoltà di medicina ai fini della ricerche e dell' insegnamento.
- Decreto Ministeriale 29 Gennaio 1992. Elenco delle alte specialità e fissazione dei requisiti necessari alle strutture sanitarie per l' esercizio delle attività di alta specialità.
- Legge 23 Ottobre 1992 n. 421. Delega al Governo per la razionalizzazione e la revisione delle discipline in materia di sanità, di pubblico impiego, di previdenza e di finanza territoriale.
- Decreto Legislativo 30 Dicembre 1992 n. 502. Riordino della disciplina in materia sanitaria, a norma dell' art. 1 della Legge 23 Ottobre 1992 n. 421.
- Legge 4 Dicembre 1993 n. 492. Disposizioni in materia di edilizia sanitaria
- Decreto Legislativo 7 Dicembre 1993 n. 517. Modificazioni al Decreto Legislativo 30 Dicembre 1992 n. 502, recante riordino della disciplina in materia sanitaria, a norma dell' art. 1 della Legge 23 Ottobre 1992 n. 421.
- Decreto Ministeriale 31 Gennaio 1995. Criteri di classificazione degli ospedali specializzati.
- Decreto del Presidente della Repubblica 14 Gennaio 1997. Atto d' indirizzo e coordinamento alle regioni e province autonome di Trento e di Bolzano, in materia di requisiti strutturali, tecnologici ed organizzativi minimi per l' esercizio delle attività sanitarie da parte delle strutture pubbliche e private.
- Legge 30 Novembre 1998 n. 419. Delega al Governo per la razionalizzazione del Servizio sanitario nazionale e per l' adozione di un testo unico in materia di organizzazione e funzionamento del Servizio sanitario nazionale. Modifiche al Decreto Legislativo 30 Dicembre 1992 n. 502.
- Decreto Legislativo 19 Giugno 1999 n. 229. Norme per la razionalizzazione del Servizio sanitario nazionale, a norma dell' art. 1 della Legge 30 Novembre 1998 n. 419.
- Decreto Assessorato Sanità Regione Siciliana 17 giugno 2006 n.890 “Direttive per l'accreditamento istituzionale delle strutture sanitarie nella Regione Siciliana”, pubblicato sulla G.U.R.S. n°29 del 28.06.2002 parte prima.

**Caratteristiche architettoniche**

- Decreto del Ministro dei Lavori Pubblici 14 Giugno 1989 n. 236.
- Prescrizioni tecniche necessarie a garantire l' accessibilità, l' adattabilità e la visitabilità degli edifici privati e di edilizia residenziale pubblica sovvenzionata e agevolata, ai fini del superamento e dell' eliminazione delle barriere architettoniche:
  - Art. 4.1.11 Rampe;
  - Art. 4.2.3 Parcheggi;
  - Art. 8.1.11 Rampe;
  - Art. 8.2.3 Parcheggi.
- Decreto del Presidente della Repubblica 24 Luglio 1996 n. 503.  
Regolamento recante norme per l' eliminazione delle barriere architettoniche negli edifici, spazi e servizi pubblici:
  - Art. 10 Parcheggi.
- Decreto ministeriale 18 Settembre 2002. Approvazione della regola tecnica di prevenzione incendi per la progettazione, la costruzione e l' esercizio delle strutture sanitarie, pubbliche e private. Titolo II:
  - Art. 2 Ubicazione;
  - Art. 2.1 Generalità;
  - Art. 2.2 Separazioni – comunicazioni;
  - Art. 2.3 Accesso all' area;
  - Art. 2.4 Accostamento ai mezzi di soccorso.

**Requisiti costruttivi**

- Decreto del Presidente della Repubblica 27 Aprile 1955 n. 547 (integrato e modificato). Norme per la prevenzione degli infortuni sul lavoro:
  - Art. 16 Scale fisse a gradini;
  - Art. 26 Parapetto normale;
  - Art. 28 Illuminazione generale.
- Decreto del Ministro dei Lavori Pubblici 14 Giugno 1989 n. 236.  
Prescrizioni tecniche necessarie a garantire l' accessibilità, l' adattabilità e la visitabilità degli edifici privati e di edilizia residenziale pubblica sovvenzionata e agevolata, ai fini del superamento e dell' eliminazione delle barriere architettoniche:
  - Art. 2 Definizioni;

- Art. 3 Criteri generali di progettazione;
  - Art. 4 Criteri di progettazione per l'accessibilità;
  - 4.1.1 Porte;
  - 4.1.2 Pavimenti;
  - 4.1.3 Infissi esterni;
  - 4.1.4 Arredi fissi;
  - 4.1.6 Servizi igienici;
  - 4.1.9 Percorsi orizzontali;
  - 4.1.10 Scale;
  - 4.6 Raccordi con la normativa antincendio;
  - Art. 8 Specifiche funzionali e dimensionali;
  - 8.0.1 Modalità di misura;
  - 8.0.2 Spazi di manovra con sedia a ruote;
  - 8.1.1 Porte;
  - 8.1.2 Pavimenti;
  - 8.1.3 Infissi esterni;
  - 8.1.6 Servizi igienici;
  - 8.1.9 Percorsi orizzontali e corridoi;
  - 8.1.10 Scale.
- Decreto del Presidente della Repubblica 14 Gennaio 1997. Atto di indirizzo e coordinamento alle regioni e province autonome di Trento e di Bolzano, in materia di requisiti strutturali, tecnologici ed organizzativi minimi per l'esercizio delle attività sanitarie da parte delle strutture pubbliche e private:
- Decreto Assessorato Sanità Regione Siciliana 17 giugno 2006 n.890 “*Direttive per l'accreditamento istituzionale delle strutture sanitarie nella Regione Siciliana*”:
    - Requisiti minimi strutturali e tecnologici generali.
- Decreto ministeriale 18 Settembre 2002. Approvazione della regola tecnica di prevenzione incendi per la progettazione, la costruzione e l'esercizio delle strutture sanitarie, pubbliche e private.
- Titolo II strutture di nuova costruzione:
- 3 Caratteristiche costruttive;
  - 3.1 Resistenza al fuoco delle strutture e dei sistemi di compartimentazione;
  - 3.2 Reazione al fuoco dei materiali;
  - 3.3 Compartimentazione;
  - 3.4 Limitazioni alle destinazioni d'uso dei locali;
  - 3.5 Scale;
  - 3.6 Ascensori e montacarichi;
  - 4.4 Sistemi di vie d'uscita;
  - 4.5 Lunghezza delle vie di uscita al piano;
  - 4.6 Caratteristiche delle vie di uscita;
  - 4.7 Larghezza delle vie di uscita;
  - 4.8 Larghezza totale delle vie di uscita;
  - 4.9 Sistemi di apertura delle porte e di eventuali infissi;
  - 4.10 Numero di uscite;
  - 5 Area ed impianti a rischio specifico;
  - 6 Impianti elettrici;
  - 7 Mezzi ed impianti di estinzione degli incendi;
  - 8 Impianti di rivelazione, segnalazione e allarme.
- Barriere architettoniche**
- Decreto del Presidente della Repubblica 24 luglio 1996 n. 503.
    - Regolamento recante norme per l'eliminazione delle barriere architettoniche negli edifici, spazi e servizi pubblici:
      - Art. 13 Norme generali per gli edifici.
  - Decreto del Presidente della Repubblica 6 giugno 2001 n. 380. Testo unico delle disposizioni legislative e regolamentari in materia edilizia.

Capo III. Disposizioni per favorire il superamento e l'eliminazione delle barriere architettoniche negli edifici privati, pubblici e privati aperti al pubblico.

### ***Impianti***

- Decreto del Presidente della Repubblica 27 Aprile 1955 n. 547 (integrato e modificato). Norme per la prevenzione degli infortuni sul lavoro:
  - Art. 267 Requisiti generali degli impianti elettrici;
  - Art. 271 Collegamenti elettrici a terra;
  - Legge 5 Marzo 1990 n. 46. Norme per la sicurezza degli impianti;
  - Art. 1 Ambito di applicazione;
  - Art. 7 Installazione degli impianti.
- Decreto del Presidente della Repubblica 6 dicembre 1991 n. 447. Regolamento di attuazione della legge 5 marzo 1990, n. 46, in materia di sicurezza degli impianti:
  - Art. 1 Ambito di applicazione;
  - Art. 4 Progettazione degli impianti.
  - Legge 9 Gennaio 1991 n. 10. Norme per l'attuazione del Piano energetico nazionale in materia di uso razionale dell'energia, di risparmio energetico e di sviluppo delle fonti rinnovabili di energia:
    - Art. 19 Responsabile per la conservazione e l'uso razionale dell'energia.
- Decreto del Presidente della Repubblica 26 Agosto 1993 n. 412. Regolamento recante norme per la progettazione, l'installazione, l'esercizio e la manutenzione degli impianti termici degli edifici ai fini del contenimento dei consumi di energia in attuazione dell'art. 4, quarto comma, della legge 10 gennaio 1991 n° 10:
  - Art. 3 Classificazione generale degli edifici per categorie;
  - Art. 4 Valori massimi della temperatura ambientale;
  - Art. 5 Requisiti e dimensionamento degli impianti termici;
  - Art. 9 Limiti di esercizio degli impianti termici;
  - Allegato D Tecnologie di utilizzo delle fonti rinnovabili di energia o assimilate elettivamente indicate per la produzione di energia in specifiche categorie di edifici di proprietà pubblica o adibiti ad uso pubblico.
- Decreto del Presidente della Repubblica 21 dicembre 1999 n. 551. Regolamento recante modifiche al decreto del Presidente della Repubblica 26 agosto 1993, n. 412, in materia di progettazione, installazione, esercizio e manutenzione degli impianti termici degli edifici, ai fini del contenimento dei consumi di energia.
- Decreto Legislativo 29 dicembre 2006 n.311 Disposizioni correttive ed integrative al decreto legislativo 19 agosto 2005, n. 192, recante attuazione della direttiva 2002/91/CE, relativa al rendimento energetico nell'edilizia
- Decreto ministeriale 18 Settembre 2002. Approvazione della Regola tecnica di prevenzione incendi per la progettazione, la costruzione e l'esercizio delle strutture sanitarie, pubbliche e private.
  - Titolo II Strutture di nuova costruzione:
    - 3.6 Ascensori e montacarichi;
    - 3.6.1 Montalettighe utilizzabili in caso di incendio;
    - 5 Aree ed impianti a rischio specifico;
    - 5.3 Impianti di distribuzione dei gas;
    - 5.4 Impianti di condizionamento e ventilazione;
    - 6 Impianti elettrici;
    - 7 Mezzi ed impianti di estinzione degli incendi;
    - 8 Impianti di rivelazione, segnalazione e allarme.
- Decreto ministeriale 22 Gennaio 2008 “Regolamento concernente l'attuazione dell'articolo 11-quaterdecies, comma 13, lettera a) della legge n 248 del 2 dicembre 2005, recante riordino delle disposizioni in materia di attività di installazione degli impianti all'interno degli edifici” e s.m.i. (in particolare DL 25/06/2008 n° 112).
- Decreto del Presidente della Repubblica del 1 Agosto 2011, n. 151. Regolamento recante semplificazione della disciplina dei procedimenti relativi alla prevenzione degli incendi
  - Sistema informativo.

### ***Sicurezza***

- Decreto del Presidente della Repubblica 27 Aprile 1955 n. 547 (integrato e modificato). Norme per la prevenzione degli infortuni sul lavoro.

- Decreto Ministeriale 25 Maggio 1989 n. 179. Individuazione dei rifiuti ospedalieri da qualificare come assimilabili ai rifiuti solidi urbani.
- Legge 5 Marzo 1990 n. 46. Norme per la sicurezza degli impianti.
- Decreto del Presidente della Repubblica 6 Dicembre 1991 n. 447.  
Regolamento di attuazione della legge 5 marzo 1990, n. 46, in materia di sicurezza degli impianti.
- Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri 1 Marzo 1991. Limiti massimi di esposizione al rumore negli ambienti abitativi e nell'ambiente esterno.
- Decreto Legislativo 15 agosto 1991, n. 277.
- Decreto Legislativo 4 dicembre 1992 n. 476. Attuazione della direttiva
- (CEE) n. 336/89 del Consiglio del 3 maggio 1989, in materia di ravvicinamento delle legislazioni degli stati membri relative alla compatibilità elettromagnetica, modificata dalla direttiva (CEE) n. 31/92 del Consiglio del 28 aprile 1992. NO VIG.
- Decreto Legislativo 19 Settembre 1994 n. 626. Attuazione delle direttive 89/391/CEE, 89/654/CEE, 89/655/CEE, 89/656/CEE, 90/269/CEE, 90/270/CEE, 90/394/CEE, 90/679/CEE, 93/88/CEE, 95/63/CE, 97/42/CE, 98/24/CE, 99/38/CE e 99/92/CE riguardanti il miglioramento della sicurezza e della salute dei lavoratori durante il lavoro.
- Decreto Legislativo 17 Marzo 1995 n. 230. Attuazione delle direttive Euratom 80/836, 84/467, 84/466, 89/618, 90/641 e 92/3 in materia di radiazioni ionizzanti. Come modificato dal Decreto legge n. 187 del 2000 e n. 241 del 26 maggio 2000 come corretto nella Gazzetta Ufficiale n. 68 del 22 marzo 2001.
- Decreto Legislativo 14 Agosto 1996 n. 493. Attuazione della direttiva 92/57/CEE concernente le prescrizioni minime di sicurezza e di salute da attuare nei cantieri temporanei o mobili. Modificato dal Decreto Legge n. 528 del 19 novembre 1999.
- Decreto Legislativo 5 Febbraio 1997 n. 22. Attuazione delle direttive 91/156/CEE sui rifiuti, 91/689/CEE sui rifiuti pericolosi e 94/62/CEE sugli imballaggi e sui rifiuti di imballaggio.
- Decreto Legislativo 24 Febbraio 1997 n. 46. Attuazione della direttiva 93/42/CEE, concernente i dispositivi medici.
- Decreto ministeriale 10 Marzo 1998. Criteri generali di sicurezza antincendio e per la gestione dell'emergenza nei luoghi di lavoro.
- Decreto Legislativo 26 Maggio 2000 n. 187. Attuazione della direttiva 97/43/Euratom in materia di protezione sanitaria delle persone contro i pericoli delle radiazioni ionizzanti connesse ad esposizioni mediche.
- Decreto interministeriale 26 Giugno 2000 n. 219. Regolamento recante la disciplina per la gestione dei rifiuti sanitari, ai sensi dell'articolo 45 del decreto legislativo 5 febbraio 1997, n. 22.
- Decreto Ministero degli Interni 18 Settembre 2002. Approvazione della regola tecnica di prevenzione incendi per la progettazione, la costruzione e l'esercizio delle strutture sanitarie, pubbliche e private.
- Decreto Legislativo 2 Febbraio 2002 n. 25. Attuazione della direttiva 98/24/CE sulla protezione della salute e della sicurezza dei lavoratori contro i rischi derivanti da agenti chimici durante il lavoro.
- Circolare del Ministero dell'interno 1 Marzo 2002, n° 4. Linee guida per la valutazione della sicurezza antincendio nei luoghi di lavoro ove siano presenti persone disabili.
- Decreto Legislativo 9 Aprile 2008 n. 81. Attuazione dell'articolo 1 della Legge 3 Agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro. Testo coordinato con il Decreto Legislativo 3 Agosto 2009 n. 106 e integrato dalla Legge 2 Agosto 2009 n. 106, dalla Legge 6 Agosto 2008 n. 133, dalla Legge 27 Febbraio 2009 n. 14 e dalla Legge 7 Luglio 2009 n. 88.

### **Qualità**

- Decreto Legislativo 30 Dicembre 1992 n. 502 e successive modifiche e integrazioni. Riordino della disciplina in materia sanitaria a norma dell'art. 1 della legge 23 ottobre 1992, n. 421:
  - Art. 10 Controllo di qualità;
  - Art. 14 Diritti dei cittadini.
- Direttiva del Presidente del Consiglio dei Ministri 11 Ottobre 1994.
- Direttiva sui principi per l'istituzione ed il funzionamento degli uffici per le relazioni con il pubblico:
  - I Oggetto, ambito di applicazione e definizioni;
  - II Le finalità;
  - IV I supporti tecnologici;
  - VII L'organizzazione ed il funzionamento degli uffici.
- Decreto Ministeriale 15 Ottobre 1996. Approvazione degli indicatori per la valutazione delle dimensioni qualitative del servizio riguardanti la personalizzazione e l'umanizzazione dell'assistenza, il diritto all'informazione, alle prestazioni alberghiere, nonché l'andamento delle attività di prevenzione delle malattie:

- Art. 1 Finalità e contenuti.

### ***Spazi pedonali, marciapiedi, parcheggi***

- Decreto del Presidente della Repubblica 24 Luglio 1996 n. 503 “Regolamento recante norme per l’eliminazione delle barriere architettoniche negli edifici, spazi e servizi pubblici”:

- Art. 3
- Art. 4
- Art. 6
- Art. 10
- Art. 16

- Decreto del Ministro dei Lavori Pubblici 14 Giugno 1989 n. 236.

Prescrizioni tecniche necessarie a garantire l’accessibilità, l’adattabilità e la visitabilità degli edifici privati e di edilizia residenziale pubblica sovvenzionata e agevolata, ai fini del superamento e dell’eliminazione delle barriere architettoniche:

- 4.2.1
- 4.2.2
- 4.2.3
- 8.2.1
- 8.2.2
- 8.2.3

### ***Scale***

- Decreto del Ministro dei Lavori Pubblici 14 Giugno 1989 n. 236.

Prescrizioni tecniche necessarie a garantire l’accessibilità, l’adattabilità e la visitabilità degli edifici privati e di edilizia residenziale pubblica sovvenzionata e agevolata, ai fini del superamento e dell’eliminazione delle barriere architettoniche:

- Art. 4, punto 4.1.10;
- Art. 8, punto 8.1.10.

- Decreto ministeriale 10 Marzo 1998. Criteri generali di sicurezza antincendio e per la gestione dell’emergenza nei luoghi di lavoro:

- Allegato III, 3.3;
- Allegato III, 3.6.

### ***Rampe***

- Decreto del Presidente della Repubblica 24 Luglio 1996 n. 503.

Regolamento recante norme per l’eliminazione delle barriere architettoniche negli edifici, spazi e servizi pubblici:

- Art. 7.

- Decreto del Ministro dei Lavori Pubblici 14 Giugno 1989 n. 236.

Prescrizioni tecniche necessarie a garantire l’accessibilità, l’adattabilità e la visitabilità degli edifici privati e di edilizia residenziale pubblica sovvenzionata e agevolata, ai fini del superamento e dell’eliminazione delle barriere architettoniche:

- 4.1.11;
- 8.1.11.

### ***Ascensori***

- Decreto del Ministro dei Lavori Pubblici 14 Giugno 1989 n. 236.

Prescrizioni tecniche necessarie a garantire l’accessibilità, l’adattabilità e la visitabilità degli edifici privati e di edilizia residenziale pubblica sovvenzionata e agevolata, ai fini del superamento e dell’eliminazione delle barriere architettoniche:

- 4.1.12;
- 8.1.12.

- Decreto ministeriale 18 Settembre 2002. Approvazione della Regola tecnica di prevenzione incendi per la progettazione, la costruzione e l’esercizio delle strutture sanitarie, pubbliche e private.

Titolo II Strutture di nuova costruzione:

- 3.6 Ascensori e montacarichi;

- 3.6.1 Montalettighe utilizzabili in caso di incendio.

### **Porte**

#### *Numero delle porte dei locali.*

- Decreto del Presidente della Repubblica 27 Aprile 1955 n. 547 (integrato e modificato). Norme per la prevenzione degli infortuni sul lavoro:

- Art. 14 comma 2;
- Art. 14 comma 3;
- Art. 14 comma 4.

- Decreto del Ministro dei Lavori Pubblici 14 Giugno 1989 n. 236.

Prescrizioni tecniche necessarie a garantire l'accessibilità, l'adattabilità e la visitabilità degli edifici privati e di edilizia residenziale pubblica sovvenzionata e agevolata, ai fini del superamento e dell'eliminazione delle barriere architettoniche:

- Art. 4 punto 4.1.1.;
- Art. 8 punto 8.1.1.

- Decreto Legislativo 19 Settembre 1994 n. 626. Attuazione delle direttive 89/391/CEE, 89/654/CEE, 89/655/CEE, 89/656/CEE, 90/269/CEE, 90/270/CEE, 90/394/CEE, 90/679/CEE riguardanti il miglioramento della sicurezza e della salute dei lavoratori sul luogo di lavoro:

- Art. 33 comma 2.

- Decreto Ministeriale 10 Marzo 1998. Criteri generali di sicurezza antincendio e per la gestione dell'emergenza nei luoghi di lavoro:

- Allegato III, punto 3.5.

- Decreto Legislativo 9 Aprile 2008 n. 81. Attuazione dell'articolo 1 della Legge 3 Agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro. Testo coordinato con il Decreto Legislativo 3 Agosto 2009 n. 106 e integrato dalla Legge 2 Agosto 2009 n. 106, dalla Legge 6 Agosto 2008 n. 133, dalla Legge 27 Febbraio 2009 n. 14 e dalla Legge 7 Luglio 2009 n. 88.

#### *Caratteristiche delle porte.*

- Decreto del Ministro dei Lavori Pubblici 14 Giugno 1989 n. 236.

Prescrizioni tecniche necessarie a garantire l'accessibilità, l'adattabilità e la visitabilità degli edifici privati e di edilizia residenziale pubblica sovvenzionata e agevolata, ai fini del superamento e dell'eliminazione delle barriere architettoniche:

- Art. 4 punto 4.1.1.

- Decreto ministeriale 10 Marzo 1998. Criteri generali di sicurezza antincendio e per la gestione dell'emergenza nei luoghi di lavoro:

- Allegato III, punto 3.3;
- Allegato III, punto 3.9.

#### *Porte Speciali. - Porte scorrevoli.*

- Decreto del Ministro dei Lavori Pubblici 14 Giugno 1989 n. 236.

Prescrizioni tecniche necessarie a garantire l'accessibilità, l'adattabilità e la visitabilità degli edifici privati e di edilizia residenziale pubblica sovvenzionata e agevolata, ai fini del superamento e dell'eliminazione delle barriere architettoniche:

- Art. 4 punto 4.1.1.

- Decreto ministeriale 10 Marzo 1998. Criteri generali di sicurezza antincendio e per la gestione dell'emergenza nei luoghi di lavoro:

- Allegato III, punto 3.11.

#### *Saracinesche a rullo, porte girevoli su asse verticale.*

- Decreto del Presidente della Repubblica 27 Aprile 1955 n. 547 (integrato e modificato). Norme per la prevenzione degli infortuni sul lavoro:

- Art. 14 comma 7 - 12.

- Decreto Legislativo 19 Settembre 1994 n. 626. Attuazione delle direttive 89/391/CEE, 89/654/CEE, 89/655/CEE, 89/656/CEE, 90/269/CEE, 90/270/CEE, 90/394/CEE, 90/679/CEE riguardanti il miglioramento della sicurezza e della salute dei lavoratori sul luogo di lavoro:

- Art. 33 comma 2.

- Decreto ministeriale 10 Marzo 1998. Criteri generali di sicurezza antincendio e per la gestione dell'emergenza nei luoghi di lavoro:

- Allegato III, punto 3.11.

- Decreto Legislativo 9 Aprile 2008 n. 81. Attuazione dell'articolo 1 della Legge 3 Agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro. Testo coordinato con il Decreto Legislativo 3 Agosto 2009 n. 106 e integrato dalla Legge 2 Agosto 2009 n. 106, dalla Legge 6 Agosto 2008 n. 133, dalla Legge 27 Febbraio 2009 n. 14 e dalla Legge 7 Luglio 2009 n. 88.

*Porte con superfici trasparenti o traslucide.*

- Decreto del Ministro dei Lavori Pubblici 14 Giugno 1989 n. 236.

Prescrizioni tecniche necessarie a garantire l'accessibilità, l'adattabilità e la visitabilità degli edifici privati e di edilizia residenziale pubblica sovvenzionata e agevolata, ai fini del superamento e dell'eliminazione delle barriere architettoniche:

- Art. 4 punto 4.1.1;
- Art. 8 punto 8.1.1.

***Uscite dei locali***

- Decreto del Presidente della Repubblica 27 Aprile 1955 n. 547 (integrato e modificato). Norme per la prevenzione degli infortuni sul lavoro:

- Art. 14 comma 2;
- Art. 14 comma 3.

- Decreto del Ministro dei Lavori Pubblici 14 Giugno 1989 n. 236.

Prescrizioni tecniche necessarie a garantire l'accessibilità, l'adattabilità e la visitabilità degli edifici privati e di edilizia residenziale pubblica sovvenzionata e agevolata, ai fini del superamento e dell'eliminazione delle barriere architettoniche:

- Art. 4 punto 4.1.1;
- Art. 8 punto 8.1.1.

- Decreto Legislativo 19 Settembre 1994 n. 626. Attuazione delle direttive 89/391/CEE, 89/654/CEE, 89/655/CEE, 89/656/CEE, 90/269/CEE, 90/270/CEE, 90/394/CEE, 90/679/CEE riguardanti il miglioramento della sicurezza e della salute dei lavoratori sul luogo di lavoro:

- Art. 33 comma 2.

- Decreto ministeriale 10 Marzo 1998. Criteri generali di sicurezza antincendio e per la gestione dell'emergenza nei luoghi di lavoro:

- Allegato III, punto 3.5.

- Decreto Legislativo 9 Aprile 2008 n. 81. Attuazione dell'articolo 1 della Legge 3 Agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro. Testo coordinato con il Decreto Legislativo 3 Agosto 2009 n. 106 e integrato dalla Legge 2 Agosto 2009 n. 106, dalla Legge 6 Agosto 2008 n. 133, dalla Legge 27 Febbraio 2009 n. 14 e dalla Legge 7 Luglio 2009 n. 88.

***Vie di circolazione***

- Decreto del Presidente della Repubblica 27 Aprile 1955 n. 547 (integrato e modificato). Norme per la prevenzione degli infortuni sul lavoro:

- Art. 8;
- Art. 13 comma 2;
- Art. 13 comma 5;
- Art. 13 comma 9;
- Art. 13 comma 10.

- Decreto del Ministro dei Lavori Pubblici 14 Giugno 1989 n. 236.

Prescrizioni tecniche necessarie a garantire l'accessibilità, l'adattabilità e la visitabilità degli edifici privati e di edilizia residenziale pubblica sovvenzionata e agevolata, ai fini del superamento e dell'eliminazione delle barriere architettoniche:

- Art. 4 punto 4.1.2;
- Art. 4 punto 4.1.9;
- Art. 8 punto 8.1.9;
- Art. 9 punto 9.1.1.

- Decreto Legislativo 19 Settembre 1994 n. 626. Attuazione delle direttive 89/391/CEE, 89/654/CEE, 89/655/CEE, 89/656/CEE, 90/269/CEE, 90/270/CEE, 90/394/CEE, 90/679/CEE riguardanti il miglioramento della sicurezza e della salute dei lavoratori sul luogo di lavoro:

- Art. 33 comma 1;
- Art. 33 comma 3.
- Decreto del Presidente della Repubblica 24 Luglio 1996 n. 503.  
Regolamento recante norme per l'eliminazione delle barriere architettoniche negli edifici, spazi e servizi pubblici:
  - Art. 15.
- Decreto ministeriale 10 Marzo 1998. Criteri generali di sicurezza antincendio e per la gestione dell'emergenza nei luoghi di lavoro:
  - Allegato III, 3.3.
- Decreto Legislativo 9 Aprile 2008 n. 81. Attuazione dell'articolo 1 della Legge 3 Agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro. Testo coordinato con il Decreto Legislativo 3 Agosto 2009 n. 106 e integrato dalla Legge 2 Agosto 2009 n. 106, dalla Legge 6 Agosto 2008 n. 133, dalla Legge 27 Febbraio 2009 n. 14 e dalla Legge 7 Luglio 2009 n. 88.

#### ***Uscite di emergenza***

- Decreto Ministeriale 8 Marzo 1985. Direttive sulle misure più urgenti ed essenziali di prevenzione incendi ai fini del rilascio del nullaosta provvisorio di cui alla Legge 7 Dicembre 1984 n. 818:
  - Allegato A, punto 5.
- Decreto del Presidente della Repubblica 27 Aprile 1955 n. 547 (integrato e modificato). Norme per la prevenzione degli infortuni sul lavoro:
  - Art. 13;
  - Art. 13 comma 5;
  - Art. 13 comma 8;
  - Art. 13 comma 10.
- Decreto Legislativo 19 Settembre 1994 n. 626. Attuazione delle direttive 89/391/CEE, 89/654/CEE, 89/655/CEE, 89/656/CEE, 90/269/CEE, 90/270/CEE, 90/394/CEE, 90/679/CEE riguardanti il miglioramento della sicurezza e della salute dei lavoratori sul luogo di lavoro:
  - Art. 33 comma 1.
- Decreto ministeriale 10 Marzo 1998. Criteri generali di sicurezza antincendio e per la gestione dell'emergenza nei luoghi di lavoro:
  - Allegato III, 3.3.
- Decreto Legislativo 9 Aprile 2008 n. 81. Attuazione dell'articolo 1 della Legge 3 Agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro. Testo coordinato con il Decreto Legislativo 3 Agosto 2009 n. 106 e integrato dalla Legge 2 Agosto 2009 n. 106, dalla Legge 6 Agosto 2008 n. 133, dalla Legge 27 Febbraio 2009 n. 14 e dalla Legge 7 Luglio 2009 n. 88.

#### ***Pavimenti***

- Decreto del Presidente della Repubblica 27 Aprile 1955 n. 547 (integrato e modificato). Norme per la prevenzione degli infortuni sul lavoro:
  - Art. 8;
  - Art. 8, commi 9 e 10.
- Decreto del Presidente della Repubblica 19 Marzo 1956 n. 303 (modificato e integrato). Norme generali per l'igiene del lavoro:
  - Art. 7, commi 1-4.
- Decreto del Ministro dei Lavori Pubblici 14 Giugno 1989 n. 236.  
Prescrizioni tecniche necessarie a garantire l'accessibilità, l'adattabilità e la visitabilità degli edifici privati e di edilizia residenziale pubblica sovvenzionata e agevolata, ai fini del superamento e dell'eliminazione delle barriere architettoniche:
  - Art. 4, punto 4.1.2;
  - Art. 8, punto 8.1.2.
- Decreto Legislativo 19 Settembre 1994 n. 626. Attuazione delle direttive 89/391/CEE, 89/654/CEE, 89/655/CEE, 89/656/CEE, 90/269/CEE, 90/270/CEE, 90/394/CEE, 90/679/CEE riguardanti il miglioramento della sicurezza e della salute dei lavoratori sul luogo di lavoro:
  - Art. 33, comma 2;
  - Art. 33, comma 3;
  - Art. 33, comma 9.

- Decreto del Presidente della Repubblica 24 Luglio 1996 n. 503.  
Regolamento recante norme per l'eliminazione delle barriere architettoniche negli edifici, spazi e servizi pubblici:
  - Art. 15.
- Decreto ministeriale 10 Marzo 1998. Criteri generali di sicurezza antincendio e per la gestione dell'emergenza nei luoghi di lavoro:
  - Allegato III, 3.8.
- Decreto Legislativo 9 Aprile 2008 n. 81. Attuazione dell'articolo 1 della Legge 3 Agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro. Testo coordinato con il Decreto Legislativo 3 Agosto 2009 n. 106 e integrato dalla Legge 2 Agosto 2009 n. 106, dalla Legge 6 Agosto 2008 n. 133, dalla Legge 27 Febbraio 2009 n. 14 e dalla Legge 7 Luglio 2009 n. 88.

#### ***Pareti***

- Decreto del Presidente della Repubblica 19 Marzo 1956 n. 303 (modificato e integrato). Norme generali per l'igiene del lavoro:
  - Art. 7, comma 1;
  - Art. 7, commi 5 e 6.
- Decreto Legislativo 19 Settembre 1994 n. 626. Attuazione delle direttive 89/391/CEE, 89/654/CEE, 89/655/CEE, 89/656/CEE, 90/269/CEE, 90/270/CEE, 90/394/CEE, 90/679/CEE riguardanti il miglioramento della sicurezza e della salute dei lavoratori sul luogo di lavoro:
  - Art. 33, comma 9.
- Decreto ministeriale 10 Marzo 1998. Criteri generali di sicurezza antincendio e per la gestione dell'emergenza nei luoghi di lavoro:
  - Allegato III, 3.8.
- Decreto Legislativo 9 Aprile 2008 n. 81. Attuazione dell'articolo 1 della Legge 3 Agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro. Testo coordinato con il Decreto Legislativo 3 Agosto 2009 n. 106 e integrato dalla Legge 2 Agosto 2009 n. 106, dalla Legge 6 Agosto 2008 n. 133, dalla Legge 27 Febbraio 2009 n. 14 e dalla Legge 7 Luglio 2009 n. 88.

#### ***Infissi esterni***

- Decreto del Presidente della Repubblica 19 Marzo 1956 n. 303 (modificato e integrato). Norme generali per l'igiene del lavoro:
  - Art. 7, comma 1;
  - Art. 7, commi 7 e 8;
  - Art. 10, comma 4;
  - Art. 11, comma 4.
- Decreto del Ministro dei Lavori Pubblici 14 Giugno 1989 n. 236.  
Prescrizioni tecniche necessarie a garantire l'accessibilità, l'adattabilità e la visitabilità degli edifici privati e di edilizia residenziale pubblica sovvenzionata e agevolata, ai fini del superamento e dell'eliminazione delle barriere architettoniche:
  - Art 4, punto 4.1.3;
  - Art 8, punto 8.1.3.
- Decreto Legislativo 19 Settembre 1994 n. 626. Attuazione delle direttive 89/391/CEE, 89/654/CEE, 89/655/CEE, 89/656/CEE, 90/269/CEE, 90/270/CEE, 90/394/CEE, 90/679/CEE riguardanti il miglioramento della sicurezza e della salute dei lavoratori sul luogo di lavoro:
  - Art. 33 comma 7;
  - Art. 33 comma 8;
  - Art. 33 comma 9.
- Decreto del Presidente della Repubblica 24 Luglio 1996 n. 503.  
Regolamento recante norme per l'eliminazione delle barriere architettoniche negli edifici, spazi e servizi pubblici:
  - Art. 15.
- Decreto Legislativo 9 Aprile 2008 n. 81. Attuazione dell'articolo 1 della Legge 3 Agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro. Testo coordinato con il Decreto Legislativo 3 Agosto 2009 n. 106 e integrato dalla Legge 2 Agosto 2009 n. 106, dalla Legge 6 Agosto 2008 n. 133, dalla Legge 27 Febbraio 2009 n. 14 e dalla Legge 7 Luglio 2009 n. 88.

***Terminali degli impianti***

- Decreto del Ministro dei Lavori Pubblici 14 Giugno 1989 n. 236.

Prescrizioni tecniche necessarie a garantire l'accessibilità, l'adattabilità e la visitabilità degli edifici privati e di edilizia residenziale pubblica sovvenzionata e agevolata, ai fini del superamento e dell'eliminazione delle barriere architettoniche:

- 4.1.5;
- 8.1.5.

***Servizi igienici***

- Decreto del Presidente della Repubblica 19 Marzo 1956 n. 303 (modificato e integrato). Norme generali per l'igiene del lavoro:

- Art. 37;
- Art. 39.

- Decreto del Ministro dei Lavori Pubblici 14 Giugno 1989 n. 236.

Prescrizioni tecniche necessarie a garantire l'accessibilità, l'adattabilità e la visitabilità degli edifici privati e di edilizia residenziale pubblica sovvenzionata e agevolata, ai fini del superamento e dell'eliminazione delle barriere architettoniche:

- Art 4, punto 4.1.6;
- Art 8, punto 8.1.6.

- Decreto Legislativo 19 Settembre 1994 n. 626. Attuazione delle direttive 89/391/CEE, 89/654/CEE, 89/655/CEE, 89/656/CEE, 90/269/CEE, 90/270/CEE, 90/394/CEE, 90/679/CEE riguardanti il miglioramento della sicurezza e della salute dei lavoratori sul luogo di lavoro:

- Art. 33 comma 12.

- Decreto del Presidente della Repubblica 24 Luglio 1996 n. 503.

Regolamento recante norme per l'eliminazione delle barriere architettoniche negli edifici, spazi e servizi pubblici:

- Art. 15.

- Decreto Legislativo 9 Aprile 2008 n. 81. Attuazione dell'articolo 1 della Legge 3 Agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro. Testo coordinato con il Decreto Legislativo 3 Agosto 2009 n. 106 e integrato dalla Legge 2 Agosto 2009 n. 106, dalla Legge 6 Agosto 2008 n. 133, dalla Legge 27 Febbraio 2009 n. 14 e dalla Legge 7 Luglio 2009 n. 88.

***Balconi e terrazze***

- Decreto del Ministro dei Lavori Pubblici 14 Giugno 1989 n. 236.

Prescrizioni tecniche necessarie a garantire l'accessibilità, l'adattabilità e la visitabilità degli edifici privati e di edilizia residenziale pubblica sovvenzionata e agevolata, ai fini del superamento e dell'eliminazione delle barriere architettoniche:

- Art. 4 punto 4.1.8;
- Art. 8 punto 8.1.8.

***Illuminazione naturale***

- Decreto del Ministro dei Lavori Pubblici 14 Giugno 1989 n. 236.

Prescrizioni tecniche necessarie a garantire l'accessibilità, l'adattabilità e la visitabilità degli edifici privati e di edilizia residenziale pubblica sovvenzionata e agevolata, ai fini del superamento e dell'eliminazione delle barriere architettoniche:

- Art. 4 punto 4.1.10.

***Illuminazione artificiale***

- Decreto del Presidente della Repubblica 27 Aprile 1955 n. 547 (integrato e modificato). Norme per la prevenzione degli infortuni sul lavoro:

- Art. 14 comma 12.

- Decreto del Presidente della Repubblica 19 Marzo 1956 n. 303 (modificato e integrato). Norme generali per l'igiene del lavoro:

- Art. 7.

- Decreto del Ministro dei Lavori Pubblici 14 Giugno 1989 n. 236.

Prescrizioni tecniche necessarie a garantire l'accessibilità, l'adattabilità e la visitabilità degli edifici privati e di edilizia residenziale pubblica sovvenzionata e agevolata, ai fini del superamento e dell'eliminazione delle barriere architettoniche:

- Art. 4 punto 4.1.10.
- Decreto Legislativo 19 Settembre 1994 n. 626. Attuazione delle direttive 89/391/CEE, 89/654/CEE, 89/655/CEE, 89/656/CEE, 90/269/CEE, 90/270/CEE, 90/394/CEE, 90/679/CEE riguardanti il miglioramento della sicurezza e della salute dei lavoratori sul luogo di lavoro:
  - Art. 33 comma 1;
  - Art. 33 comma 9.
- Decreto ministeriale 10 Marzo 1998. Criteri generali di sicurezza antincendio e per la gestione dell'emergenza nei luoghi di lavoro:
  - Allegato III, 3.13.
- Decreto Legislativo 9 Aprile 2008 n. 81. Attuazione dell'articolo 1 della Legge 3 Agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro. Testo coordinato con il Decreto Legislativo 3 Agosto 2009 n. 106 e integrato dalla Legge 2 Agosto 2009 n. 106, dalla Legge 6 Agosto 2008 n. 133, dalla Legge 27 Febbraio 2009 n. 14 e dalla Legge 7 Luglio 2009 n. 88.

### ***Segnaletica***

- Decreto del Presidente della Repubblica 24 Luglio 1996 n. 503.  
Regolamento recante norme per l'eliminazione delle barriere architettoniche negli edifici, spazi e servizi pubblici:
  - Art. 17.
- Decreto del Ministro dei Lavori Pubblici 14 Giugno 1989 n. 236.  
Prescrizioni tecniche necessarie a garantire l'accessibilità, l'adattabilità e la visitabilità degli edifici privati e di edilizia residenziale pubblica sovvenzionata e agevolata, ai fini del superamento e dell'eliminazione delle barriere architettoniche:
  - Art. 4 punto 4.3.
- Decreto Legislativo 14 Agosto 1996 n. 493. Attuazione della direttiva 92/58/CEE concernente le prescrizioni minime per la segnaletica di sicurezza e/o di salute sul luogo di lavoro.
- Decreto ministeriale 18 Settembre 2002. Approvazione della Regola tecnica di prevenzione incendi per la progettazione, la costruzione e l'esercizio delle strutture sanitarie, pubbliche e private.
- Segnaletica di sicurezza.

### ***Impianti***

- Legge 1 Marzo 1968 n. 186. Disposizioni concernenti la produzione di materiali, apparecchiature, macchinari, installazioni e impianti elettrici ed elettronici:
  - Art. 1;
  - Art. 2.
- Decreto del Ministro dei Lavori Pubblici 14 Giugno 1989 n. 236.  
Prescrizioni tecniche necessarie a garantire l'accessibilità, l'adattabilità e la visitabilità degli edifici privati e di edilizia residenziale pubblica sovvenzionata e agevolata, ai fini del superamento e dell'eliminazione delle barriere architettoniche:
  - Art. 4 Criteri di progettazione per l'accessibilità;
  - 4.1.5 Terminali degli impianti;
  - 4.1.12 Ascensore;
  - Art. 8 Specifiche funzionali e dimensionali;
  - 8.1.12 Ascensore.
- Legge 5 Marzo 1990 n. 46. Norme per la sicurezza degli impianti:
  - Art. 1 Ambito di applicazione;
  - Art. 7 Installazione degli impianti.
- Decreto del Presidente della Repubblica 6 dicembre 1991 n. 447.  
Regolamento di attuazione della legge 5 marzo 1990, n. 46, in materia di sicurezza degli impianti:
  - Art. 1 Ambito di applicazione;
  - Art. 4 Progettazione degli impianti.

- Decreto legge 22 gennaio 2008 n.37 (ex legge 46/90) - Regolamento concernente l'attuazione dell'articolo 11- quaterdecies, comma 13, lettera a) della legge n. 248 del 2 dicembre 2005, recante riordino delle disposizioni in materia di attivita' di installazione degli impianti all'interno degli edifici.
- Legge 9 Gennaio 1991 n. 10. Norme per l'attuazione del Piano energetico nazionale in materia di uso razionale dell'energia, di risparmio energetico e di sviluppo delle fonti rinnovabili di energia:
  - Art. 19 Responsabile per la conservazione e l'uso razionale dell'energia.
- Decreto del Presidente della Repubblica 26 Agosto 1993 n. 412.  
Regolamento recante norme per la progettazione, l'installazione, l'esercizio e la manutenzione degli impianti termici degli edifici ai fini del contenimento dei consumi di energia in attuazione dell'art. 4, quarto comma, della legge 10 gennaio 1991 n. 10:
  - Art. 3 Classificazione generale degli edifici per categorie;
  - Art. 4 Valori massimi della temperatura ambientale;
  - Art. 5 Requisiti e dimensionamento degli impianti termici;
  - Art. 9 Limiti di esercizio degli impianti termici;
  - Allegato D Tecnologie di utilizzo delle fonti rinnovabili di energia o assimilate elettivamente indicate per la produzione di energia in specifiche categorie di edifici di proprietà pubblica o adibiti ad uso pubblico.
- Decreto Legislativo 29 dicembre 2006 n.311 Disposizioni correttive ed integrative al decreto legislativo 19 agosto 2005, n. 192, recante attuazione della direttiva 2002/91/CE, relativa al rendimento energetico nell'edilizia
- Decreto del Presidente della Repubblica 21 dicembre 1999 n. 551.  
Regolamento recante modifiche al decreto del Presidente della Repubblica 26 agosto 1993, n. 412, in materia di progettazione, installazione, esercizio e manutenzione degli impianti termici degli edifici, ai fini del contenimento dei consumi di energia.
- Decreto ministeriale 18 Settembre 2002. Approvazione della Regola tecnica di prevenzione incendi per la progettazione, la costruzione e l'esercizio delle strutture sanitarie, pubbliche e private.  
Titolo II Strutture di nuova costruzione:
  - 3.6 Ascensori e montacarichi;
  - 3.6.1 Montalettighe utilizzabili in caso di incendio;
  - 5 Aree ed impianti a rischio specifico;
  - 5.3 Impianti di distribuzione dei gas;
  - 5.4 Impianti di condizionamento e ventilazione;
  - 6 Impianti elettrici;
  - 7 Mezzi ed impianti di estinzione degli incendi;
  - 8 Impianti di rivelazione, segnalazione e allarme.

### **Art.127 – Progetto definitivo ed esecutivo** **Indicazione prescrizioni, condizioni, requisiti tecnici inderogabili**

Ai sensi dell'art.53 comma 2 lettera c) si riportano qui di seguito le principali prescrizioni, condizioni e requisiti tecnici inderogabili, da osservare in sede di progettazione definitiva ed esecutiva, che dunque l'opera realizzata dovrà possedere, oltre quanto già indicato in tutti i precedenti articoli del presente Capitolato Prestazionale e negli elaborati grafici e tecnici allegati al progetto preliminare posto a base di gara.

Il progetto definitivo ed il progetto esecutivo dovranno essere redatti completi di tutti gli elaborati grafici e tecnici allegati e indicazioni prescritte rispettivamente dagli artt.24 e 33 del D.P.R. 5 ottobre 2010 n.207 (ex artt.25 e 35 del D.P.R. 554/1999).

#### **Art.127.1 - Area edificata**

È considerata area edificata la proiezione in pianta dell'edificio previsto nel progetto preliminare.

L'Impresa, nell'offerta, potrà effettuare quelle modifiche e quegli aggiustamenti di lay-out dell'edificio richiesti dalle soluzioni architettoniche proposte, purché nel rispetto degli indici di copertura del progetto preliminare, al fine di armonizzare l'insieme edilizio nel contesto sia strutturale che architettonico dell'intera area disponibile attribuendo, nel contempo, il più possibile all'esposizione cardinale dell'edificio medesimo l'orientamento più idoneo alle funzioni sanitarie esercitate dall'edificio nel complesso. Le volumetrie offerte dovranno essere quelle previste dal progetto preliminare.

#### **Art.127.2 - Recinzioni**

Dovrà essere mantenuta la recinzione esistente in corrispondenza dell'area di intervento.

**Art.127.3 - Strutture di presidio terre**

Per la realizzazione di muri di ripa, di scarpa, di sottoscarpa e quanto altro di presidio si rendesse necessario in funzione del lay-out dell'edificio e dell'andamento planivolumetrico della sistemazione d'esterni dell'intera area l'Impresa potrà utilizzare i materiali che più riterrà idonei, sia di tipo gettato in opera che di tipo prefabbricato, sia di tipo lapideo che in calcestruzzo armato, purché esse strutture vengano paramentate con materiali in armonia con quelli previsti per la recinzione degli edifici. Tali strutture dovranno essere completate da drenaggi, canalizzazioni e quanto altro necessario alla raccolta ed al collettamento delle acque meteoriche nei relativi collettori di raccolta.

**Art.127.4 -Requisiti minimi delle strutture ospedaliere**

L'edificio dovrà essere progettato e realizzato in conformità alle prescrizioni strutturali, funzionali e impiantistiche, contenute nell'Allegato 1 del Decreto Assessorato Regionale Sanità 17.06.2002 "*Direttive per l'accreditamento istituzionale delle strutture sanitarie nella Regione Siciliana*".

**Art.127.5 -Definizione degli elementi costruttivi**

In sede di redazione del progetto definitivo ed esecutivo dovranno essere chiaramente indicati tutti i particolari costruttivi e i materiali che si intendono impiegare, specie per quelli innovativi il cui impiego costituirà elemento preferenziale nella valutazione. Dovranno essere chiaramente indicati anche i metodi ed i provvedimenti previsti per il superamento e l'eliminazione delle barriere architettoniche (Legge n.13/89).

Nel seguito si indicano i requisiti minimi richiesti dando, nel contempo, delle precise indicazioni sulle modalità di esecuzione dell'attività progettuale propedeutica alla esecuzione delle opere.

**- Prospetti esterni**

I tamponamenti dovranno essere realizzati con pannelli di tipo prefabbricato e/o con muratura in blocchi di laterizio a cassa vuota, intonacati e tinteggiati, pareti vetrate continue con telai in alluminio elettrocolorato a polveri, a giunto arrotondato e taglio termico così come tutti gli infissi esterni. Nel caso di pareti prefabbricate, particolare cura andrà posta nella progettazione e realizzazione degli elementi di collegamento alle strutture portanti: i materiali adoperati per la chiusura degli edifici non dovranno costituire "anello debole" nella attribuzione di antisismicità all'intero complesso. La parte dell'edificio posta ad altezza d'uomo dovrà essere realizzata con materiali resistenti alla abrasione e agli atti vandalici.

**- Coperture**

Le coperture saranno del tipo piano a terrazzo; dovranno essere provviste di idonea impermeabilizzazione (guaina bicomponente), coibentazione (che assicuri un coefficiente di coibentazione in accordo alla normativa esistente garantendo nel contempo un idoneo risparmio energetico) e barriera al vapore, con successiva pavimentazione. Per quest'ultima si suggeriscono materiali leggeri a colorazione scarsamente assorbente (bianco).

Eventuali lucernari, ove previsti, saranno realizzati in lastre di policarbonato antisfondamento, con struttura in alluminio o in acciaio inox. L'impiego dei lucernari dovrà tener conto dello loro manutenibilità stante il sito soggetto alla caduta di cenere vulcanica, i lucernari fornirebbero un facile punto di accumulo e si presenterebbero, in breve, opachi e sporchi non assolvendo la funzione per cui sarebbero stati proposti; se ritenuti progettualmente necessari, dovrà provvedersi a dotarli di idonei sistemi che ne consentano la pulizia periodica e la manutenzione.

Analogamente avverso l'accumulo della cenere vulcanica dovrà essere posta nel sistema di smaltimento delle acque piovane dalle superfici di copertura: intasamenti dei sistemi di allontanamento a seguito del costipamento della cenere dovranno essere tenuti in considerazione.

I sistemi di raccolta delle acque meteoriche (caditoie, grondaie, pluviali, etc.), dovranno parimenti essere progettati in funzione della possibilità di intasamenti causati dalla cenere vulcanica; idonei sistemi per la pulizia e/o ispezionabilità periodica devono essere previsti.

**- Serramenti esterni**

I serramenti del piano terra o di quelle zone facilmente raggiungibili dall'esterno, saranno realizzati con profili di alluminio elettrocolorato a polveri con specchiature antisfondamento, i serramenti esterni rimanenti dovranno essere realizzati in alluminio elettrocolorato a polveri.

Tutte le specchiature dovranno essere in vetrocamera con accorgimenti anticondensa.

La realizzazione dei serramenti e delle rispettive specchiature dovrà, in ogni caso, garantire il pieno soddisfacimento delle condizioni di isolamento termico come da progetto ai sensi della legislazione vigente (Legge 10/91 e s.m.i.) e della normativa antinfortunistica vigente. Inoltre i serramenti dovranno essere garantiti contro l'insorgenza di fenomeni di condensazione.

**- Pavimentazioni**

Le pavimentazioni dovranno essere previste in funzione delle varie destinazioni d'uso dei locali, della loro manutenzionabilità e pulizia, della resistenza all'uso onde evitarne un precoce invecchiamento.

Si fornisce un quadro riassuntivo delle pavimentazioni come livello minimo richiesto.

AMBIENTE	PAVIMENTAZIONE
Sale operatorie e locali diagnostica	Vinilico elettroconduttivo
Altri ambienti reparto operatorio	Vinilico antistatico
Ambulatori	Vinilico antistatico o gres porcellanato fine
Sale di attesa e corridoi	Marmo o gres porcellanato fine
Uffici	Marmo o gres porcellanato fine
Servizi igienici	Gres porcellanato 20x20
Depositi e locali tecnici	Gres porcellanato 20x20

**- Solai e sottofondi**

I solai potranno essere del tipo prefabbricato oppure gettato in opera latero-cementizio. Si richiede l'applicazione di un isolante acustico da realizzarsi mediante uno strato di polistirene espanso elasticizzato.

Eventuali diverse modalità per la esecuzione dei solai potranno essere proposte specie se dovessero avvalersi di tecnologie avanzate ed innovative.

Il piano destinato alla posa di un qualsiasi tipo di pavimento dovrà essere opportunamente livellato mediante la realizzazione di un sottofondo, in modo che la superficie di posa sia regolarmente parallela a quella del pavimento da sovrapporre. Il sottofondo dovrà essere costituito da un massello di calcestruzzo, di spessore non inferiore a cm 5, che dovrà essere armato e gettato in opera a tempo debito, per essere poi lasciato stagionare. Il tutto sarà eseguito tenendo conto di eventuali pendenze, dello spessore del tipo di pavimento che dovrà essere posato, delle quote d'imposta di porte/serramenti, degli sbarchi di montacarichi, ascensori e scale mobili ed in funzione della tipologia dei futuri serramenti da posare.

Qualora i pavimenti dovessero poggiare sopra materiali comprimibili, il sottofondo dovrà essere costituito da uno strato di conglomerato di congruo spessore ed armato con rete metallica a maglia quadra, da gettare sopra un piano ben costipato e fortemente battuto, in modo da evitare qualsiasi successivo assetamento.

**- Servizi igienici**

I sanitari dovranno essere preferibilmente del tipo a sospensione, di colore bianco; la cassetta di scarico sarà di norma del tipo a ad incasso; le rubinetterie saranno del tipo a miscelatore monocomando a leva lunga ad esclusione dei locali particolari (sale operatorie, etc.) che saranno con comando ad infrarossi.

Gli accessori di completamento (sedile del water, specchio con cornice per ogni lavandino, cestino portarifiuti, porta carta igienica, scopino, gancio appendiabiti, etc.) dovranno essere compresi nella fornitura.

I servizi per i disabili dovranno essere completi di tutte le attrezzature previste dalla normativa vigente, le rubinetterie, le prese e le maniglie dovranno essere conformi ed omologate.

**- Porte interne**

Le porte interne, salvo diverse e successive prescrizioni derivanti dalla loro ubicazione o per compartimentazione, dovranno essere di forma rettangolare, con ossatura cellulare, con finitura in laminato nobilitato colorato, riquadrate con profilati in alluminio preverniciato a polveri, complete di cassamatta, cassaporta, fasce e cornici preferibilmente in alluminio satinato, di robusta ferramenta, con cerniere di attacco o molle a vento, serratura del tipo a scrocco e chiave con cilindro Profilo europeo, placche e maniglie in alluminio satinato.

Le porte delle camere di degenza dovranno assicurare un abbattimento del rumore di almeno 36 db e, ove necessario, saranno conformi a quanto previsto dalla normativa antincendio.

**- Porte locali di servizio**

Le porte dovranno essere almeno in tamburato rivestite di laminato opaco colorato, dovranno avere un'altezza non superiore a cm 250, serrature del tipo a scrocco e chiave con cilindro Profilo europeo.

Per i percorsi riservati al personale medico, le porte saranno dotate di elettroserratura comandata mediante badge.

Le serrature dei locali destinati a bagni dovranno permettere l'apertura dall'esterno.

Le placche e le maniglie dovranno essere in alluminio satinato o in acciaio inox.

**- Porte zone compartimentate REI**

Le porte di delimitazione delle aree compartimentate dovranno avere caratteristiche di resistenza al fuoco pari a quella delle zone compartimentate. Saranno del tipo omologato, delle dimensioni scaturenti dal progetto di protezione agli incendi, con maniglioni antipánico modello push-bar.

Dovranno essere con spioncino vetrato, preverniciate in tinta con le pareti ove si affacciano. Dovranno avere idonei dispositivi di segnalazione allarme e di arresto.

**- Porte depositi e locali tecnici**

Le porte dei depositi e dei locali tecnici dovranno essere di tipo metallico, in lamiera d'acciaio formata mediante presso piegatura, con telaio e irrigidimenti in profili scatolari. Saranno dotate di maniglia e di serratura di tipo a scrocco e chiave con cilindro Profilo Europeo. Ove necessario saranno del tipo REI con apertura verso l'esterno e maniglione antipanico del tipo push-bar.

**- Controsoffitti**

Il trattamento del soffitto dei vari ambienti dovrà essere previsto in funzione delle destinazioni d'uso dei locali, della loro manutenzionabilità e pulizia.

Si fornisce un quadro riassuntivo delle controsoffittature per i soffitti di vari ambienti, tali finiture indicano il livello minimo richiesto potendo le Imprese offrire materiali o soluzioni tecnologicamente superiori.

AMBIENTE	SOFFITTO
Sale operatorie	pannelli in acciaio inox
Altri ambienti reparto operatorio	pannelli in fibra minerale con lamina politenata
Ambulatori e Uffici	pannelli in gesso alleggerito o in fibra minerale
Sale di attesa e corridoi	pannelli in gesso alleggerito o in fibra minerale
Servizi igienici	pannelli in gesso alleggerito o in fibra minerale

I controsoffitti realizzati con pannelli modulari, dovranno essere previsti ispezionabili, con struttura nascosta o seminascosta, ancorati a doppia struttura incrociata in lamiera zincata con tiranti aventi passo adeguato al carico di progetto. La struttura in lamiera, se a vista, dovrà essere verniciata nelle colorazioni compatibili con il resto degli elementi.

Nel controsoffitto da realizzare, potranno trovare allocazione:

- eventuali fori per il posizionamento dei corpi illuminanti,
- forature per gli anemostati e le griglie dell'impianto di condizionamento, diffusione sonora,
- sprinkler,
- luci di emergenza
- e di quant'altro fosse necessario.

La superficie finita dei controsoffitti sarà perfettamente liscia, complanare e priva di qualsiasi discontinuità e con adeguato grado di fonoassorbimento.

**- Tramezzature interne**

Le tramezzature interne, ove fossero previste e realizzate in cartongesso, dovranno avere uno spessore minimo di cm 7, realizzato con:

- una struttura fatta di guide e montanti in lamiera zincata;
- rivestimento eseguito con n.2 lastre di cartongesso avente spessore mm 12,5 (una per ciascuna faccia).

L'isolamento acustico sarà interposto nell'intercapedine e, dovendo garantire l'isolamento conforme alla normativa vigente, non avrà mai spessore inferiore a cm 4.

Per tutti i locali in cui è ipotizzabile la presenza di acqua e/o umidità, le lastre di cartongesso utilizzate dovranno essere di tipo idrorepellente.

Ove gli spigoli delle tramezzature si dovessero presentare a vista e quindi non protetti, andranno previsti idonei parapigoli sui bordi verticali realizzati in PVC ovvero in alluminio satinato.

**- Murature**

Le tramezzature interne, ove fossero previste e realizzate in muratura, dovranno essere realizzate in laterizio almeno da cm 8 o in mattoni forati in piano da cm 12 o in blocchi di calcestruzzo alleggerito dello spessore di cm 7 (o cm 9), saranno intonacate su entrambi i lati.

I divisori tra unità confinanti di diverse destinazioni dovranno essere realizzati in modo da garantire la sicurezza, l'isolamento acustico e termico, comunque, se in muratura, dovranno essere di spessore non inferiore a cm 20. L'isolamento acustico dovrà garantire un abbattimento di almeno db (A) 40. La giunzione tra tramezzature e pavimento dovrà essere trattata con idoneo battiscopa. Il battiscopa dovrà essere in legno o in PVC opportunamente sagomato. L'altezza del battiscopa sarà non inferiore a mm 60 con uno sporto di mm 20.

Esso verrà applicato e sigillato con guarnizione di silicone. La tipologia del battiscopa sarà di caso in caso consona al tipo di pavimento utilizzato potendosi, ad esempio, prevedere l'uso di battiscopa in alluminio satinato.

**- Zerbini di ingresso**

L'ingresso dall'esterno al fabbricato, dovrà essere marcato da zerbini incassati a pavimento. La realizzazione dovrà prevedere la collocazione di un telaio metallico in acciaio inox avente forma ad L.

L'altezza di tale cornice sarà dettata dallo spessore dello zerbino da accogliere che risulterà, in tale maniera, posto allo stesso livello delle pavimentazione esterna. Lo spessore dello zerbino non sarà inferiore ai cm 2. Le rimanenti dimensioni dovranno essere:

- in profondità: cm 140;
- in larghezza: in funzione delle dimensioni dell'apertura di affaccio.

**- Collegamenti verticali**

All'interno del corpo di fabbrica i collegamenti verticali dovranno essere assicurati da:

- Scale, realizzate con struttura in c.a. o acciaio. Le pedate saranno realizzate in pietra naturale o in gres porcellanato fine con zigrinatura antiscivolo. Le balaustre potranno essere realizzate in acciaio inox o ferro verniciato saldamenti ancorati alle strutture portanti, con parapetto in vetro stratificato accoppiato molato a filo lucido ovvero in policarbonato antigraffio e antisfondamento. Il parapetto dovrà rispettare, per altezza e spessore, la specifica normativa vigente e comunque avrà altezza non inferiore a m 1 e spessore scaturente dalla sicurezza fornita dal materiale impiegato. Le lastre, componenti la balaustra, avranno specchiature di lunghezza minima mm 1500, dovranno avere spessore atti a resistere al carico di spinta laterale previsto dalla normativa vigente e dovranno rispettare le norme UNI 7697 (Vetri piani - Vetrazioni in edilizia - Criteri di sicurezza), le norme da UNI EN ISO 12543-1 a UNI EN ISO 12543-6 (Vetri piani – Vetri stratificati per edilizia ed arredamento) e il D.L.vo 115/95 relativo ai criteri di sicurezza dei vetri da usare in ambito civile.

- Ascensori, montalettighe e montacarichi. Dovranno essere con cabina in ossatura metallica con pareti rivestite in acciaio inox tipo steel color e pavimento ricoperto in PVC o, meglio, in acciaio inox antiscivolamento e antigraffio. L'illuminazione dovrà essere del tipo a soffitto con tubi fluorescenti, dovranno avere una cellula fotoelettrica che impedisca la chiusura delle porte in caso di ostacolo. Le porte di cabina e di piano saranno rivestite in acciaio inox antigraffio. La manovra sarà del tipo simplex completo e la velocità dovrà essere di almeno m/sec 0,8 con livellamento di piano. La fossa d'arrivo dell'ascensore sarà profonda minimo cm 150. L'extracorsa sarà di almeno cm 330 dal pavimento finito dell'ultimo piano servito.

**- Intonaci**

Gli intonaci saranno del tipo tradizionale e non dovranno mai presentare peli, crepature, irregolarità negli allineamenti e negli spigoli, o altri difetti. Ad opera finita l'intonaco dovrà avere uno spessore non inferiore a mm 10 e non superiore a mm 25.

**- Rivestimento pareti**

Il trattamento delle pareti dovrà essere previsto in funzione delle varie destinazioni d'uso dei locali, della loro manutenzionabilità e pulizia, della resistenza all'uso onde evitarne un precoce invecchiamento.

Si fornisce un quadro riassuntivo del rivestimento come livello minimo richiesto per ambienti tipo.

<b>AMBIENTE</b>	<b>RIVESTIMENTO PARETI</b>
Sale operatorie e locali preparazione attigui	Pannelli in acciaio inox verniciato
Locali reparto operatorio, diagnostica, terapia int.	Vinilico o pittura epox all'acqua tipo sanitex
Locali diagnostica RX e simili	Pannelli in laminato (con retrostante lastra di piombo)
Ambulatori	Vinilico o pittura epox all'acqua tipo sanitex o smalto
Degenze	Vinilico o pittura epox all'acqua tipo sanitex o smalto
Sale di attesa e corridoi	Vinilico o pittura epox all'acqua tipo sanitex o smalto
Uffici	Idropittura
Servizi igienici	Piastrelle di ceramica maiolicate
Depositi e locali tecnici	Idropittura

I colori dei rivestimenti saranno in accordo con quanto in seguito indicato al capitolo piano del colore indoor. Le modalità di applicazione, il numero delle mani da applicare, la eventuale successioni della pigmentazione di ogni singola mano, sarà dettata dalle specifiche tecniche elaborate dalla casa fornitrice dei materiali. Nelle parti a maggior transito, ove magari sia prevedibile l'appoggio a muro di suole di scarpe o lo strisciare di spalliere di sedie o panche, occorrerà disporre idonee protezioni in materiale antigraffio.

Le parti in ferro saranno verniciate con una mano di antiruggine e due mani di smalto acrilico all'acqua. Preventivamente sarà necessario provvedere ad una energica spazzolatura a mano o con spazzole meccaniche al fine di rimuovere scaglie di calamina e ossido dalla superficie da verniciare.

Laddove si preveda una elevata usura per sfregamento (corrimano, etc.) occorrerà prevedere un ciclo di protezione al clorocauciù. Qualora le parti strutturali (comprese le scale di sicurezza) dovessero essere previste in struttura metallica, dovrà prevedersi in idoneo ciclo di verniciatura con vernici intumescenti omologate atte a garantire la classe di resistenza al fuoco scaturente dalla relazione prevenzione incendi che dovrà far parte della documentazione tecnica progettuale.

#### **- Sistemazioni esterne**

La pavimentazione dei parcheggi a raso potrà essere in conglomerati bituminosi o in lastre di monostrato vulcanico o in elementi prefabbricati autobloccanti colorati. Diverse colorazioni saranno impiegate per differenziare, eventualmente, le aree destinate alla sosta del personale (sanitario e parasanitario), le aree per la sosta dei visitatori esterni, le aree per la sosta degli operatori dei servizi (fornitori, etc.).

La pavimentazione dei percorsi pedonali ed i relativi marciapiedi dovranno essere previsti con materiali che ne consentano una facile e netta individuazione: tali percorsi dovranno fungere da mappe per convogliare e indirizzare correttamente quanti si muoveranno a piedi all'interno della struttura. Si userà una pavimentazione con pietra naturale locale o in gres porcellanato fine antisdrucchiolo; i cordoli saranno dello stesso materiale differenziandosi solo per la finitura superficiale (bocciardatura). I percorsi pedonali dovranno prevedere tutte le facilitazioni che ne consentano la fruibilità da parte dei disabili.

Le aiuole piantumate a verde, saranno recintate con lo stesso materiale usato per i cordoli. Il verde sarà costituito da essenze locali.

Nella sistemazione delle aree esterne si dovranno prevedere elementi di decoro e di arredo urbano che favoriscano la sosta e la socializzazione. Si dovranno installare:

- corpi illuminanti per i percorsi;
- corpi illuminanti per le aree di sosta.

Le strade saranno pavimentate con strati di adeguato spessore di conglomerato bituminoso drenante in accordo con i criteri della normale viabilità. Dovrà provvedersi alla installazione di idonea segnaletica stradale verticale ed orizzontale con l'indicazione, in entrambe le posizioni, dei servizi e dei plessi.

#### **Art.127.6 – Requisiti strutturali**

##### **- Normativa di riferimento**

Per il dimensionamento ed il calcolo delle strutture si osserverà quanto prescritto dalla vigente normativa tecnica ed in particolare:

- Legge 5 Novembre 1971 n. 1086. Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso e da struttura metallica;
- Legge 2 Febbraio 1974 n. 64. Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche;
- D.M. 12 febbraio 1982;
- Circ. 30 luglio 1981 n° 21745;
- D.M. 14 febbraio 1992;
- CNR UNI 10011-85;
- CNR UNI 10012-82;
- D.M. 24 gennaio 1986;
- D.M. 9 gennaio 1996;
- D.M. 16 gennaio 1996;
- D.M. 4 maggio 1990;
- Circ. 25 febbraio 1991 n° 34233;
- D.M. 14 Gennaio 2008. "Norme tecniche per le costruzioni" inerenti la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle strutture in cemento armato, normale e precompresso.
- Circolare 2 Febbraio 2009 n° 617 del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti approvata dal Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici "Istruzioni per l'applicazione delle nuove norme tecniche per le costruzioni".

##### **- Scelte strutturali**

Le scelte strutturali, ancorché affidabili come sono oggi le strutture realizzate con i moderni materiali da costruzione, dovranno essere ispirate maggiormente alla flessibilità.

Le innovazioni tecnologiche, le analisi e gli studi comportamentali e sociologici del degente, possono far nascere, nel breve periodo, filosofie distributive diverse da quanto viene oggi previsto e progettato. Le strutture devono pertanto essere in grado di non risentire pesantemente di tali eventuali modifiche, devono potersi adattare ai cambiamenti nella distribuzione, accogliere le nuove disposizioni impiantistiche.

La flessibilità viene suggerita soprattutto per permettere:

- lo spostamento di pareti e tramezzature interne senza che la struttura verticale abbia a fraporsi o limitare concretamente tali spostamenti;
- la realizzazione di nuove e diverse reti di distribuzione degli impianti senza che gli stessi trovino ostruzione nelle strutture orizzontali.

Anche i solai dovranno essere progettati per consentire, nel tempo, la massima perforabilità senza che ciò abbia ad influire sulla loro staticità.

La resistenza alle azioni sismiche, calcolata per la struttura secondo la normativa vigente, dovrà essere verificata anche per gli elementi secondari e di completamento ove gli stessi risultassero, in caso di danneggiamento per cause sismiche, pericolosi e di nocimento per i degenti ed il personale sanitario. Per le strutture portanti dovrà prevedersi un sistema di isolamento sismico: questo è usualmente applicato alla base (ma ora talvolta anche ai piani) e sarà normalmente realizzato utilizzando sistemi molto flessibili (isolatori sismici), che permettano di "filtrare" l'energia sismica trasmessa dal terreno. Potranno adoperarsi anche sistemi dissipativi inseriti in posizioni ove la struttura presenti i maggiori spostamenti differenziali: tali sistemi dovranno permettere di realizzare l'obiettivo suddetto concentrando su se stessi la dissipazione dell'energia sismica trasmessa dal terreno.

Le azioni sismiche di tipo orizzontale potranno essere riprese dalla stessa struttura intelaiata, dai nuclei scala e ascensori o da shear-walls che nel caso di strutture metalliche, potranno essere del tipo a X a K.

Per i piani interrati si prescrive l'isolamento, tramite muri di contenimento indipendenti dalla struttura portante, della struttura vera e propria. L'intercapedine in tal modo realizzata dovrà essere ventilata naturalmente al fine di allontanare ogni forma di umidità.

#### **Art.127.7 – Requisiti degli impianti tecnologici**

La collocazione degli impianti è prevista in parte nel piano seminterrato ed in parte nella terrazza di copertura, le condutture e canalizzazioni di distribuzione avverranno tramite appositi cavedi che attraverseranno la struttura in senso verticale. I locali tecnici saranno debitamente ventilati e protetti da griglie ove dovesse essere necessario lasciare delle aperture a scopi tecnici.

I locali tecnici saranno illuminati con proprio impianto e saranno previsti:

- con accesso direttamente dall'esterno;
- con la possibilità di essere percorsi in posizione eretta dagli addetti manutentori e/o verificatori;
- con distribuzione delle condotte, tubazioni e/o delle canalizzazioni su staffaggi a parete che consentano una facile e rapida manutenzione delle reti stesse con rimozione delle tratte ammalorate ovvero con creazione di nuove condotte per ulteriori usi che dovessero presentarsi nella vita del S.O..

#### **Art.127.7.1 - Impianti di climatizzazione**

L'impianto di climatizzazione sarà progettato in conformità alle norme vigenti ed in particolare:

- D.M. 01.12.1975 - Norme di sicurezza per apparecchi contenenti liquidi caldi sotto pressione;
- D.M. 23.09.1957 - Capitolato programma tipo per impianti di riscaldamento e condizionamento;
- D.P.R. n. 547 del 27.04.1955 - Norme per la prevenzione degli infortuni sul lavoro - e successive modifiche ed integrazioni;
- Legge n. 46 del 05/03/1990 - Norme di sicurezza degli impianti – e successivo regolamento di esecuzione (D.P.R. n. 447 del 6 dicembre 1991) e D.M. 22 gennaio 2008, n. 37 Regolamento concernente l'attuazione dell'articolo 11-quaterdecies, comma 13, lettera a) della legge n. 248 del 2 dicembre 2005, recante riordino delle disposizioni in materia di attività di installazione degli impianti all'interno degli edifici.;
- Legge 10/91;
- D.P.R. n° 412/93;
- Decreto Legislativo 29 dicembre 2006 n.311 Disposizioni correttive ed integrative al decreto legislativo 19 agosto 2005, n. 192, recante attuazione della direttiva 2002/91/CE, relativa al rendimento energetico nell'edilizia
- Norme UNI e UNI-CTI;
- Norme CEI relativamente alle componenti elettriche;
- D.P.R. 14 gennaio 1997. Approvazione dell'atto di indirizzo e coordinamento alle regioni e alle province autonome di Trento e di Bolzano, in materia di requisiti strutturali, tecnologici ed organizzativi minimi per l'esercizio delle attività sanitarie da parte delle strutture pubbliche e private
- Decreto Assessorato Regionale Sanità 17.06.2002 "Direttive per l'accreditamento istituzionale delle strutture sanitarie nella Regione Siciliana" - Allegato 1.

Tutte le successive modifiche ed integrazioni delle leggi, regolamenti, decreti e circolari sopra richiamate, nonché le leggi, regolamenti, decreti e le circolari intervenute fino alla data dell'offerta, o che intervenissero successivamente.

I criteri generali di progetto qui esposti hanno carattere indicativo, dipendendo, nel dettaglio, dai tipi di impianti HVAC proposti in sede di offerta; ciò anche in considerazione di proposte che riguardino eventuali tecnologie innovative per il risparmio ed il recupero energetico.

Inoltre, considerato che le strutture ospedaliere sono edifici ad alta densità tecnologica con alti indici di variazione di destinazione nel breve termine, il progetto dovrà presentare una flessibilità tale da consentire futuri adattamenti senza che siano necessari interventi fortemente distruttivi.

Uno dei criteri guida per la progettazione degli impianti deve essere quello della riduzione dei consumi energetici. Ciò potrà ottenersi con l'appropriato uso dei materiali che rivestono l'involucro-fabbricato e con idonei refrigeratori ad elevata potenza (ad esempio con refrigeratori del tipo rotativo con inverter ad alta efficienza) o con altre soluzioni innovative. Inoltre si potrà intervenire ottimizzando la gestione sia per ciascun componente che per l'intero impianto.

**- Differenziazione per zone omogenee d'uso**

Gli impianti dovranno essere proposti con una utilizzazione differenziata per zone d'uso omogenee. La zonizzazione degli impianti è lasciata alla proposta progettuale dell'Impresa offerente e si reputa comunque opportuno, a solo titolo indicativo, definire una prima generale suddivisione in funzione della destinazione d'uso, del profilo d'utenza e dell'orario di richiesta del servizio nelle varie zone.

I parametri termoigrometrici indoor da mantenere come base della progettazione, salvo diversi giustificati avvisi dell'Impresa offerente, saranno:

- Estivi

~  $\Delta T$  fra indoor e outdoor  $\leq 8^{\circ}\text{C}$ ;

~  $40\% \leq \Phi \leq 50\%$ ;

~ salvo ambienti con richieste specifiche dovute alle funzioni ivi svolte.

- Invernali

~ Temperatura indoor  $18^{\circ}\text{C} \leq T \leq 20^{\circ}\text{C}$ ;

~ salvo ambienti con richieste specifiche dovute alle funzioni ivi svolte.

**- Massima silenziosità.**

Considerata la destinazione prevalente dei locali e l'importanza del silenzio negli ospedali, si dovranno scegliere tutti i componenti di impianto con il criterio della minima rumorosità.

Tutti gli impianti devono essere progettati sia con riferimento al D.P.C.M. 5/12/97 sulla "Determinazione dei requisiti acustici passivi degli edifici" che ai componenti di impianto che saranno selezionati secondo i criteri seguenti:

- velocità dei fluidi basse (cioè verso i limiti inferiori consentiti) per limitare la rumorosità degli impianti;

- terminali di mandata e di ripresa dimensionati e selezionati in modo da non superare NR 30 nelle degenze, NR 35 nei servizi, NR 25 nelle sale operatorie, NR 35 nelle sale e negli studi;

- unità di refrigerazione selezionate in versione silenziata ed UTA con ventilatori a basso numero di giri e in ogni caso con adeguati silenziatori sia in mandata che in estrazione.

Le tubazioni ed i canali di distribuzione dell'aria dovranno avere giunti antivibranti, la massima velocità dell'aria nei canali dovrà essere di m/s 5.0, le ventole dell'UTA saranno a basso numero di giri tali da non superare la soglia massima di rumorosità NR 85.

La velocità dell'aria trattata all'interno delle canalizzazioni e delle apparecchiature d'impianto, dovrà essere tale da non generare rumore, in specie nelle zone di degenza e dell'attività sanitaria in tutte le accezioni del termine. Per eventuali fenomeni acustici che si generassero in funzione del dimensionamento delle apparecchiature d'impianto e delle canalizzazioni, è consentita la previsione di assorbimento del rumore tramite silenziatori, coibentazione acustiche, interventi di abbattimento attivi, etc..

La distribuzione dell'aria dovrà essere studiata in modo da garantire la minima rumorosità negli ambienti e allo stesso modo andrà la scelta delle bocchette di immissione dell'aria che dovranno essere con rumorosità inferiore a NR 35. Analoga cura andrà posta per la progettazione della rete idrica e sanitaria predisponendo gli attenuatori di colpi d'ariete e dimensionando la rete di ventilazione nei bagni. La velocità di funzionamento normale dei fan coils sarà la minima consentita dagli stessi mobiletti.

E' lasciata comunque libertà all'Impresa offerente definire i tipi abbattimento del rumore degli impianti (a tutt'aria, a tutt'aria con ricircolo, ad aria primaria e fan-coil, a ventilazione, etc.), tenendo conto che la valutazione dell'offerta farà riferimento non solo alla bontà tecnica degli impianti proposti nel raggiungimento delle condizioni di comfort ambientale (teoria di Fanger e norme EN) e di utilizzazione dei locali, ma anche all'ottenimento di risparmi energetici siano essi ottenuti con l'utilizzazione di nuove tecnologie di HVAC che con tecniche di recupero entalpico.

**- Ricambio dell'aria**

La classificazione dell'edificio è di tipo E. 3 (edifici adibiti ad ospedali, cliniche o case di cura e assimilabili) in zona climatica di tipo B (Catania).

Il numero minimo di ricambi orari varierà a seconda della destinazione d'uso degli ambienti e sarà determinato in osservanza alla L. 10/91 e al D.M. 412/93 nonché alle linee guida ISPEL per gli ospedali. In particolare esso varia da 2 vol/h per gli uffici e assimilabili a 6,0 vol/h per alcuni ambulatori specialistici, anche in funzione dei disposti della UNI 10339.

**- Velocità di distribuzione dell'aria nei locali**

La distribuzione dell'aria nei locali, qualunque sia il metodo o il terminale finale, sarà studiata in modo da garantire una velocità residua, nella zona occupata, non superiore a m/s 0,10.

In casi particolari potrà essere tollerata una velocità massima di m/s 0,15 pur sempre per il raggiungimento delle condizioni di benessere ottimali e in considerazione anche della geometria degli ambienti.

Uno studio particolare andrà effettuato per le sale operatorie ove sarà possibile attuare una distribuzione differenziata. Le griglie di ripresa potranno in parte estrarre l'aria da griglie vicine al soffitto ed in parte dovranno essere poste lateralmente alle sale, su due livelli così da richiamare il 70% del flusso nella parte inferiore ed il 30% del flusso nella parte superiore, o tutte poste lateralmente alle sale a discrezione dei progettisti.

**- Terminali**

L'aria dovrà essere immessa negli ambienti mediante bocchette e diffusori. In funzione della destinazione dell'ambiente e della tipologia distributiva potranno essere indicativamente utilizzati, ad esempio, i seguenti elementi terminali:

- diffusori terminali per filtri assoluti;
- diffusore a soffitto per filtri assoluti, composti da un plenum in materiale plastico o in alluminio dotato di raccordo circolare nella parte superiore, da un filtro assoluto ad alta efficienza e da un diffusore di mandata, in tre esecuzioni, verniciato bianco RAL 9010. La presenza del filtro assoluto deve assicurare, una classe ISO 8 secondo la UNI EN ISO 14644-1;
- diffusori a flusso elicoidale costituito da un pannello quadrato in lamiera di acciaio zincato, verniciato bianco RAL 9010 e da un plenum in lamiera di acciaio zincato, dotato di feritoie sulle quali verranno inserite alette deflettrici in materiale plastico facilmente regolabili, con attacco circolare superiore o laterale. Dotato di serranda di regolazione sul collo del plenum, isolamento interno del plenum, con polietilene a celle chiuse Cl.1., installazione a controsoffitto modulare mm 600x600 o a vista;
- griglia di aspirazione in alluminio a maglia quadrata costruita interamente in alluminio estruso anodizzato in colore naturale, con maglia quadrata in alluminio e fissata al telaio mediante viti in vista, completa di controtelaio di fissaggio in lamiera di acciaio zincato, serranda di taratura ad alette contrapposte con telaio in lamiera di acciaio zincato ed alette in alluminio estruso;
- bocchetta a doppia fila mandata ad alette regolabili mandata costruita interamente in alluminio estruso anodizzato in colore naturale, con doppio filare di alette 1° verticale, del tipo con fissaggio a clips, completa di controtelaio di fissaggio in lamiera di acciaio zincato, serranda di taratura ad alette contrapposte con telaio in lamiera di acciaio zincato ed alette in alluminio estruso;
- diffusori circolari a coni regolabili ad alta induzione per installazione a soffitto, costruito in alluminio estruso anodizzato in colore naturale, completo di serranda di regolazione, griglia equalizzatrice, controtelaio di montaggio;
- valvola di ventilazione in lamiera di acciaio verniciata con vernice epossidica, con regolazione della portata mediante la rotazione del disco centrale, completa di collarino di fissaggio;
- griglia di transito costruita interamente in alluminio estruso in colore naturale, con alette disposte in senso orizzontale, a profilo antiluce, adatta per il montaggio su porte o pareti divisorie, completa di cornice e controcornice;
- serranda tagliafuoco omologata REI 120 con le seguenti caratteristiche:
  - involucro a tunnel realizzato in lamiera di acciaio zincato spessore mm 15 provvisto alle due estremità di flange perimetrali di raccordo
  - pala interna di otturazione spessore mm 48 realizzata in 3 strati di cartongesso con piastre di supporto in lamiera di acciaio zincato muniti di perni ruotanti su boccole in bronzo attorno ad un asse orizzontale;
  - sistema di comando applicato all'esterno dell'involucro costituito da un disgiuntore termico che tiene la pala di otturazione normalmente aperta. Sgancio termico automatico effettuato tramite fusibile metallico in trazione tarato a 72°C, posizionato all'interno della serranda taglia fuoco, leva di riarmo manuale completa di dispositivo di bloccaggio in posizione di fermo a serranda taglia fuoco chiusa; esse saranno posizionate sull'uscita dell'UTA e su tutti gli attraversamenti delle compartimentazioni.

- serranda di regolazione costituita da telaio con profilo ad U ed alette nervate in lamiera di acciaio zincata, munita di comando laterale esterno mediante leva manuale, completa di controtelai in lamiera d'acciaio zincata per montaggio su canale. Esse saranno posizionate lungo il percorso della canalizzazione ed in posizione strategica nelle vicinanze delle derivazioni.

**- Distribuzione interna Canalizzazioni.**

La distribuzione interna potrà avvenire con canali del tipo sandwich e del tipo sandwich antimicrobico per gli ambienti sterili delle sale operatorie. Saranno costruiti secondo le buone regole dell'arte ed i fondamentali principi della fluidodinamica, ed di idonea classe di resistenza a fuoco come prescritto dalle normative vigenti. La distribuzione, sia di mandata che di aspirazione, potrà essere provvista, ove necessario, di captatori, deflettori ed alette direttrici a profilo alare. La determinazione degli spessori sarà conforme alle Norme UNI 10381 1-2.

I canali dell'aria flessibili dovranno essere costituiti da tessuto di fibra di vetro impregnata di PVC, con spirale metallica inserita nel tessuto. Per i canali flessibili non isolati in origine, sarà applicato un materassino di lana di vetro protetto esternamente da lamina di PVC, tutti di idonea classe di resistenza a fuoco come prescritto dalle normative vigenti. Dovranno essere a perfetta tenuta, ininfiammabili, leggeri, robusti, di elevatissima flessibilità e adattabilità.

**- Tipologie distributive**

L'Impresa offerente potrà proporre le tipologie distributive che riterrà più idonee; le seguenti descrizioni sono da intendersi minime e indicative.

- Impianti a tutt'aria con ricircolo

La ripresa dell'aria sarà effettuata attraverso griglie di ripresa disposte, preferibilmente, nella parte bassa degli ambienti (o a controsoffitto nei corridoi), e valvole di ventilazione disposte nei servizi igienici. L'aria ripresa dai servizi igienici verrà espulsa direttamente all'esterno mediante torrini estrattori o ventilatori centrifughi.

In ogni caso, la portata di aria espulsa dovrà essere sempre inferiore alla portata di aria immessa (circa 85%), in modo tale da mantenere gli ambienti condizionati in sovrappressione e limitare le infiltrazioni di aria non trattata dall'esterno. L'aria ripresa verrà ricircolata per una portata media dal 30 al 50% dell'aria immessa.

- Impianto fan-coil a 4 tubi più aria primaria

La rete di distribuzione (circuito caldo a/r, circuito freddo a/r) sarà realizzato con tubi in acciaio SS UNI 8863 M a saldare, coibentati a secondo la posizione (circuito a vista nei cavedi e/o nei controsoffitti) rispettivamente:

- isolamento esterno delle tubazioni correnti all'esterno dell'edificio o nei locali tecnici al piano -2 con finitura in lamierino di alluminio mm 10/10, coibentato con cospelle di poliuretano (spessore mm 40-60) fissato con adesivo alle giunzioni, nel rispetto alla D.P.R. 412/93;

- isolamento delle tubazioni correnti all'interno dell'edificio realizzato con cospelle a base di gomma sintetica a cellule chiuse con elevata resistenza alla diffusione del vapore acqueo, conducibilità termica 40°C non inferiore a 0,040 W/m°C, reazione al fuoco in classe 1, non propagante la fiamma, compreso l'eventuale sigillatura dei giunti effettuata con collanti o nastro adesivo della stessa casa produttrice dell'isolamento, di spessore nel rispetto alla D.P.R. 412/93.

La regolazione per ogni batteria di scambio termico sarà controllata da valvole a tre vie, o anche due vie, intercettabili, regolatori di temperatura e termostato d'ambiente.

- Impianto a tutt'aria esterna per sale operatorie

L'estrazione dell'aria sarà effettuata attraverso griglie di ripresa disposte, preferibilmente, in una colonna verticale negli angoli a 1/3 e 2/3. L'aria di estrazione dai servizi igienici verrà espulsa direttamente all'esterno mediante torrini estrattori o ventilatori centrifughi. In ogni caso, la portata di aria espulsa dovrà essere sempre inferiore alla portata di aria immessa (circa 85%), in modo tale da mantenere gli ambienti condizionati in sovrappressione e limitare le infiltrazioni di aria non trattata dall'esterno.

**- Purezza dell'aria.**

Particolare cura dovrà porsi per assicurare la necessaria purezza dell'aria (IAQ) mediante una accurata scelta dei filtri che, per il plesso operatorio, dovranno essere di tipo assoluto e conformi alle specifiche EN 1822 H 14 e UNI 11425. La stessa attenzione andrà posta nella scelta dei ricambi d'aria, come indicato dalla UNI 10339 e dal D.P.R. 14/01/97 sui requisiti minimi per gli ospedali e le case di cura.

**- Condizioni ambientali di benessere.**

Per esse è richiesto un attento studio volto a valutare le condizioni di benessere, in tutti i casi la temperatura operativa effettiva all'interno dei locali non sarà mai inferiore di 2°C rispetto alla temperatura ambiente.

L'uso di vetro camera per gli infissi esterni e l'elevata capacità diatermica delle pareti dovranno garantire una distribuzione uniforme della temperatura. L'utilizzo di vetri atermici ed il taglio termico nella realizzazione degli

infissi esterni potrà consentire di ridurre il disequilibrio nella distribuzione della temperatura per effetto dei diffusori e, in genere, dei terminali di distribuzione.

**- Gruppo polivalente per la produzione contemporanea dei fluidi caldi e freddi**

Al fine di avere una elevata efficienza, con conseguente risparmio energetico di gestione globale degli impianti, il gruppo polivalente potrà essere del tipo aria/acqua con compressori scroll ad alta efficienza

Il gruppo polivalente sarà dimensionato per alimentare le unità di trattamento aria e i fancoils e produrre contemporaneamente sia acqua calda che acqua refrigerata. Ogni ambiente sarà in grado di avere la temperatura desiderata in ogni stagione e con qualsiasi esposizione; e quindi avere a disposizione contemporaneamente i fluidi caldi o freddi.

**- Produzione acqua calda sanitaria**

Anche la produzione di acqua calda sanitaria dovrà essere affidata ad uno speciale gruppo che sarà in grado di produrre acqua calda a 60°C che quindi sarà inviata ai boiler di accumulo, come scarto dell'acqua calda il gruppo sarà in grado di fornire acqua refrigerata a 7/12 °C che potrà essere inviata al collettore acqua refrigerata per poter alimentare ad esempio le unità di trattamento aria delle sale operatorie anche in inverno. La resa energetica sarà superiore a 3 e il risparmio energetico sarà superiore a quello ottenibile con qualsiasi altra fonte.

Ambedue i gruppi polivalenti sia per la produzione di acqua calda sanitaria che per la produzione dei fluidi caldo/freddi saranno in grado di funzionare con temperature esterne fino a -10 °C e a 42°C.

**- Distribuzione primaria**

Dalle centrali di produzione dei fluidi caldo/freddi, con reti di distribuzione separate, potranno essere alimentati i vari circuiti e precisamente:

- circuito acqua refrigerata;
- circuito acqua calda;
- circuito dell'acqua calda sanitaria;
- circuito per l'umidificazione a vapore delle UTA;

Tutte le tubazioni dovranno essere in acciaio nero SS UNI 8863 serie M verniciate con doppia mano di antiruggine, di diverso colore, e opportunamente staffate alle strutture.

Dai collettori potranno essere alimentate le singole unità di trattamento aria, la rete di alimentazione fan-coil, la rete dell'umidificazione dell'aria e lo scambiatore di calore per l'acqua sanitaria.

**- Isolamento termico delle tubazioni e dei canali**

L'isolamento dovrà essere conforme al D.P.R. 412/93. Dovrà essere idoneo ad eliminare la formazione di condensa. I materiali isolanti da utilizzarsi sono, in genere:

- cospelle di poliuretano di spessore conforme alle norme;
- lastre di neoprene o polietilene di tipo preconfezionato e di spessore minimo di mm 12;
- cospelle a base di gomma sintetica.

Particolare cura andrà posta nella formazione dei giunti dei canali di distribuzione dell'aria. In particolare:

- Isolamento tubazione acqua refrigerata.

Isolamento esterno delle tubazioni correnti all'esterno dell'edificio in cunicolo e in centrale termofrigorifera con finitura in lamierino di alluminio mm 8/10, coibentato con cospelle di poliuretano (spessore mm 40-60) fissato con flinkote alle giunzioni, di spessore nel rispetto del D.P.R. 412/93.

- Isolamento tubazione acqua calda.

Isolamento esterno delle tubazioni per acqua calda e vapore correnti all'esterno dell'edificio in cunicolo e in centrale con finitura in lamierino di alluminio mm 8/10, coibentato con cospelle di lana di vetro tipo omologata, classe di reazione 1, nel rispetto del D.P.R. 412/93.

- Isolamento tubazioni interne.

Isolamento delle tubazioni correnti all'interno dell'edificio realizzato con cospelle a base di gomma sintetica a cellule chiuse con elevata resistenza alla diffusione del vapore acqueo, conducibilità termica a 40°C non inferiore a 0,040 W/m°C, reazione al fuoco in classe 1, non propagante la fiamma, compreso l'eventuale sigillatura dei giunti effettuata con collanti o nastro adesivo della stessa casa produttrice dell'isolamento, di spessore nel rispetto del D.P.R. 412/93.

- Isolamento canali.

Eventuali condizioni di termoisolamento tramite tecnologie o materiali innovativi, costituiranno parametro preferenziale nella valutazione dell'impianto.

**- Produzione dell'acqua calda per usi sanitari e di consumo**

La produzione dell'acqua calda potrà essere effettuata tramite scambiatori di calore ad accumulo di tipo istantaneo, a fascio tubiero formanti un sistema a testata calda. Saranno alimentati, dal lato del circuito primario, da acqua proveniente dal gruppo polivalente dedicato e se a doppia serpentina, la seconda serpentina alimentata eventuali fonti rinnovabili, se così fosse il tutto dovrà essere regolato da appositi strumenti di regolazione.

Il sistema di espansione per l'acqua calda sarà del tipo a vaso chiuso auto-pressurizzato, completo di tutti gli accessori di controllo e sicurezza previsti dalla normativa vigente.

La temperatura del secondario sarà mantenuta costante mediante azione di idonea valvola a tre vie comandata dalla sottostazione intelligente collegata all'unità centrale.

**- Produzione di vapore per l'umidificazione**

Ogni UTA se necessario avrà a bordo macchina un produttore di vapore con alimentazione elettrica.

**- Impianto di addolcimento dell'acqua**

Per l'alimentazione della rete di distribuzione dell'impianto di riscaldamento e condizionamento e per gli umidificatori a vapore, l'acqua, prima di essere posta in ciclo, dovrà essere filtrata e trattata con addolcitori.

L'acqua di alimentazione per gli impianti sarà inoltre trattata con composti anti incrostazioni mediante un apparecchio dosatore automatico collegato ad un analizzatore con sonda immersa nel circuito.

Verranno accettate proposte innovative e migliorative avanzate dall'Impresa offerente.

**- Criteri generali di corretta gestione e manutenzione degli impianti**

Occorrerà identificare i punti critici degli impianti e definire le possibili tipologie di interventi da pianificare.

La periodicità dei controlli dovrà essere stabilita in accordo con la normativa vigente o con le norme tecniche e le istruzioni operative di intervento proprie degli impianti proposti in progetto ed installati. Per ciascuna delle operazioni di manutenzione dovrà essere definita la periodicità dell'intervento che consenta il rispetto costante dei parametri di progetto. Qualora si preveda l'utilizzo di sostanze chimiche per eseguire gli interventi di pulizia e sanificazione di parti di impianto, occorrerà identificare i principi attivi dei preparati da utilizzarsi e verificarne l'impatto su persone ed ambiente.

Gli scopi degli interventi programmati di manutenzione da esporre nell'offerta si possono così enunciare:

- assicurare il rispetto delle specifiche dell'impianto;
- eliminare o quanto meno minimizzare il rischio di infezioni;
- contenere la contaminazione ambientale dei gas anestetici (ove presenti);
- controllare l'efficienza dei sistemi di filtrazione;
- assicurare il mantenimento di condizioni di comfort ambientale in accordo con i parametri progettuali.

**Art.127.7.2 - Impianto idrico sanitario**

Sarà progettato per la massima flessibilità e funzionalità sfruttando le tecnologie e i materiali più innovativi.

La rete idrica sarà allacciata alla rete idrica esistente nell'ambito del Presidio Ospedaliero.

Il dimensionamento della rete di distribuzione dell'acqua fredda e calda sarà effettuato secondo la recente direttiva UNI 9182 ed in particolare dovrà utilizzarsi il metodo delle unità di carico indicate nella tabella F.3.1 della norma citata. Determinate le U.C. per le varie tipologie di servizi presenti, si dovranno determinare le portate massime contemporanee per ciascuna tipologia e dimensionare, quindi, la rete di distribuzione che si svilupperà:

- con diverse colonne che alimenteranno i servizi degli ambulatori e le altre utenze.

La rete idrico-sanitaria dovrà essere realizzata con tubazioni in acciaio zincato UNI 3824, con raccorderia in ghisa malleabile zincata, o in polietilene idoneo o in rame coibentato (acqua calda). La rete dell'acqua calda di ricircolo sarà coibentata con cospicue di elastomero espanso negli spessori previsti dalla Legge 10/91. La distribuzione dell'acqua calda avverrà con una rete parallela a quella dell'acqua fredda e cioè con anello di base per ciascun corpo di fabbrica e colonne montanti. La rete di distribuzione dell'acqua calda sarà dotata anche di pompa di ricircolo sul circuito.

Gli apparecchi sanitari potranno essere in porcellana dura vetrificata.

Particolare cura dovrà essere posta per i bagni per disabili prevedendo l'uso di apparecchi speciali, lavabo con specchio reclinabile, docce con sedile, vaso con sopralzo, corrimano e maniglioni, ecc....Tutti i sanitari saranno completi di rubinetteria di erogazione di tipo pesante in ottone cromato di qualità.

Ciascun servizio sarà dotato di rubinetti di intercettazione al collettore in modo da escluderlo dalla rete di distribuzione in caso di manutenzione.

Si riportano di seguito i diametri minimi di allacciamento:

- lavabo (DN ½");
- doccia (DN ½");
- vaso (DN ½");
- buttatoio (DN ¾");

- lavabo disabili (DN ½”);
- vaso disabili (DN ½”);

Il diametro minimo per la tubazione di alimentazione ad una sola utenza non sarà mai inferiore al diametro di ½”.

Nel dimensionamento delle reti secondarie e primarie di distribuzione dell’acqua fredda potabile, calda di consumo non saranno superate le seguenti velocità massime di scorrimento dei fluidi:

- diramazioni secondarie delle colonne alle singole utilizzazioni: da 0,8 a 0,9 m/s;
- colonne montanti: da 1 a 1,2 m/s;
- montanti nei cavedi principali e maglie idriche nei piani tecnici: da 1,5 a 1,8 m/s;
- collettori primari d’alimentazione centrale idrica: da 2 m/s.

Nel dimensionamento delle diramazioni di scarico dai sifoni dei singoli apparecchi sanitari alle colonne ed ai collettori di convogliamento non saranno adottati diametri di tubazione inferiori ai seguenti:

- lavabo: diametro esterno mm 40;
- vaso: diametro esterno mm 110;
- doccia: diametro esterno mm 50;
- buttatoio: diametro esterno mm 110;
- lavabo disabili: diametro esterno mm 50;
- vaso disabili: diametro esterno mm 110;

Il dimensionamento delle colonne di scarico sarà conforme al metodo delle unità di scarico descritto nella norma UNI 9183.

#### **Art.127.7.3 – Rete di scarico acque nere**

La rete di scarico delle acque nere sarà progettata in modo da garantire il corretto smaltimento delle acque nere. Sarà dimensionato secondo la norma UNI 9183/87 con il metodo delle unità di scarico.

La rete di scarico, degli apparecchi utilizzatori ai pozzetti sifonati posti al piede di ciascuna colonna, sarà in PVC rigido (UNI 302) o in Geberit.

La ventilazione secondaria, dimensionata con criterio analogo a quanto sopra indicato, sarà assicurata da opportuni condotti in PVC leggero (UNI 302) raccordati in colonne anch’esse poste nei cavedi degli impianti.

Le condotte interrate dai pozzetti fino alla rete di scarico saranno in PVC pesante con giunzioni ad anello elastico (UNI 303).

La rete di scarico dei reflui verrà allacciata al collettore fognario esistente all’interno del P.O..

#### **Art.127.7.4 - Impianto antincendio**

Per la progettazione dell’impianto sarà considerata la seguente normativa:

- UNI EN 12845 - Impianti fissi di estinzione incendi.

L’impianto idrico antincendio a protezione dell’edificio potrà essere previsto del tipo tradizionale ad acqua, con un anello per l’alimentazione degli idranti UNI 45, completi di lancia d’erogazione.

Gli idranti saranno distribuiti prevalentemente in corrispondenza delle uscite di sicurezza, e comunque andranno disposti in modo da proteggere tutte le superfici contenute in un raggio di m 20÷30 circa.

In corrispondenza dell’ingresso principale sulla strada, ed in posizione di facile e rapida accessibilità, andrà previsto almeno un gruppo motopompa VV.F. attacco UNI 70.

L’impianto avrà caratteristiche idrauliche tali da garantire, alla bocca UNI 45, una pressione non inferiore a 2 bar con un fattore di contemporaneità del 30% delle bocchette previste in una zona omogenea dell’edificio. In particolare ogni punto UNI 45 avrà le caratteristiche previste dalla normativa vigente e sarà composto da:

- cassetta di contenimento in lamiera zincata da incasso con portello apribile e vetro frangibile;
- rubinetto idrante UNI 45 da 1” ½;
- manichetta in nylon gommato da m 20;
- lancia in rame.

La rete di distribuzione sarà costituita da tubazione in acciaio zincato senza saldature nei diametri occorrenti, per tutti i percorsi sia interni che esterni, sia con esecuzione in vista, sia incassate in murature. Per percorsi esterni interrati le tubazioni saranno protette con rivestimento bituminoso o potranno essere in polietilene ad alta densità..

La rete idrica antincendio sarà collegato ad un impianto di pressurizzazione autonomo posto in apposito locale tecnico al piano seminterrato del nuovo edificio e sarà dotata di apposita vasca di accumulo. Le pompe idrauliche e la vasca di riserva dovranno avere caratteristiche di portata e prevalenza e capacità di riserva adeguate per la rete idranti.

Potranno essere previste tecnologie o materiali innovativi per la realizzazione dell’impianto: ciò costituirà parametro preferenziale nella valutazione dell’impianto medesimo.

#### Sistema di rilevamento

Dovrà essere previsto inoltre un sistema di rilevamento dei fumi le cui caratteristiche sono specificate nella parte elettrica impianti speciale.

#### **Art.127.7.5 - Impianto gas medicinali**

Gli impianti di distribuzione dei gas medicinali o del vuoto sono dispositivi medici e quindi soggetti alla specifica Direttiva 93/42/CEE recepita in Italia con D. Lgs. N° 46 del 24/02/1997. Questi dispositivi e le singole parti che li costituiscono sono classificabili in classe 2° o in classe 2B a seconda della loro destinazione d'uso (rif. Consensus Statement NBM/28/2000 del 01/00 – Notified Bodies Medical Devices Linee guida Assogastecnici Gruppo Gas Medicinali – Applicazione Direttiva 93/42/CEE del 04/1999 rev. 2).

#### **- Norme, decreti, disposizioni di Legge, regolamenti**

Si riportano alcune prescrizioni normative o di Legge cui gli impianti per gas medicinali devono attenersi:

- L. 46/90 – Norme per la sicurezza degli impianti;
- DPR 447/91 - Regolamento di attuazione della legge 46/90;
- CEI 64-8 - Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e 1500 V in corrente continua;
- CEI 64-4 - Impianti elettrici utilizzatori per ambienti ad uso medico e similari;
- CEI 64-13 - Guida alla norma CEI 64-4;
- CEI 64-2 - Impianti elettrici nei locali con pericolo di esplosione;
- UNI-CIG 9034 e 9165 - sulla progettazione delle reti di distribuzione dei gas;
- UNI 10390 sugli impianti di riduzione finale della pressione, comunque da confrontare con la norma europea specifica per i gas medicali;
- Circ. M.Int. n° 99 del 15 ottobre 1964;
- D.P.R. 14.01.1997 - Requisiti minimi delle strutture sanitarie pubbliche e private;
- D. Min. Int. 18.set.2002 - Approvazione della regola tecnica di prevenzione incendi per la progettazione, la costruzione e l'esercizio delle strutture sanitarie pubbliche e private [pubblicato sulla GU n. 227 del 27-9-2002];
- D. Ass. Sanità R.S. 17 giugno 2002 pubblicato sulla G.U.R.S. n° 29 del 28 giugno 2002 - Direttive per l'accreditamento istituzionale delle strutture sanitarie nella Regione Sicilia;
- D. Ass. Sanità R.S. 17 aprile 2003 - Integrazioni e modifiche al decreto 17 giugno 2002, concernente direttive per l'accreditamento istituzionale delle strutture sanitarie nella Regione siciliana e attuazione dell'art. 17 dello stesso decreto;
- EN 737-1 - unità terminali per gas medicali e vuoto;
- EN 737-2 - impianti di evacuazione dei gas anestetici;
- EN 737-3 - impianti per la distribuzione dei gas medicali e vuoto;
- EN 737-4 - unità terminali per l'evacuazione dei gas anestetici;
- EN 738-1 - riduttori di pressione e riduttori di pressione con flussometro;
- EN 738-2 - riduttori di pressione per centrali e di linea (secondo stadio);
- EN 739 - Low-pressure hose assemblies for use with medical gases;
- pr EN 133/26 [numero provvisorio della norma] per la scelta dei tubi di rame;
- prEN 15001 per degli esempi di metodi di pulizia delle tubazioni;
- EN/ISO 15002 - Flow metering devices for connection to terminal units of medical gas pipeline systems;
- DPR 547/55 - norme per la prevenzione degli infortuni sul lavoro - in particolare all'art. 250 concernente i lavori di saldatura in condizioni di pericolo;
- D. Lgs 626/94 - attuazione delle direttive CEE (...) riguardanti il miglioramento della sicurezza e della salute dei lavoratori sul luogo di lavoro;
- L. 186/68 - disposizioni concernenti la produzione di materiali, apparecchiature, impianti elettrici ed elettronici.

#### **- Impianti di distribuzione per gas medicinali e vuoto**

Le caratteristiche di portata delle centrali scaturiranno dall'analisi dei consumi globali della nuova struttura ospedaliera da farsi in sede di progettazione definitiva. Le centrali potranno anche essere fornite a noleggio, o comodato d'uso, da parte della Ditta affidataria del servizio di fornitura di gas medicinali; in tal caso sarà esclusa dal presente appalto la fornitura delle centrali, rimanendo comunque a carico dell'Impresa la progettazione e realizzazione della rete di distribuzione con tubazioni e impianti dimensionati in coerenza con le portate richieste e le centrali da installare.

Sulle planimetrie di progetto dei vari reparti e dei locali andranno chiaramente riportati:

- il diametro delle tubazioni;
- i riduttori di II° stadio;

- le valvole di sezionamento;
- gli allarmi;
- le unità terminali dei gas.

Occorrerà fornire i seguenti gas e servizi medicinali:

- nei reparti operatori: protossido di azoto, ossigeno, aria compressa, vuoto, aspirazione;
- nelle terapie intensive: protossido di azoto, ossigeno, aria compressa, vuoto, aspirazione;
- nelle degenze: ossigeno, aria, vuoto;
- negli ambulatori: ossigeno, aria, vuoto;

Le tubazioni utilizzate per la rete di distribuzione saranno in rame adatto per gas medicali e le giunzioni verranno eseguite con leghe ad alto tenore d'argento. Il percorso delle tubazioni tra punto di consegna ed apparecchi utilizzatori, sarà il più breve possibile, le tubazioni che correranno all'esterno del fabbricato verranno collocate in modo tale da non subire danneggiamenti dovuti ad urti.

Dovranno essere previsti come da normativa vigente i quadri di blocco area che in caso di incendio permettono la interruzione immediata della erogazione dei gas, due salite da due cavedi differenti e dunque due quadri di blocco area per piano situati in prossimità delle scale di sicurezza.

Nell'attraversamento di muri la tubazione del gas non presenterà giunzioni o saldature ed verrà protetta con guaina murata con malta cemento, nell'attraversamento di muri perimetrali esterni, l'intercapedine fra guaina e tubazione gas sarà sigillata con materiali adatti in corrispondenza della parete interna del locale, assicurando comunque il deflusso del gas proveniente da eventuali fughe mediante almeno uno sfiato verso l'esterno inoltre le condotte non attraverseranno giunti sismici.

Le condotte che incrociano cavi o tubi di altri servizi avranno una distanza minima di 10 cm dagli stessi e comunque verrà evitato il contatto diretto interponendo opportuni setti separatori con adeguate caratteristiche di rigidità dielettrica e di resistenza meccanica. Le tubazioni installate a vista, pitturate di colore giallo, saranno ancorate adeguatamente in modo tale da evitare vibrazioni ed oscillazioni.

La pressione fornita alle unità terminali, in condizione di singolo guasto dei riduttori installati, non dovrà superare i seguenti valori:

- 1000 kPa (10 bar) per ossigeno, protossido d'azoto ed aria medicale, anidride carbonica e miscela ossigeno/protossido (50/50);
- 2000 kPa (20 bar) per aria ed azoto per strumenti chirurgici.

La pressione della rete primaria deve essere limitata entro i livelli descritti o, in alternativa, devono essere installati dispositivi di sicurezza, quali valvole di sovrappressione (esclusi dischi di rottura), i cui scarichi devono essere convogliati all'esterno dell'edificio (escluso per l'aria medicale) e non devono poter essere isolabili.

Deve essere garantita la continuità di erogazione nelle condizioni normali di utilizzo e in caso di singolo guasto, compresa la mancanza di energia elettrica.

#### **- Specifiche generali degli impianti e delle reti**

Occorrerà provvedere a:

- applicazione di targhette indicatrici sulle tubazioni, sulle apparecchiature e sulle valvole;
- applicazione di fasce colorate sulle tubazioni per il riconoscimento del fluido convogliato;
- applicazione di frecce indicanti la direzione del flusso.

Le colorazioni dovranno rispettare quanto disposto dalla norma UNI 5634P - colori distintivi delle tubazioni convoglianti fluidi liquidi o gassosi, e alla norma EN 739, in particolare, dovranno essere apposti i seguenti colori:

- bianco per l'ossigeno;
- blu scuro per il protossido d'azoto;
- verde chiaro per l'aria.

Le reti di distribuzione devono essere marcate in modo permanente col nome del gas a intervalli non superiori a m 10, in ogni caso in prossimità di tutte le valvole di intercettazione, dei punti di collegamento, prima e dopo di ciascuna parete di separazione e in prossimità delle unità terminali. La marcatura può essere realizzata con targhetta metallica, etichetta adesiva, pitturazione indelebile. Le lettere dovranno avere altezza non inferiore a mm 6 dovrà essere presente una freccia indicante la direzione del flusso di gas.

La distribuzione avverrà mediante tubazioni posate in controsoffitto, sottotraccia o in cavedi opportunamente predisposti in funzione delle esigenze costruttive ed in rispetto delle normative specifiche e antincendio.

Le centrali installate dovranno avere tutte le apparecchiature e i collegamenti necessari per rispettare quanto previsto dalla normativa vigente in relazione alle segnalazioni di monitoraggio e di allarme.

Devono essere presenti i seguenti allarmi operativi:

- di messa in servizio di una sorgente secondaria per cessata operatività della sorgente primaria;

- quando la pressione della sorgente primaria o secondaria o di riserva è inferiore alla minima per l'operatività (questi segnali devono essere indipendenti fra loro e indipendenti dallo stato di servizio della sorgente specifica);
- quando la pressione nel serbatoio di ossigeno è inferiore al minimo programmato;
- quando il livello di ossigeno del serbatoio è inferiore al minimo (che deve essere stabilito in accordo dalla direzione sanitaria e dall'azienda fornitrice);
  - per difettoso funzionamento dei compressori d'aria e delle pompe del vuoto;
  - quando l'umidità dell'aria medica è superiore al minimo consentito.

#### **- Impianti di distribuzione II° stadio**

I riduttori di II° stadio dovranno comprendere:

- una valvola di intercettazione a monte e una a valle più un raccordo specifico a valle della valvola di intercettazione posta a valle o, in alternativa
- una valvola di intercettazione a monte e una a valle, più un secondo riduttore posto in parallelo con valvole di intercettazione a monte e a valle (nei reparti critici) o, in alternativa
- una valvola di intercettazione a monte e una a valle più un raccordo gas specifico a valle della valvola di intercettazione posta a valle e un raccordo gas specifico a monte della valvola di intercettazione posta a monte.

Le valvole dovranno essere identificate in modo visibile, con il nome o il simbolo del gas e con l'area o la sezione intercettata e la loro funzione. Inoltre dovrà essere chiaramente visibile se sono aperte oppure chiuse.

Non devono essere accessibili a persone non autorizzate e le modalità del loro utilizzo dovranno essere incluse libretto di istruzioni per l'uso nonché nel piano degli interventi di manutenzione ed emergenza che l'Impresa dovrà predisporre. Non devono essere installate in cavità stagne.

A valle delle valvole di area dovranno essere previsti idonei sistemi di allarme della pressione.

Le valvole di area dovranno essere collocate in un quadro che:

- contenga la valvola di intercettazione;
- contenga, a valle della valvola, un mezzo per sconnettere fisicamente la rete (escluso per il vuoto);
- contenga, a valle della valvola, un punto di alimentazione di emergenza gas-specifico (escluso per aria ed azoto per strumenti chirurgici);
  - sia ventilato, posto ad altezza d'uomo ed accessibile;
  - con pannello di copertura.

La rete di distribuzione:

- dovrà essere posta in compartimenti separati o separati da più di mm 50 dagli impianti elettrici;
- dovrà essere collegata alla rete di terra; anche le unità terminali dovranno essere collegate alla rete di terra;
- non dovrà essere utilizzata per collegare a terra apparecchiature elettriche;
- dovrà essere sostenuta con i seguenti intervalli massimi:

<b>DIAMETRO ESTERNO (mm)</b>	<b>MASSIMO INTERVALLO (m)</b>
< di 15	1,5
da 22 a 28	2,0
da 35 a 54	2,5
> di 54	3,0

- dovrà essere protetta da danni fisici;
- non potrà installarsi nei vani ascensore, in luoghi con temperatura < a 5°C rispetto al punto di rugiada del gas alla pressione di distribuzione;
  - le giunzioni dovranno essere saldate o brasate in modo da resistere ad una temperatura di 450°C; i metalli d'apporto non dovranno contenere più del 0,025% di cadmio (l'interno dei tubi dovrà essere spurgato con gas di protezione).

Tutti i componenti dell'impianto:

- dovranno essere resistenti alla corrosione e compatibili con l'ossigeno;
- qualora entrino in contatto con i gas medicinali, dovranno essere puliti e liberi da oli, grassi e particelle di materiale e dovranno essere protetti contro l'ingresso di contaminanti prima e dopo l'installazione.

#### **Art.127.7.6 – Impianti elettrici**

Tutti gli impianti elettrici dovranno essere progettati e realizzati nella piena osservanza delle normative vigenti sia per quanto riguarda le modalità di progettazione ed installazione che per quanto concerne la qualità e le caratteristiche dei materiali e delle apparecchiature che si andranno ad installare.

In particolare dovranno essere osservate le prescrizioni contenute nelle Leggi e norme che seguono:

- decreto legislativo 626/94 per la sicurezza sul lavoro;
- norma UNI 10380 – illuminazione di interni con luce artificiale – maggio 1994;
- norma UNI 10530 – sistemi di lavoro e di illuminazione – febbraio 1997;
- Legge n° 186 del 05/03/1990 e relativi regolamenti (DPR n° 447 del 06/12/1991);
- vigenti norme del Comitato Elettrotecnico Italiano (CEI) e in particolare CEI 64-8/7 V2 - Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1.000 V in corrente alternata e a 1.500 V in corrente continua – Parte 7 – Ambienti e applicazioni particolari – Sezione 710 – Locali ad uso medico;
- D.M. 18/09/2002 - Approvazione della regola tecnica di prevenzione incendi per la progettazione, la costruzione e l'esercizio delle strutture sanitarie pubbliche;
- prescrizioni emanate dalla Società Distributrice dell'Energia elettrica;
- prescrizioni del locale Comando dei Vigili del Fuoco;
- prescrizioni della società per l'esercizio della rete di telefonia;
- normative e raccomandazioni dell'Ispettorato del Lavoro e del Presidio Multizonale di Prevenzione P.M.P.;
- prescrizioni delle Autorità Comunale e Regionale;
- prescrizioni UTIF in materia di energia elettrica;
- norme e tabelle UNI e UNEL per i materiali già unificati, gli impianti ed i loro componenti, i criteri di progetto, le modalità di esecuzione e collaudo.

- **Criteri generali di progetto**

Gli impianti elettrici devono essere previsti tenendo conto delle esigenze specifiche delle singole parti ed assicurando la sicurezza, affidabilità e selettività necessarie per strutture del genere.

Considerato che le strutture ospedaliere sono edifici ad alta densità tecnologica con alti indici di variazione di destinazione in tempi brevi, il progetto deve presentare una flessibilità in grado di consentire futuri adattamenti senza che siano necessari interventi fortemente distruttivi.

In fase esecutiva, l'impiantistica risponderà pertanto a precisi requisiti:

- progettazione efficiente;
- manutenzione facile ed efficace;
- economia di gestione energetica;
- flessibilità d'uso.

- **Designazione delle opere**

Con la generica designazione di impianti elettrici e speciali si vogliono intendere le seguenti componenti impiantistiche da prevedersi integralmente nel progetto che verrà offerto dall'Impresa concorrente:

- eventuale impianto di trasformazione MT/BT;
- quadri elettrici generali;
- impianti di rifasamento;
- gruppo elettrogeno;
- quadri elettrici secondari;
- impianto di forza motrice;
- forza motrice privilegiata da gruppo di continuità;
- impianto di illuminazione interno;
- impianto di sicurezza ed illuminazione di sicurezza;
- impianto di rilevazione incendi;
- impianto di rilevazione fughe di gas;
- impianto per il controllo degli accessi;
- impianto telefonico, multimediale di trasmissione dati, rete locale (LAN);
- impianto citofonico;
- impianto di messa a terra;
- impianto di illuminazione outdoor;
- impianti di alimentazione ascensori e montaletti.

- **Quadro elettrico generale**

Si prevede, ove possibile, l'allaccio alla cabina elettrica esistente, tramite di interruttore di riserva della stessa.

In tutti i casi dovranno essere garantiti il coordinamento tra le caratteristiche elettriche dei componenti ed i valori di riferimento del sistema da gestire (potere d'interruzione, ecc.). Gli interruttori di tipo scatolato/aperto, saranno dotati di sganciatori tarabili elettronici con microprocessore, di dispositivo di controllo del carico con segnalazione di preallarme, di motorizzazione e di dispositivi atti a rendere possibile l'effettuazione di manovre a distanza.

Tutti i dispositivi di protezione e gestione automatici dovranno essere dotati di contatti ausiliari per la segnalazione dello stato (aperto/chiuso/allarme).

Dovrà essere garantita la selettività d'intervento fra gli organi di protezione installati a monte con quelli posti a valle.

- Impianto di rifasamento

I corpi illuminanti fluorescenti lineari del tipo rifasato;

- Gruppi elettrogeni

Il progetto dovrà prevedere l'allaccio al quadro della cabina elettrica esistente sezione privilegiata, per un servizio di emergenza. Esso sarà in grado, in caso di mancanza dell'energia da parte dell'ente erogante, di fornire tutta la potenza elettrica necessaria ad alimentare tutti gli impianti elettrici a servizio degli ambulatori ad eccezione dell'impianto di climatizzazione (sezione gruppo frigo).

- Gruppi di continuità

Per l'alimentazione dei servizi vitali del reparto operatorio, della terapia intensiva, del pronto soccorso e relativi ambulatori, e per l'illuminazione di sicurezza, il progetto dovrà comprendere l'installazione di gruppi di continuità statici di potenza adeguata senza alcuna interruzione di energia (tempo di intervento zero).

Essi saranno del tipo a logica gestita da microcontrollore e comprenderanno convertitore di corrente, inverter a IGBT, interruttori di ingresso e uscita, interruttore di by-pass, commutatore statico, batterie al piombo del tipo ermetico. I gruppi di continuità per l'illuminazione di sicurezza avranno autonomia di 180 minuti. I gruppi di continuità per i servizi vitali avranno autonomia di 90 minuti.

- Quadri elettrici secondari

Dal quadro generale BT della cabina di trasformazione saranno alimentati i quadri elettrici secondari.

All'interno del corpo di fabbrica si dovranno identificare ed ubicare locali tecnici adibiti alla allocazione dei quadri elettrici secondari. Ogni quadro elettrico di zona dovrà essere diviso in settori segregati ed indipendenti fra loro per le alimentazioni normali, privilegiate.

- Impianto di forza motrice e di forza motrice privilegiata.

L'impianto di FM consisterà nelle linee e nelle apparecchiature per alimentare i vari carichi elettrici di FM:

- impianti tecnologici;
- impianti di sollevamento;
- utilizzatori alimentati tramite prese a spina (caso più diffuso).

Le dotazioni di prese nei vari locali avranno le seguenti caratteristiche:

- nei locali per ambulatori andranno previsti quadretti di prese da incasso con prese di tipo bivalente 10/16A e prese 16A UNEL, oltre un quadretto prese con prese UNEL, interbloccate;

- negli uffici, ogni postazione di lavoro sarà attrezzata con due prese bipasso 10/16A e una presa 16A UNEL. Inoltre sarà prevista l'installazione di una presa di servizio 10/16A bivalente protetta con interruttore automatico per ogni ufficio;

- nei corridoi sarà prevista l'installazione di prese di servizio;

- Impianto di illuminazione interno

I livelli di illuminamento sul piano di lavoro (mediamente a m 0,8 dal pavimento), con i normali coefficienti di deprezzamento (0,85 per gli ambienti puliti), nei vari locali non dovranno avere valori inferiori a quelli in tabella:

LOCALI	LUX
Sale operatorie e terapie intensive	1000
Locali pre e post operatori e ambulatori	500
Locali di diagnostica e uffici	300
Corridoi e attese	100
Scale	150
Depositi e locali tecnici	200

In conformità con quanto richiesto dal D.M. del 18 dicembre 1975 e dalla norma UNI 10380 del maggio 1994 – Illuminazione di interni con luce artificiale.

Il coefficiente di disuniformità dovrà essere non superiore a 2, salvo per i locali di piccole dimensioni e per i locali con livello di illuminamento superiore a 400 lux, dove non sarà comunque superiore a 2,8.

Per la verifica di tale coefficiente e per il calcolo del valore medio di illuminamento, si escluderà una fascia di cm 50 attorno alle pareti onde non inserire nel calcolo zone normalmente tenute in ombra dall'arredo e ininfluenti al fine illuminotecnico.

La tipologia indicativa di corpi illuminanti per alcuni ambienti tipo sarà:

- Ambulatori: apparecchi da incasso con lampade fluorescenti da 3x13W T16 con grado di protezione IP20 con ottica in alluminio satinato.
- Uffici: apparecchi da incasso con lampade fluorescenti 3x13W T16 con grado di protezione IP20 con ottica in alluminio speculare dark-light.
- Sala operatoria: apparecchi da incasso di tipo sterile con lampade fluorescenti lineari 4x25W con grado di protezione minimo IP 54.
- Corridoi, spazi comuni: apparecchi da incasso a LED ottica opalescente, corpo in alluminio anodizzato efficienza luminosa minimo 4500 lumen .
- Scale di sicurezza: apparecchi da esterno con lampade fluorescenti con grado di protezione IP65 con corpo in acciaio inox e diffusore in vetro.
- Depositi e vani tecnici: apparecchi da esterno con lampade fluorescenti con grado di protezione IP65 con corpo e schermo in policarbonato.
- Servizi igienici: corpi illuminanti da incasso con lampade fluorescenti 2x18W.

I corpi illuminanti saranno del tipo ad alta efficienza luminosa ed in generale saranno adottate per ciascun ambiente più accensioni in modo tale da ottenere il giusto illuminamento desiderato con conseguente risparmio energetico.

- Impianto di sicurezza ed illuminazione di sicurezza

Per l'illuminazione di sicurezza dei corridoi e delle zone comuni si dovranno utilizzare corpi illuminanti dello stesso tipo di quelli utilizzati per l'illuminazione normale, ma alimentati da circuiti di sicurezza derivati dai gruppi di continuità localizzati. Ciò ha lo scopo di rendere più economica la manutenzione per la sostituzione (ove necessario) di detti corpi illuminanti.

All'interno dei locali sarà prevista l'installazione di uno o più corpi illuminanti che intervengono con alimentazione fornita da gruppi autonomi di continuità localizzati (tipicamente 50%).

Per l'indicazione delle vie di esodo saranno utilizzati corpi illuminanti con pittogramma per l'indicazione del percorso di uscita (normalmente spenti) 1x18W e delle uscite di sicurezza 1x18W (sempre accesi), alimentati dai gruppi di continuità localizzati della durata minima di 180 minuti.

Il livello di illuminamento minimo non dovrà risultare, su un piano orizzontale, a m 1 di altezza dal piano di calpestio, inferiore a 5 Lux in corrispondenza delle scale e delle porte di uscita ed a 2 Lux negli altri locali, con livelli medi di 10 lux per le zone di passaggio e 20 Lux per le uscite.

Sulle scale e sulle uscite di sicurezza saranno previsti corpi illuminanti sempre alimentati.

L'impianto di illuminazione di sicurezza avrà autonomia di 180 minuti, sarà alimentato dai gruppi dalla linea privilegiata. La distribuzione dei circuiti per l'illuminazione di sicurezza sarà indipendente da altri impianti e realizzata con cavi resistenti al fuoco.

- Impianto di rilevazione incendi

E' richiesto l'utilizzo di una centrale di rilevazione incendi ed il loro collegamento con il sistema di supervisione centralizzato degli impianti tecnologici e di sicurezza.

L'impianto di rilevazione incendi dovrà interessare tutti i locali: dovrà essere previsto il posizionamento di pulsanti di allarme manuali, disposti nei corridoi e lungo le vie di fuga, posti a non più di m 40 l'uno dall'altro.

La rilevazione sarà affidata a rivelatori di fumo così distribuiti:

- nei locali controsoffittati: saranno installati sia all'interno del controsoffitto che in vista; in linea di massima saranno distribuiti in ragione di uno per ogni ambiente di superficie minore od uguale a mq 80 ed uno ogni mq 60 per gli ambienti di superficie maggiore;
- nei corridoi: saranno installati sia sopra il controsoffitto che in vista con interdistanza di massimo m 10;
- nei locali tecnici e depositi: saranno installati in ragione di uno per ogni ambiente di superficie minore od uguale a mq 80 ed uno ogni mq 60 per gli ambienti di superficie maggiore;
- nei condotti di ventilazione: saranno installati rilevatori di fumo a campionamento in prossimità delle macchine di ventilazione sia sui canali in mandata dell'aria che in ripresa.

Il sistema di rilevazione dovrà comandare la chiusura delle porte tagliafuoco.

- Impianto telefonico, trasmissione dati, rete locale (LAN)

Dovrà essere previsto un sistema integrato costituito, in maniera indicativa, da un armadio di smistamento principale sia per la fonia che per le trasmissioni dati, collegato con armadi di permutazione locali posti uno per ogni piano del fabbricato.

Dovrà essere prevista la centrale telefonica del tipo PABX, i telefoni, le apparecchiature elettroniche per gli armadi. La rete telefonica interna dovrà essere integrata con la rete di trasmissione dati: tale integrazione sarà ottenuta utilizzando, sia per le prese telefoniche che per le prese dati, lo stesso tipo di cavo e lo stesso tipo di presa. Tutti i cavi

faranno capo a armadi rack TP/TD posti ad ogni piano dei vari fabbricati e in posizione tale da non superare la distanza di m 90 fra l'armadio stesso e la presa più lontana.

Il collegamento fra l'armadio principale e gli armadi di smistamento, sarà realizzato con cavi a fibra ottica formato da minimo 8 coppie di fibra.

La distribuzione dovrà essere prevista:

- in canale;
- nel controsoffitto;
- nei cavedi verticali;
- incassata all'interno dei vari ambienti.

Per quanto riguarda la disponibilità di prese, devono essere previste almeno:

- ambulatori: una presa TD e una presa TP;
- uffici: ogni postazione di lavoro sarà attrezzata con una presa TD e una presa TP;
- sale comuni: (in funzione delle loro dimensioni e destinazione) due prese TD e due prese TP;

• Impianto di messa a terra

Come richiesto dalle norme, dovranno prevedersi nodi collettori di terra in tutti gli ambienti ospedalieri in particolare nei locali operatori, nei locali di terapia intensiva, nei locali di diagnostica, nei locali di pronto soccorso.

Negli ambulatori, anche se non richiesto dalla normativa vigente, nel caso di utilizzo di interruttori differenziali con Id minore o uguale a mA 30, al fine di rendere più flessibile la destinazione d'uso dei locali oppure consentire, senza limitazioni di tempo o particolari precauzioni, l'impiego sui pazienti di apparecchi elettromedicali con parti applicate, dovrà prevedersi la realizzazione di nodi collettori di terra.

Particolare attenzione va fatta all'impianto di terra delle sale operatorie che prevedono pavimento vinilico conduttivo, messa a terra della masse estranee e trasformatore di isolamento.

La rete di dispersione deve essere realizzata ad anello utilizzando una corda di rame di opportuna sezione posta a diretto contatto con il terreno e collegata ad elementi disperdenti di tipo a puntazza infissi nel terreno o posti in opportuni pozzetti disperdenti. La rete di dispersione potrà avvalersi del collegamento ai plinti perimetrali delle strutture. I collettori di terra dovranno far capo al collettore principale della cabina di trasformazione.

• Impianti di sollevamento verticale

Trattasi di ascensori e montaletti al servizio di una struttura pubblica la cui normativa di riferimento quadro è rappresentata dalla Legge n°118 del 30/03/1971 e del suo regolamento di attuazione riportato nel D.P.R. n°384 del 27/04/1978 e sue successive modifiche ed integrazioni.

Poiché il numero, la tipologia ed il posizionamento di ascensori, montalettighe e montacarichi è funzione della distribuzione (interna ed ai vari piani) nei volumi edificati degli spazi, dei servizi e dei relativi percorsi di avvicinamento, nonché delle funzioni attribuite ai singoli spazi, l'Impresa offerente stabilirà nella progettazione offerta, numero e tipologia di impianti previa giustificazione riportata in una analisi del traffico progettuale derivante dalle distribuzioni e allocazioni previste dal progetto architettonico funzionale.

Analizzati i parametri:

- capacità di trasporto;
- intervallo di attesa;
- durata del percorso;

per l'utilizzazione prevista e la tipologia di edifici debbono essere rispettati i seguenti intervalli di valore:

- capacità di trasporto: dal 16% al 25% del traffico,
- intervallo di attesa: da 28 a 32 secondi,
- durata del percorso: da 20 a 25 secondi.

Debbono ancora prevedersi nell'offerta:

- ascensori per visitatori o utenti esterni;
- ascensori per personale sanitario;
- montalettighe per movimentazione pazienti;
- ascensori per servizi ausiliari vari.

Per quanto riguarda:

• caratteristiche e dimensioni di ascensori e montacarichi, il progetto deve fare riferimento alle norme ISO/1, ISO/2, ISO/3;

- dispositivi di comando e di segnalazione, si dovrà fare riferimento alle norme ISO/4;
- prescrizioni di traffico, si deve fare riferimento alle norme ISO/5;

per poter definire il numero e le caratteristiche di ogni ascensore.

Gli ascensori previsti dovranno essere rispettivamente di classe I, classe III e classe IV.

Vengono comunque richieste le seguenti dimensioni minime:

Ascensori Classi I, III e IV

Distanza minima tra due piani consecutivi tale da consentire l'installazione di porte automatiche:

- $d = m\ 2,45$  per porte di piano alte  $m\ 2,00$ ,
- $d = m\ 2,55$  per porte di piano alte  $m\ 2,10$ .

Con riferimento a:

- barriere architettoniche;
- tipologia e tempi di apertura delle porte;
- modalità di arresto ai piano;
- modalità di stazionamento ai piani;
- tipo ed allocazione delle botoniere;
- placche di riconoscimento dei piani;
- citofoni interni e luci di emergenza;
- segnalazioni sonore di arrivo;
- dimensioni minime delle cabine;

dovrà farsi riferimento alle prescrizioni del D.M. 236/89.

Gli ascensori e montacarichi previsti nell'offerta dovranno soddisfare comunque la seguente normativa per le parti di competenza:

- EURONORMA EN 81;
- D.M. 586 e D.M. 587 del 9 aprile 1988;
- Direttiva CEE n° 84/529;
- Direttiva CEE n° 86/312;
- D.P.R. 268/94;
- Direttiva europea 95/16/CE.

Con riferimento alla normativa antincendio specifica per ascensori e montacarichi, l'offerta dovrà ottemperare alle raccomandazioni della EN 81 (EURONORMA), oltre che alle locali disposizioni e prescrizioni del comando VV.F., con particolare riferimento alla resistenza al fuoco, tenuta e isolamento termico delle porte di accesso.

Il vano corsa deve avere le stesse caratteristiche REI del vano scala e in esso sono ammesse le seguenti aperture:

- accessi alle porte di piano;
- aperture permanenti consentite dalle specifiche normative per il vano corsa ed il locale macchine e/o delle pulegge di rinvio;
- portelli di ispezione e/o porte di soccorso.

Il vano corsa dovrà presentare superficie netta di aerazione permanente no inferiore al 3% dell'area della sezione orizzontale del vano stesso e, comunque, non inferiore a  $cm^2\ 20$ , ottenuta anche tramite camini, purché realizzati con elementi di resistenza al fuoco equivalenti a quelle del vano corsa.

Il locale macchine dovrà essere separato dagli altri ambienti dell'edificio con strutture aventi resistenza al fuoco equivalente a quella del vano corsa. L'accesso al locale macchine deve avere le stesse caratteristiche del vano corsa e, qualora fosse ubicato su terrazzo, può avvenire attraverso vano munito di porta metallica.

La sua superficie di aerazione netta non potrà essere inferiore al 3% della superficie del pavimento con un minimo di  $m^2\ 0,05$ .

#### **Art.127.8 – Prescrizioni sulla sicurezza**

Durante tutto l'arco di tempo necessario ad eseguire i lavori, effettuare le forniture e fino a collaudo ultimato l'Impresa appaltatrice dovrà ottemperare a quanto prescritto nella seguente normativa:

- Decreto Legislativo n. 493 del 14/08/1996
- Decreto Ministeriale 10 Marzo 1998
- Legge n° 46 del 05/03/1990
- D.M. 22 gennaio 2008, n. 37
- D.P.R. n° 447 del 06/12/1991
- Decreto Legislativo n. 277 del 15/08/1991
- Circolare n° 2/2001 del Ministero del Lavoro
- Circolare n° 8/2001 del Ministero del Lavoro
- Circolare n° 9/2001 del Ministero del Lavoro
- Decreto del Presidente della Repubblica n° 164 del 07/01/1956

- Decreto del Presidente della Repubblica n° 303 del 19/03/1956
- Decreti Legislativi 626/94 e 242/96 testo integrato
- Decreti Legislativi 494/96, 528/99, 276/03 e 251/04 testo integrato
- D.P.R. n° 222 del 03/07/2003
- Decreto Legislativo n° 235 del 08/07/2003
- Circolare ISPESL n° 1088 del 05/02/2003
- Linee guida ISPESL
- Linee guida per l'applicazione del D.P.R. 222/03
- Decreto del Ministero degli Interni 18/09/2002 – prevenzione incendi strutture sanitarie pubbliche
- Decreto Ministeriale 22 Gennaio 2008 n. 37 Testo unico. Regolamento concernente l'attuazione dell'articolo 11 quaterdecies, comma 13, lettera a) della legge n. 248 del 2 dicembre 2005, recante riordino delle disposizioni in materia di attivita' di installazione degli impianti all'interno degli edifici.
- Decreto Legislativo 9 Aprile 2008 n. 81. Attuazione dell'articolo 1 della Legge 3 Agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro. Testo coordinato con il Decreto Legislativo 3 Agosto 2009 n. 106 e integrato dalla Legge 2 Agosto 2009 n. 106, dalla Legge 6 Agosto 2008 n. 133, dalla Legge 27 Febbraio 2009 n. 14 e dalla Legge 7 Luglio 2009 n. 88.
- eventuale ulteriore legislazione che sia sopravvenuta all'atto di inizio lavori.

#### **Prescrizioni particolari di prevenzione incendi**

Ai fini della prevenzione incendi sono classificate 3 tipi di aree:

- Tipo A: impianti e locali tecnologici (locali caldaia, gruppi elettrogeni, impianto di climatizzazione, impianto gas medicali, garage, etc.);
- Tipo B: aree ambulatoriali senza ricovero
- Tipo C: spazi non propriamente sanitari ma pertinenti strutture sanitarie (uffici, sale attesa, etc.).

#### • Strutture

REI 90 edificio altezza uguale o minore a m 24; REI 120 edificio altezza uguale o maggiore a m 24; REI 120 piani interrati.

- Reazione al fuoco materiali

Classe 0 non combustibile; classe 1, 2, 3, 4 e 5 in relazione alla partecipazione dei materiali alla combustione.

- Compartimentazione

Aree tipo B uguale o minore a mq 1.500;

- Locali

• nessuno a quota > - m 10 dal piano d'uscita dell'edificio;

• a quota tra - m 7,5 e - m 10 con impianto di spegnimento automatico; degenze non ai piani interrati; laboratorio analisi ed apparecchiature alte energie anche ai piani interrati ma con presenza di filtri a prova di fumo.

- Scale

REI 90 edificio altezza uguale o minore a m 24 REI 120 edificio altezza uguale o maggiore a m 24; REI 120 piani interrati; le rampe devono essere rettilinee, con gradini di numero non inferiore a 3 e non superiore a 15 e con presenza di aperture d'aerazione esterna nei pianerottoli o, in assenza, in sommità (uguale o maggiore a m2 1 ).

- Impianti elevatori

REI 90 edificio altezza uguale o minore a m 24; REI 120 edificio altezza uguale o maggiore a m 24; REI 120 nei piani interrati; il vano corsa e il locale macchina vanno distinti da altri elevatori non antincendio.

- *Affollamento massimo*

Aree tipo B – 0,1 persone/metri quadrati.

- Vie d'uscita

• < 40 metri per luoghi sicuri;

• < 30 metri per la scala protetta;

• altezza uguale o maggiore di m 2, larghezza uguale o maggiore a m 1,20;

- Porte

Apertura nel verso dell'esodo, su area piana profonda quanto le porte.

- *Impianti elettrici*

Realizzati ai sensi delle leggi N° 186/1968 e N° 46/1990 e s.m.i., vanno provvisti di alimentazione di sicurezza automatica con tempo d'intervento 0,5 secondi per gli impianti di rilevazione allarme e di illuminazione e con tempo d'intervento di 15 secondi per gli impianti elevatori antincendio e gli impianti idrici antincendio.

L'alimentazione di sicurezza deve avere minimo 2 ore di autonomia per:

- l'illuminazione di sicurezza;
- gli impianti elevatori antincendio;
- gli impianti idrici antincendio;

Deve avere 30 minuti di autonomia per gli impianti di rilevazione e allarme.

Le lampade di sicurezza con autonomia uguale o maggiore a 2 ore devono garantire un illuminamento uguale o maggiore a 5 lux.

Il quadro elettrico generale e quello di piano sono da collocare in posizione accessibile e protetta.

- *Mezzi e impianti di estinzione incendi*

- Estintori - Ubicati lungo le vie d'esodo e gli accessi, ogni m<sup>2</sup> 100 e a distanza d'uso uguale o minore a m 30, con carica da kg 6.
- Reti naspì e idranti

I naspì DN 25 devono avere portata di 60 l/min; gli idranti DN 45 portata 120 l/min e gli idranti esterni DN 70 portata 300 l/min a 4 bar di pressione.

L'autonomia degli impianti idrici antincendio va resa efficace per almeno 60 minuti.

L'alimentazione idrica della rete antincendio deve essere riservata esclusivamente a tale uso.

- *Impianto di rilevazione, segnalazione e allarme*

- I segnalatori d'allarme incendio a pulsante manuale vanno ubicati in prossimità delle uscite;
- L'impianto di rilevazione e segnalazione automatica incendi e quelli di segnalazioni ottico-acustiche automatiche vanno posti nei corridoi e nel locale preposto alla gestione delle emergenze;
- I rilevatori presenti nelle degenze e in locali poco frequentati o non sorvegliati, devono essere collegati a dispositivi ottici collocati nei corridoi.

- *Istruzioni di sicurezza*

Vanno poste in ogni piano ed in ogni locale del piano, corredate anche di planimetrie.

## **ALLEGATI**

**“Allegato 1” – Lavori a corpo - tabella di scomposizione dei forfait**

**“Allegato 2” – Croprogramma dei lavori**

**“Allegato 3” – Tabella dei criteri e sub-criteri in cui l’intervento è suddivisibile**

**TABELLA DI SCOMPOSIZIONE DEL FORFAIT**

DESCRIZIONE LAVORI	IMPORTO EURO	PERCENTUALE	
		SULL'IMPORTO DEL PROGETTO	SULL'IMPORTO DELLA PARTITA
<b>A. OPERE PROPEDEUTICHE E SISTEMAZIONI ESTERNE</b>			
A.01 - Rimozione fabbricati	338.000,00	2,92%	37,09%
A.02 - movimenti terra e riempimenti	205.200,00	1,77%	22,52%
A.03 - Sistemazioni esterne edili	220.000,00	1,90%	24,14%
A.04 - Illuminazione aree esterne	88.000,00	0,76%	9,66%
A.05 - Allacciamenti servizi idr. fogn. elettr. gas	60.000,00	0,52%	6,58%
<b>TOTALE A. Opere propedeutiche e sistemazioni esterne</b>	<b>911.200,00</b>	<b>7,87%</b>	<b>100,00%</b>
<b>B. COSTI DI COSTRUZIONE EDIFICIO</b>			
<b>B.01 Strutture portanti e solai</b>			
B.01.P1 - Piano interrato	450.886,50	3,89%	25,00%
B.01.P2 - Piano terra	450.886,50	3,89%	25,00%
B.01.P3 - Piano primo	450.886,50	3,89%	25,00%
B.01.P4 - Piano secondo	450.886,50	3,89%	25,00%
	<b>1.803.546,00</b>	<b>15,57%</b>	<b>100,00%</b>
<b>B.02 Opere edili e finiture</b>			
B.02.P1 - Piano interrato	751.477,50	6,49%	25,00%
B.02.P2 - Piano terra	751.477,50	6,49%	25,00%
B.02.P3 - Piano primo	751.477,50	6,49%	25,00%
B.02.P4 - Piano secondo	751.477,50	6,49%	25,00%
	<b>3.005.910,00</b>	<b>25,95%</b>	<b>100,00%</b>
<b>B.03 Impianti elettrici e speciali</b>			
B.03.P1 - Piano interrato	384.088,50	3,32%	25,00%
B.03.P2 - Piano terra	384.088,50	3,32%	25,00%
B.03.P3 - Piano primo	384.088,50	3,32%	25,00%
B.03.P4 - Piano secondo	384.088,50	3,32%	25,00%
	<b>1.536.354,00</b>	<b>13,26%</b>	<b>100,00%</b>
<b>B.04 Impianti di climatizzazione</b>			
B.04.P1 - Piano interrato	389.324,00	3,36%	25,00%
B.04.P2 - Piano terra	389.324,00	3,36%	25,00%
B.04.P3 - Piano primo	389.324,00	3,36%	25,00%
B.04.P4 - Piano secondo	389.324,00	3,36%	25,00%
	<b>1.557.296,00</b>	<b>13,44%</b>	<b>100,00%</b>
<b>B.05 Impianti idrico sanitario, solare termico, fognario, antincendio</b>			
B.05.P1 - Piano interrato	89.844,00	0,78%	25,00%
B.05.P2 - Piano terra	89.844,00	0,78%	25,00%
B.05.P3 - Piano primo	89.844,00	0,78%	25,00%
B.05.P4 - Piano secondo	89.844,00	0,78%	25,00%
	<b>359.376,00</b>	<b>3,10%</b>	<b>100,00%</b>

**TABELLA DI SCOMPOSIZIONE DEL FORFAIT**

DESCRIZIONE LAVORI	IMPORTO EURO	PERCENTUALE	
		SULL'IMPORTO DEL PROGETTO	SULL'IMPORTO DELLA PARTITA
<b>B.06 Rete distribuzione gas medicali O2, N2O, AC, V</b>			
B.06.P1 - Piano interrato	74.870,00	0,65%	25,00%
B.06.P2 - Piano terra	74.870,00	0,65%	25,00%
B.06.P3 - Piano primo	74.870,00	0,65%	25,00%
B.06.P4 - Piano secondo	74.870,00	0,65%	25,00%
	<b>299.480,00</b>	<b>2,59%</b>	<b>100,00%</b>
<b>B.07 Ascensori e montaletti</b>			
B.07.01	340.000,00	2,94%	100,00%
	<b>340.000,00</b>	<b>2,94%</b>	<b>100,00%</b>
<b>B.08 Impianto fotovoltaico</b>			
B.08.01	200.000,00	1,73%	2,20%
	<b>200.000,00</b>	<b>1,73%</b>	<b>100,00%</b>
<b>TOTALE B. Costi di costruzione edificio</b>	<b>9.101.962,00</b>	<b>78,58%</b>	<b>100,00%</b>
<b>C. ATTREZZATURE OSPEDALIERE</b>			
<b>C.01 Attrezzature sale operatorie</b>			
C.01.S1 - Sala operatoria 1	300.000,00	2,59%	25,00%
C.01.S2 - Sala operatoria 2	300.000,00	2,59%	25,00%
C.01.S3 - Sala operatoria 3	300.000,00	2,59%	25,00%
C.01.S4 - Sala operatoria 4	300.000,00	2,59%	25,00%
	<b>1.200.000,00</b>	<b>10,36%</b>	<b>100,00%</b>
<b>C.02 Attrezzature locale prep. paziente e chirurgo</b>			
C.02.01	120.000,00	1,04%	100,00%
	<b>120.000,00</b>	<b>1,04%</b>	<b>100,00%</b>
<b>C.03 Attrezzature locale sub sterilizzazione</b>			
C.03.01	80.000,00	0,69%	100,00%
	<b>80.000,00</b>	<b>0,69%</b>	<b>100,00%</b>
<b>C.04 Attrezzature trauma center P.S.</b>			
C.04.01	170.000,00	1,47%	100,00%
	<b>170.000,00</b>	<b>1,47%</b>	<b>100,00%</b>
<b>TOTALE LAVORI A CORPO</b>	<b>€11.583.162,00</b>	<b>100,00%</b>	



<b>T</b>	<b>OFFERTA TECNICA</b>	<b>60</b>
<b>R</b>	<b>TEMPI DI REALIZZAZIONE</b>	<b>10</b>
<b>E</b>	<b>OFFERTA ECONOMICA</b>	<b>30</b>

<b>T</b>	<b>OFFERTA TECNICA</b>	<b>60</b>
<b>T.1</b>	<b>Soluzioni architettoniche: pregio tecnico</b>	<b>15.75</b>
T.1.a	Soluzioni per la caratterizzazione estetico architettonica dei nuovi corpi di fabbrica, finalizzate all'accoglienza ed alla umanizzazione ed al comfort degli spazi destinati agli utenti ed operatori del servizio, nonché alla funzionalità, appropriatezza ed efficienza in relazione ai servizi sanitari connessi alla destinazione degli spazi (a titolo esemplificativo: scelta dei materiali; delle finiture e dei componenti, coloriture interne ed esterne, scelta dei sistemi di illuminazione interni ed esterni, soluzioni tendenti ad ottimizzare i sistemi e gli eventuali strumenti per favorire l'orientamento, sistemi di comunicazione ed informazione all'utenza); ottimizzazione degli accessi e delle sistemazioni esterne sia dal punto di vista della fruibilità della stessa che dal punto di vista estetico.	4.5
T.1.b	Soluzioni adottate per gli interventi sugli elementi strutturali di nuova realizzazione, con riferimento ad es. a sistemi tendenti ad incrementare i processi di prefabbricazione di materiali e componenti (ovvero alla celerità di esecuzione) e a minimizzare l'invasività di esecuzione dell'intervento.	3
T.1.c	Soluzioni tecniche innovative in materia di efficientamento energetico con riguardo all'involucro edilizio.	3
T.1.d	Soluzioni tecnologiche avanzate concernenti l'uso di materiali e tecnologie innovative ai fini di incrementare le prestazioni e la sostenibilità dell'intervento, con riferimento ad es. alle prestazioni acustiche, alle caratteristiche di resistenza, affidabilità, durabilità nel tempo, manutenibilità, sanificabilità, alla flessibilità d'uso in relazione alle possibili situazioni di utilizzo, alla provenienza dei materiali ed alla possibilità di smaltimento degli stessi.	3.75
T.1.e	Idoneità tecnica e durabilità nel tempo delle opere con riguardo alle procedure di manutenzione ed al mantenimento funzionale delle opere eseguite.	1.5

<b>T.2</b>	<b>Soluzioni tecnico-impiantistiche; impatto ambientale e sostenibilità</b>	<b>15.75</b>
T.2.a	Utilizzo di fonti rinnovabili di energia quali ad esempio, pannelli solari fotovoltaici, etc.; la valutazione sarà effettuata sulla potenza installata anche in relazione alla efficienza di produzione (ad es. ottimale orientamento e inclinazione, assenza di ombre, qualità e rendimenti energetici dei materiali utilizzati, etc.).	3.75
T.2.b	Utilizzo di sistemi di automazione per migliorare l'utilizzazione e incrementare il risparmio energetico quali ad es. sistemi di regolazione elettronica delle luce artificiale in relazione alla intensità della illuminazione naturale unito alla applicazione di apparecchi illuminanti a lampade ad alta efficienza e lunghissima durata; la valutazione sarà effettuata in base alla qualità dei materiali proposti, alla estensione delle zone servite, alla efficienza e durata dei sistemi proposti.	3.75
T.2.c	Impatto ambientale: sistemi per favorire la riduzione del rumore; rendimento degli equipaggiamenti, facilità di uso e di gestione delle apparecchiature.	3
T.2.d	Ottimizzazione delle distribuzioni e delle componenti impiantistiche, dei livelli di affidabilità, durabilità nel tempo, ispezionabilità, sanificabilità, manutenibilità e sicurezza.	3.75
T.2.e	Idoneità tecnica e durabilità nel tempo delle opere con riguardo alle procedure di manutenzione ed al mantenimento funzionale degli impianti realizzati.	1.5

<b>T.3</b>	<b>Pianificazione, sicurezza, completezza progettuale</b>	<b>11.25</b>
T.3.a	Pianificazione attività del cantiere, analisi dei rischi nell'ambito delle soluzioni previste nelle prime indicazioni per la stesura dei piani di sicurezza, soluzioni funzionali ed organizzative per la ottimizzazione delle interferenze con le strutture e le attività sanitarie circostanti, sistemi di segregazione dei cantieri rispetto alle attività circostanti.	1.5
T.3.b	Caratteristiche del progetto definitivo in relazione alla integrazione delle varie discipline progettuali, alla organicità, al livello di dettaglio ed all'incremento della completezza e del numero degli elaborati progettuali, anche con riferimento alla accuratezza ed analiticità di definizione del Computo metrico (non estimativo) redatto coerentemente con le fasi del cronogramma e le tipologie delle lavorazioni per ognuna delle fasi previste.	2.25
T.3.c	Relazione metodologica sul progetto esecutivo e del relativo piano di sviluppo, oltre a quanto previsto nelle linee guide per la progettazione, con riferimento al dettaglio dei sistemi di integrazione delle varie discipline progettuali, all'utilizzo di sistemi di controllo di qualità della progettazione, ai rapporti con gli incaricati del servizio di verifica del progetto, all'incremento della completezza degli elaborati progettuali di ingegnerizzazione delle fasi di costruzione e montaggio.	2.25
T.3.d	Composizione del gruppo di lavoro per la progettazione, anche con riferimento alla presenza di competenze delle varie discipline coinvolte.	1.5
T.3.e	Relazione e procedure operative proposte per garantire la continuità del normale esercizio del complesso ospedaliero.	1.5
T.3.f	Elementi caratterizzanti la qualità e la funzionalità delle procedure proposte per il trasferimento delle apparecchiature sanitarie attualmente in uso.	2.25

<b>T.4</b>	<b>Organizzazione e gestione attività di cantiere</b>	<b>2.25</b>
T.4.a	Modalità di organizzazione e gestione dell'attività di cantiere con particolare riferimento a composizione della struttura organizzativa deputata all'attività (risorse manageriali e professionali nonché strumentali) modalità interfacciamento con Stazione Appaltante e Direzione Lavori/Coordinamento Sicurezza Modalità di monitoraggio, controllo e reporting nei confronti della Committenza.	2.25

<b>T.5</b>	<b>Costo del lavoro ed utile d'impresa</b>	<b>15</b>
T.5.a	Costo del lavoro (impegno ad assumere dipendenti ai sensi dell'art. 29, c. 5, lett. "b" del DPRS 13/2012.	8
T.5.b	Utile d'impresa (indicazione della percentuale di utile d'impresa richiesto)	7

<b>R</b>	<b>TEMPI DI REALIZZAZIONE</b>	<b>10</b>
R.1	Tempo massimo esecuzione dei lavori Riduzione percentuale tempo massimo di esecuzione delle opera (non è consentito ridurre il tempo massimo per la progettazione esecutiva) da valutare attraverso l'analisi del crono-programma proposto dal Concorrente	10

<b>E</b>	<b>OFFERTA ECONOMICA</b>	<b>30</b>
E.1	Prezzo (riduzione del prezzo complessivo dell'appalto posto a base d'asta)	30