



AZIENDA SANITARIA PROVINCIALE

SERVIZIO SANITARIO NAZIONALE - REGIONE SICILIA  
**Azienda Sanitaria Provinciale di Agrigento**  
Viale della Vittoria 321, 92100 Agrigento

OGGETTO:

**PROGETTO DI ADEGUAMENTO ANTINCENDIO DEL  
POLIAMBULATORIO DI PALMA DI MONTECHIARO SITO  
IN VIA MACCACARO, S.N.  
PARERE ANTINCENDIO N. 11685  
ATTIVITA' N. 68.4.B DEL D.P.R. 151/2011**

## **PROGETTO ESECUTIVO**

TAVOLA:  8.5.2	TITOLO ELABORATO:  <b>ELABORATI ECONOMICI</b> CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO - II PARTE		
Nome file:	8.5.2 - CSA - II parte.doc	Scala:	

B					
A	EMISSIONE	FEBBRAIO 2019			
REV.	DESCRIZIONE	DATA	VERIFICATO	CONTROLLATO	APPROVATO

Il Progettista:

Il RUP:

Il R.T.S.A.:



GEOM. CALOGERO CAPRARO

ING. ALESSANDRO DINOLFO

Visti ed approvazioni:

\*\*\*\*\*

# **CAPITOLATO SPECIALE DI APPALTO PARTE II'**

## PARTE II. QUALITA', PROVENIENZA E NORME DI ACCETTAZIONE DEI MATERIALI, DEI MANUFATTI E DELLE FORNITURE IN GENERE

### CAPITOLO 13

### MATERIALI E PRODOTTI PER USO STRUTTURALE

#### Art. 75 **Materiali e prodotti per uso strutturale**

##### 75.1 *Identificazione, certificazione e accettazione*

I materiali e i prodotti per uso strutturale, in applicazione delle Nuove norme tecniche per le costruzioni emanate con D.M. 14 gennaio 2008, devono essere:

- identificati mediante la descrizione a cura del fabbricante del materiale stesso e dei suoi componenti elementari;
- certificati mediante la documentazione di attestazione che preveda prove sperimentali per misurarne le caratteristiche chimiche, fisiche e meccaniche, effettuate da un ente terzo indipendente ovvero, ove previsto, autocertificate dal produttore secondo procedure stabilite dalle specifiche tecniche europee richiamate nel presente documento;
- accettati dal direttore dei lavori mediante controllo delle certificazioni di cui al punto precedente e mediante le prove sperimentali di accettazione previste dalle Nuove norme tecniche per le costruzioni per misurarne le caratteristiche chimiche, fisiche e meccaniche.

##### 75.2 *Procedure e prove sperimentali d'accettazione*

Tutte le prove sperimentali che servono a definire le caratteristiche fisiche, chimiche e meccaniche dei materiali strutturali devono essere eseguite e certificate dai laboratori ufficiali di cui all'art. 59 del D.P.R. n. 380/2001, ovvero sotto il loro diretto controllo, sia per ciò che riguarda le prove di certificazione o di qualificazione sia per ciò che attiene quelle di accettazione.

I laboratori dovranno fare parte dell'albo dei laboratori ufficiali depositato presso il servizio tecnico centrale del Ministero delle infrastrutture e dei trasporti.

Nei casi in cui per materiali e prodotti per uso strutturale è prevista la marcatura ce ai sensi del D.P.R. 21 aprile 1993, n. 246, ovvero la qualificazione secondo le Nuove norme tecniche, la relativa attestazione di conformità deve essere consegnata alla direzione dei lavori.

Negli altri casi, l'idoneità all'uso va accertata attraverso le procedure all'uopo stabilite dal servizio tecnico centrale, sentito il Consiglio superiore dei lavori pubblici, che devono essere almeno equivalenti a quelle delle corrispondenti norme europee armonizzate, ovvero a quelle previste nelle Nuove norme tecniche.

Il richiamo alle specifiche tecniche europee en o nazionali uni, ovvero internazionali iso, deve intendersi riferito all'ultima versione aggiornata, salvo come diversamente specificato.

Il direttore dei lavori, per i materiali e i prodotti destinati alla realizzazione di opere strutturali e, in generale, nelle opere di ingegneria civile, ai sensi del paragrafo 2.1 delle Nuove norme tecniche approvate dal D.M. 14 gennaio 2008, deve, se necessario, ricorrere a procedure e prove sperimentali d'accettazione, definite su insiemi statistici significativi.

##### 75.3 *Procedure di controllo di produzione in fabbrica*

I produttori di materiali, prodotti o componenti disciplinati dalle Nuove norme tecniche approvate dal D.M. 14 gennaio 2008, devono dotarsi di adeguate procedure di controllo di produzione in fabbrica. Per *controllo di produzione nella fabbrica* si intende il controllo permanente della produzione effettuato dal fabbricante. Tutte le procedure e le disposizioni adottate dal fabbricante devono essere documentate sistematicamente ed essere a disposizione di qualsiasi soggetto o ente di controllo.

#### Art. 76 **Componenti del calcestruzzo**

##### 76.1 *Leganti per opere strutturali*

Nelle opere strutturali devono impiegarsi esclusivamente i leganti idraulici previsti dalle disposizioni vigenti in materia, dotati di certificato di conformità (rilasciato da un organismo europeo notificato) a una norma armonizzata della serie **uni en 197** ovvero a uno specifico benessere tecnico europeo (eta), perché idonei all'impiego previsto, nonché, per quanto non in contrasto, conformi alle prescrizioni di cui alla legge 26 maggio 1965, n. 595.

È escluso l'impiego di cementi alluminosi.

L'impiego dei cementi richiamati all'art.1, lettera C della legge n. 595/1965, è limitato ai calcestruzzi per sbarramenti di ritenuta.

Per la realizzazione di dighe e altre simili opere massive dove è richiesto un basso calore di idratazione, devono essere utilizzati i cementi speciali con calore di idratazione molto basso conformi alla norma europea armonizzata **uni en 14216**, in possesso di un certificato di conformità rilasciato da un organismo di certificazione europeo notificato.

Qualora il calcestruzzo risulti esposto a condizioni ambientali chimicamente aggressive, si devono utilizzare cementi per i quali siano prescritte, da norme armonizzate europee e, fino alla disponibilità di esse, da norme nazionali, adeguate proprietà di resistenza ai solfati e/o al dilavamento o a eventuali altre specifiche azioni aggressive.

**76.1.1 Fornitura**

I sacchi per la fornitura dei cementi devono 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 altro idoneo. Se i leganti sono forniti sfusi, 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 loro analisi presso laboratori ufficiali. L'impresa deve disporre in cantiere di silos per lo stoccaggio del cemento, che ne consentano la conservazione in idonee condizioni termogravimetriche.

**76.1.2 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 14.1. Requisiti meccanici e fisici dei cementi (D.M. 12 luglio 1999, n. 314)**

Classe	Resistenza alla compressione (N/mm <sup>2</sup> )				Tempo inizio presa (min)	Espansione (mm)
	Resistenza iniziale		Resistenza normalizzata			
	2 giorni	7 giorni	28 giorni			
32,5	-	>16	≥32.5	≤52,5	≥60	≤ 10
32,5 R	>10	-				
4,25	>10	-	≥42.5	≤62,5		
4,25R	>20	-				
52,5	>20	-	≥52.5	-	≥45	
52,5R	>30	-				

**Tabella 14.2. Requisiti chimici dei cementi (D.M. 12 luglio 1999, n. 314)**

Proprietà	Prova secondo	Tipo di cemento	Classe di resistenza	Requisiti <sup>1</sup>
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 II2 cem IV cem V	32,5 32,5R 42,5	≤ 3,5%
			42,5R 52,5 52,5R	≤ 4,0 %
			Tutte le classi	
Cloruri	en 196-21	Tutti i tipi <sup>4</sup>	Tutte le classi	≤ 0,10%
Pozzolanicità	en 196-5	cem IV	Tutte le classi	Esito positivo della prova

<sup>1</sup> I requisiti sono espressi come percentuale in massa.

<sup>2</sup> Questa indicazione comprende i cementi tipo cem III/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.

<sup>3</sup> Il cemento tipo cem III/c può contenere fino al 4,5% di SO<sub>3</sub>.

<sup>4</sup> Il tipo cem III può contenere più dello 0,100% di cloruri, ma, in tal caso, si dovrà dichiarare il contenuto effettivo in cloruri.

**Tabella 14.3. 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	8	18	18	28
	7 giorni	14	-	-	-	-	-
	28 giorni	30	30	40	40	50	50
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 III Tipo IV Tipo V	4,0			4,5		
	Tipo III/A Tipo III/B	4,5					
	Tipo III/C	5					
Contenuto di cloruri (%) – Limite superiore <sup>2</sup>		0,11					
Pozzolanicità		Positiva a 15 giorni					
<sup>1</sup> Il cemento tipo II/B può contenere fino al 5% di SO <sub>3</sub> per tutte le classi di resistenza.							
<sup>2</sup> Il cemento tipo III può contenere più dello 0,11% di cloruri, ma in tal caso deve essere dichiarato il contenuto reale di cloruri.							

### 76.1.3 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. Parte 1. Determinazione delle resistenze meccaniche;

**uni en 196-2** – Metodi di prova dei cementi. Parte 2. Analisi chimica dei cementi;

**uni en 196-3** – Metodi di prova dei cementi. Parte 3. Determinazione del tempo di presa e della stabilità;

**uni env sperimentale 196-4** – Metodi di prova dei cementi. Parte 4. Determinazione quantitativa dei costituenti;

**uni en 196-5** – Metodi di prova dei cementi. Parte 5. Prova di pozzolanicità dei cementi pozzolanici;

**uni en 196-6** – Metodi di prova dei cementi. Parte 6. Determinazione della finezza;

**uni en 196-7** – Metodi di prova dei cementi. Parte 7. Metodi di prelievo e di campionatura del cemento;

**uni en 196-8** – Metodi di prova dei cementi. Parte 8. Calore d'idratazione. Metodo per soluzione;

**uni en 196-9** – Metodi di prova dei cementi. Parte 9. Calore d'idratazione. Metodo semiadiabatico;

**uni en 196-10** – Metodi di prova dei cementi. Parte 10. Determinazione del contenuto di cromo (VI) idrosolubile nel cemento;

**uni en 196-21** – Metodi di prova dei cementi. Determinazione del contenuto di cloruri, anidride carbonica e alcali nel cemento;

**uni en 197-1** – Cemento. Parte 1. Composizione, specificazioni e criteri di conformità per cementi comuni;

**uni en 197-2** – Cemento. Parte 2. Valutazione della conformità;

**uni en 197-4** – Cemento. Parte 4. Composizione, specificazioni e criteri di conformità per cementi d'altoforno con bassa resistenza iniziale;

**uni 10397** – Cementi. Determinazione della calce solubilizzata nei cementi per dilavamento con acqua distillata;

**uni en 413-1** – Cemento da muratura. Parte 1. Composizione, specificazioni e criteri di conformità;

**uni en 413-2** – Cemento da muratura. Parte 2: Metodi di prova;

**uni 9606** – Cementi resistenti al dilavamento della calce. Classificazione e composizione.

## 76.2 Aggregati

Sono idonei alla produzione di calcestruzzo per uso strutturale gli aggregati ottenuti dalla lavorazione di materiali naturali, artificiali, ovvero provenienti da processi di riciclo conformi alla norma europea armonizzata **uni en 12620** e, per gli aggregati leggeri, alla norma europea armonizzata **uni en 13055-1**.

È consentito l'uso di aggregati grossi provenienti da riciclo, secondo i limiti di cui alla tabella 14.4, a condizione che la miscela di calcestruzzo confezionata con aggregati riciclati venga preliminarmente qualificata e documentata attraverso idonee prove di laboratorio. Per tali aggregati, le prove di controllo di produzione in fabbrica di cui ai prospetti H1, H2 ed H3 dell'annesso 2 della norma europea armonizzata **uni en 12620**, per le parti rilevanti, devono essere effettuate ogni 100 tonnellate di aggregato prodotto e, comunque, negli impianti di riciclo, per ogni giorno di produzione.

**Tabella 14.4. Limiti di impiego degli aggregati grossi provenienti da riciclo**

Origine del materiale da riciclo	Classe del calcestruzzo	Percentuale di impiego
Demolizioni di edifici (macerie)	C8/10	fino al 100%
Demolizioni di solo calcestruzzo e calcestruzzo armato	C30/37	fino al 30%
Demolizioni di solo calcestruzzo e calcestruzzo armato	C20/25	fino al 60%
Riutilizzo di calcestruzzo interno negli stabilimenti di prefabbricazione qualificati (da qualsiasi classe > C45/55)	<= C45/55	Fino al 15%
	Stessa classe del calcestruzzo di origine	Fino al 5%

Si potrà fare utile riferimento alle norme **uni 8520-1** e **uni 8520-2** al fine di individuare i requisiti chimico-fisici, aggiuntivi rispetto a quelli fissati per gli aggregati naturali, che gli aggregati riciclati devono rispettare, in funzione della destinazione finale del calcestruzzo e delle sue proprietà prestazionali (meccaniche, di durabilità e pericolosità ambientale, ecc.), nonché quantità percentuali massime di impiego per gli aggregati di riciclo o classi di resistenza del calcestruzzo, ridotte rispetto a quanto previsto nella tabella 14.4.

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 e devono essere lavati con acqua dolce qualora ciò sia necessario per l'eliminazione di materie nocive.

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

### 76.2.1 Sistema di attestazione della conformità

Il sistema di attestazione della conformità degli aggregati, ai sensi del D.P.R. n. 246/1993, è indicato nella tabella 14.5.

Il sistema 2+ (certificazione del controllo di produzione in fabbrica) è quello specificato all'art. 7, comma 1, lettera B, procedura 1 del D.P.R. n. 246/1993, comprensiva della sorveglianza, giudizio e approvazione permanenti del controllo di produzione in fabbrica.

**Tabella 14.5. Sistema di attestazione della conformità degli aggregati**

Specificativa tecnica europea armonizzata di riferimento	Uso previsto	Sistema di attestazione della conformità
Aggregati per calcestruzzo	Calcestruzzo strutturale	2+

### 76.2.2 Marcatura CE

Gli aggregati che devono riportare obbligatoriamente la marcatura ce sono riportati nella tabella 14.6.

La produzione dei prodotti deve avvenire con un livello di conformità 2+, certificato da un organismo notificato.

**Tabella 14.6. Aggregati che devono riportare la marcatura ce**

Impiego aggregato	Norme di riferimento
Aggregati per calcestruzzo	uni en 12620
Aggregati per conglomerati bituminosi e finiture superficiali per strade, aeroporti e altre aree trafficate	uni en 13043

Aggregati leggeri. Parte 1: Aggregati leggeri per calcestruzzo, malta e malta da iniezione/boiaccia	uni en 13055-1
Aggregati grossi per opere idrauliche (armourstone).	Parte 1 uni en 13383-1
Aggregati per malte	uni en 13139
Aggregati per massicciate ferroviarie	uni en 13450

#### 76.2.3 Controlli d'accettazione

I controlli di accettazione degli aggregati da effettuarsi a cura del direttore dei lavori, come stabilito dalle Norme tecniche per le costruzioni di cui al D.M. 14 gennaio 2008, devono essere finalizzati alla determinazione delle caratteristiche tecniche riportate nella tabella 14.7, insieme ai relativi metodi di prova.

I metodi di prova da utilizzarsi sono quelli indicati nelle norme europee armonizzate citate, in relazione a ciascuna caratteristica.

**Tabella 14.7. Controlli di accettazione per aggregati per calcestruzzo strutturale**

Caratteristiche tecniche	Metodo di prova
Descrizione petrografica semplificata	uni en 932-3
Dimensione dell'aggregato (analisi granulometrica e contenuto dei fini)	uni en 933-1
Indice di appiattimento	uni en 933-3
Dimensione per il filler	uni en 933-10
Forma dell'aggregato grosso (per aggregato proveniente da riciclo)	uni en 933-4
Resistenza alla frammentazione/frantumazione (per calcestruzzo $R_{ck} = C50/60$ )	uni en 1097-2

#### 76.2.4 Sabbia

Ferme restando le considerazioni dei paragrafi precedenti, la sabbia per il confezionamento delle malte o del calcestruzzo deve essere priva di solfati e di sostanze organiche, terrose o argillose e avere dimensione massima dei grani di 2 mm, per murature in genere, e 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 da 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. Prima dell'impiego, se necessario, deve essere lavata con acqua dolce per eliminare eventuali materie nocive.

##### *Verifiche sulla qualità*

La direzione dei lavori potrà accertare in via preliminare le caratteristiche delle cave di provenienza del materiale per rendersi conto dell'uniformità della roccia e 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 risultino da un 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 deve avvenire normalmente 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 di prova possono riguardare l'analisi granulometrica e il peso specifico reale.

#### 76.2.5 Norme per gli aggregati per la confezione di calcestruzzi

Riguardo all'accettazione degli aggregati impiegati per il confezionamento degli impasti di calcestruzzo, il direttore dei lavori, fermi restando i controlli della tabella 14.7, può fare riferimento anche alle seguenti norme:

**uni 8520-1** – *Aggregati per la confezione di calcestruzzi. Definizione, classificazione e caratteristiche;*

**uni 8520-2** – *Aggregati per la confezione di calcestruzzi. Requisiti;*

**uni 8520-7** – *Aggregati per la confezione calcestruzzi. Determinazione del passante allo staccio 0,075 uni 2332;*

**uni 8520-8** – *Aggregati per la confezione di calcestruzzi. Determinazione del contenuto di grumi di argilla e particelle friabili;*

**uni 8520-13** – *Aggregati per la confezione di calcestruzzi. Determinazione della massa volumica e dell'assorbimento degli*

aggregati fini;

**uni 8520-16** – *Aggregati per la confezione di calcestruzzi. Determinazione della massa volumica e dell'assorbimento degli aggregati grossi (metodi della pesata idrostatica e del cilindro);*

**uni 8520-17** – *Aggregati per la confezione di calcestruzzi. Determinazione della resistenza a compressione degli aggregati grossi;*

**uni 8520-20** – *Aggregati per la confezione di calcestruzzi. Determinazione della sensibilità al gelo e disgelo degli aggregati grossi;*

**uni 8520-21** – *Aggregati per la confezione di calcestruzzi. Confronto in calcestruzzo con aggregati di caratteristiche note;*

**uni 8520-22** – *Aggregati per la confezione di calcestruzzi. Determinazione della potenziale reattività degli aggregati in presenza di alcali;*

**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 essiccazione;*

**uni en 12620** – *Aggregati per calcestruzzo;*

**uni en 1744-1** – *Prove per determinare le proprietà chimiche degli aggregati. Analisi chimica;*

**uni en 13139** – *Aggregati per malta.*

#### 76.2.6 Norme di riferimento per gli aggregati leggeri

Riguardo all'accettazione degli aggregati leggeri impiegati per il confezionamento degli impasti di calcestruzzo, il direttore dei lavori, fermi restando i controlli della tabella 14.7, potrà far riferimento anche alle seguenti norme:

**uni en 13055-1** – *Aggregati leggeri per calcestruzzo, malta e malta per iniezione;*

**uni en 13055-2** – *Aggregati leggeri per miscele bituminose, trattamenti superficiali e per applicazioni in strati legati e non legati;*

**uni 11013** – *Aggregati leggeri. Argilla e scisto espanso. Valutazione delle proprietà mediante prove su calcestruzzo convenzionale.*

#### 76.3 Aggiunte

È ammesso l'impiego di aggiunte, in particolare di ceneri volanti, loppe granulate d'altoforno e fumi di silice, purché non vengano modificate negativamente le caratteristiche prestazionali del conglomerato cementizio.

Le ceneri volanti devono soddisfare i requisiti della norma **uni en 450** e potranno essere impiegate rispettando i criteri stabiliti dalle norme **uni en 206-1** e **uni 11104**.

I fumi di silice devono essere costituiti da silice attiva amorfa presente in quantità maggiore o uguale all'85% del peso totale.

##### 76.3.1 Ceneri volanti

Le ceneri volanti, costituenti il residuo solido della combustione di carbone, dovranno provenire da centrali termoelettriche in grado di fornire un prodotto di qualità costante nel tempo e documentabile per ogni invio, e non contenere impurezze (lignina, residui oleosi, pentossido di vanadio, ecc.) che possano danneggiare o ritardare la presa e l'indurimento del cemento.

Particolare attenzione dovrà essere prestata alla costanza delle loro caratteristiche, che devono soddisfare i requisiti della norma **uni en 450**.

Il dosaggio delle ceneri volanti non deve superare il 25% del peso del cemento. Detta aggiunta non deve essere computata in alcun modo nel calcolo del rapporto acqua/cemento.

Nella progettazione del mix design e nelle verifiche periodiche da eseguire, andrà comunque verificato che l'aggiunta di ceneri praticata non comporti un incremento della richiesta di additivo per ottenere la stessa fluidità dell'impasto privo di ceneri maggiore dello 0,2%.

norme di riferimento

**uni en 450-1** – *Ceneri volanti per calcestruzzo. Parte 1: Definizione, specificazioni e criteri di conformità;*

**uni en 450-2** – *Ceneri volanti per calcestruzzo. Parte 2: Valutazione della conformità;*

**uni en 451-1** – *Metodo di prova delle ceneri volanti. Determinazione del contenuto di ossido di calcio libero;*

**uni en 451-2** – *Metodo di prova delle ceneri volanti. Determinazione della finezza mediante staccatura umida.*

##### 76.3.2 Microsilice

La silice attiva colloidale amorfa è costituita da particelle sferiche isolate di SiO<sub>2</sub>, con diametro compreso tra 0,01 e 0,5 micron, e ottenuta da un processo di tipo metallurgico, durante la produzione di silice metallica o di leghe ferro-silicio, in un for-



no elettrico ad arco.

La silice fume può essere fornita allo stato naturale, così come può essere ottenuta dai filtri di depurazione sulle ciminiere delle centrali a carbone oppure come sospensione liquida di particelle con contenuto secco di 50% in massa.

Si dovrà porre particolare attenzione al controllo in corso d'opera del mantenimento della costanza delle caratteristiche granulometriche e fisico-chimiche.

Il dosaggio della silice fume non deve comunque superare il 7% del peso del cemento.

Tale aggiunta non sarà computata in alcun modo nel calcolo del rapporto acqua/cemento.

Se si utilizzano cementi di tipo I, potrà essere computata nel dosaggio di cemento e nel rapporto acqua/cemento una quantità massima di tale aggiunta pari all'11% del peso del cemento.

Nella progettazione del mix design e nelle verifiche periodiche da eseguire, andrà comunque verificato che l'aggiunta di microsilice praticata non comporti un incremento della richiesta dell'additivo maggiore dello 0,2%, per ottenere la stessa fluidità dell'impasto privo di silice fume.

Norme di riferimento

**uni 8981-8** – *Durabilità delle opere e degli elementi prefabbricati di calcestruzzo. Istruzioni per prevenire la reazione alcali-silice;*

**uni en 13263-1** – *Fumi di silice per calcestruzzo. Parte 1: Definizioni, requisiti e criteri di conformità;*

**uni en 13263-2** – *Fumi di silice per calcestruzzo. Parte 2: Valutazione della conformità.*

#### 76.4 Additivi

L'impiego di additivi, come per ogni altro componente, dovrà essere preventivamente sperimentato e dichiarato nel mix design della miscela di conglomerato cementizio, preventivamente progettata.

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

Gli additivi devono essere conformi alla parte armonizzata della norma europea **uni en 934-2**.

L'impiego di eventuali additivi dovrà essere subordinato all'accertamento dell'assenza di ogni pericolo di aggressività.

Gli additivi dovranno possedere le seguenti caratteristiche:

- essere opportunamente dosati rispetto alla massa del cemento;
- non 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 caso contrario, si dovrà procedere alla determinazione della stabilità dimensionale.

Gli additivi da utilizzarsi, eventualmente, per ottenere il rispetto delle caratteristiche delle miscele in conglomerato cementizio, potranno essere impiegati solo dopo una valutazione degli effetti per il particolare conglomerato cementizio da realizzare e nelle condizioni effettive di impiego.

Particolare cura dovrà essere posta nel controllo del mantenimento nel tempo della lavorabilità del calcestruzzo fresco.

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

##### 76.4.1 Additivi acceleranti

Gli additivi acceleranti, allo stato solido o liquido, hanno la funzione di addensare la miscela umida fresca e portare ad un rapido sviluppo delle resistenze meccaniche.

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, lo si dovrà opportunamente diluire prima dell'uso.

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

- l'esecuzione di prove di resistenza meccanica del calcestruzzo previste dal paragrafo 11.2.2 del D.M. 14 gennaio 2008 e norme uni applicabili per la fornitura contrattuale;
- 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 norma **uni en 934-2**.

##### 76.4.2 Additivi ritardanti

Gli additivi ritardanti potranno essere eccezionalmente utilizzati, previa idonea qualifica e preventiva approvazione da parte

della direzione dei lavori, per:

- particolari opere che necessitano di getti continui e prolungati, al fine di garantire la loro corretta monoliticità;
- getti in particolari condizioni climatiche;
- singolari opere ubicate in zone lontane e poco accessibili dalle centrali/impianti di betonaggio.

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

- l'esecuzione di prove di resistenza meccanica del calcestruzzo previste dal paragrafo 11.2.2 del D.M. 14 gennaio 2008 e norme uni applicabili per la fornitura contrattuale;
- 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 devono essere eseguite di regola dopo la stagionatura di 28 giorni e la presenza dell'additivo non deve comportare diminuzione della resistenza del calcestruzzo.

In generale, per quanto non specificato si rimanda alla norma **uni en 934-2**.

#### 76.4.3 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 il 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.

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 previste dal paragrafo 11.2.2 del D.M. 14 gennaio 2008 e norme uni applicabili per la fornitura contrattuale;
- 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.

#### 76.4.4 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.

L'additivo superfluidificante di prima e seconda additivazione dovrà essere di identica marca e tipo. Nel caso in cui il mix design preveda l'uso di additivo fluidificante come prima additivazione, associato ad additivo superfluidificante a piè d'opera, questi dovranno essere di tipo compatibile e preventivamente sperimentati in fase di progettazione del mix design e di prequalifica della miscela.

Dopo la seconda aggiunta di additivo, sarà comunque necessario assicurare la miscelazione per almeno 10 minuti prima dello scarico del calcestruzzo. La direzione dei lavori potrà richiedere una miscelazione più prolungata in funzione dell'efficienza delle attrezzature e delle condizioni di miscelamento.

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 norma **uni en 934-2**.

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

- la determinazione della consistenza dell'impasto mediante l'impiego della tavola a scosse con riferimento alla norma **uni 8020**;
- l'esecuzione di prove di resistenza meccanica del calcestruzzo previste dal paragrafo 11.2.2 del D.M. 14 gennaio 2008 e norme uni applicabili per la fornitura contrattuale;
- la prova di essudamento prevista dalla norma **uni 7122**.

#### 76.4.5 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 norma **uni en 12350-7**;
- l'esecuzione di prove di resistenza meccanica del calcestruzzo previste dal paragrafo 11.2.2 del D.M. 14 gennaio 2008 e

norme uni applicabili per la fornitura contrattuale;

- prova di resistenza al gelo secondo la norma **uni 7087**;

- prova di essudamento secondo la norma **uni 7122**.

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

Norme di riferimento

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

**uni 7110** – Additivi per impasti cementizi. Determinazione della solubilità in acqua distillata e in acqua satura di calce;

**uni 10765** – Additivi per impasti cementizi. Additivi multifunzionali per calcestruzzo. Definizioni, requisiti e criteri di conformità;

**uni en 480** – Additivi per calcestruzzo, malta e malta per iniezione. Metodi di prova. Parte 4: Determinazione della quantità di acqua essudata del calcestruzzo;

**uni en 480-5** – Additivi per calcestruzzo, malta e malta per iniezione. Metodi di prova. Parte 5: Determinazione dell'assorbimento capillare;

**uni en 480-6** – Additivi per calcestruzzo, malta e malta per iniezione. Metodi di prova. Parte 6: Analisi all'infrarosso;

**uni en 480-8** – Additivi per calcestruzzo, malta e malta per iniezione. Metodi di prova. Determinazione del tenore di sostanza secca convenzionale;

**uni en 480-10** – Additivi per calcestruzzo, malta e malta per iniezione. Metodi di prova. Determinazione del tenore di cloruri solubili in acqua;

**uni en 480-11** – Additivi per calcestruzzo, malta e malta per iniezione. Metodi di prova. Parte 11: Determinazione delle caratteristiche dei vuoti di aria nel calcestruzzo indurito;

**uni en 480-12** – Additivi per calcestruzzo, malta e malta per iniezione. Metodi di prova. Parte 12: Determinazione del contenuto di alcali negli additivi;

**uni en 480-13** – Additivi per calcestruzzo, malta e malta per iniezione. Metodi di prova. Parte 13: Malta da muratura di riferimento per le prove sugli additivi per malta;

**uni en 480-14** – Additivi per calcestruzzo, malta e malta per iniezione. Metodi di prova. Parte 14: Determinazione dell'effetto sulla tendenza alla corrosione dell'acciaio di armatura mediante prova elettrochimica potenziostatica;

**uni en 934-1** – Additivi per calcestruzzo, malta e malta per iniezione. Parte 1. Requisiti comuni;

**uni en 934-2** – Additivi per calcestruzzo, malta e malta per iniezione. Parte 2. Additivi per calcestruzzo. Definizioni, requisiti, conformità, marcatura ed etichettatura;

**uni en 934-3** – Additivi per calcestruzzo, malta e malta per iniezione. Parte 3. Additivi per malte per opere murarie. Definizioni, requisiti, conformità, marcatura ed etichettatura;

**uni en 934-4** – Additivi per calcestruzzo, malta e malta per iniezione. Parte 4. Additivi per malta per iniezione per cavi di precompressione. Definizioni, requisiti, conformità, marcatura ed etichettatura;

**uni en 934-5** – Additivi per calcestruzzo, malta e malta per iniezione. Parte 5. Additivi per calcestruzzo proiettato. Definizioni, requisiti, conformità, marcatura ed etichettatura;

**uni en 934-6** – Additivi per calcestruzzo, malta e malta per iniezione. Parte 6. Campionamento, controllo e valutazione della conformità.

#### 76.5 Agenti espansivi

Gli agenti espansivi sono da utilizzarsi per aumentare il volume del calcestruzzo sia in fase plastica sia 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.

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 previste dal paragrafo 11.2.2 del D.M. 14 gennaio 2008 e norme uni applicabili per la fornitura contrattuale;

- 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 del calcestruzzo, di regola, devono essere eseguite dopo la stagionatura.

Norme di riferimento

**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.

#### 76.6 Prodotti filmogeni per la protezione del calcestruzzo

Gli eventuali prodotti antievaporanti filmogeni devono rispondere alle norme comprese tra **uni 8656** e **uni 8660**. L'appaltatore deve preventivamente sottoporre all'approvazione della direzione dei lavori la documentazione tecnica sul prodotto e sulle modalità di applicazione. Il direttore dei lavori deve accertarsi che il materiale impiegato sia compatibile con prodotti di successive lavorazioni (per esempio, con il primer di adesione di guaine per impermeabilizzazione di solette) e che non interessi le zone di ripresa del getto.

Norme di riferimento

**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.

#### 76.7 Prodotti disarmanti

Come disarmanti per le strutture in cemento armato, è vietato usare lubrificanti di varia natura e oli esausti.

Dovranno, invece, essere impiegati prodotti specifici, conformi alla norma **uni 8866** (parti 1 e 2), per i quali sia stato verificato che non macchino o danneggino la superficie del conglomerato cementizio indurito, specie se a faccia vista.

#### 76.8 Acqua di impasto

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

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

È vietato l'impiego di acqua di mare.

L'acqua di impasto, ivi compresa l'acqua di riciclo, dovrà essere conforme alla norma **uni en 1008**, come stabilito dalle Norme tecniche per le costruzioni emanate con D.M. 14 gennaio 2008.

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

**Tabella 14.8. Acqua di impasto**

Caratteristica	Prova	Limiti di accettabilità
Ph	Analisi chimica	Da 5,5 a 8,5
Contenuto solfati	Analisi chimica	SO <sub>4</sub> minore 800 mg/l
Contenuto cloruri	Analisi chimica	Cl minore 300 mg/l
Contenuto acido solfidrico	Analisi chimica	minore 50 mg/l
Contenuto totale di sali minerali	Analisi chimica	minore 3000 mg/l
Contenuto di sostanze organiche	Analisi chimica	minore 100 mg/l
Contenuto di sostanze solide sospese	Analisi chimica	minore 2000 mg/l

#### 76.9 Classi di resistenza del conglomerato cementizio

##### 76.9.1 Classi di resistenza

Per le classi di resistenza normalizzate per calcestruzzo normale, si può fare utile riferimento a quanto indicato nella norma

**uni en 206-1** e nella norma **uni 11104**.

Sulla base della denominazione normalizzata, vengono definite le classi di resistenza riportate in tabella 14.9.

**Tabella 14.9. Classi di resistenza**

<b>Classi di resistenza</b>
C8/10
C12/15
C16/20
C20/25
C25/30
C28/35
C32/40
C35/45
C40/50
C45/55
C50/60
C55/67
C60/75
C70/85
C80/95
C90/105

I calcestruzzi delle diverse classi di resistenza trovano impiego secondo quanto riportato nella tabella 14.10, fatti salvi i limiti derivanti dal rispetto della durabilità.

Per classi di resistenza superiore a c70/85 si rinvia al paragrafo 14.9.2 di questo capitolato.

Per le classi di resistenza superiori a c45/55, la resistenza caratteristica e tutte le grandezze meccaniche e fisiche che hanno influenza sulla resistenza e durabilità del conglomerato devono essere accertate prima dell'inizio dei lavori tramite un'apposita sperimentazione preventiva e la produzione deve seguire specifiche procedure per il controllo di qualità.

**Tabella 14.10. Impiego delle diverse classi di resistenza**

<b>Strutture di destinazione</b>	<b>Classe di resistenza minima</b>
Per strutture non armate o a bassa percentuale di armatura (§ 4.1.11 N.T.)	c8/10
Per strutture semplicemente armate	c16/20
Per strutture precomprese	c28/35

#### 76.9.2 Costruzioni di altri materiali

I materiali non tradizionali o non trattati nelle Norme tecniche per le costruzioni potranno essere utilizzati per la realizzazione di elementi strutturali o opere, previa autorizzazione del servizio tecnico centrale su parere del Consiglio superiore dei lavori pubblici, autorizzazione che riguarderà l'utilizzo del materiale nelle specifiche tipologie strutturali proposte sulla base di procedure definite dal servizio tecnico centrale.

Si intende qui riferirsi a materiali quali calcestruzzi di classe di resistenza superiore a C70/85, calcestruzzi fibrorinforzati, acciai da costruzione non previsti nel paragrafo 4.2 delle Norme tecniche per le costruzioni, leghe di alluminio, leghe di rame, travi tralicciate in acciaio conglobate nel getto di calcestruzzo collaborante, materiali polimerici fibrorinforzati, pannelli con poliuretano o polistirolo collaborante, materiali murari non tradizionali, vetro strutturale, materiali diversi dall'acciaio con funzione di armatura da cemento armato.

### Art. 77 **Acciaio per cemento armato**

#### 77.1 *Le forme di controllo obbligatorie*

Le Nuove norme tecniche per le costruzioni per tutti gli acciai prevedono tre forme di controllo obbligatorie :

- in stabilimento di produzione, da eseguirsi sui lotti di produzione;

- nei centri di trasformazione, da eseguirsi sulle forniture;
- di accettazione in cantiere, da eseguirsi sui lotti di spedizione.

A tale riguardo si definiscono:

- lotti di produzione: si riferiscono a produzione continua, ordinata cronologicamente mediante apposizione di contrassegni al prodotto finito (rotolo finito, bobina di trefolo, fascio di barre, ecc.). Un lotto di produzione deve avere valori delle grandezze nominali omogenee (dimensionali, meccaniche, di formazione) e può essere compreso tra 30 e 120 t;
- forniture: sono lotti formati da massimo 90 t, costituiti da prodotti aventi valori delle grandezze nominali omogenee;
- lotti di spedizione: sono lotti formati da massimo 30 t, spediti in un'unica volta, costituiti da prodotti aventi valori delle grandezze nominali omogenee.

#### 77.2 La marcatura e la rintracciabilità dei prodotti qualificati

Ciascun prodotto qualificato deve essere costantemente riconoscibile, per quanto concerne le caratteristiche qualitative, e rintracciabile, per quanto concerne lo stabilimento di produzione.

Il marchio indelebile deve essere depositato presso il servizio tecnico centrale e deve consentire, in maniera inequivocabile, di risalire:

- all'azienda produttrice;
- allo stabilimento;
- al tipo di acciaio e alla sua eventuale saldabilità.

Per *stabilimento* si intende un'unità produttiva a sé stante, con impianti propri e magazzini per il prodotto finito. Nel caso di unità produttive multiple appartenenti allo stesso produttore, la qualificazione deve essere ripetuta per ognuna di esse e per ogni tipo di prodotto in esse fabbricato.

Considerata la diversa natura, forma e dimensione dei prodotti, le caratteristiche degli impianti per la loro produzione, nonché la possibilità di fornitura sia in pezzi singoli sia in fasci, differenti possono essere i sistemi di marchiatura adottati, anche in relazione all'uso, quali, per esempio, l'impressione sui cilindri di laminazione, la punzonatura a caldo e a freddo, la stampigliatura a vernice, la targhetatura, la sigillatura dei fasci e altri. Permane, comunque, l'obbligatorietà del marchio di laminazione per quanto riguarda le barre e i rotoli.

Ogni prodotto deve essere marchiato con identificativi diversi da quelli di prodotti aventi differenti caratteristiche ma fabbricati nello stesso stabilimento e con identificativi differenti da quelli di prodotti con uguali caratteristiche ma fabbricati in altri stabilimenti, siano essi o meno dello stesso produttore. La marchiatura deve essere inalterabile nel tempo e senza possibilità di manomissione.

Per quanto possibile, anche in relazione all'uso del prodotto, il produttore è tenuto a marcare ogni singolo pezzo. Ove ciò non sia possibile, per la specifica tipologia del prodotto, la marcatura deve essere tale che, prima dell'apertura dell'eventuale ultima e più piccola confezione (fascio, bobina, rotolo, pacco, ecc.), il prodotto sia riconducibile al produttore, al tipo di acciaio, nonché al lotto di produzione e alla data di produzione.

Tenendo presente che gli elementi determinanti della marcatura sono la sua inalterabilità nel tempo e l'impossibilità di manomissione, il produttore deve rispettare le modalità di marcatura denunciate nella documentazione presentata al servizio tecnico centrale, e deve comunicare tempestivamente le eventuali modifiche apportate.

Il prodotto di acciaio non può essere impiegato in caso di:

- mancata marcatura;
- non corrispondenza a quanto depositato;
- illeggibilità, anche parziale, della marcatura.

Eventuali disposizioni supplementari atte a facilitare l'identificazione e la rintracciabilità del prodotto attraverso il marchio possono essere emesse dal servizio tecnico centrale.

Nella tabella 15.1 si riportano i numeri di identificazione del paese di origine del produttore dell'acciaio previsti dalla norma **uni en 10080**, caratterizzanti nervature consecutive. Nel caso specifico dell'Italia si hanno quattro nervature consecutive.

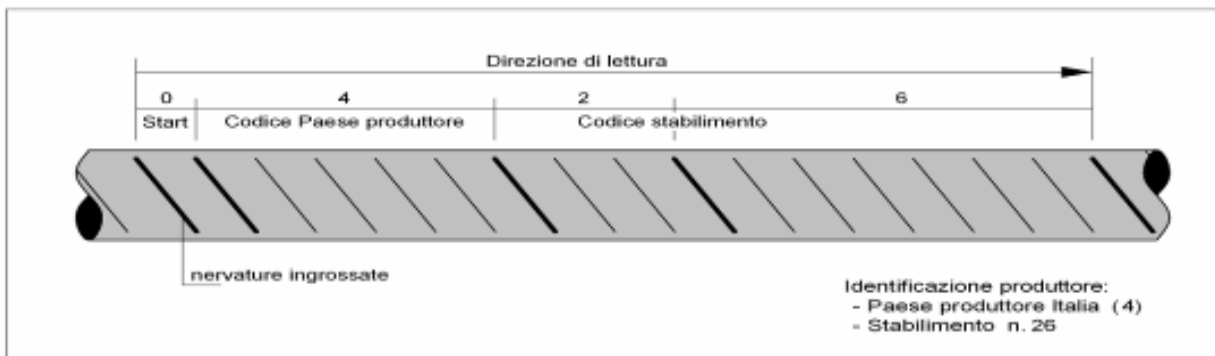
**Tabella 15.1. Numeri di identificazione del paese di origine del produttore dell'acciaio previsti dalla norma uni en 10080**

Paese produttore	Numero di nervature trasversali normali tra l'inizio della marcatura e la nervatura rinforzata successiva
Austria, Germania	1
Belgio, Lussemburgo, Paesi Bassi, Svizzera	2
Francia	3
Italia	4

Irlanda, Islanda, Regno Unito	5
Danimarca, Finlandia, Norvegia, Svezia	6
Portogallo, Spagna	7
Grecia	8
Altri	9

**Identificazione del produttore**

Il criterio di identificazione dell'acciaio prevede che su un lato della barra/rotolo vengano riportati dei simboli che identificano l'inizio di lettura del marchio (start: due nervature ingrossate consecutive), l'identificazione del paese produttore e dello stabilimento.



**Figura 15.1**

**Identificazione del produttore**

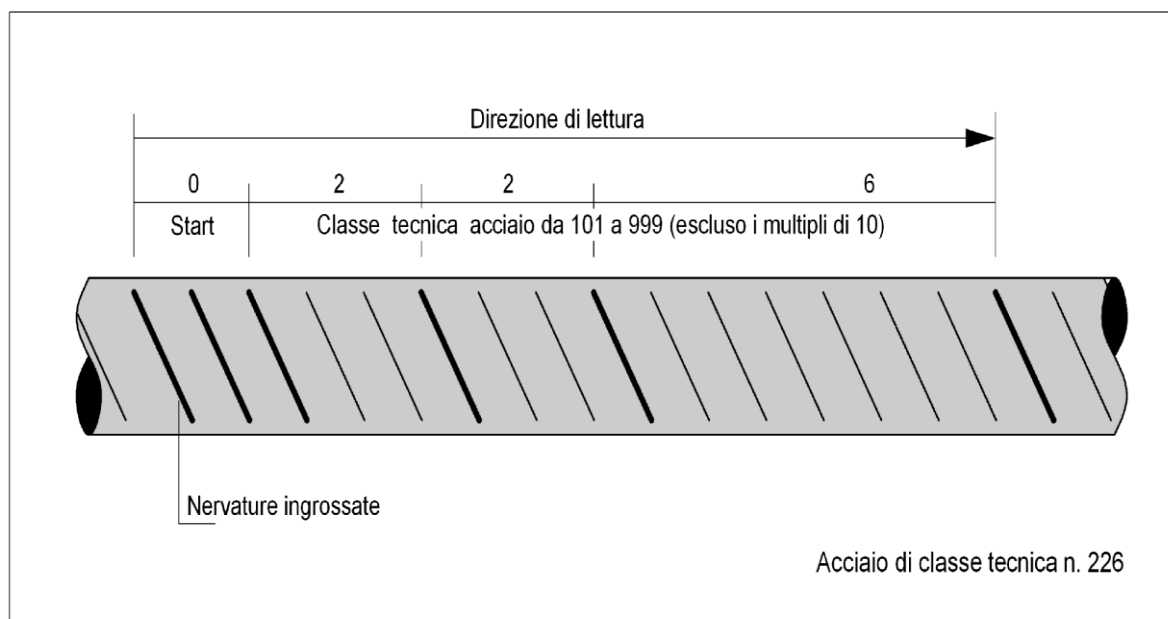
**Identificazione della classe tecnica**

Sull'altro lato della barra/rotolo, l'identificazione prevede dei simboli che identificano l'inizio della lettura (start: tre nervature ingrossate consecutive) e un numero che identifica la classe tecnica dell'acciaio che deve essere depositata presso il registro europeo dei marchi, da 101 a 999 escludendo i multipli di 10.

La figura 15.2 riporta è riferito a un acciaio di classe tecnica n. 226.

**Figura 15.2**

**Identificazione della classe tecnica**



In caso di mancata sottoscrizione della richiesta di prove da parte del direttore dei lavori, le certificazioni emesse dal laboratorio ufficiale non possono assumere valenza ai sensi delle Norme tecniche per le costruzioni e di ciò ne deve essere fatta esplicita menzione sul certificato stesso.

#### 77.2.1 Il caso dell'unità marcata scorporata. Le ulteriori indicazioni del DL per le prove di laboratorio

Può accadere che durante il processo costruttivo, presso gli utilizzatori, presso i commercianti o presso i trasformatori intermedi, l'unità marcata (pezzo singolo o fascio) venga scorporata, per cui una parte, o il tutto, perda l'originale marcatura del prodotto. In questo caso, tanto gli utilizzatori quanto i commercianti e i trasformatori intermedi, oltre a dover predisporre idonee zone di stoccaggio, hanno la responsabilità di documentare la provenienza del prodotto mediante i documenti di accompagnamento del materiale e gli estremi del deposito del marchio presso il servizio tecnico centrale.

In tal caso, i campioni destinati al laboratorio incaricato delle prove di cantiere devono essere accompagnati dalla sopraindicata documentazione e da una dichiarazione di provenienza rilasciata dal direttore dei lavori.

#### 77.2.2 Conservazione della documentazione d'accompagnamento

I produttori, i successivi intermediari e gli utilizzatori finali devono assicurare una corretta archiviazione della documentazione di accompagnamento dei materiali garantendone la disponibilità per almeno dieci anni e devono mantenere evidenti le marcature o le etichette di riconoscimento per la rintracciabilità del prodotto.

#### 77.2.3 Indicazione del marchio identificativo nei certificati delle prove meccaniche

Tutti i certificati relativi alle prove meccaniche degli acciai, sia in stabilimento sia in cantiere o nel luogo di lavorazione, devono riportare l'indicazione del marchio identificativo, rilevato a cura del laboratorio incaricato dei controlli, sui campioni da sottoporre a prove.

Nel caso i campioni fossero sprovvisti del marchio identificativo, ovvero il marchio non dovesse rientrare fra quelli depositati presso il servizio tecnico centrale, il laboratorio dovrà tempestivamente informare di ciò il servizio tecnico centrale e il direttore dei lavori.

Le certificazioni così emesse non possono assumere valenza ai fini della vigente normativa, il materiale non può essere utilizzato e il direttore dei lavori deve prevedere, a cura e spese dell'impresa, l'allontanamento dal cantiere del materiale non conforme.

#### 77.2.4 Forniture e documentazione di accompagnamento: l'attestato di qualificazione

Le Nuove norme tecniche stabiliscono che tutte le forniture di acciaio devono essere accompagnate dall'attestato di qualificazione del servizio tecnico centrale (paragrafo 11.3.1.5).

L'attestato di qualificazione può essere utilizzato senza limitazione di tempo, inoltre deve riportare il riferimento al documento di trasporto.

Le forniture effettuate da un commerciante o da un trasformatore intermedio devono essere accompagnate da copia dei documenti rilasciati dal produttore e completati con il riferimento al documento di trasporto del commerciante o trasformatore intermedio.

Il direttore dei lavori, prima della messa in opera, è tenuto a verificare quanto sopra indicato e a rifiutare le eventuali forniture non conformi.

#### 77.2.5 Centri di trasformazione

Le Nuove norme tecniche (paragrafo 11.3.2.6) definiscono *centro di trasformazione*, nell'ambito degli acciai per cemento armato, un impianto esterno al produttore e/o al cantiere, fisso o mobile, che riceve dal produttore di acciaio elementi base (barre o rotoli, reti, lamiere o profilati, profilati cavi, ecc.) e confeziona elementi strutturali direttamente impiegabili in opere in cemento armato quali, per esempio, elementi saldati e/o presagomati (staffe, ferri piegati, ecc.) o preassemblati (gabbie di armatura), pronti per la messa in opera o per successive lavorazioni.

Il centro di trasformazione deve possedere tutti i requisiti previsti dalle Nuove norme tecniche per le costruzioni.

##### *Rintracciabilità dei prodotti*

Il centro di trasformazione può ricevere e lavorare solo prodotti qualificati all'origine, accompagnati dall'attestato di qualificazione del servizio tecnico centrale.

Particolare attenzione deve essere posta nel caso in cui nel centro di trasformazione vengano utilizzati elementi base, comunque qualificati, ma provenienti da produttori differenti, attraverso specifiche procedure documentate che garantiscano la rintracciabilità dei prodotti.

##### *Documentazione di accompagnamento e verifiche del direttore dei lavori*

Tutti i prodotti forniti in cantiere dopo l'intervento di un trasformatore devono essere accompagnati da idonea documentazione che identifichi in modo inequivocabile il centro di trasformazione stesso. In particolare, ogni fornitura in cantiere di elementi presaldati, presagomati o preassemblati deve essere accompagnata:

- da dichiarazione, su documento di trasporto, degli estremi dell'attestato di avvenuta dichiarazione di attività, rilasciato dal



servizio tecnico centrale, recante il logo o il marchio del centro di trasformazione;

- dall'attestazione inerente l'esecuzione delle prove di controllo interno fatte eseguire dal direttore tecnico del centro di trasformazione, con l'indicazione dei giorni nei quali la fornitura è stata lavorata. Qualora il direttore dei lavori lo richieda, all'attestazione di cui sopra potrà seguire copia dei certificati relativi alle prove effettuate nei giorni in cui la lavorazione è stata effettuata.

Il direttore dei lavori è tenuto a verificare quanto sopra indicato e a rifiutare le eventuali forniture non conformi, ferme restando le responsabilità del centro di trasformazione. Della documentazione di cui sopra dovrà prendere atto il collaudatore statico, che deve riportare nel certificato di collaudo statico gli estremi del centro di trasformazione che ha fornito l'eventuale materiale lavorato.

### 77.3 I tipi d'acciaio per cemento armato

Le Nuove norme tecniche per le costruzioni ammettono esclusivamente l'impiego di acciai saldabili e nervati idoneamente qualificati secondo le procedure previste dalle stesse norme e controllati con le modalità previste per gli acciai per cemento armato precompresso e per gli acciai per carpenterie metalliche.

I tipi di acciai per cemento armato sono indicati nella tabella 15.2.

**Tabella 15.2. Tipi di acciai per cemento armato**

Tipi di acciaio per cemento armato previsti dalle norme precedenti (saldabili e ad aderenza migliorata)	Tipi di acciaio previsti dal D.M. 14 gennaio 2008
FeB22k e FeB32k (barre tonde lisce)	B450C (6 = $\phi$ = 50 mm)
FeB38k e FeB44k (barre tonde nervate)	B450A (5 = $\phi$ = 12 mm)

#### 77.3.1 L'acciaio per cemento armato b450c

L'acciaio per cemento armato b450c (laminato a caldo) è caratterizzato dai seguenti valori nominali delle tensioni caratteristiche di snervamento e rottura da utilizzare nei calcoli:

-  $f_{y\ nom}$ : 450 N/mm<sup>2</sup>;

-  $f_{t\ nom}$ : 540 N/mm<sup>2</sup>.

e deve rispettare i requisiti indicati nella tabella 15.3.

**Tabella 15.3. Acciaio per cemento armato laminato a caldo b450c**

Caratteristiche	Requisiti	Frattile (%)	
Tensione caratteristica di snervamento	$F_{yk} \geq f_{ynom}$	5,0	
Tensione caratteristica di rottura	$f_{tk} \geq f_{t\ nom}$	5,0	
	$(f_t/f_y)_k \geq 1,15 \leq 1,35$	10,0	
	$(f_y/f_{y\ nom})_k \leq 1,25$	10,0	
Allungamento	$(A_{gt})_k \geq 7,5\%$	10,0	
Diametro del mandrino per prove di piegamento a 90 ° e successivo raddrizzamento senza cricche	$\phi < 12\ mm$	4 $\phi$	-
	$12 \leq \phi \leq 16\ mm$	5 $\phi$	-
	per $16 < \phi = 25\ mm$	8 $\phi$	-
	per $25 < \phi = 50\ mm$	10 $\phi$	-

#### 77.3.2 L'acciaio per cemento armato b450a

L'acciaio per cemento armato b450a (trafilato a freddo), caratterizzato dai medesimi valori nominali delle tensioni di snervamento e rottura dell'acciaio b450c, deve rispettare i requisiti indicati nella tabella 15.4.

**Tabella 15.4. Acciaio per cemento armato trafilato a freddo B450A**

Caratteristiche	Requisiti	Frattile (%)
-----------------	-----------	--------------

Caratteristiche	Requisiti	Frattile (%)
Tensione caratteristica di snervamento	$F_{yk} \geq f_y \text{ nom}$	5,0
Tensione caratteristica di rottura	$F_{tk} \geq f_t \text{ nom}$	5,0
	$(f_t/f_y)_k \geq 1,05$	10,0
	$(f_y/f_y \text{ nom})_k \leq 1,25$	10,0
Allungamento	$(A_{gt})_k \geq 2,5\%$	10,0
Diametro del mandrino per prove di piegamento a 90° e successivo raddrizzamento senza cricche: $\square \square < 10 \text{ mm}$	$4 \phi$	

### 77.3.3 L'accertamento delle proprietà meccaniche

L'accertamento delle proprietà meccaniche degli acciai deve essere condotto secondo le seguenti norme (paragrafo 11.3.2.3 Nuove norme tecniche):

**uni en iso 15630-1** – Acciaio per calcestruzzo armato e calcestruzzo armato precompresso. Metodi di prova. Parte 1: Barre, rotoli e fili per calcestruzzo armato;

**uni en iso 15630-2** – Acciaio per calcestruzzo armato e calcestruzzo armato precompresso. Metodi di prova. Parte 2: Reti saldate.

Per gli acciai deformati a freddo, ivi compresi i rotoli, le proprietà meccaniche devono essere determinate su provette mantenute per 60 minuti a  $100 \pm 10 \text{ °C}$  e successivamente raffreddate in aria calma a temperatura ambiente.

In ogni caso, qualora lo snervamento non sia chiaramente individuabile, si deve sostituire  $f_y$ , con  $f(0,2)$ .

La prova di piegamento

La prova di piegamento e di raddrizzamento deve essere eseguita alla temperatura di  $20 + 5 \text{ °C}$  piegando la provetta a  $90^\circ$ , mantenendola poi per 30 minuti a  $100 \pm 10 \text{ °C}$  e procedendo, dopo raffreddamento in aria, al parziale raddrizzamento per almeno  $20^\circ$ . Dopo la prova il campione non deve presentare cricche.

La prova di trazione

La prova a trazione per le barre è prevista dalla norma **uni en iso 15630-1**. I campioni devono essere prelevati in contraddittorio con l'appaltatore al momento della fornitura in cantiere. Gli eventuali trattamenti di invecchiamento dei provini devono essere espressamente indicati nel rapporto di prova.

La lunghezza dei campioni delle barre per poter effettuare sia la prova di trazione sia la prova di piegamento deve essere di almeno 100 cm (consigliato 150 cm).

Riguardo alla determinazione di  $A_{gt}$ , allungamento percentuale totale alla forza massima di trazione  $F_m$ , bisogna considerare che:

- se  $A_{gt}$  è misurato usando un estensimetro,  $A_{gt}$  deve essere registrato prima che il carico diminuisca più di 0,5% dal relativo valore massimo;
- se  $A_{gt}$  è determinato con il metodo manuale,  $A_{gt}$  deve essere calcolato con la seguente formula:

$$A_{gt} = A_g + R_m/2000$$

dove

$A_g$  è l'allungamento percentuale non-proporzionale al carico massimo  $F_m$

$R_m$  è la resistenza a trazione ( $\text{N/mm}^2$ ).

La misura di  $A_g$  deve essere fatta su una lunghezza della parte calibrata di 100 mm a una distanza  $r_2$  di almeno 50 mm o  $2d$  (il più grande dei due) lontano dalla frattura. Questa misura può essere considerata come non valida se la distanza  $r_1$  fra le ganasce e la lunghezza della parte calibrata è inferiore a 20 mm o  $d$  (il più grande dei due).

La norma **uni en 15630-1** stabilisce che in caso di contestazioni deve applicarsi il metodo manuale.

### 77.4 Le caratteristiche dimensionali e di impiego

L'acciaio per cemento armato è generalmente prodotto in stabilimento sotto forma di barre o rotoli, reti o tralicci, per utilizzo diretto o come elementi di base per successive trasformazioni (paragrafo 11.3.2.4 Nuove norme tecniche).

Prima della fornitura in cantiere gli elementi di cui sopra possono essere saldati, presagomati (staffe, ferri piegati, ecc.) o preassemblati (gabbie di armatura, ecc.) a formare elementi composti direttamente utilizzabili in opera.

Tutti gli acciai per cemento armato devono essere ad aderenza migliorata, aventi cioè una superficie dotata di nervature o in-

dentature trasversali, uniformemente distribuite sull'intera lunghezza, atte ad aumentarne l'aderenza al conglomerato cementizio.

La marcatura dei prodotti deve consentirne l'identificazione e la rintracciabilità.

La documentazione di accompagnamento delle forniture deve rispettare le prescrizioni stabilite dalle Norme tecniche, in particolare è necessaria per quei prodotti per i quali non sussiste l'obbligo della marcatura ce.

Le barre sono caratterizzate dal diametro  $\phi$  della barra tonda liscia equipesante, calcolato nell'ipotesi che la densità dell'acciaio sia pari a  $7,85 \text{ kg/dm}^3$ .

I diametri di impiego per gli acciai b450c e b450a, in barre e in rotoli, sono riportati nelle tabelle 15.5 e 16.6.

**Tabella 15.5. Diametri di impiego per gli acciai b450c e b450a in barre**

Acciaio in barre	Diametro $\phi$ (mm)
b450c	$6 \leq \phi \leq 40$
b450a	$5 \leq \phi \leq 10$

**Tabella 15.6. Diametri di impiego per gli acciai b450c e b450a in rotoli**

Acciaio in rotoli	Diametro $\phi$ (mm)
b450c	$6 \leq \phi \leq 16$
b450a	$5 \leq \phi \leq 10$

#### 77.4.1 La sagomatura e l'impiego

Le Nuove norme tecniche stabiliscono che la sagomatura e/o l'assemblaggio dei prodotti possono avvenire:

- in cantiere, sotto la vigilanza della direzione dei lavori;
- in centri di trasformazione, solo se dotati dei requisiti previsti.

Nel primo caso, per *cantiere* si intende esplicitamente l'area recintata del cantiere, all'interno della quale il costruttore e la direzione dei lavori sono responsabili dell'approvvigionamento e lavorazione dei materiali, secondo le competenze e responsabilità che la legge da sempre attribuisce a ciascuno.

Al di fuori dell'area di cantiere, tutte le lavorazioni di sagomatura e/o assemblaggio devono avvenire esclusivamente in centri di trasformazione provvisti dei requisiti delle indicati dalle Nuove norme tecniche.

#### 77.4.2 Le reti e i tralacci elettrosaldati

Gli acciai delle reti e dei tralacci elettrosaldati devono essere saldabili. L'interasse delle barre non deve superare i 330 mm.

I tralacci sono dei componenti reticolari composti con barre e assemblati mediante saldature.

Per le reti e i tralacci in acciaio (b450c o b450a), gli elementi base devono avere diametro  $\phi$  come riportato nella tabella 15.7.

**Tabella 15.7. Diametro  $f$  degli elementi base per le reti e i tralacci in acciaio B450C e B450A**

Acciaio tipo	Diametro $\phi$ degli elementi base
b450c	$6 \text{ mm} \leq \phi \leq 16 \text{ mm}$
b450a	$5 \text{ mm} \leq \phi \leq 10 \text{ mm}$

Il rapporto tra i diametri delle barre componenti le reti e i tralacci deve essere:  $\phi_{min}/\phi_{max} = 0,6$ .

I nodi delle reti devono resistere a una forza di distacco determinata in accordo con la norma **uni en iso 15630-2** pari al 25% della forza di snervamento della barra, da computarsi per quella di diametro maggiore sulla tensione di snervamento pari a  $450 \text{ N/mm}^2$ . Tale resistenza al distacco della saldatura del nodo deve essere controllata e certificata dal produttore di reti e di tralacci secondo le procedure di qualificazione di seguito riportate.

In ogni elemento di rete o traliccio le singole armature componenti devono avere le stesse caratteristiche. Nel caso dei tralacci, è ammesso l'uso di staffe aventi superficie liscia perché realizzate con acciaio b450a oppure b450c saldabili.

La produzione di reti e tralacci elettrosaldati può essere effettuata a partire da materiale di base prodotto nello stesso stabilimento di produzione del prodotto finito o da materiale di base proveniente da altro stabilimento.

Nel caso di reti e tralacci formati con elementi base prodotti in altro stabilimento, questi ultimi possono essere costituiti da acciai provvisti di specifica qualificazione o da elementi semilavorati quando il produttore, nel proprio processo di lavorazione, conferisca al semilavorato le caratteristiche meccaniche finali richieste dalla norma.

In ogni caso, il produttore dovrà procedere alla qualificazione del prodotto finito, rete o traliccio.

La marchiatura di identificazione

Ogni pannello o traliccio deve essere inoltre dotato di apposita marchiatura che identifichi il produttore della rete o del traliccio stesso.

La marchiatura di identificazione può essere anche costituita da sigilli o etichettature metalliche indelebili con indicati tutti i dati necessari per la corretta identificazione del prodotto, ovvero da marchiatura supplementare indelebile. In ogni caso, la marchiatura deve essere identificabile in modo permanente anche dopo l'annegamento nel calcestruzzo della rete o del traliccio elettrosaldato.

Laddove non fosse possibile tecnicamente applicare su ogni pannello o traliccio la marchiatura secondo le modalità sopra indicate, dovrà essere comunque apposta su ogni pacco di reti o tralicci un'apposita etichettatura, con indicati tutti i dati necessari per la corretta identificazione del prodotto e del produttore. In questo caso, il direttore dei lavori, al momento dell'accettazione della fornitura in cantiere, deve verificare la presenza della predetta etichettatura.

Nel caso di reti e tralicci formati con elementi base prodotti nello stesso stabilimento, ovvero in stabilimenti del medesimo produttore, la marchiatura del prodotto finito può coincidere con la marchiatura dell'elemento base, alla quale può essere aggiunto un segno di riconoscimento di ogni singolo stabilimento.

#### 77.5 La saldabilità

L'analisi chimica effettuata su colata e l'eventuale analisi chimica di controllo effettuata sul prodotto finito deve soddisfare le limitazioni riportate nella tabella 15.8, dove il calcolo del carbonio equivalente  $C_{eq}$  è 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.

**Tabella 15.8. Massimo contenuto di elementi chimici in percentuale (%)**

Elemento	Simbolo	Analisi di prodotto	Analisi di colata
Carbonio	<i>C</i>	0,24	0,22
Fosforo	<i>P</i>	0,055	0,050
Zolfo	<i>S</i>	0,055	0,050
Rame	<i>Cu</i>	0,85	0,80
Azoto	<i>N</i>	0,013	0,012
Carbonio equivalente	$C_{eq}$	0,52	0,50

È possibile eccedere il valore massimo di *C* dello 0,03% in massa, a patto che il valore del  $C_{eq}$  venga ridotto dello 0,02% in massa.

Contenuti di azoto più elevati sono consentiti in presenza di una sufficiente quantità di elementi che fissano l'azoto stesso.

#### 77.6 Le tolleranze dimensionali

La deviazione ammissibile per la massa nominale dei diametri degli elementi d'acciaio deve rispettare le tolleranze riportate nella tabella 15.9.

**Tabella 15.9. Deviazione ammissibile per la massa nominale**

Diametro nominale (mm)	Tolleranza in % sulla sezione ammessa per l'impiego
$5 \leq \phi \leq 8$	± 6
$8 < \phi \leq 40$	± 4,5

#### 77.7 Le procedure di controllo per acciai da cemento armato ordinario, barre e rotoli

##### 77.7.1 I controlli sistematici

Le prove di qualificazione e di verifica periodica, di cui ai successivi punti, devono essere ripetute per ogni prodotto avente caratteristiche differenti o realizzato con processi produttivi differenti, anche se provenienti dallo stesso stabilimento.

I rotoli devono essere soggetti a qualificazione separata dalla produzione in barre e dotati di marchiatura differenziata.

##### 77.7.2 Le prove di qualificazione

Il laboratorio ufficiale prove incaricato deve effettuare, senza preavviso, presso lo stabilimento di produzione, il prelievo di una serie di 75 saggi, ricavati da tre diverse colate o lotti di produzione, 25 per ogni colata o lotto di produzione, scelti su tre diversi diametri opportunamente differenziati, nell'ambito della gamma prodotta.

Il prelievo deve essere effettuato su tutti i prodotti che portano il marchio depositato in Italia, indipendentemente dall'etichettatura o dalla destinazione specifica.

Sui campioni devono essere determinati, a cura del laboratorio ufficiale incaricato, i valori delle tensioni di snervamento e rottura  $f_y$  e  $f_t$ , l'allungamento  $A_{gt}$  ed effettuate le prove di piegamento.

**77.7.3** Le prove periodiche di verifica della qualità

Ai fini della verifica della qualità, il laboratorio incaricato deve effettuare controlli saltuari, ad intervalli non superiori a tre mesi, prelevando tre serie di cinque campioni, costituite ognuna da cinque barre di uno stesso diametro, scelte con le medesime modalità contemplate nelle prove a carattere statistico, e provenienti da una stessa colata.

Il prelievo deve essere effettuato su tutti i prodotti che portano il marchio depositato in Italia, indipendentemente dall'etichettatura o dalla destinazione specifica. Su tali serie il laboratorio ufficiale deve effettuare le prove di resistenza e di duttilità. I corrispondenti risultati delle prove di snervamento e di rottura vengono introdotti nelle precedenti espressioni, le quali vengono sempre riferite a cinque serie di cinque saggi, facenti parte dello stesso gruppo di diametri, da aggiornarsi ad ogni prelievo, aggiungendo la nuova serie ed eliminando la prima in ordine di tempo. I nuovi valori delle medie e degli scarti quadratici così ottenuti vengono quindi utilizzati per la determinazione delle nuove tensioni caratteristiche, sostitutive delle precedenti (ponendo  $n = 25$ ).

Se i valori caratteristici riscontrati risultano inferiori ai minimi per gli acciai b450c e b450a, il laboratorio incaricato deve darne comunicazione al servizio tecnico centrale e ripetere le prove di qualificazione solo dopo che il produttore ha eliminato le cause che hanno dato luogo al risultato insoddisfacente.

Qualora uno dei campioni sottoposti a prova di verifica della qualità non soddisfi i requisiti di duttilità per gli acciai b450c e b450a, il prelievo relativo al diametro di cui trattasi deve essere ripetuto. Il nuovo prelievo sostituisce quello precedente a tutti gli effetti. Un ulteriore risultato negativo comporta la ripetizione della qualificazione.

Le tolleranze dimensionali devono essere riferite alla media delle misure effettuate su tutti i saggi di ciascuna colata o lotto di produzione.

Su almeno un saggio per colata o lotto di produzione è calcolato il valore dell'area relativa di nervatura o di dentellatura.

**Tabella 15.10. Verifica di qualità per ciascuno dei gruppi di diametri**

Intervallo di prelievo	Prelievo	Provenienza
$\leq 1$ mese	3 serie di 5 campioni 1 serie = 5 barre di uno stesso diametro	Stessa colata

**Tabella 15.11. Verifica di qualità non per gruppi di diametri**

Intervallo di prelievo	Prelievo	Provenienza
$\leq 1$ mese	15 saggi prelevati da 3 diverse colate: - 5 saggi per colata o lotto di produzione indipendentemente dal diametro	Stessa colata o lotto di produzione

**77.7.4** La verifica delle tolleranze dimensionali per colata o lotto di produzione

Ai fini del controllo di qualità, le tolleranze dimensionali di cui alla tabella 15.9 devono essere riferite alla media delle misure effettuate su tutti i saggi di ciascuna colata o lotto di produzione.

Qualora la tolleranza sulla sezione superi il  $\pm 2\%$ , il rapporto di prova di verifica deve riportare i diametri medi effettivi.

**77.7.5** La facoltatività dei controlli su singole colate o lotti di produzione

I produttori già qualificati possono richiedere, di loro iniziativa, di sottoporsi a controlli su singole colate o lotti di produzione, eseguiti a cura di un laboratorio ufficiale prove. Le colate o lotti di produzione sottoposti a controllo devono essere cronologicamente ordinati nel quadro della produzione globale.

I controlli consistono nel prelievo, per ogni colata e lotto di produzione e per ciascun gruppo di diametri da essi ricavato, di un numero  $n$  di saggi, non inferiore a dieci, sui quali si effettuano le prove di verifica di qualità per gli acciai in barre, reti e tralicci elettrosaldati.

Le tensioni caratteristiche di snervamento e rottura devono essere calcolate con le espressioni per i controlli sistematici in stabilimento per gli acciai in barre e rotoli, nelle quali  $n$  è il numero dei saggi prelevati dalla colata.

**77.7.6** I controlli nei centri di trasformazione

I controlli nei centri di trasformazione sono obbligatori e devono essere effettuati:

- in caso di utilizzo di barre, su ciascuna fornitura o comunque ogni 90 t;
- in caso di utilizzo di rotoli, ogni dieci rotoli impiegati.

Qualora non si raggiungano le quantità sopra riportate, in ogni caso deve essere effettuato almeno un controllo per ogni giorno di lavorazione.

Ciascun controllo deve essere costituito da tre spezzoni di uno stesso diametro per ciascuna fornitura, sempre che il marchio e

la documentazione di accompagnamento dimostrino la provenienza del materiale da uno stesso stabilimento. In caso contrario, i controlli devono essere estesi alle eventuali forniture provenienti da altri stabilimenti.

I controlli devono consistere in prove di trazione e piegamento e devono essere eseguiti dopo il raddrizzamento.

In caso di utilizzo di rotoli deve altresì essere effettuata, con frequenza almeno mensile, la verifica dell'area relativa di nervatura o di dentellatura, secondo il metodo geometrico di cui alla norma **uni en iso 15630-1**.

Tutte le prove suddette devono essere eseguite dopo le lavorazioni e le piegature atte a dare a esse le forme volute per il particolare tipo di impiego previsto.

Le prove di cui sopra devono essere eseguite e certificate dai laboratori ufficiali prove.

Il direttore tecnico di stabilimento curerà la registrazione di tutti i risultati delle prove di controllo interno su apposito registro, di cui dovrà essere consentita la visione a quanti ne abbiano titolo.

#### 77.7.7 I controlli di accettazione in cantiere

I controlli di accettazione in cantiere sono obbligatori, devono essere effettuati dal direttore dei lavori entro 30 giorni dalla data di consegna del materiale e devono essere campionati, nell'ambito di ciascun lotto di spedizione, con le medesime modalità contemplate nelle prove a carattere statistico, in ragione di tre spezzoni marchiati e di uno stesso diametro scelto entro ciascun lotto, sempre che il marchio e la documentazione di accompagnamento dimostrino la provenienza del materiale da uno stesso stabilimento. In caso contrario, i controlli devono essere estesi ai lotti provenienti da altri stabilimenti.

I valori di resistenza e allungamento di ciascun campione da eseguirsi comunque prima della messa in opera del prodotto riferiti a uno stesso diametro devono essere compresi fra i valori massimi e minimi riportati nella tabella 15.12. Questi limiti tengono conto della dispersione dei dati e delle variazioni che possono intervenire tra diverse apparecchiature e modalità di prova.

Nel caso di campionamento e di prova in cantiere, che deve essere effettuata entro 30 giorni dalla data di consegna del materiale in cantiere, qualora la determinazione del valore di una quantità fissata non sia conforme al valore di accettazione, il valore dovrà essere verificato prelevando e provando tre provini da prodotti diversi nel lotto consegnato.

Se un risultato è minore del valore, sia il provino che il metodo di prova devono essere esaminati attentamente. Se nel provino è presente un difetto o si ha ragione di credere che si sia verificato un errore durante la prova, il risultato della prova stessa deve essere ignorato. In questo caso, occorrerà prelevare un ulteriore (singolo) provino.

Se i tre risultati validi della prova sono maggiori o uguali del prescritto valore di accettazione, il lotto consegnato deve essere considerato conforme.

Se i criteri sopra riportati non sono soddisfatti, dieci ulteriori provini devono essere prelevati da prodotti diversi del lotto in presenza del produttore o suo rappresentante, che potrà anche assistere all'esecuzione delle prove presso un laboratorio ufficiale.

Il lotto deve essere considerato conforme se la media dei risultati sui dieci ulteriori provini è maggiore del valore caratteristico e i singoli valori sono compresi tra il valore minimo e il valore massimo, secondo quanto sopra riportato. In caso contrario, il lotto deve essere respinto e il risultato segnalato al servizio tecnico centrale.

**Tabella 15.12. Valori di resistenza e di allungamento accettabili**

Caratteristica	Valore limite	Note
$f_y$ minimo	425 N/mm <sup>2</sup>	(450 – 25) N/mm <sup>2</sup>
$f_y$ massimo	572 N/mm <sup>2</sup>	[450 · (1,25 + 0,02)] N/mm <sup>2</sup>
$A_{gt}$ minimo	≥ 6,0%	Per acciai B450C
$A_{gt}$ minimo	≥ 2,0%	Per acciai B450A
Rottura/snervamento	1,13 ≤ $f_t/f_y$ ≤ 1,37	Per acciai B450C
Rottura/snervamento	$f_t/f_y$ ≥ 1,03	Per acciai B450A
Piegamento/raddrizzamento	Assenza di cricche	Per tutti

#### 77.7.8 Il prelievo dei campioni e la domanda al laboratorio prove

Il prelievo dei campioni di barre d'armatura deve essere effettuato a cura del direttore dei lavori o di un tecnico di sua fiducia che deve assicurare, mediante sigle, etichettature indelebili, ecc., che i campioni inviati per le prove al laboratorio ufficiale prove incaricato siano effettivamente quelli da lui prelevati.

Qualora la fornitura di elementi sagomati o assemblati provenga da un centro di trasformazione, il direttore dei lavori, dopo essersi accertato preliminarmente che il suddetto centro di trasformazione sia in possesso di tutti i requisiti previsti dalle Nuove norme tecniche, può recarsi presso il medesimo centro di trasformazione ed effettuare in stabilimento tutti i necessari controlli. In tal caso, il prelievo dei campioni deve essere effettuato dal direttore tecnico del centro di trasformazione secondo le

disposizioni del direttore dei lavori. Quest'ultimo deve assicurare, mediante sigle, etichettature indelebili, ecc., che i campioni inviati per le prove al laboratorio ufficiale incaricato siano effettivamente quelli da lui prelevati, nonché sottoscrivere la relativa richiesta di prove.

La domanda di prove al laboratorio ufficiale autorizzato deve essere sottoscritta dal direttore dei lavori e deve contenere indicazioni sulle strutture interessate da ciascun prelievo.

In caso di mancata sottoscrizione della richiesta di prove da parte del direttore dei lavori, le certificazioni emesse dal laboratorio non possono assumere valenza ai sensi delle norme tecniche e di ciò deve essere fatta esplicita menzione sul certificato stesso.

## Art. 78 **Acciaio per cemento armato precompresso**

### 78.1 *Generalità*

È ammesso esclusivamente l'impiego di acciai qualificati secondo le procedure previste dalle Norme tecniche per le costruzioni.

### 78.2 *Le caratteristiche dimensionali*

L'acciaio per armature da precompressione è generalmente fornito secondo le forme indicate qui di seguito:

- 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: due o tre fili avvolti a elica intorno al loro comune asse longitudinale. Il passo e il senso di avvolgimento dell'elica sono uguali per tutti i fili della treccia;
- trefolo: fili avvolti a elica intorno a un filo rettilineo completamente ricoperto dai fili elicoidali. Il passo e il senso di avvolgimento dell'elica sono uguali per tutti i fili di uno stesso strato.

I fili possono essere tondi o di altre forme e vengono individuati mediante il diametro nominale o il diametro nominale equivalente riferito alla sezione circolare equipesante. Non è consentito l'impiego di fili lisci nelle strutture precomprese ad armature pretese.

Le barre possono essere lisce, a filettatura continua o parziale, o con risalti e vengono individuate mediante il diametro nominale.

I prodotti devono essere dotati di marcatura generalmente costituita da sigillo o etichettatura sulle legature.

Le forniture devono essere accompagnate dalla prescritta documentazione.

Gli acciai per armature da precompressione possono essere forniti in: rotoli (fili, trecce, trefoli); bobine (trefoli);- fasci (barre).

I fili devono 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, deve essere esente da saldature.

Sono ammesse le saldature di fili destinati alla produzione di trecce e di trefoli se effettuate prima della trafilatura; per i trefoli sono ammesse saldature anche durante l'operazione di cordatura, purché tali saldature siano opportunamente distanziate e sfalsate.

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.

### 78.3 *I controlli*

Le Nuove norme tecniche per l'acciaio per cemento armato precompresso prevedono tre forme di controllo obbligatorie:

- controlli in stabilimento;
- controlli negli stabilimenti permanenti di prefabbricazione e nel luogo di formazione dei cavi;
- accettazione in cantiere.

I controlli eseguiti in stabilimento si riferiscono a lotti di produzione (massimo 120 t).

I controlli eseguiti negli stabilimenti permanenti di prefabbricazione e nel luogo di formazione dei cavi si riferiscono a forniture (massimo 90 t).

L'accettazione eseguita in cantiere si riferisce a lotti di spedizione (massimo 30 t).

A tale riguardo si definiscono:- lotti di produzione;- forniture;- lotti di spedizione.

I lotti di produzione 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 produzione deve avere grandezze nominali omogenee (dimensionali, meccaniche, di formazione) ed essere compreso tra 30 e 120 tonnellate.

Le forniture sono lotti formati da massimo 90 t, costituiti da prodotti aventi grandezze nominali omogenee (dimensionali, meccaniche, di formazione).

I lotti di spedizione, infine, sono lotti formati da massimo 30 t, spediti in un'unica volta, costituiti da prodotti aventi grandezze nominali omogenee (dimensionali, meccaniche, di formazione).

I controlli in cantiere possono essere omessi quando il prodotto utilizzato in cantiere proviene da uno stabilimento di prefabbricazione o da un luogo di formazione dei cavi nel quale sono stati effettuati i controlli di cui al punto precedente.

In quest'ultimo caso, la fornitura del materiale deve essere accompagnata da idonea documentazione attestante l'esecuzione delle prove di cui sopra con l'indicazione del cantiere di destinazione.

Resta comunque nella discrezionalità del direttore dei lavori la facoltà di effettuare tutti gli eventuali controlli ritenuti opportuni.

#### 78.4 Le prescrizioni comuni. Le modalità di prelievo

I saggi sugli acciai da cemento armato precompresso destinati ai controlli:

- non devono essere avvolti con diametro inferiore a quello della bobina o del rotolo di provenienza;
- devono essere prelevati con le lunghezze richieste dal laboratorio incaricato delle prove e in numero sufficiente per eseguire eventuali prove di controllo successive;
- devono essere adeguatamente protetti nel trasporto.

#### 78.5 I controlli nei centri di trasformazione

I controlli nei centri di trasformazione sono obbligatori e devono essere effettuati a cura del direttore tecnico dello stabilimento. I controlli devono essere eseguiti secondo le modalità di seguito indicate.

Effettuato un prelievo di tre saggi provenienti da una stessa fornitura, intesa come lotto formato da massimo 90 t, e appartenenti a una stessa categoria, si determinano, mediante prove eseguite presso un laboratorio ufficiale, i corrispondenti valori minimi di  $f_{pt}$ ,  $f_{py}$ ,  $f_p(1)$ ,  $f_p(0,1)$ .

I risultati delle prove sono considerati compatibili con quelli ottenuti in stabilimento se nessuno dei valori minimi sopra indicati è inferiore ai corrispondenti valori caratteristici garantiti dal produttore. Nel caso in cui anche uno solo dei valori minimi suddetti non rispetti la corrispondente condizione, verranno eseguite prove supplementari soggette a valutazioni statistiche, come di seguito indicato.

Il campione da sottoporre a prove supplementari è costituito da almeno dieci saggi prelevati da altrettanti rotoli, bobine o fasci. Se il numero dei rotoli, bobine o fasci costituenti il lotto è inferiore a dieci, da alcuni rotoli o bobine verranno prelevati due saggi, uno da ciascuna estremità. Per le barre vengono prelevati due saggi da due barre diverse dello stesso fascio.

Ogni saggio deve recare contrassegni atti a individuare il lotto e il rotolo, la bobina o il fascio di provenienza.

Effettuato il prelievo supplementare, si determinano, mediante prove effettuate presso un laboratorio ufficiale, i corrispondenti valori medi  $g_{mn}$  e le deviazioni standard  $s_n$  di  $f_{pt}$ ,  $f_{py}$ ,  $f_p(1)$ ,  $f_p(0,1)$ .

I risultati delle prove vengono considerati compatibili con quelli ottenuti in stabilimento se:

- per le tensioni di rottura  $f_{pt}$ :

$$g_{mn} = 1,03 f_{ptk}$$

$$s_n = 0,05 f_{ptk}$$

- per le grandezze  $f_{pt}$ ,  $f_p(1)$ ,  $f_p(0,1)$ :

$$g_{mn} = 1,04 (f_{pyk}, f_p(1)k, f_p(0,1)k)$$

$$s_n = 0,07 (f_{pyk}, f_p(1)k, f_p(0,1)k)$$

- i valori del modulo di elasticità longitudinale  $E_p$  sono conformi al valore garantito dal produttore, con una tolleranza del  $\pm 5\%$ .

Se tali disuguaglianze non sono verificate, o se non sono rispettate le prescrizioni riguardanti le proprietà e le tolleranze, si ripeteranno le prove su altri dieci saggi, previo avviso al produttore.

L'ulteriore risultato negativo comporta l'inidoneità della partita e la trasmissione dei risultati al produttore, che è tenuto a farli inserire tra i risultati dei controlli statistici della sua produzione.

In tal caso, il direttore tecnico del centro di trasformazione deve comunicare il risultato anomalo sia al laboratorio incaricato del controllo sia al servizio tecnico centrale.

Il prelievo dei campioni va effettuato a cura del direttore tecnico del centro di trasformazione che deve assicurare, mediante



sigle, etichettature indelebili, ecc., che i campioni inviati per le prove al laboratorio incaricato siano effettivamente quelli da lui prelevati.

Per le caratteristiche dei certificati emessi dai laboratori, è fatta eccezione per il marchio di qualificazione, normalmente non presente sugli acciai da cemento armato precompresso, per il quale si potrà fare riferimento ad eventuali cartellini identificativi ovvero ai dati dichiarati del richiedente.

Il direttore tecnico del centro di trasformazione deve curare la registrazione di tutti i risultati delle prove di controllo interno su apposito registro, di cui dovrà essere consentita la visione a quanti ne abbiano titolo.

Tutte le forniture provenienti da un centro di trasformazione devono essere accompagnate dalla documentazione prevista.

#### 78.6 I controlli di accettazione in cantiere e gli obblighi del direttore dei lavori

I controlli in cantiere, demandati al direttore dei lavori, sono obbligatori e devono essere eseguiti secondo le medesime indicazioni di cui al precedente paragrafo, con l'avvertenza che il prelievo preliminare dei tre saggi deve essere effettuato per ogni lotto di spedizione, di massimo 30 t.

Qualora la fornitura di cavi preformati provenga da un centro di trasformazione, il direttore dei lavori, esaminata preliminarmente la documentazione attestante il possesso di tutti i requisiti previsti dalle Nuove norme tecniche, che il suddetto centro di trasformazione è tenuto a trasmettergli, può recarsi presso il medesimo centro di trasformazione ed effettuare in stabilimento tutti i controlli previsti. In tal caso, il prelievo dei campioni deve essere effettuato dal direttore tecnico del centro di trasformazione secondo le disposizioni del direttore dei lavori. Quest'ultimo deve assicurare, mediante sigle, etichettature indelebili ecc., che i campioni inviati per le prove al laboratorio ufficiale incaricato siano effettivamente quelli da lui prelevati, nonché sottoscrivere la relativa richiesta di prove.

Per le modalità di prelievo dei campioni, di esecuzione delle prove e di compilazione dei certificati valgono le medesime disposizioni di cui al precedente paragrafo.

### Art. 79 Acciaio per strutture metalliche

#### 79.1 Generalità

Per la realizzazione di strutture metalliche e di strutture composte, si dovranno utilizzare acciai conformi alle norme armonizzate della serie **uni en 10025** (per i laminati), **uni en 10210** (per i tubi senza saldatura) e **uni en 10219-1** (per i tubi saldati), recanti la marcatura ce, cui si applica il sistema di attestazione della conformità 2+ e per i quali sia disponibile una norma europea armonizzata il cui riferimento sia pubblicato sulla guue. Al termine del periodo di coesistenza, il loro impiego nelle opere è possibile soltanto se in possesso della marcatura ce, prevista dalla direttiva 89/106/cee sui prodotti da costruzione (cpd), recepita in Italia dal D.P.R. n. 246/1993, così come modificato dal D.P.R. n. 499/1997.

Per gli acciai di cui alle norme armonizzate **uni en 10025**, **uni en 10210** e **uni en 10219-1**, in assenza di specifici studi statistici di documentata affidabilità e in favore di sicurezza, per i valori delle tensioni caratteristiche di snervamento  $f_{yk}$  e di rottura  $f_{tk}$  – da utilizzare nei calcoli – si assumono i valori nominali  $f_y = R_{eH}$  e  $f_t = R_m$ , riportati nelle relative norme di prodotto.

Per quanto attiene l'identificazione e la qualificazione, può configurarsi il caso di prodotti per i quali non sia applicabile la marcatura ce e non sia disponibile una norma armonizzata, ovvero la stessa ricada nel periodo di coesistenza, e per i quali sia invece prevista la qualificazione con le modalità e le procedure indicate nelle Norme tecniche per le costruzioni. È fatto salvo il caso in cui, nel periodo di coesistenza della specifica norma armonizzata, il produttore abbia volontariamente optato per la marcatura ce. Si applicano anche le procedure di controllo per gli acciai da carpenteria.

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, devono rispondere alle prescrizioni delle norme **uni en iso 377**, **uni 552**, **uni en 10002-1** e **uni en 10045-1**.

Gli spessori nominali dei laminati, per gli acciai di cui alle norme europee **uni en 10025**, **uni en 10210** e **uni en 10219-1**, sono riportati nelle tabelle 17.1 e 18.2.

**Tabella 17.1. Laminati a caldo con profili a sezione aperta**

Norme e qualità degli acciai	Spessore nominale dell'elemento			
	$t = 40 \text{ mm}$		$40 \text{ mm} < t = 80 \text{ mm}$	
	$f_{yk}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$f_{tk}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$f_{yk}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$f_{tk}$ (N/mm <sup>2</sup> )
<b>uni en 10025-2</b>				
s 235	235	360	215	360
s 275	275	430	255	410
s 355	355	510	335	470
s 450	440	550	420	550
<b>uni en 10025-3</b>				
s 275 n/nl	275	390	255	370
s 355 n/nl	355	490	335	470
s 420 n/nl	420	520	390	520
s 460 n/nl	460	540	430	540

Norme e qualità degli acciai	Spessore nominale dell'elemento			
	$t = 40 \text{ mm}$		$40 \text{ mm} < t = 80 \text{ mm}$	
	$f_{yk}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$f_{tk}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$f_{yk}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$f_{tk}$ (N/mm <sup>2</sup> )
<b>uni en 10025-4</b>				
s 275 m/ml	275	370	255	360
s 355 m/ml	355	470	335	450
s 420 m/ml	420	520	390	500
s 460 m/ml	460	540	430	530
<b>uni en 10025-5</b>				
s 235 w	235	360	215	340
s 355 w	355	510	335	490

**Tabella 17.2. Laminati a caldo con profili a sezione cava**

Norme e qualità degli acciai	Spessore nominale dell'elemento			
	$t = 40 \text{ mm}$		$40 \text{ mm} < t = 80 \text{ mm}$	
	$f_{yk}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$f_{tk}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$f_{yk}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$f_{tk}$ (N/mm <sup>2</sup> )
<b>uni en 10210-1</b>				
S 235 h	235	360	215	340
S 275 h	275	430	255	410
S 355 h	355	510	335	490
S 275 nh/nlh	275	390	255	370
S 355 nh/nlh	355	490	335	470
S 420 nh/nlh	420	540	390	520
S 460 nh/nlh	460	560	430	550
<b>uni en 10219-1</b>				
S 235 h	235	360	-	-
S 275 h	275	430	-	-
S 355 h	355	510	-	-
S 275 nh/nlh	275	370	-	-
S 355 nh/nlh	355	470	-	-
S 275 mh/mlh	275	360	-	-
S 355 mh/mlh	355	470	-	-
S 420 mh/mlh	420	500	-	-
S460 mh/mlh	460	530	-	-

### 79.2 L'acciaio per getti

Per l'esecuzione di parti in getti si devono impiegare acciai conformi alla norma **uni en 10293**.

Quando tali acciai debbano essere saldati, valgono le stesse limitazioni di composizione chimica previste per gli acciai laminati di resistenza similare.

### 79.3 L'acciaio per strutture saldate

#### 79.3.1 La composizione chimica degli acciai

Gli acciai per strutture saldate, oltre a soddisfare le condizioni generali, devono avere composizione chimica conforme a quanto riportato nelle norme europee armonizzate applicabili previste dalle Nuove norme tecniche.

#### 79.3.2 Il processo di saldatura. La qualificazione dei saldatori

La saldatura degli acciai dovrà avvenire con uno dei procedimenti all'arco elettrico codificati secondo la norma **uni en iso 4063**. È ammesso l'uso di procedimenti diversi purché sostenuti da adeguata documentazione teorica e sperimentale.

I saldatori nei procedimenti semiautomatici e manuali dovranno essere qualificati secondo la norma **uni en 287-1** da parte di un ente terzo. A deroga di quanto richiesto nella norma **uni en 287-1**, i saldatori che eseguono giunti a T con cordoni d'angolo dovranno essere specificamente qualificati e non potranno essere qualificati soltanto mediante l'esecuzione di giunti testa-testa.

Gli operatori dei procedimenti automatici o robotizzati dovranno essere certificati secondo la norma **uni en 1417**. Tutti i procedimenti di saldatura dovranno essere qualificati secondo la norma **uni en iso 15614-1**.

Le durezze eseguite sulle macrografie non dovranno essere superiori a 350 hv30.

Per la saldatura ad arco di prigionieri di materiali metallici (saldatura a innescò mediante sollevamento e saldatura a scarica di condensatori a innescò sulla punta), si applica la norma **uni en iso 14555**. Valgono, perciò, i requisiti di qualità di cui al prospetto A1 dell'appendice A della stessa norma.

Le prove di qualifica dei saldatori, degli operatori e dei procedimenti dovranno essere eseguite da un ente terzo. In assenza di prescrizioni in proposito, l'ente sarà scelto dal costruttore secondo criteri di competenza e di indipendenza.

Sono richieste caratteristiche di duttilità, snervamento, resistenza e tenacità in zona fusa e in zona termica alterata non inferiori a quelle del materiale base.

Nell'esecuzione delle saldature dovranno, inoltre, essere rispettate le norme **uni en 1011** (parti 1 e 2) per gli acciai ferritici, e **uni en 1011** (parte 3) per gli acciai inossidabili. Per la preparazione dei lembi si applicherà, salvo casi particolari, la norma **uni en iso 9692-1**.

Oltre alle prescrizioni applicabili per i centri di trasformazione, il costruttore deve corrispondere a particolari requisiti.

In relazione alla tipologia dei manufatti realizzati mediante giunzioni saldate, il costruttore deve essere certificato secondo la norma **uni en iso 3834** (parti 2 e 4). Il livello di conoscenza tecnica del personale di coordinamento delle operazioni di saldatura deve corrispondere ai requisiti della normativa di comprovata validità. Tali requisiti sono riassunti nella tabella 17.3.

La certificazione dell'azienda e del personale dovrà essere operata da un ente terzo scelto, in assenza di prescrizioni, dal costruttore secondo criteri di indipendenza e di competenza.

**Tabella 17.3. Tipi di azione sulle strutture soggette a fatica in modo più o meno significativo**

Tipo di azione sulle strutture	Strutture soggette a fatica in modo non significativo			Strutture soggette a fatica in modo significativo
	A	B	C	D
Riferimento				
Materiale base: spessore minimo delle membrature	S235, s ≤ 30 mm S275, s ≤ 30 mm	S355, s ≤ 30 mm S235 S275	S235 S275 S355 S460, s = 30 mm	S235 S275 S355 S460 Acciai inossidabili e altri acciai non esplicitamente menzionati (1)
Livello dei requisiti di qualità secondo la norma uni en iso 3834	Elementare EN ISO 3834-4	Medio EN ISO 3834-3	Medio uni EN ISO 3834-3	Completo EN ISO 3834-2
Livello di conoscenza tecnica del personale di coordinamento della saldatura secondo la norma uni en 719	Di base	Specifico	Completo	Completo
(1) Vale anche per strutture non soggette a fatica in modo significativo.				

#### 79.4 I bulloni e i chiodi

##### 79.4.1 I bulloni

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 di forma esagonale, avvitato nella parte filettata della vite;
- rondella (o rosetta) del tipo elastico o rigido.

In presenza di vibrazioni dovute a carichi dinamici, per evitare lo svitamento del dado, vengono applicate rondelle elastiche oppure dei controdadi.

I bulloni – conformi per le caratteristiche dimensionali alle norme **uni en iso 4016** e **uni 5592** – devono appartenere alle sottointimate classi della norma **uni en iso 898-1**, associate nel modo indicato nelle tabelle 17.4 e 18.5.

**Tabella 17.4. Classi di appartenenza di viti e dadi**

Elemento	Normali			Ad alta resistenza	
	4,6	5,6	6,8	8,8	10,9
Vite	4	5	6	8	10
Dado	4	5	6	8	10

Le tensioni di snervamento  $f_{yb}$  e di rottura  $f_{tb}$  delle viti appartenenti alle classi indicate nella tabella 17.4 sono riportate nella tabella 17.5.

**Tabella 17.5. Tensioni di snervamento  $f_{yb}$  e di rottura  $f_{tb}$  delle viti**

Classe	$f_{yb}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$f_{tb}$ (N/mm <sup>2</sup> )
<b>4,6</b>	240	400
<b>5,6</b>	300	500
<b>6,8</b>	480	600
<b>8,8</b>	649	800
<b>10,9</b>	900	1000

79.4.2 I bulloni per giunzioni ad attrito

I bulloni per giunzioni ad attrito devono essere conformi alle prescrizioni della tabella 17.6 (viti e dadi) e devono essere associati come indicato nelle tabelle 17.4 e 18.5.

**Tabella 17.6. Bulloni per giunzioni ad attrito**

Elemento	Materiale	Riferimento
Viti	8,8-10,9 secondo uni en iso 898-1	uni en 14399 (parti 3 e 4)
Dadi	8-10 secondo uni en 20898-2	
Rosette	Acciaio C 50 uni en 10083-2: temperato e rinvenuto hrc 32□40	uni en 14399 (parti 5 e 6)
Piastrine Acciaio	C 50 uni en 10083-2 temperato e rinvenuto hrc 32□40	

Gli elementi di collegamento strutturali ad alta resistenza adatti al precarico devono soddisfare i requisiti di cui alla norma europea armonizzata **uni en 14399-1** e recare la relativa marcatura ce, con le specificazioni per i materiali e i prodotti per uso strutturale per i quali sia disponibile una norma europea armonizzata il cui riferimento sia pubblicato sulla guue. Al termine del periodo di coesistenza, il loro impiego nelle opere è possibile soltanto se in possesso della marcatura ce, prevista dalla direttiva 89/106/cee sui prodotti da costruzione (cpd), recepita in Italia dal D.P.R. n. 246/1993, così come modificato dal D.P.R. n. 499/1997.

79.4.3 I chiodi

Per i chiodi da ribadire a caldo si devono impiegare gli acciai previsti dalla norma **uni 7356**.

Le unioni con i chiodi sono rare perché di difficile esecuzione (foratura del pezzo, montaggio di bulloni provvisori, riscaldamento dei chiodi e successivo alloggiamento e ribaditura), a differenza delle unioni con bulloni più facili e veloci da eseguire. Tuttavia, non è escluso che le chiodature possano essere impiegate in particolari condizioni, come ad esempio negli interventi di restauro di strutture metalliche del passato.

79.4.4 I connettori a piolo

Nel caso in cui si utilizzino connettori a piolo, l'acciaio deve essere idoneo al processo di formazione dello stesso e compatibile per saldatura con il materiale costituente l'elemento strutturale interessato dai pioli stessi. Esso deve avere le seguenti caratteristiche meccaniche:

- allungamento percentuale a rottura (valutato su base  $L_0 = 5,65\sqrt{A_0}$  dove  $A_0$  è l'area della sezione trasversale del saggio)  $\geq 12$ ;

- rapporto  $f_t / f_y = 1,2$ .

Quando i connettori vengono uniti alle strutture con procedimenti di saldatura speciali, senza metallo d'apporto, essi devono essere fabbricati con acciai la cui composizione chimica soddisfi le limitazioni seguenti:

- C = 0,18%;

- Mn = 0,9%;

- S = 0,04%;

- P = 0,05%.

79.5 L'impiego di acciai inossidabili

Nell'ambito delle indicazioni generali per gli acciai di cui alle norme armonizzate **uni en 10025**, **uni en 10210** e **uni en 10219-1**, in assenza di specifici studi statistici di documentata affidabilità e in favore della sicurezza, per i valori delle tensioni caratteristiche di snervamento  $f_{yk}$  e di rottura  $f_{tk}$  – da utilizzare nei calcoli – si assumono i valori nominali  $f_y = R_{eH}$  e  $f_t = R_m$  riportati nelle relative norme di prodotto, ed è consentito l'impiego di acciaio inossidabile per la realizzazione di strutture metalliche.

In particolare, per i prodotti laminati la qualificazione è ammessa anche nel caso di produzione non continua, permanendo tutte le altre regole relative alla qualificazione per tutte le tipologie di acciaio e al controllo nei centri di trasformazione nell'ambito degli acciai per carpenteria metallica.

#### 79.6 *Le specifiche per gli acciai da carpenteria in zona sismica*

L'acciaio costituente le membrature, le saldature e i bulloni deve essere conforme ai requisiti riportati nelle norme sulle costruzioni in acciaio.

Per le zone dissipative si devono applicare le seguenti regole addizionali:

- per gli acciai da carpenteria il rapporto fra i valori caratteristici della tensione di rottura  $f_{tk}$  (nominale) e la tensione di snervamento  $f_{yk}$  (nominale) deve essere maggiore di 1,20 e l'allungamento a rottura A5, misurato su provino standard, deve essere non inferiore al 20%;
- la tensione di snervamento massima  $f_{y,max}$  deve risultare  $f_{y,max} = 1,2 f_{yk}$ ;
- i collegamenti bullonati devono essere realizzati con bulloni ad alta resistenza di classe 8,8 o 10,9.

#### 79.7 *Procedure di controllo su acciai da carpenteria*

##### 79.7.1 I controlli in stabilimento di produzione

###### *La suddivisione dei prodotti*

Sono prodotti qualificabili sia quelli raggruppabili per colata che quelli per lotti di produzione.

Ai fini delle prove di qualificazione e di controllo, i prodotti nell'ambito di ciascuna gamma merceologica per gli acciai laminati sono raggruppabili per gamme di spessori, così come definito nelle norme europee armonizzate **uni en 10025**, **uni en 10210-1** e **uni en 10219-1**.

Agli stessi fini, sono raggruppabili anche i diversi gradi di acciai (JR, J0, J2, K2), sempre che siano garantite per tutti le caratteristiche del grado superiore del raggruppamento.

Un lotto di produzione è costituito da un quantitativo compreso fra 30 e 120 t, o frazione residua, per ogni profilo, qualità e gamma di spessore, senza alcun riferimento alle colate che sono state utilizzate per la loro produzione. Per quanto riguarda i profilati cavi, il lotto di produzione corrisponde all'unità di collaudo come definita dalle norme europee armonizzate **uni en 10210-1** e **uni en 10219-1** in base al numero dei pezzi.

###### *Le prove di qualificazione*

Ai fini della qualificazione, con riferimento ai materiali e ai prodotti per uso strutturale per i quali non sia disponibile una norma armonizzata, ovvero la stessa ricada nel periodo di coesistenza, per i quali sia invece prevista la qualificazione con le modalità e le procedure indicate nelle Nuove norme tecniche, è fatto salvo il caso in cui, nel periodo di coesistenza della specifica norma armonizzata, il produttore abbia volontariamente optato per la marcatura ce, il produttore deve predisporre un'adeguata documentazione sulle caratteristiche chimiche, ove pertinenti, e meccaniche, riscontrate per quelle qualità e per quei prodotti che intende qualificare.

La documentazione deve essere riferita a una produzione consecutiva relativa a un periodo di tempo di almeno sei mesi e a un quantitativo di prodotti tale da fornire un quadro statisticamente significativo della produzione stessa e comunque  $n = 2000$  t oppure a un numero di colate o di lotti = 25.

Tale documentazione di prova deve basarsi sui dati sperimentali rilevati dal produttore, integrati dai risultati delle prove di qualificazione effettuate a cura di un laboratorio ufficiale incaricato dal produttore stesso.

Le prove di qualificazione devono riferirsi a ciascun tipo di prodotto, inteso individuato da gamma merceologica, classe di spessore e qualità di acciaio ed essere relative al rilievo dei valori caratteristici; per ciascun tipo verranno eseguite almeno trenta prove su saggi appositamente prelevati.

La documentazione del complesso delle prove meccaniche deve essere elaborata in forma statistica calcolando, per lo snervamento e la resistenza a rottura, il valore medio, lo scarto quadratico medio e il relativo valore caratteristico delle corrispondenti distribuzioni di frequenza.

###### *Il controllo continuo della qualità della produzione*

Con riferimento ai materiali e ai prodotti per uso strutturale per i quali non sia disponibile una norma armonizzata ovvero la stessa ricada nel periodo di coesistenza, per i quali sia invece prevista la qualificazione con le modalità e le procedure indicate nelle Nuove norme tecniche, il servizio di controllo interno della qualità dello stabilimento produttore deve predisporre un'accurata procedura atta a mantenere sotto controllo con continuità tutto il ciclo produttivo.

Per ogni colata o per ogni lotto di produzione, contraddistinti dal proprio numero di riferimento, viene prelevato dal prodotto finito un saggio per colata e, comunque, un saggio ogni 80 t oppure un saggio per lotto e, comunque, un saggio ogni 40 t o frazione. Per quanto riguarda i profilati cavi, il lotto di produzione è definito dalle relative norme uni di prodotto, in base al numero dei pezzi.

Dai saggi di cui sopra, verranno ricavati i provini per la determinazione delle caratteristiche chimiche e meccaniche previste dalle norme europee armonizzate **uni en 10025**, **uni en 10210-1** e **uni en 10219-1**, rilevando il quantitativo in tonnellate di

prodotto finito cui la prova si riferisce.

Per quanto concerne  $f_y$  e  $f_t$ , i dati singoli raccolti, suddivisi per qualità e prodotti (secondo le gamme dimensionali), vengono riportati su idonei diagrammi per consentire di valutare statisticamente nel tempo i risultati della produzione rispetto alle prescrizioni delle presenti Norme tecniche.

I restanti dati relativi alle caratteristiche chimiche, di resilienza e di allungamento vengono raccolti in tabelle e conservati, dopo averne verificato la rispondenza alle norme **uni en 10025**, **uni en 10210-1** e **uni en 10219-1** per quanto concerne le caratteristiche chimiche e, per quanto concerne resilienza e allungamento, alle prescrizioni di cui alle tabelle delle corrispondenti norme europee della serie **uni en 10025**, ovvero alle tabelle di cui alle norme europee **uni en 10210** e **uni en 10219** per i profilati cavi.

È cura e responsabilità del produttore individuare, a livello di colata o di lotto di produzione, gli eventuali risultati anomali che portano fuori limite la produzione e di provvedere a ovviarne le cause. I diagrammi sopraindicati devono riportare gli eventuali dati anomali.

I prodotti non conformi devono essere deviati ad altri impieghi, previa punzonatura di annullamento, e tenendone esplicita nota nei registri.

La documentazione raccolta presso il controllo interno di qualità dello stabilimento produttore deve essere conservata a cura del produttore.

#### *La verifica periodica della qualità*

Con riferimento ai materiali e ai prodotti per uso strutturale per i quali non sia disponibile una norma armonizzata ovvero la stessa ricada nel periodo di coesistenza e per i quali sia invece prevista la qualificazione con le modalità e le procedure indicate nelle Nuove norme tecniche, il laboratorio incaricato deve effettuare periodicamente a sua discrezione e senza preavviso, almeno ogni sei mesi, una visita presso lo stabilimento produttore, nel corso della quale su tre tipi di prodotto, scelti di volta in volta tra qualità di acciaio, gamma merceologica e classe di spessore, effettuerà per ciascun tipo non meno di trenta prove a trazione su provette ricavate sia da saggi prelevati direttamente dai prodotti sia da saggi appositamente accantonati dal produttore in numero di almeno due per colata o lotto di produzione, relativa alla produzione intercorsa dalla visita precedente.

Inoltre, il laboratorio incaricato deve effettuare le altre prove previste (resilienza e analisi chimiche) sperimentando su provini ricavati da tre campioni per ciascun tipo sopraddetto.

Infine, si controlla che siano rispettati i valori minimi prescritti per la resilienza e quelli massimi per le analisi chimiche.

Nel caso in cui i risultati delle prove siano tali per cui viene accertato che i limiti prescritti non sono rispettati, vengono prelevati altri saggi (nello stesso numero) e ripetute le prove.

Ove i risultati delle prove, dopo ripetizione, fossero ancora insoddisfacenti, il laboratorio incaricato sospende le verifiche della qualità dandone comunicazione al servizio tecnico centrale e ripete la qualificazione dopo che il produttore ha avviato alle cause che hanno dato luogo al risultato insoddisfacente.

Per quanto concerne le prove di verifica periodica della qualità per gli acciai, con caratteristiche comprese tra i tipi S235 e S355, si utilizza un coefficiente di variazione pari all'8%.

Per gli acciai con snervamento o rottura superiore al tipo S355 si utilizza un coefficiente di variazione pari al 6%.

Per tali acciai la qualificazione è ammessa anche nel caso di produzione non continua nell'ultimo semestre e anche nei casi in cui i quantitativi minimi previsti non siano rispettati, permanendo tutte le altre regole relative alla qualificazione.

#### *I controlli su singole colate*

Negli stabilimenti soggetti a controlli sistematici, i produttori possono richiedere di loro iniziativa di sottoporsi a controlli, eseguiti a cura di un laboratorio ufficiale, su singole colate di quei prodotti che, per ragioni produttive, non possono ancora rispettare le condizioni quantitative minime per qualificarsi.

Le prove da effettuare sono quelle relative alle norme europee armonizzate **uni en 10025**, **uni en 10210-1** e **uni en 10219-1** e i valori da rispettare sono quelli di cui alle tabelle delle corrispondenti norme europee della serie **uni en 10025**, ovvero delle tabelle di cui alle norme europee **uni en 10210** e **uni en 10219** per i profilati cavi.

#### *79.7.2 I controlli nei centri di trasformazione*

##### *I centri di produzione di lamiere grecate e profilati formati a freddo. Le verifiche del direttore dei lavori*

Si definiscono *centri di produzione di prodotti formati a freddo e lamiere grecate* tutti quegli impianti che ricevono dai produttori di acciaio nastri o lamiere in acciaio e realizzano profilati formati a freddo, lamiere grecate e pannelli composti profilati, ivi compresi quelli saldati, che però non siano sottoposti a successive modifiche o trattamenti termici. Per quanto riguarda i materiali soggetti a lavorazione, può farsi utile riferimento, oltre alle norme delle tabelle 17.1 e 18.2, anche alle norme **uni en 10326** e **uni en 10149** (parti 1, 2 e 3).

Oltre alle prescrizioni applicabili per tutti gli acciai, i centri di produzione di prodotti formati a freddo e lamiere grecate devono rispettare le seguenti prescrizioni. Per le lamiere grecate da impiegare in solette composte, il produttore deve effettuare una specifica sperimentazione al fine di determinare la resistenza a taglio longitudinale di progetto  $\sigma_{u,Rd}$  della lamiera grecata.

La sperimentazione e l'elaborazione dei risultati sperimentali devono essere conformi alle prescrizioni dell'appendice B3 alla norma **uni en 1994-1**. Questa sperimentazione e l'elaborazione dei risultati sperimentali devono essere eseguite da laboratorio

indipendente di riconosciuta competenza. Il rapporto di prova deve essere trasmesso in copia al servizio tecnico centrale e deve essere riprodotto integralmente nel catalogo dei prodotti.

Nel caso di prodotti coperti da marcatura ce, il centro di produzione deve dichiarare, nelle forme e con le limitazioni previste, le caratteristiche tecniche previste dalle norme armonizzate applicabili.

I centri di produzione possono, in questo caso, derogare agli adempimenti previsti per tutti i tipi d'acciaio, relativamente ai controlli sui loro prodotti (sia quelli interni sia quelli da parte del laboratorio incaricato), ma devono fare riferimento alla documentazione di accompagnamento dei materiali di base, soggetti a marcatura ce o qualificati come previsto nelle presenti norme. Tale documentazione sarà trasmessa insieme con la specifica fornitura e farà parte della documentazione finale relativa alle trasformazioni successive.

I documenti che accompagnano ogni fornitura in cantiere devono indicare gli estremi della certificazione del sistema di gestione della qualità del prodotto che sovrintende al processo di trasformazione e, inoltre, ogni fornitura in cantiere deve essere accompagnata da copia della dichiarazione sopra citata.

Gli utilizzatori dei prodotti e/o il direttore dei lavori sono tenuti a verificare quanto sopra indicato e a rifiutare le eventuali forniture non conformi.

#### *I centri di prelaborazione di componenti strutturali*

Le Nuove norme tecniche definiscono *centri di prelaborazione o di servizio* quegli impianti che ricevono dai produttori di acciaio elementi base (prodotti lunghi e/o piani) e realizzano elementi singoli prelaborati che vengono successivamente utilizzati dalle officine di produzione che realizzano strutture complesse nell'ambito delle costruzioni.

I centri di prelaborazione devono rispettare le prescrizioni applicabili, di cui ai centri di trasformazione valevoli per tutti i tipi d'acciaio.

#### *Le officine per la produzione di carpenterie metalliche. Le verifiche del direttore dei lavori*

I controlli nelle officine per la produzione di carpenterie metalliche sono obbligatori e devono essere effettuati a cura del direttore tecnico dell'officina.

Con riferimento ai materiali e ai prodotti per uso strutturale e per i quali non sia disponibile una norma armonizzata ovvero la stessa ricada nel periodo di coesistenza, per i quali sia invece prevista la qualificazione con le modalità e le procedure indicate nelle Nuove norme tecniche, i controlli devono essere eseguiti secondo le modalità di seguito indicate.

Devono essere effettuate per ogni fornitura minimo tre prove, di cui almeno una sullo spessore massimo e una sullo spessore minimo.

I dati sperimentali ottenuti devono soddisfare le prescrizioni di cui alle tabelle delle corrispondenti norme europee armonizzate della serie **uni en 10025**, ovvero le prescrizioni delle tabelle 17.1 e 18.2 per i profilati cavi per quanto concerne l'allungamento e la resilienza, nonché delle norme europee armonizzate della serie **uni en 10025**, **uni en 10210-1** e **uni en 10219-1** per le caratteristiche chimiche.

Ogni singolo valore della tensione di snervamento e di rottura non deve risultare inferiore ai limiti tabellari.

Deve inoltre controllarsi che le tolleranze di fabbricazione rispettino i limiti indicati nelle norme europee applicabili sopra richiamate e che quelle di montaggio siano entro i limiti indicati dal progettista. In mancanza, deve essere verificata la sicurezza con riferimento alla nuova geometria.

Il prelievo dei campioni deve essere effettuato a cura del direttore tecnico dell'officina, che deve assicurare, mediante sigle, etichettature indelebili, ecc., che i campioni inviati per le prove al laboratorio incaricato siano effettivamente quelli da lui prelevati.

Per le caratteristiche dei certificati emessi dal laboratorio è fatta eccezione per il marchio di qualificazione, non sempre presente sugli acciai da carpenteria, per il quale si potrà fare riferimento a eventuali cartellini identificativi ovvero ai dati dichiarati dal produttore.

Il direttore tecnico dell'officina deve curare la registrazione di tutti i risultati delle prove di controllo interno su apposito registro, di cui dovrà essere consentita la visione a quanti ne abbiano titolo.

Tutte le forniture provenienti da un'officina devono essere accompagnate dalla seguente documentazione:

- dichiarazione, su documento di trasporto, degli estremi dell'attestato di avvenuta dichiarazione di attività, rilasciato dal servizio tecnico centrale, recante il logo o il marchio del centro di trasformazione;

- attestazione inerente l'esecuzione delle prove di controllo interno fatte eseguire dal direttore tecnico del centro di trasformazione, con l'indicazione dei giorni nei quali la fornitura è stata lavorata. Qualora il direttore dei lavori lo richieda, all'attestazione di cui sopra potrà seguire copia dei certificati relativi alle prove effettuate nei giorni in cui la lavorazione è stata effettuata.

Il direttore dei lavori è tenuto a verificare quanto sopra indicato e a rifiutare le eventuali forniture non conformi, ferme restando le responsabilità del centro di trasformazione. Della documentazione di cui sopra dovrà prendere atto il collaudatore statico, che riporterà, nel certificato di collaudo, gli estremi del centro di trasformazione che ha fornito l'eventuale materiale lavorato.

Per quanto riguarda le specifiche dei controlli, le procedure di qualificazione e i documenti di accompagnamento dei manufatti

in acciaio prefabbricati in serie, si rimanda agli equivalenti paragrafi del § 11.8. delle Nuove norme tecniche, ove applicabili.

*Le officine per la produzione di bulloni e di chiodi. Le verifiche del direttore dei lavori*

I produttori di bulloni e chiodi per carpenteria metallica devono dotarsi di un sistema di gestione della qualità del processo produttivo per assicurare che il prodotto abbia i requisiti previsti dalle presenti norme e che tali requisiti siano costantemente mantenuti fino alla posa in opera.

Il sistema di gestione della qualità del prodotto che sovrintende al processo di fabbricazione deve essere predisposto in coerenza con la norma **uni en iso 9001** e certificato da parte di un organismo terzo indipendente, di adeguata competenza ed organizzazione, che opera in coerenza con le norme **uni cei en iso/iec 17021**.

I documenti che accompagnano ogni fornitura in cantiere di bulloni o chiodi da carpenteria devono indicare gli estremi della certificazione del sistema di gestione della qualità.

I produttori di bulloni e chiodi per carpenteria metallica sono tenuti a dichiarare al servizio tecnico centrale la loro attività, con specifico riferimento al processo produttivo e al controllo di produzione in fabbrica, fornendo copia della certificazione del sistema di gestione della qualità.

La dichiarazione sopra citata deve essere confermata annualmente al servizio tecnico centrale, con allegata una dichiarazione attestante che nulla è variato, nel prodotto e nel processo produttivo, rispetto alla precedente dichiarazione, ovvero nella quale siano descritte le avvenute variazioni.

Il servizio tecnico centrale attesta l'avvenuta presentazione della dichiarazione.

Ogni fornitura di bulloni o chiodi in cantiere o nell'officina di formazione delle carpenterie metalliche deve essere accompagnata da copia della dichiarazione sopra citata e della relativa attestazione da parte del servizio tecnico centrale.

Il direttore dei lavori è tenuto a verificare quanto sopra indicato e a rifiutare le eventuali forniture non conformi.

#### 79.7.3 I controlli di accettazione in cantiere da parte del direttore dei lavori

I controlli in cantiere, demandati al direttore dei lavori, sono obbligatori e devono essere eseguiti secondo le medesime indicazioni valedoli per i centri di trasformazione, effettuando un prelievo di almeno tre saggi per ogni lotto di spedizione, di massimo 30 t.

Qualora la fornitura, di elementi lavorati, provenga da un centro di trasformazione, il direttore dei lavori, dopo essersi accertato preliminarmente che il suddetto centro di trasformazione sia in possesso di tutti i requisiti previsti dalle Nuove norme tecniche, può recarsi presso il medesimo centro di trasformazione ed effettuare in stabilimento tutti i controlli di cui sopra. In tal caso, il prelievo dei campioni deve essere effettuato dal direttore tecnico del centro di trasformazione secondo le disposizioni del direttore dei lavori. Quest'ultimo deve assicurare, mediante sigle, etichettature indelebili, ecc., che i campioni inviati per le prove al laboratorio incaricato siano effettivamente quelli da lui prelevati, nonché sottoscrivere la relativa richiesta di prove.

Per le modalità di prelievo dei campioni, di esecuzione delle prove e di compilazione dei certificati valgono le medesime disposizioni per i centri di trasformazione.

### 79.8 Norme di riferimento

#### 79.8.1 Esecuzione

**uni 552** – *Prove meccaniche dei materiali metallici. Simboli, denominazioni e definizioni;*

**uni 3158** – *Acciai non legati di qualità in getti per costruzioni meccaniche di impiego generale. Qualità, prescrizioni e prove;*

**uni env 1090-1** – *Esecuzione di strutture di acciaio. Regole generali e regole per gli edifici;*

**uni env 1090-2** – *Esecuzione di strutture di acciaio. Regole supplementari per componenti e lamiere di spessore sottile formati a freddo;*

**uni env 1090-3** – *Esecuzione di strutture di acciaio. Regole supplementari per gli acciai ad alta resistenza allo snervamento;*

**uni env 1090-4** – *Esecuzione di strutture di acciaio. Regole supplementari per strutture reticolari realizzate con profilati cavati;*

**uni env 1090-6** – *Esecuzione di strutture di acciaio. Regole supplementari per l'acciaio inossidabile;*

**uni en iso 377** – *Acciaio e prodotti di acciaio. Prelievo e preparazione dei saggi e delle provette per prove meccaniche;*

**uni en 10002-1** – *Materiali metallici. Prova di trazione. Metodo di prova (a temperatura ambiente);*

**uni en 10045-1** – *Materiali metallici. Prova di resilienza su provetta Charpy. Metodo di prova.*

#### 79.8.2 Elementi di collegamento

**uni en iso 898-1** – *Caratteristiche meccaniche degli elementi di collegamento di acciaio. Viti e viti prigioniere;*

**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;

**uni en 5592** – Dadi esagonali normali. Filettatura metrica iso a passo grosso e a passo fine. Categoria C;

**uni en iso 4016** – Viti a testa esagonale con gambo parzialmente filettato. Categoria C.

#### 79.8.3 Profilati cavi

**uni en 10210-1** – Profilati cavi finiti a caldo di acciai non legati e a grano fine per impieghi strutturali. Condizioni tecniche di fornitura;

**uni en 10210-2** – Profilati cavi finiti a caldo di acciai non legati e a grano fine per impieghi strutturali. Tolleranze, dimensioni e caratteristiche del profilo;

**uni en 10219-1** – Profilati cavi formati a freddo di acciai non legati e a grano fine per strutture saldate. Condizioni tecniche di fornitura;

**uni en 10219-2** – Profilati cavi formati a freddo di acciai non legati e a grano fine per strutture saldate - Tolleranze, dimensioni e caratteristiche del profilo.

#### 79.8.4 Prodotti laminati a caldo

**uni en 10025-1** – Prodotti laminati a caldo di acciai per impieghi strutturali. Parte 1: Condizioni tecniche generali di fornitura;

**uni en 10025-2** – Prodotti laminati a caldo di acciai per impieghi strutturali. Parte 2: Condizioni tecniche di fornitura di acciai non legati per impieghi strutturali;

**uni en 10025-3** – Prodotti laminati a caldo di acciai per impieghi strutturali. Parte 3: Condizioni tecniche di fornitura di acciai per impieghi strutturali saldabili a grano fine allo stato normalizzato/normalizzato laminato;

**uni en 10025-4** – Prodotti laminati a caldo di acciai per impieghi strutturali. Parte 4: Condizioni tecniche di fornitura di acciai per impieghi strutturali saldabili a grano fine ottenuti mediante laminazione termomeccanica;

**uni en 10025-5** – Prodotti laminati a caldo di acciai per impieghi strutturali. Parte 5: Condizioni tecniche di fornitura di acciai per impieghi strutturali con resistenza migliorata alla corrosione atmosferica;

**uni en 10025-6** – Prodotti laminati a caldo di acciai per impieghi strutturali. Parte 6: Condizioni tecniche di fornitura per prodotti piani di acciaio per impieghi strutturali ad alto limite di snervamento, bonificati.

## Art. 80 Muratura portante e malte

### 80.1 Elementi per muratura

Gli elementi per muratura portante devono essere conformi alle norme europee armonizzate della serie uni en 771 e, secondo quanto specificato al punto A del paragrafo 11.1 delle Nuove norme tecniche, recare la marcatura ce.

### 80.2 Gli elementi resistenti

#### 80.2.1 Gli elementi artificiali

Per gli elementi resistenti artificiali (laterizio o calcestruzzo) da impiegare con funzione resistente si applicano le prescrizioni per le norme d'accettazione previste dalle Nuove norme tecniche.

Gli elementi resistenti artificiali possono essere dotati di fori in direzione normale al piano di posa (foratura verticale) oppure in direzione parallela (foratura orizzontale). Gli elementi possono essere rettificati sulla superficie di posa.

Gli elementi sono classificati in base alla percentuale di foratura  $\phi$  e all'area media della sezione normale di ogni singolo foro  $f$ . I fori devono essere distribuiti pressoché uniformemente sulla faccia dell'elemento. La percentuale di foratura è espressa dalla relazione

$$\phi = 100 F/A$$

Dove  $F$  = area complessiva dei fori passanti e profondi non passanti

$A$  = area lorda della faccia dell'elemento di muratura delimitata dal suo perimetro.

Nel caso dei blocchi in laterizio estrusi, la percentuale di foratura  $\phi$  coincide con la percentuale in volume dei vuoti, come definita dalla norma uni en 772-9.

Gli elementi possono avere incavi di limitata profondità destinati ad essere riempiti dal letto di malta.

Elementi di laterizio di area lorda  $A$  maggiore di 300 cm<sup>2</sup> possono essere dotati di un foro di presa di area massima pari a 35 cm<sup>2</sup>, da computare nella percentuale complessiva della foratura, avente lo scopo di agevolare la presa manuale. Per  $A$  superiore a 580 cm<sup>2</sup> sono ammessi due fori, ciascuno di area massima pari a 35 cm<sup>2</sup>, oppure un foro di presa o per l'eventuale alloggiamento dell'armatura la cui area non superi 70 cm<sup>2</sup>.

Le tabelle 19.1 e 19.2 riportano la classificazione per gli elementi in laterizio e calcestruzzo.

#### Tabella 19.1. Classificazione di elementi in laterizio

Elementi	Percentuale di foratura $\phi$	Area $f$ della sezione normale del foro
Pieni	$\phi = 15\%$	$f = 9 \text{ cm}^2$
Semipieni	$15\% < \phi = 45\%$	$f = 12 \text{ cm}^2$
Forati	$45\% < \phi = 55\%$	$f = 15 \text{ cm}^2$

**Tabella 19.2. Classificazione di elementi in calcestruzzo**

Elementi	Percentuale di foratura $\phi$	Area $f$ della sezione normale del foro	
		$A = 900 \text{ cm}^2$	$A > 900 \text{ cm}^2$
Pieni	$\phi = 15\%$	$f = 0,10 A$	$f = 0,15 A$
Semipieni	$15\% < \phi = 45\%$	$f = 0,10 A$	$f = 0,15 A$
Forati	$45\% < \phi = 55\%$	$f = 0,10 A$	$f = 0,15 A$



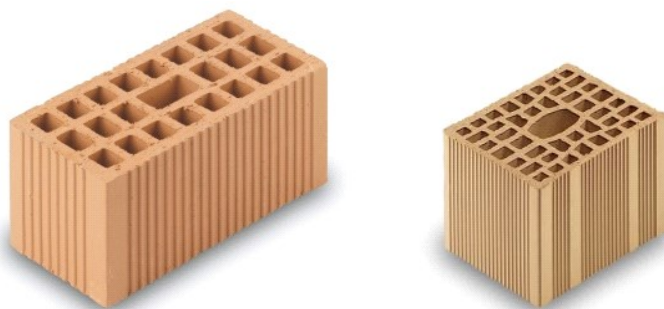
**Figura 19.1**

Esempio di mattone pieno  $\phi = 15\%$  in laterizio per murature portanti (fonte: [www.fornacetrezzo.it](http://www.fornacetrezzo.it))



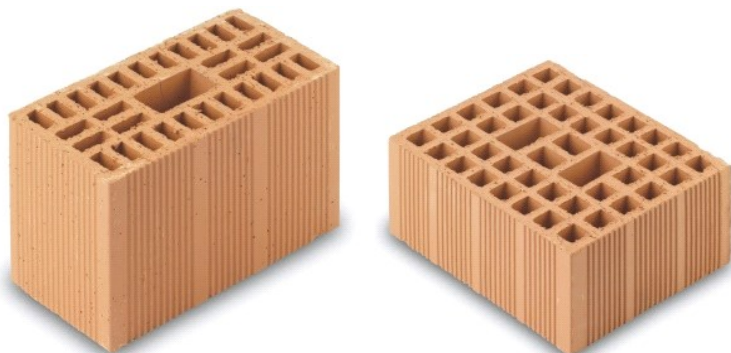
**Figura 19.2**

Esempio di mattone semipieno  $15\% < \phi = 45\%$  in laterizio per murature portanti (fonte: [www.fornacetrezzo.it](http://www.fornacetrezzo.it))



**Figura 19.3**

**Esempi di blocchi semipieni  $15% < \phi = 45%$  in laterizio per murature portanti**



**Figura 19.4**

**Esempi di blocchi forati  $45% < \phi = 55%$  in laterizio per murature portanti**

80.2.2 Gli elementi naturali

Gli elementi naturali sono ricavati da materiale lapideo che deve essere non friabile o sfaldabile e resistente al gelo. Non devono contenere in misura sensibile sostanze solubili o residui organici. Gli elementi murari devono essere integri e non devono presentare zone alterate o removibili.

Gli elementi devono possedere i requisiti di resistenza meccanica e adesività alle malte determinati, secondo le modalità descritte nel paragrafo 11.10 delle Nuove norme tecniche per le costruzioni.

80.2.3 L'attestazione di conformità

Gli elementi per muratura portante devono essere conformi alle norme europee armonizzate della serie uni en 771 e, secondo quanto specificato al punto A del paragrafo 11.1 delle Nuove norme tecniche, recare la marcatura ce, secondo il sistema di attestazione della conformità indicato nella tabella 19.3.

Il Sistema 2+ (certificazione del controllo di produzione in fabbrica) è quello specificato all'art. 7, comma 1, lettera B, procedura 1 del D.P.R. n. 246/1993, comprensiva della sorveglianza, giudizio e approvazione permanenti del controllo di produzione in fabbrica.

Il Sistema 4 (autodichiarazione del produttore) è quello specificato all'art. 7, comma 1, lettera B, procedura 3, del D.P.R. n. 246/1993.

Gli elementi di categoria I hanno un controllo statistico eseguito in conformità con le citate norme armonizzate, che fornisce resistenza caratteristica “a compressione” riferita al frattile 5%. Gli elementi di categoria II non soddisfano questi requisiti.

L'uso di elementi per muratura portante di categoria I e II è subordinato all'adozione, nella valutazione della resistenza di progetto, del corrispondente coefficiente di sicurezza  $\gamma_m$ .

**Tabella 19.3. Sistema di attestazione della conformità**

Specifiche tecniche europee di riferimento	Categoria	Sistema di attestazione della conformità
Specifiche per elementi per muratura: elementi per muratura di laterizio, silicato di calcio, in calcestruzzo vibrocompresso (aggregati pesanti e leggeri), in calcestruzzo aerato autoclavato, pietra agglomerata, pietra naturale uni en 771-1, 771-2, 771-3, 771-4, 771-5, 771-6	Categoria I	2+
	Categoria II	4

#### 80.2.4 Le prove di accettazione

Oltre a quanto previsto al punto A del paragrafo 11.1 delle Nuove norme tecniche, il direttore dei lavori è tenuto a far eseguire ulteriori prove di accettazione sugli elementi per muratura portante pervenuti in cantiere e sui collegamenti, secondo le metodologie di prova indicate nelle citate norme armonizzate.

Le prove di accettazione su materiali di cui al presente paragrafo sono obbligatorie e devono essere eseguite e certificate presso un laboratorio ufficiale di cui all'art. 59 del D.P.R. n. 380/2001.

La resistenza a compressione degli elementi resistenti artificiali o naturali

Il controllo di accettazione in cantiere ha lo scopo di accertare se gli elementi da mettere in opera abbiano le caratteristiche dichiarate dal produttore.

Tale controllo sarà effettuato su almeno tre campioni, costituiti ognuno 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 risultino verificate entrambe le disuguaglianze:

$$(f_1 + f_2 + f_3)/3 = 1,20 f_{bk} \quad f_1 = 0,90 f_{bk}$$

dove

$f_{bk}$  è la resistenza caratteristica a compressione dichiarata dal produttore.

Al direttore dei lavori spetta comunque l'obbligo di provare, 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.

Le modalità di prova sono riportate nella norma uni en 772-1.

Norme di riferimento

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

uni en 771-1 – Specifica per elementi per muratura. Parte 1: Elementi per muratura di laterizio;

uni en 771-2 – Specifica per elementi di muratura. Parte 2: Elementi di muratura di silicato di calcio;

uni en 771-3 – Specifica per elementi di muratura. Parte 3: Elementi per muratura di calcestruzzo vibrocompresso (aggregati pesanti e leggeri);

uni en 771-4 – Specifica per elementi di muratura. Parte 4: Elementi di muratura di calcestruzzo aerato autoclavato;

uni en 771-5 – Specifica per elementi di muratura. Parte 5: Elementi per muratura di pietra agglomerata;

uni en 771-6 – Specifica per elementi di muratura. Parte 6: Elementi di muratura di pietra naturale;

uni en 772-1 – Metodi di prova per elementi di muratura. Determinazione della resistenza a compressione;

uni en 772-2 – Metodi di prova per elementi di muratura. Determinazione dell'area percentuale dei vuoti in elementi di muratura in calcestruzzo (metodo dell'impronta su carta);

uni en 772-3 – Metodi di prova per elementi di muratura. Determinazione del volume netto e della percentuale dei vuoti degli elementi di muratura di laterizio mediante pesatura idrostatica;

uni en 772-4 – Metodi di prova per elementi di muratura. Determinazione della massa volumica reale ed apparente e della porosità aperta e totale degli elementi di muratura in pietra naturale;

uni en 772-5 – Metodi di prova per elementi di muratura. Determinazione del tenore di sali solubili attivi degli elementi di muratura di laterizio;

uni en 772-6 – Metodi di prova per elementi di muratura. Determinazione della resistenza a trazione per flessione degli elementi di muratura di calcestruzzo;

uni en 772-7 – Metodi di prova per elementi di muratura. Determinazione dell'assorbimento d'acqua di strati impermeabili all'umidità di elementi di muratura di laterizio mediante bollitura in acqua;

uni en 772-9 – Metodi di prova per elementi di muratura. Determinazione del volume e della percentuale dei vuoti e del volume netto degli elementi di muratura in silicato di calcio mediante riempimento con sabbia;

uni en 772-10 – Metodi di prova per elementi di muratura. Determinazione del contenuto di umidità in elementi di muratura in silicato di calcio e in calcestruzzo aerato autoclavato;

uni en 772-11 – Metodi di prova per elementi di muratura. Determinazione dell'assorbimento d'acqua degli elementi di muratura di calcestruzzo, di materiale lapideo agglomerato e naturale dovuta alla capillarità e al tasso iniziale di assorbimento d'acqua degli elementi di muratura di laterizio;

uni en 772-14 – Metodi di prova per elementi di muratura. Determinazione della variazione di umidità di elementi di muratura di calcestruzzo e di materiale lapideo agglomerato;

uni en 772-15 – Metodi di prova per elementi di muratura. Determinazione della permeabilità al vapore acqueo di elementi di muratura di calcestruzzo aerato autoclavato;

uni en 772-16 – Metodi di prova per elementi di muratura. Parte 16: Determinazione delle dimensioni;

uni en 772-18 – Metodi di prova per elementi di muratura. Determinazione della resistenza al gelo/disgelo degli elementi di muratura di silicato di calcio;

uni en 772-19 – Metodi di prova per elementi di muratura. Determinazione della dilatazione all'umidità di grandi elementi da muratura in laterizio con fori orizzontali;

uni en 772-20 – Metodi di prova per elementi di muratura. Parte 20: Determinazione della planarità delle facce degli elementi di muratura.

### 80.3 Malte per muratura e ripristini di strutture in cemento armato

#### 80.3.1 Le malte a prestazione garantita

La malta per muratura portante deve garantire prestazioni adeguate al suo impiego in termini di durabilità e di prestazioni meccaniche e deve essere conforme alla norma armonizzata uni en 998-2 e, per i materiali e prodotti per uso strutturale per i quali sia disponibile una norma europea armonizzata il cui riferimento sia pubblicato sulla guue, recare la marcatura ce, secondo il sistema di attestazione della conformità indicato nella tabella 19.4.

Per garantire durabilità è necessario che i componenti la miscela non contengano sostanze organiche, grasse, terrose o argillose. Le calci aeree e le pozzolane devono possedere le caratteristiche tecniche e i requisiti previsti dalle norme vigenti.

Le prestazioni meccaniche di una malta sono definite mediante la sua resistenza media a compressione  $f_m$ . La categoria di una malta è definita da una sigla costituita dalla lettera M seguita da un numero che indica la resistenza  $f_m$  espressa in N/mm<sup>2</sup> secondo la tabella 19.5. Per l'impiego in muratura portante non è ammesso l'impiego di malte con resistenza  $f_m < 2,5$  N/mm<sup>2</sup>.

Le modalità per la determinazione della resistenza a compressione delle malte sono riportate nella norma uni en 1015-11.

**Tabella 19.4. Sistema di attestazione della conformità delle malte per muratura portante**

Specifiche tecniche europee di riferimento	Uso previsto	Sistema di attestazione della conformità
Malta per murature uni en 998-2	Usi strutturali	2+

**Tabella 19.5. Classi di malte a prestazione garantita**

Classe	M 2,5	M 5	M 10	M 15	M 20	M d <sup>1</sup>
Resistenza a compressione (N/mm <sup>2</sup> )	2,5	5	10	15	20	d

<sup>1</sup> d è una resistenza a compressione maggiore di 25 N/mm<sup>2</sup> dichiarata dal produttore.

#### 80.3.2 Le malte a composizione prescritta

Le classi di malte a composizione prescritta sono definite in rapporto alla composizione in volume, secondo la tabella 19.7.

Malte di diverse proporzioni nella composizione, preventivamente sperimentate con le modalità riportate nella norma uni en 1015-11, possono essere ritenute equivalenti a quelle indicate qualora la loro resistenza media a compressione non risulti inferiore a quanto previsto in tabella 19.6.

**Tabella 19.6. Classi di malte a composizione prescritta**

Classe	Tipo di malta	Composizione				
		Cemento	Calce aerea	Calce idraulica	Sabbia	Pozzolana
M 2,5	Idraulica	-	-	1	3	-
M 2,5	Pozzolonica	-	1	-	-	3
M 2,5	Bastarda	1	-	2	9	-
M 5	Bastarda	1	-	1	5	-
M 8	Cementizia	2	-	1	8	-
M 12	Cementizia	1	-	-	3	-

**Tabella 19.7. 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

#### 80.3.3 Malte premiscelate

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.

#### 80.3.4 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 cemento armato, 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.

##### Norme di riferimento

- uni 8993 – Malte cementizie espansive premiscelate per ancoraggi. Definizione e classificazione (ritirata senza sostituzione);
- uni 8994 – Malte cementizie espansive premiscelate per ancoraggi. Controllo dell'idoneità (ritirata senza sostituzione);
- uni 8995 – Malte cementizie espansive premiscelate per ancoraggi. Determinazione della massa volumica della malta fresca (ritirata senza sostituzione);
- uni 8996 – Malte cementizie espansive premiscelate per ancoraggi. Determinazione dell'espansione libera in fase plastica (ritirata senza sostituzione);
- uni 8997 – Malte cementizie espansive premiscelate per ancoraggi. Malte superfluide. Determinazione della consistenza mediante cabaletta (ritirata senza sostituzione);
- uni 8998 – Malte cementizie espansive premiscelate per ancoraggi. Determinazione della quantità d'acqua d'impasto essudata (ritirata senza sostituzione);
- 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.

#### 80.3.5 Metodi di prova delle malte cementizie

##### Norme di riferimento

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. Parte 1. Determinazione della distribuzione granulometrica (mediante staccatura);
- uni en 1015-2 – Metodi di prova per malte per opere murarie. Parte 2. Campionamento globale e preparazione delle malte di prova;
- uni en 1015-3 – Metodi di prova per malte per opere murarie. Parte 3. Determinazione della consistenza della malta fresca (mediante tavola a scosse);

- uni en 1015-4 – Metodi di prova per malte per opere murarie. Parte 4. Determinazione della consistenza della malta fresca (mediante penetrazione della sonda);
- uni en 1015-6 – Metodi di prova per malte per opere murarie. Parte 6. Determinazione della massa volumica apparente della malta fresca;
- uni en 1015-7 – Metodi di prova per malte per opere murarie. Parte 7. Determinazione del contenuto d'aria della malta fresca;
- uni en 1015-9 – Metodi di prova per malte per opere murarie. Parte 9: Determinazione del tempo di lavorabilità e del tempo di correzione della malta fresca;
- uni en 1015-10 – Metodi di prova per malte per opere murarie. Parte 10: Determinazione della massa volumica apparente della malta indurita essiccata;
- uni en 1015-17 – Metodi di prova per malte per opere murarie. Parte 17: Determinazione del contenuto di cloruro solubile in acqua delle malte fresche;
- uni en 1015-18 – Metodi di prova per malte per opere murarie. Determinazione del coefficiente di assorbimento d'acqua per capillarità della malta indurita;
- 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 en 1170-8 – Malte e paste di cemento rinforzate con fibre di vetro (grc). Prova mediante cicli climatici.

#### 80.4 Verifica sperimentale dei parametri meccanici della muratura

Le proprietà fondamentali in base alle quali si classifica una muratura sono le seguenti:

- la resistenza caratteristica a compressione  $f_k$ ;
- la resistenza caratteristica a taglio in assenza di azione assiale  $f_{vk0}$ ;
- il modulo di elasticità normale secante  $E$ ;
- il modulo di elasticità tangenziale secante  $G$ .

La resistenze caratteristiche  $f_k$  e  $f_{vk0}$  devono essere determinate o per via sperimentale su campioni di muro o, con alcune limitazioni, in funzione delle proprietà dei componenti.

In ogni caso, i valori delle caratteristiche meccaniche utilizzate per le verifiche deve essere indicata nel progetto delle opere.

Per progetti nei quali la verifica di stabilità richiede un valore di  $f_k$  maggiore o uguale a 8 N/mm<sup>2</sup>, la direzione dei lavori deve procedere al controllo del valore di  $f_k$ , mediante prove sperimentali.

##### 80.4.1 La resistenza a compressione

La determinazione sperimentale della resistenza a compressione

La resistenza caratteristica sperimentale a compressione si determina su  $n$  muretti ( $n = 6$ ), seguendo sia per la confezione sia per la prova, le modalità indicate qui di seguito.

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 è eseguita su di un letto di malta alla base e la faccia superiore è finita con uno strato di malta. Dopo una stagionatura di 28 giorni a 20 °C e al 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.

La resistenza caratteristica  $f_k$  è data dalla relazione:

$$f_k = f_m \cdot k^s$$

dove

$f_m$  = resistenza media

$s$  = stima dello scarto

$k$  = coefficiente riportato nel prospetto seguente:

n	6	8	10	12	20
---	---	---	----	----	----

k	2,33	2,19	2,1	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 40 · 40 · 160 mm da sottoporre a flessione e, quindi, a compressione sulle sei metà risultanti, secondo la norma uni en 998-2;
- elementi resistenti: n. 10 elementi da sottoporre a compressione con direzione del carico normale al letto di posa.

Norma di riferimento

uni en 998-2 – Specifiche per malte per opere murarie. Malte da muratura.

La stima della resistenza a compressione

In sede di progetto, 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 della malta tramite i dati della tabella 19.8. La validità di tale tabella è limitata a quelle murature aventi giunti orizzontali e verticali riempiti di malta e di spessore compreso tra 5 e 15 mm.

Per valori non contemplati nella tabella 19.8, è ammessa l'interpolazione lineare. In nessun caso sono ammesse estrapolazioni.

Tabella 19.8. Valori della  $f_k$  per murature in elementi artificiali pieni e semipieni

Resistenza caratteristica a compressione $f_{bk}$ dell'elemento (N/mm <sup>2</sup> )	Tipo di malta			
	M15	M10	M5	M2.5
2,0	1,2	1,2	1,2	1,2
3,0	2,2	2,2	2,2	2,0
5,0	3,5	3,4	3,3	3,0
7,5	5,0	4,5	4,1	3,5
10,0	6,2	5,3	4,7	4,1
15,0	8,2	6,7	6,0	5,1
20,0	9,7	8,0	7,0	6,1
30,0	12,0	10,0	8,6	7,2
40,0	14,3	12,0	10,4	-

Nel caso di murature costituite da elementi naturali, si assume convenzionalmente la resistenza caratteristica a compressione dell'elemento  $f_{bk}$  pari a:

$$f_{bk} = 0,75 f_{bm}$$

dove  $f_{bm}$  rappresenta la resistenza media a compressione degli elementi in pietra squadrata.

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 tabella 19.9. Per valori non contemplati in tabella è ammessa l'interpolazione lineare. In nessun caso sono ammesse estrapolazioni.

Tabella 19.9. Valori della  $f_k$  per murature in elementi naturali di pietra squadrata (valori in N/mm<sup>2</sup>)

Resistenza caratteristica a compressione $f_{bk}$ dell'elemento	Tipo di malta			
	M15	M10	M5	M2.5
2,0	1,0	1,0	1,0	1,0
3,0	2,2	2,2	2,2	2,0
5,0	3,5	3,4	3,3	3,0
7,5	5,0	4,5	4,1	3,5
10,0	6,2	5,3	4,7	4,1
15,0	8,2	6,7	6,0	5,1
20,0	9,7	8,0	7,0	6,1



30,0	12,0	10,0	8,6	7,2
$\geq 40,0$	14,3	12,0	10,4	-

La resistenza caratteristica a taglio in assenza di tensioni normali

La determinazione sperimentale della resistenza a taglio

La resistenza caratteristica sperimentale a taglio si determina su n campioni ( $n \geq 6$ ) seguendo, sia per la confezione che per la prova, le modalità indicate nella norma uni en 1052-3 e, per quanto applicabile, la norma uni en 1052-4.

I provini, distinti nelle classi tipo A (se  $b \leq 200$  mm) e tipo B (se  $b > 200$  mm), secondo la norma uni en 1052-3, devono avere le dimensioni riportate nella tabella 19.10.

Tabella 19.10. Dimensioni dei provini

Dimensioni elemento		Tipo e dimensioni dei provini	
h (mm)	b (mm)	Tipo	Dimensioni (mm)
$\leq 300$	$\leq 200$	A	$h = l_u^1$
$> 300$	$\leq 200$	A	$h = 300$
$\leq 300$	$> 200$	B	$c = 300$ $h = l_u$
$> 300$	$> 200$	B	$c = 200$ $h = 300$

<sup>1</sup> La lunghezza ( $l_u$ ) degli elementi è in conformità alla norma en 772-16.

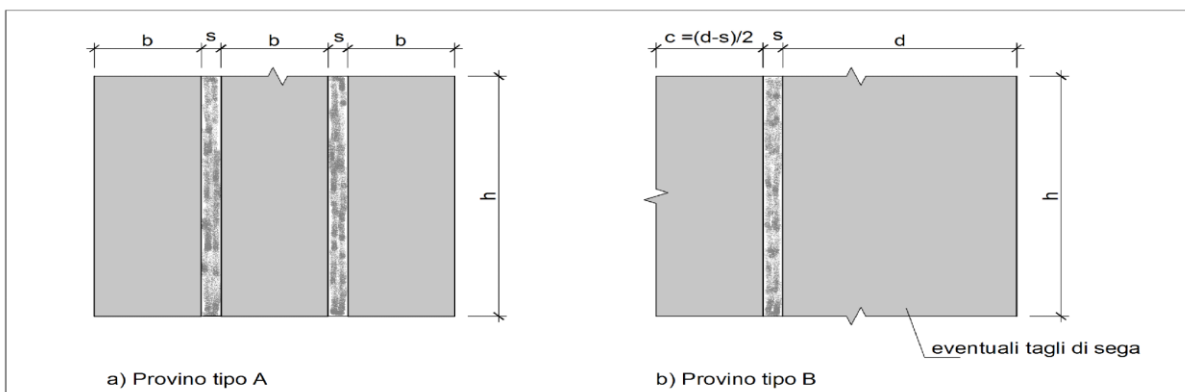


Figura 19.5

Dimensioni dei provini di muratura per prova, per la determinazione sperimentale della resistenza a taglio (modificata uni en 1052-3)

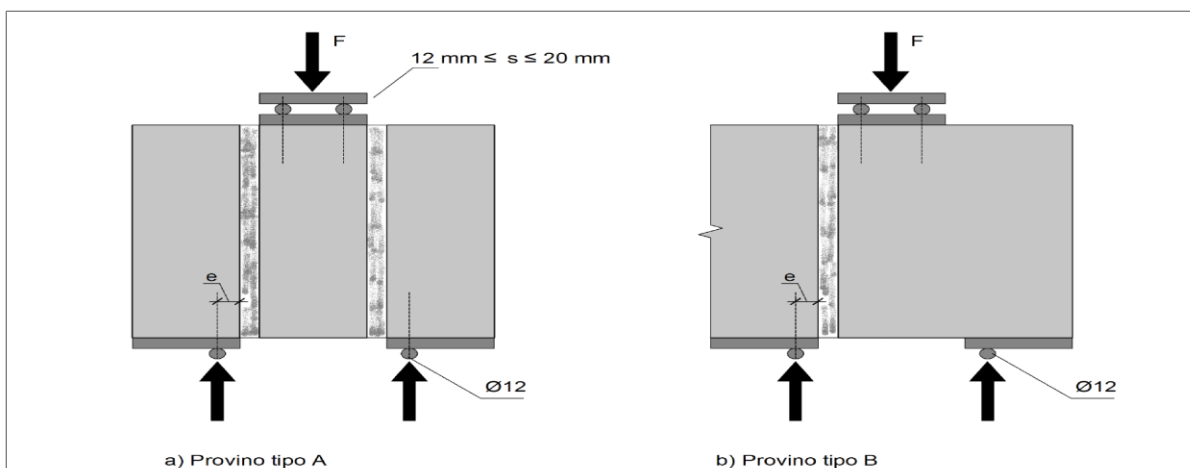


Figura 19.6

Carico di prova per la determinazione sperimentale della resistenza a taglio  
(modificata uni en 1052-3)

Per ogni provino deve essere determinata la resistenza a taglio  $f_{voi}$  più vicina a 0,01 N/mm<sup>2</sup>, mediante le seguenti relazioni:

$$f_{voi} = (N/mm^2)$$

dove

$$f_{voi} = \frac{F_{i,max}}{2 \cdot A_i}$$

$F_{i,max}$  = carico di taglio massimo (N)

$A_i$  = area della sezione trasversale del provino parallela ai giunti orizzontali (mm<sup>2</sup>).

La resistenza caratteristica  $f_{vk0}$  sarà dedotta dalla resistenza media  $f_{vm}$ , ottenuta dai risultati delle prove, mediante la relazione:

$$f_{vk0} = 0,7 \cdot f_{vm}$$

La stima della resistenza a taglio

In sede di progetto, per le murature formate da elementi artificiali pieni o semipieni ovvero in pietra naturale squadrata, il valore di  $f_{vk0}$  può essere dedotto dalla resistenza a compressione degli elementi, tramite la tabella 19.11. La validità di tale tabella è limitata a quelle murature aventi giunti orizzontali e verticali riempiti di malta, le cui dimensioni sono comprese tra 5 e 15 mm. Per valori non contemplati in tabella è ammessa l'interpolazione lineare. In nessun caso sono ammesse estrapolazioni.

Tabella 19.11. Resistenza caratteristica a taglio in assenza di tensioni normali  $f_{vk0}$  (valori in N/mm<sup>2</sup>)

Tipo di elemento resistente	Resistenza caratteristica a compressione $f_{bk}$ dell'elemento	Classe di malta	$f_{vk0}$ (N/mm <sup>2</sup> )
Laterizio pieno e semipieno	$f_{bk} > 15$	M10 <= M <= M20	0,30
	$7,5 < f_{bk} <= 15$	M5 <= M <= M10	0,20
	$f_{bk} <= 7,5$	M2,5 <= M <= M5	0,10
Calcestruzzo; silicato di calcio; elemento autoclavato; pietra naturale squadrata	$f_{bk} > 15$	M10 <= M <= M20	0,20
	$7,5 < f_{bk} <= 15$	M5 <= M <= M10	0,15
	$f_{bk} <= 7,5$	M2,5 <= M <= M5	0,10

La resistenza caratteristica a taglio in presenza di tensioni di compressione

In presenza di tensioni di compressione, la resistenza caratteristica a taglio della muratura  $f_{vk}$  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 relazione:

$$f_{vk} = f_{vk0} + 0,4 \sigma_n$$

Dove :  $f_{vk0}$  è la resistenza caratteristica a taglio in assenza di carichi verticali

$\sigma_n$  è la tensione normale media dovuta ai carichi verticali agenti nella sezione di verifica.

Per elementi resistenti artificiali semipieni o forati deve risultare soddisfatta la relazione:

Dove :  $f_{vk,lim}$  è il valore massimo della  $f_{vk} \leq f_{vk,lim} = 1,4 \bar{f}_{bk}$  resistenza caratteristica a taglio che può essere impiegata nel calcolo

$\bar{f}_{bk}$  è il valore caratteristico della resistenza degli elementi in direzione orizzontale e nel piano del muro, da ricavare secondo le modalità descritte nella relativa norma della serie uni en 771.

I moduli di elasticità secanti

Il modulo di elasticità normale secante della muratura deve essere valutato sperimentalmente su n muretti (n = 6), seguendo sia per la confezione sia per la prova le modalità indicate nella norma uni en 1052-1. Per ogni provino deve essere calcolata la resistenza a compressione arrotondata a 0,1 N/mm<sup>2</sup> con la relazione:

$$f_i = \frac{F_{i,max}}{A}$$

(N/mm<sup>2</sup>)

Il valore del modulo elastico secante è dato dalla media delle deformazioni dei quattro punti di misura che si sono verificati in uno sforzo pari ad 1/3 dello sforzo massimo ottenuto:

$$E_i = \frac{F_{i,max}}{3 \cdot \epsilon_i \cdot A_i}$$

(N/ mm<sup>2</sup>)

Il calcolo del valore modulo di elasticità medio deve essere arrotondato a 100 N/mm<sup>2</sup>.

## Art. 81 Tubazioni

### 81.1 Tubi in acciaio

Per le condizioni tecniche generali di fornitura si farà riferimento alla norma UNI 5447. I tubi dovranno essere costituiti da acciaio non legato e corrispondere alla normativa generale di unificazione di seguito riportata:

**UNI 663** - Tubi senza saldatura di acciaio non legato. Tubi lisci per usi generici. Qualità, prescrizioni e prove (sostituita in parte da UNI 7287).

**UNI 7091**- Tubi saldati di acciaio non legato. Tubi lisci per usi generici (sostituita in parte da UNI 7288).

**UNI 7287**- Tubi con estremità lisce, senza saldatura, di acciaio non legato senza prescrizioni di qualità.

**UNI 7288**- Tubi con estremità lisce, saldati, di acciaio non legato senza prescrizioni di qualità.

Per la classificazione, i *tubi senza saldatura* UNI 663 ed UNI 7287 verranno distinti, secondo il tipo di materiale, il grado di precisione della lavorazione ed i particolari requisiti chimico-meccanici, nelle seguenti categorie:

1) - *Tubi senza prescrizioni di qualità* (ex commerciali: acciaio Fe 320)

2) - *Tubi di classe normale*

3) - *Tubi di classe superiore*

Analogamente, i *tubi saldati* UNI 7091 ed UNI 7288 verranno distinti nelle stesse categorie delle quali, la prima, prevede tubi fabbricati con acciaio tipo Fe 320, la seconda e la terza, tubi con acciaio di qualità superiore.

I tubi dovranno risultare ragionevolmente diritti a vista e presentare sezione circolare entro le tolleranze prescritte; saranno privi di difetti superficiali (interni ed esterni) che possano pregiudicare l'impiego: nel caso, è ammessa la loro eliminazione purchè lo spessore non scenda sotto il minimo prescritto.

I tubi ed i relativi pezzi speciali dovranno avere la superficie interna ed esterna protetta con rivestimenti appropriati e specificati in Elenco. Tali rivestimenti saranno del tipo:

- a) - *Zincato*: effettuato con zinco ZN A 98,25 UNI 2013 secondo le prescrizioni della norma UNI EN 10240.
- b) - *Bituminoso esterno tipo "normale"*: costituito da una leggera pellicola di bitume ed uno strato protettivo isolante, di adeguato spessore, di miscela bituminosa armata con doppio strato di feltro di vetro impregnato con la stessa miscela.
- c) - *Bituminoso esterno tipo "pesante"*: costituito come in precedenza ma armato con uno strato di feltro e l'altro di tessuto di vetro
- d) - *Bituminoso interno*: costituito da semplice bitumatura o da rivestimento a spessore con pellicola di bitume e strato di miscela.
- e) - *Interno ed esterno in resina*: costituito da resine di vario tipo, in diverso spessore ed ordinariamente polietilene per esterno ed interno e resina epossidica per l'interno.
- f) - *Speciale*: specificato in Elenco o prescritto dalla Direzione Lavori e studiato in rapporto alle particolari esigenze d'impiego.

In ogni caso, qualunque fosse il tipo di rivestimento, questo dovrà risultare omogeneo, continuo, ben aderente ed impermeabile.

#### 81.1.1 Tubi per condotte

Potranno essere senza saldatura o saldati (con saldatura longitudinale od elicoidale), saranno fabbricati con acciaio non legato e dovranno corrispondere alle prescrizioni della seguente norma di unificazione:

**UNI 6363**- Tubi senza saldatura e saldati di acciaio non legato. Tubi per condotte di acqua e di gas e per scarichi.

L'acciaio adoperato dovrà possedere, in rapporto al tipo, le caratteristiche meccaniche riportate nella tabella accanto. La designazione dovrà precisare, nell'ordine: la denominazione, il processo di fabbricazione e, se del caso, il tipo di saldatura, le dimensioni (diametro esterno x spessore), il tipo di acciaio ed il riferimento alla superiore norma.

Per la classificazione, nonché per gli spessori, le masse e le altre caratteristiche dimensionali, si farà riferimento alla tabella III-10/a.

**TAB. III - 9 – Tubi per condotte - Caratteristiche meccaniche**

TIPO DI ACCIAIO	PROVA DI TRAZIONE		
	Carico unitario di rottura R (N / mm <sup>2</sup> )	Carico unitario di snervamento ReH min. (N / mm <sup>2</sup> )	Allungamento A min. %
Fe 360	≥ 360	235	25
Fe 410	≥ 410	255	22
Fe 510	≥ 510	355	20

TAB. III - 10/a – Tubi per condotte di acqua - Classificazione e caratteristiche fisiche

Diametro nominale DN	Diametro esterno specificato D mm	SERIE A (leggera)		SERIE B (media)		SERIE C (pesante)	
		Spessore s mm	Massa lineica kg/m	Spessore s mm	Massa lineica kg/m	Spessore s mm	Massa lineica kg/m
40	48,3					2,6	2,93
50	60,3					2,9	4,11
65	76,1					2,9	5,24
80	88,9	2,6	5,53	2,9	6,15	3,2	6,76
100	114,3	2,6	7,16	3,2	8,77	4,0*	10,9*
125	139,7	2,9	9,78	3,6	12,1	4,5*	15,0*
150	168,3	3,2	13,0	4,0	16,2	4,5	18,2
200	219,1	4,0*	21,2*	5,0*	26,4*	5,9	31,0
250	273	4,0	26,5	5,6*	36,9*	6,3	41,4
300	323,9	4,0	31,6	5,9*	46,3*	7,1	55,5
350	355,6	5,0*	43,2*	6,3*	54,3*	7,1*	61,0*
400	406,4	5,0*	49,5*	6,3	62,2*	7,1*	69,9*
450	457	5,6*	62,3*	6,3	70,0	8,0*	88,6*
500	508	5,6	69,4	6,3	77,9	8,8*	108*
600	610	5,6	83,5	6,3	93,8	12,5	184
		5,9*	87,9*				
700	711	6,3	109	7,1	123	12,5	215
750	762	6,3	117	8,0	149	12,5	231
800	813	7,1	141	8	159	12,5	247
900	914	8	179	10	223	14,2	315
1000*	1016	8,8	219	10	248	14,2	351

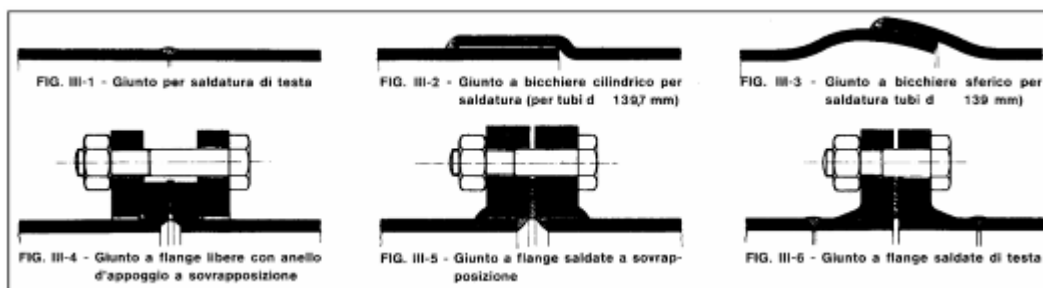
\* Per i diametri da 1200 a 2700 v. prospetto della UNI 6363

Con riguardo alle tolleranze, queste saranno: sul diametro esterno del  $\pm 1\%$  (con un minimo di  $\pm 0,5$  mm) e, per tubi senza saldatura con DN > 700, del  $\pm 1,5\%$ ; sullo spessore, scostamento superiore limitato dalla tolleranza sulla massa e scostamento inferiore del  $-12,5\%$  per i tubi senza saldatura (con la notazione di cui al punto 7.3.2.1 della UNI 6363) e del  $-10\%$  per i tubi saldati; sulla massa del  $\pm 10\%$  rispetto al peso teorico per i singoli tubi e del  $\pm 7,5\%$  per partite di almeno 10t.

Tutte le prove e le riprove relative all'idoneità dei tubi dovranno essere eseguite presso lo stabilimento produttore, che dovrà rilasciare un attestato di conformità alla norma UNI 6363/68. Tali prove, che l'Amministrazione appaltante potrà ri-

chiedere eseguite in presenza di un proprio rappresentante, saranno:

- a) - Prova di tenuta alla pressione idraulica interna (da eseguire su tutti i tubi allo stato grezzo, e per qualunque tipo di acciaio, con le modalità di cui al punto 9.7.1. della UNI6363).Le pressioni di prova, in bar, in rapporto ai diametri nominali DN, alla serie ed alla qualità dell'acciaio, saranno conformi ai valori riportati nel Prospetto X della UNicitata.La durata della prova idraulica non dovrà essere inferiore a 10 secondi.
- b) - Prova di trazione  
(da eseguire secondo quanto previsto dalla UNI 5465, con le modalità di cui al punto 9.7.3. della UNI6363).
- c) - Prova di schiacciamento  
(da effettuare secondo quanto previsto dalla UNI 5468, con le modalità di cui al punto 9.7.5.della UNI 6363).
- d) - Prova di piegamento  
(da effettuare secondo quanto previsto dalla UNI564, con le modalità di cui al punto 9.7.6 della UNI6363).
- e) - Controllo non distruttivo delle saldature  
(da effettuare mediante sistemi ultra-sonici, elettromagnetici, ecc. sull'intera lunghezza delle saldature, con conferma radiografica di ogni eventuale segnalazione di difetto, e con le modalità di cui al punto 9.7.7. della UNI6363).



I giunti potranno essere, secondo prescrizione, del tipo saldato, a flangia o speciale come alle figure che seguono. I pezzi speciali saranno di norma ricavati da tubi senza saldatura e verranno soggetti, di massima, alle stesse condizioni di fornitura previste per i tubi dritti.

I tubi dovranno riportare, almeno ad una estremità, il marchio del fabbricante applicato con punzone (per tubi con diametro esterno minore od uguale a 508 mm) o con punzone o vernice (per tubi con diametro superiore); inoltre la qualità dell'acciaio ed il riferimento alla UNI 6363.

### 81.2 Tubi in Polietilene

Potranno essere del tipo a bassa densità (da PE b.d. ottenuto per polimerizzazione dell'etilene sotto alta pressione) o del tipo ad alta densità (da PE a.d. ottenuto sotto bassa pressione). In entrambi i casi saranno prodotti con polietilene puro stabilizzato con nero fumo (Carbon Black) in proporzioni del  $2 \div 3\%$  sulla massa (per resistenza all'invecchiamento da raggi U.V.).

I tubi del 1° tipo (PE b.d.) presenteranno massa volumica di  $0,92 \div 0,93$  kg/dm<sup>3</sup>, resistenza a trazione minima di 10 N/mm<sup>2</sup>, allungamento a rottura minimo del 300%, resistenza alla temperatura da/a - 50/+ 60°C (con degradazione max delle caratteristiche meccaniche del 20% circa ogni 10°C nell'intervallo + 20/+ 60°C), assoluta atossicità ed infrangibilità.

Gli spessori dei tubi saranno rapportati a 4 valori normalizzati della pressione nominale di esercizio (PN 2,5 - 4 - 6 - 10

kgf/cm<sup>2</sup>) riferita alla temperatura di 20°C. Per tali spessori, unitamente alle altre caratteristiche, si farà riferimento alla seguente normativa:

**UNI 7990** - Tubi di polietilene a bassa densità per condotte di fluidi in pressione. Tipi, dimensione e caratteristiche.

**UNI 7991** - Idem. Metodi di prova.

I tubi del 2° tipo (PE a.d.) presenteranno a differenza, resistenza a trazione minima di 15 N/mm<sup>2</sup> ed inoltre, sul polimero, i seguenti requisiti: massa volumica 0,945 ÷ 0,965 g/cm<sup>3</sup>; carico unitario a snervamento circa 24 N/mm<sup>2</sup>; allungamento a snervamento non superiore al 20%; allungamento a rottura superiore al 500%; modulo di elasticità circa 900 N/mm<sup>2</sup>; indice di fluidità (190°C - 2,16 kgf) non superiore a 1 g/10 min.

**TAB. III - 24 – Tubi di PE per condotte in pressione. Diametri esterni, pressioni nominali, spessori e relative tolleranze.**

Diametro esterno D mm	Pressione nominale PN (bar)*				
	2,5	4	6	10	16
	Spessore s mm (tolleranza +)				
40	–	2,0 (0,4)	2,3 (0,5)	3,7 (0,6)	5,6 (0,8)
50	–	2,0 (0,4)	2,9 (0,5)	4,6 (0,7)	6,9 (0,9)
63	2,0 (0,4)	2,5 (0,5)	3,6 (0,6)	5,8 (0,8)	8,7 (1,1)
75	2,0 (0,4)	2,9 (0,5)	4,3 (0,7)	6,9 (0,9)	10,4 (1,3)
90	2,2 (0,5)	3,5 (0,6)	5,1 (0,8)	8,2 (1,1)	12,5 (1,5)
110	2,7 (0,5)	4,3 (0,7)	6,3 (0,9)	10,0 (1,2)	15,2 (1,8)
125	3,1 (0,6)	4,9 (0,7)	7,1 (1,0)	11,4 (1,4)	17,3 (2,0)
140	3,5 (0,6)	5,4 (0,8)	8,0 (1,0)	12,8 (1,5)	19,4 (2,2)
160	3,9 (0,6)	6,2 (0,9)	9,1 (1,2)	14,6 (1,7)	22,1 (2,5)
180	4,4 (0,7)	7,0 (0,9)	10,2 (1,3)	16,4 (1,9)	24,9 (2,7)
200	4,9 (0,7)	7,7 (1,0)	11,4 (1,4)	18,2 (2,1)	27,6 (3,0)
225	5,5 (0,8)	8,7 (1,1)	12,8 (1,5)	20,5 (1,3)	31,1 (3,4)
250	6,1 (0,9)	9,7 (1,2)	14,2 (1,7)	22,8 (1,5)	34,5 (3,7)
280	6,9 (0,9)	10,8 (1,3)	15,9 (1,8)	25,5 (2,5)	–
315	7,7 (1,0)	12,2 (1,5)	17,9 (2,0)	28,7 (3,1)	–
355	8,7 (1,1)	13,7 (1,6)	20,1 (2,3)	32,3 (2,5)	–
400	9,8 (1,2)	15,4 (1,8)	22,7 (2,5)	36,4 (3,9)	–
450	11,0 (1,3)	17,4 (2,0)	25,5 (2,8)	41,0 (4,3)	–
500	12,2 (1,5)	19,3 (2,2)	28,3 (3,1)	–	–
560	13,7 (1,6)	21,6 (2,4)	31,7 (3,4)	–	–
630	15,4 (1,8)	24,3 (2,7)	35,7 (3,8)	–	–
710	17,4 (2,0)	27,4 (3,0)	40,2 (4,3)	–	–
800	19,6 (2,2)	30,8 (3,3)	–	–	–
900	22,0 (2,4)	34,7 (3,7)	–	–	–
1000	24,4 (2,7)	38,5 (4,1)	–	–	–

\* I valori della pressione nominale sono riferiti alla temperatura di 20°C. Per impieghi a temperature superiori e fino a 80°C la pressione di esercizio sarà diminuita come da prospetto III della UNI 7611.

Per i diametri, gli spessori, i requisiti particolari ed i metodi di prova si farà riferimento alle seguenti norme di unificazione:

**UNI 7611**- Tubi di PE ad alta densità per condotte di fluidi in pressione. Tipi, dimensioni e requisiti. (Con F.A. 1-91).

**UNI 7612**- Raccordi di PE ad alta densità per condotte di fluidi in pressione. Tipi, dimensioni e requisiti. (Con F.A. 1-94)

**UNI 7613**- Tubi di PE ad alta densità per condotte di scarico interrate. Tipi, dimensioni e requisiti.

**UNI 7615**- Tubi di PE ad alta densità. Metodi di prova.

Per la fornitura i tubi, ove non diversamente specificato, dovranno essere esclusivamente del 22 tipo.

#### 81.2.1 Tubi in PE ad alta densità per condotte in pressione

Dovranno essere del tipo 312 di cui al Prospetto I della UNI 7611, rispondere alle prescrizioni igienico sanitarie del Ministero della Sanità (nel caso di trasporto di acqua potabile) ed essere conformi, per diametri, pressioni nominali, spessori e relative tolleranze al Prospetto II di cui al punto 5. della UNI citata, parzialmente riportato nella Tabella III-24.

La prova di tenuta idraulica alla pressione interna dei tubi verrà effettuata con le modalità di cui al punto 4.3. della UNI 7615. Il valore della pressione da mantenere durante la prova sarà di 1,5 volte la pressione normale, dovrà essere raggiunto in circa 30 s e mantenuto per un tempo non minore di 2 min. La resistenza del materiale alla prefissata sollecitazione di 150 bar (15 MPa) sarà saggiata mediante ulteriore prova di pressione interna, su provetta, da eseguirsi con le modalità di cui al punto 4.5. della norma citata. Gli altri requisiti, che dovranno essere conformi a quanto riportato dal Prospetto IV della UNI 7611, saranno verificati sempre con riferimento alla UNI 7615.

La designazione dei tubi dovrà comprendere: la denominazione; l'indicazione del tipo; il valore del diametro esterno D; l'indicazione della pressione nominale PN; il riferimento alla norma.

La marcatura dei tubi dovrà comprendere: l'indicazione del materiale (PE ad); l'indicazione del tipo; il valore del diametro esterno D; l'indicazione della pressione nominale PN; il marchio di fabbrica; l'indicazione del periodo di produzione.

#### 81.2.2 Tubi corrugati per scarichi

Dovranno essere del tipo 303 di cui al Prospetto I della UNI 7613 ed essere conformi, per diametri, spessori e relative tolleranze al Prospetto II di cui al punto 5. della stessa norma, parzialmente riportato nella Tabella III-25.

I tubi dovranno essere forniti in barre di 6,00 m o 12,00 m secondo disposizione. Designazione e marcatura dovranno corrispondere, con il diverso riferimento alla norma, alle prescrizioni di cui al punto precedente. Per gli ulteriori requisiti si rimanda al Prospetto III della UNI 7613.

La prova di tenuta idraulica sarà eseguita con le modalità ed i riferimenti di cui al precedente punto 50.3.1. ad una pressione di 0,5 bar (0,05 MPa).

### Art. 82 Apparecchiature idrauliche

#### 82.1 Generalità

Tutti gli apparecchi ed i pezzi speciali da impiegare nell'esecuzione delle condotte e delle cabine di manovra dovranno uniformarsi ai tipi specificati in progetto e corrispondere esattamente alle prescrizioni delle relative norme di unificazione nonchè ai modelli approvati dalla Direzione Lavori e depositati in campinatura.

**Tab. III - 25 – Tubi PE a.d. per condotte di scarico - Diametri esterni, spessori e tolleranze.**

Diametro esterno De (mm)	Spessore s (Tolleranza +) mm
110	3,5 (0,6)
125	3,9 (0,6)
160	5,0 (0,7)
200	6,2 (0,8)
250	7,8 (1,0)
315	9,8 (1,2)
400	12,4 (1,5)
500	15,5 (1,8)
630	19,6 (2,2)
710	22,0 (2,4)
800	24,9 (2,7)
900	28,0 (3,0)
1000	31,0 (3,3)
1200	37,2 (4,0)

I pezzi di fusione dovranno presentare superfici esterne perfettamente modellate, se del caso sbavate e ripassate allo scalpello od alla lima. I piani di combaciamento di tutte le flange dovranno essere ricavati mediante lavorazione al tornio e presentare inoltre una o più rigature circolari concentriche per aumentare la tenuta con guarnizione. Del pari dovranno essere ottenute con lavorazione a macchina tutte le superfici soggette a sfregamenti nonché i fori dei coperchi e delle flange di collegamento.

Tutti i pezzi in ghisa dei quali non sarà prescritta la verniciatura, dopo l'eventuale collaudo in officina dovranno essere catramati o bitumati internamente ed esternamente (). Le superfici esterne grezze in bronzo, rame, ottone, se non diversamente prescritto, saranno semplicemente ripulite mediante sabbiatura. Sulla superficie esterna di ogni apparecchio dovrà inoltre risultare, di fusione o con scritta indelebile, la denominazione della ditta costruttrice, il diametro nominale, la pressione nominale e le frecce indicanti la direzione della corrente.

L'Amministrazione appaltante si riserva la facoltà di sottoporre a prove o verifiche gli apparecchi forniti dall'Appaltatore, intendendosi a totale carico dello stesso, come peraltro specificato nelle condizioni generali di fornitura, tutte le spese occorrenti per il prelievamento ed invio, agli Istituti di prova, dei campioni che la Direzione intendesse sottoporre a verifica.

### 82.2 Generalità materiali

Le saracinesche flangiate per condotte d'acqua dovranno essere realizzate e fornite nel rispetto delle condizioni tutte di cui alla norma di unificazione UNI 7125. (in parte sostituita da UNI EN 19).

**TAB. III -32 - Saracinesche flangiate per condotta d'acqua Serie delle grandezze, forme e flange di accoppiamento.**

Materiale	PN	Forma costruttiva	DN	Flange di accoppiamento
GHISA	2,5 4	Corpo piatto	350 ÷ 1000 40 ÷ 300	PN 10 UNI
	6 10	Corpo ovale	700 ÷ 1000 40 ÷ 600	
	10	Corpo ovale rinforzato	700 ÷ 1000	
	16 25 40	Corpo cilindrico	40 ÷ 1100 40 ÷ 500 40 ÷ 400	
ACCIAIO	40 64 100	Corpo cilindrico	40 ÷ 1000 40 ÷ 500 40 ÷ 500	PN 40 UNI 2242 PN 64 UNI 2243 PN100 UNI 2244

I materiali potranno essere, in rapporto alle prescrizioni: ghisa grigia EN-GJL 200 UNI EN 1561 od acciaio non legato per getti Fe G UNI 3158 per la costruzione dei corpi e dei coperchi; ghisa grigia c.s., acciaio non legato c.s., bronzo G-Cu Sn5 Pb5 Zn5 UNI EN 1982, lega di rame da fonderia (ottone speciale) G-Cu Zn34 Pb2 UNI EN 1982 e lega di rame da lavorazione plastica (ottone al piombo) P-Cu Zn40 Pb2 UNI 5705 per la costruzione delle altre parti. La Direzione Lavori potrà ammettere comunque l'impiego di altri materiali, purchè idonei e scelti tra quelli unificati.

Su una fiancata del corpo delle saracinesche dovranno essere ricavati di fusione, od impressi in modo leggibile ed indelebile, il marchio di fabbrica, il diametro nominale, la pressione nominale e la sigla indicante il materiale del corpo. Sul bordo delle flange dovrà essere indicata la dima di foratura (es. Dima PN10).

Sulle saracinesche di ghisa la bitumatura dovrà essere effettuata con le modalità di cui al punto 51.0. (nota). La verniciatura dovrà invece essere effettuata su tutte le saracinesche di ghisa che non verranno, per apposita disposizione, bitumate e su quelle di acciaio, nonché sulle scatole dei comandi .

In relazione al materiale ed alla pressione nominale PN, il coordinamento fra le forme costruttive delle saracinesche, la serie delle grandezze (DN) e le rispettive flange di accoppiamento unificate dovrà corrispondere alle indicazioni della Tabella III-32.

### 82.3 Particolarità costruttive

Tutte le saracinesche dovranno essere di norma costruite con quattro sedi di tenuta, due nel corpo e due nell'attuatore, riportate sotto forma di anelli opportunamente sagomati di materiale G-Cu Zn34 Pb2 UNI EN 1982 oppure di P-Cu Zn40 Pb2 UNI 5705. Fanno eccezione le saracinesche aventi DN minore di 100 per le quali l'otturatore potrà essere eseguito completamente di bronzo o di ottone fuso. La sede di imposta degli anelli di tenuta dovrà essere lavorata in modo da garantire un fissaggio stabile nel tempo e la perfetta tenuta. La conicità dovrà essere compresa tra l'8 e il 16%; le superfici di contatto dovranno presentare una rugosità superficiale Ra inferiore ad 1 micron. Non saranno ammesse sedi riportate per saldatura.

Gli steli di manovra dovranno essere eseguiti in ottone al piombo, stampato o fucinato. La filettatura dovrà essere a profilo trapezoidale TpN UNIM 124 (2a Ed.), sinistra ad un solo principio. La madre vite dovrà essere di norma eseguita di bronzo GCu Sn5 Pb5 UNI EN 1982; dovrà avere altezza non minore di 5 volte il passo della filettatura (e dei 9/10 del diametro esterno dello stelo) e superficie di contatto con rugosità Ra inferiore a 3 micron. Nel caso di saracinesche a vite interna gli steli di manovra dovranno essere realizzati con collarino monoblocco, ricavato per fucinatura o per stampaggio non essendo ammessi collarini comunque riportati.

Le saracinesche fino a DN 300, salvo diversa prescrizione, verranno fornite munite di cappello salvaquadro per la manovra con chiave a T. Quelle oltre DN 300 saranno di norma fornite munite di volantino, di ghisa UNI EN 1561 o di ghisa malleabile UNI EN1562. Per saracinesche minori di DN 300, i volantini dovranno essere del tipo a calice ().

Al fine di permettere l'apertura manuale delle saracinesche quando la pressione differenziale tra le due facce del cuneo supera i valori riportati nel prospetto di cui al punto 5.3.2. della UNI 7125, su un lato di ciascuna saracinesca dovranno essere realizzati due appositi attacchi per l'applicazione del "by-pass", con eccezione per le saracinesche a corpo piatto. I diametri nominali del "by-pass" dovranno corrispondere al prospetto di cui al punto 5.3.3. della UNI citata. Qualora non fosse possibile l'applicazione del "by-pass" dovrà essere applicato il dispositivo riduttore manuale, del tipo normale o sbloccabile secondo prescrizione. In ogni caso la forza della coppia applicata sulla periferia del volantino del riduttore non dovrà superare il valore di 150 N.

### 82.3.1 Prove

Tutte le saracinesche dovranno essere sottoposte alle prove di pressione del corpo e di tenuta delle sedi. Le prove saranno effettuate con le modalità di cui al punto 8.2. della UNI 7125; la prima ad otturatore aperto, con una pressione mediamente superiore del 50% rispetto a quella nominale; la seconda ad otturazione chiusa, con una pressione uguale a quella nominale. Le prove avranno durata non inferiore a 10 minuti e comunque sufficiente per constatare la perfetta tenuta del corpo e delle sedi.

### 82.3.2 Attestato di conformità

L'Appaltatore è tenuto a fornire alla Stazione appaltante un attestato di conformità, rilasciato dal fabbricante, con il quale verrà certificato che le saracinesche fornite sono conformi alla norma UNI richiamata ed a quant'altro è stato oggetto di specifica richiesta.

## Art. 83 Elementi costruttivi prefabbricati

### 83.1 Generalità

Gli elementi costruttivi prefabbricati devono essere prodotti attraverso un processo industrializzato che si avvale di idonei impianti, nonché di strutture e tecniche opportunamente organizzate.

In particolare, deve essere presente e operante un sistema permanente di controllo della produzione in stabilimento, che deve assicurare il mantenimento di un adeguato livello di affidabilità nella produzione del conglomerato cementizio, nell'impiego dei singoli materiali costituenti e nella conformità del prodotto finito.

Gli elementi costruttivi di produzione occasionale devono essere comunque realizzati attraverso processi sottoposti a un sistema di controllo della produzione, secondo quanto indicato nel presente articolo.

### 83.2 Requisiti minimi degli stabilimenti e degli impianti di produzione

Il processo di produzione degli elementi costruttivi prefabbricati, oggetto delle Norme tecniche per le costruzioni approvate con D.M. 14 gennaio 2008, deve essere caratterizzato almeno da:

- impianti in cui le materie costituenti siano conservate in sili, tramogge e contenitori che ne evitino ogni possibilità di confusione, dispersione o travaso;
- dosaggio a peso dei componenti solidi e dosaggio a volume o a peso dei soli componenti liquidi, mediante utilizzo di strumenti rispondenti alla normativa vigente;
- organizzazione mediante una sequenza completa di operazioni essenziali in termini di produzione e controllo;
- organizzazione di un sistema permanente di controllo documentato della produzione;
- rispetto delle norme di protezione dei lavoratori e dell'ambiente.

### 83.3 Controllo di produzione

Gli impianti per la produzione del calcestruzzo destinato alla realizzazione di elementi costruttivi prefabbricati, disciplinati dalle Norme tecniche per le costruzioni, devono essere idonei a una produzione continua, disporre di apparecchiature adeguate per il confezionamento, nonché di personale esperto e di attrezzature idonee a provare, valutare e correggere la qualità del prodotto.

Il produttore di elementi prefabbricati deve dotarsi di un sistema di controllo della produzione, allo scopo di assicurare che il prodotto abbia i requisiti previsti dalle presenti norme e che tali requisiti siano costantemente mantenuti fino alla posa in opera.

Il sistema di gestione della qualità del prodotto che sovrintende al processo di fabbricazione deve essere predisposto in coerenza con le norme **uni en iso 9001** e certificato da parte un organismo terzo indipendente, di adeguata competenza e organizzazione, che opera in coerenza con la norma **uni cei en iso/tec 17020**.

Ai fini della certificazione del sistema di garanzia della qualità, il produttore e l'organismo di certificazione di processo potranno fare utile riferimento alle indicazioni contenute nelle relative norme europee o internazionali applicabili.

#### 83.3.1 Controllo sui materiali per elementi di serie

I controlli sui materiali dovranno essere eseguiti in conformità alle prescrizioni di legge vigenti.

Per il calcestruzzo impiegato con fini strutturali nei centri di produzione dei componenti prefabbricati di serie, il direttore tecnico di stabilimento dovrà effettuare il controllo continuo del conglomerato secondo le prescrizioni contenute nelle Norme tecniche per le costruzioni, operando con attrezzature tarate annualmente da uno dei laboratori ufficiali di cui all'art. 59 del D.P.R. n. 380/2001.

Il tecnico suddetto provvederà alla trascrizione giornaliera dei risultati su appositi registri di produzione con data certa, da conservare per dieci anni da parte del produttore.

Detti registri devono essere disponibili per i competenti organi del Consiglio superiore dei lavori pubblici (servizio tecnico centrale), per i direttori dei lavori e per tutti gli aventi causa nella costruzione.

Le prove di stabilimento dovranno essere eseguite a 28 giorni di stagionatura e ai tempi significativi nelle varie fasi del ciclo tecnologico, secondo le modalità delle norme vigenti e su provini maturati in condizioni termoisometriche di stagionatura

conformi a quelle dei manufatti prefabbricati prodotti.

La resistenza caratteristica dovrà essere determinata secondo il metodo di controllo di tipo B e immediatamente registrata.

Inoltre, dovranno eseguirsi controlli del calcestruzzo a 28 giorni di stagionatura, presso un laboratorio ufficiale di cui all'art. 59 del D.P.R. n. 380/2001, per non meno di un prelievo ogni cinque giorni di produzione effettiva per ogni tipo di calcestruzzo omogeneo. Tali risultati dovranno soddisfare il controllo di tipo A, operando su tre prelievi consecutivi, indipendentemente dal quantitativo di calcestruzzo prodotto.

Sarà cura del direttore tecnico dello stabilimento annotare sullo stesso registro i risultati delle prove di stabilimento e quelli del laboratorio esterno.

Infine, il tecnico abilitato dovrà predisporre periodicamente, almeno su base annua, una verifica della conformità statistica dei risultati dei controlli interni e di quelli effettuati da laboratorio esterno, tra loro e con le prescrizioni contenute nelle vigenti norme tecniche per le costruzioni.

#### 83.3.2 Controllo di produzione di serie controllata

Per le produzioni per le quali è prevista la serie controllata, è richiesto il rilascio preventivo dell'autorizzazione alla produzione da parte del servizio tecnico centrale, secondo le procedure della qualificazione della produzione controllata.

#### 83.3.3 Prove di tipo iniziali per elementi di serie controllata

La produzione in serie controllata di componenti strutturali deve essere preceduta da verifiche sperimentali su prototipi eseguite da un laboratorio ufficiale di cui all'art. 59 del D.P.R. n. 380/2001, appositamente incaricato dal produttore.

#### 83.3.4 Marcatura

Ogni elemento prefabbricato prodotto in serie deve essere appositamente contrassegnato da marcatura fissa, indelebile o comunque non rimovibile, in modo da garantire la rintracciabilità del produttore e dello stabilimento di produzione, nonché individuare la serie di origine dell'elemento.

Inoltre, per manufatti di peso superiore a 8 kN, dovrà essere indicato in modo visibile, per lo meno fino all'eventuale getto di completamento, anche il peso dell'elemento.

### 83.4 Procedure di qualificazione

La valutazione dell'idoneità del processo produttivo e del controllo di produzione in stabilimento, nonché della conformità del prodotto finito, è effettuata attraverso la procedura di qualificazione di seguito indicata.

I produttori di elementi prefabbricati di serie devono procedere alla qualificazione dello stabilimento e degli elementi costruttivi prodotti trasmettendo, ai sensi dell'art. 58 del D.P.R. n. 380/2001, idonea documentazione al servizio tecnico centrale della presidenza del Consiglio superiore dei lavori pubblici.

Il servizio tecnico centrale ha facoltà, anche attraverso sopralluoghi, di accertare la validità e la rispondenza della documentazione, come pure il rispetto delle prescrizioni contenute nelle Norme tecniche per le costruzioni.

#### 83.4.1 Qualificazione dello stabilimento

Il riconoscimento dello stabilimento è il presupposto per ogni successivo riconoscimento di tipologie produttive.

La qualificazione del sistema organizzativo dello stabilimento e del processo produttivo deve essere dimostrata attraverso la presentazione di idonea documentazione, relativa alla struttura organizzativa della produzione e al sistema di controllo in stabilimento.

Nel caso in cui gli elementi costruttivi siano prodotti in più stabilimenti, la qualificazione deve essere riferita a ciascun centro di produzione.

#### 83.4.2 Qualificazione della produzione in serie dichiarata

Tutte le ditte che procedono in stabilimento alla costruzione di manufatti prefabbricati in serie dichiarata, prima dell'inizio di una nuova produzione devono presentare apposita domanda al servizio tecnico centrale della presidenza del Consiglio superiore dei lavori pubblici.

Tale domanda deve essere corredata da idonea documentazione, ai sensi dell'art. 58 del D.P.R. n. 380/2001 e di quanto indicato per la qualificazione dello stabilimento.

Sulla base della documentazione tecnica presentata, il servizio tecnico centrale rilascerà apposito attestato di qualificazione, avente validità triennale.

Tale attestato, necessario per la produzione degli elementi, sottintende anche la qualificazione del singolo stabilimento di produzione.

L'attestato è rinnovabile su richiesta, previa presentazione di idonei elaborati relativi all'attività svolta e ai controlli eseguiti nel triennio di validità.

#### 83.4.3 Qualificazione della produzione in serie controllata

Oltre a quanto specificato per la produzione in serie dichiarata, la documentazione necessaria per la qualificazione della produzione in serie controllata dovrà comprendere la documentazione relativa alle prove a rottura su prototipo e una relazione



interpretativa dei risultati delle prove stesse.

Sulla base della documentazione tecnica presentata, il servizio tecnico centrale, sentito il Consiglio superiore dei lavori pubblici, rilascerà apposita autorizzazione alla produzione, avente validità triennale.

Tale attestato, necessario per la produzione degli elementi, sottintende anche la qualificazione del singolo stabilimento di produzione.

L'autorizzazione è rinnovabile su richiesta, previa presentazione di idonei elaborati, relativi all'attività svolta e ai controlli eseguiti nel triennio di validità.

#### 83.4.4 Sospensioni e revoche

È prevista la sospensione o, nei casi più gravi o di recidiva, la revoca degli attestati di qualificazione in serie dichiarata o controllata, ove il servizio tecnico centrale accerti, in qualsiasi momento, difformità tra i documenti depositati e la produzione effettiva, ovvero la mancata ottemperanza alle prescrizioni contenute nella vigente normativa tecnica.

I provvedimenti di sospensione e di revoca vengono adottati dal servizio tecnico centrale, sentito il parere del Consiglio superiore dei lavori pubblici, sono atti definitivi.

#### 83.5 Documenti di accompagnamento della fornitura. Verifiche del direttore dei lavori

Ogni fornitura in cantiere di manufatti prefabbricati prodotti in serie dovrà essere accompagnata da una specifica documentazione, la cui conservazione è a cura del direttore dei lavori dell'opera in cui detti manufatti vengono inseriti. Tale documentazione comprende:

– apposite istruzioni nelle quali vengono indicate le procedure relative alle operazioni di trasporto e montaggio degli elementi prefabbricati, ai sensi dell'art. 58 del D.P.R. n. 380/2001. Tali istruzioni dovranno almeno comprendere, di regola:

- i disegni d'assieme che indichino la posizione e le connessioni degli elementi nel complesso dell'opera;
- apposita relazione sulle caratteristiche dei materiali richiesti per le unioni e le eventuali opere di completamento;
- le istruzioni di montaggio con i necessari dati per la movimentazione, la posa e la regolazione dei manufatti.

– elaborati contenenti istruzioni per il corretto impiego dei manufatti, che dovranno essere consegnati dal direttore dei lavori al committente, a conclusione dell'opera;

– certificato di origine firmato dal direttore tecnico responsabile della produzione e dal produttore, il quale con ciò assume per i manufatti stessi le responsabilità che la legge attribuisce al costruttore. Il certificato, che deve garantire la rispondenza del manufatto alle caratteristiche di cui alla documentazione depositata presso il servizio tecnico centrale, deve riportare l'indicazione degli estremi dell'attestato di qualificazione, nonché il nominativo del progettista;

– attestato di qualificazione del servizio tecnico centrale e copia della certificazione del sistema di garanzia della qualità del processo di produzione in fabbrica;

– documentazione, fornita quando disponibile, attestante i risultati delle prove a compressione effettuate in stabilimento su cubi di calcestruzzo (ovvero estratto del registro di produzione) e copia dei certificati relativi alle prove effettuate da un laboratorio ufficiale incaricato ai sensi dell'art. 59 del D.P.R. n. 380/2001. Tali documenti devono essere relativi al periodo di produzione dei manufatti.

Copia del certificato d'origine dovrà essere allegato alla relazione del direttore dei lavori di cui all'art. 65 del D.P.R. n. 380/2001.

Il direttore dei lavori non può accettare in cantiere elementi prefabbricati in serie che non siano accompagnati da tutti i documenti predetti.

Inoltre, prima di procedere all'accettazione dei manufatti stessi, il direttore dei lavori deve verificare che essi siano effettivamente contrassegnati con la marcatura prevista.

Il produttore di elementi prefabbricati deve altresì fornire al direttore dei lavori gli elaborati (disegni, particolari costruttivi, ecc.) firmati dal progettista e dal direttore tecnico della produzione, secondo le rispettive competenze, contenenti istruzioni per il corretto impiego dei singoli manufatti, esplicitando in particolare:

- destinazione del prodotto; - requisiti fisici rilevanti in relazione alla destinazione; - prestazioni statiche per manufatti di tipo strutturale; - prescrizioni per le operazioni integrative o di manutenzione, necessarie per conferire o mantenere nel tempo le prestazioni e i requisiti dichiarati; - tolleranze dimensionali nel caso di fornitura di componenti.

#### 83.6 Norme complementari relative alle strutture prefabbricate

Per *manufatti* o *elementi prefabbricati di serie* devono intendersi unicamente quelli prodotti in stabilimenti permanenti, con tecnologia ripetitiva e processi industrializzati, in tipologie predefinite per campi dimensionali e tipi di armature.

Per *manufatti di produzione occasionale* si intendono i componenti prodotti senza il presupposto della ripetitività tipologica.

Il componente deve garantire i livelli di sicurezza e di prestazione sia come componente singolo, nelle fasi transitorie di sfornatura, movimentazione, stoccaggio, trasporto e montaggio, sia come elemento di un più complesso organismo strutturale una volta installato in opera.

### 83.6.1 Prodotti prefabbricati non soggetti a marcatura ce

Per gli elementi strutturali prefabbricati, quando non soggetti ad attestato di conformità secondo una specifica tecnica elaborata ai sensi della direttiva 89/106/cee (marcatura ce) e i cui riferimenti sono pubblicati sulla GUUE, sono previste due categorie di produzione:- serie dichiarata;- serie controllata.

I componenti per i quali non sia applicabile la marcatura ce, ai sensi del D.P.R. n. 246/1993 di recepimento della direttiva 89/106/cee, devono essere realizzati attraverso processi sottoposti a un sistema di controllo della produzione, e i produttori di componenti occasionali – in serie dichiarata e in serie controllata – devono, altresì, provvedere alla preventiva qualificazione del sistema di produzione, con le modalità indicate nelle Nuove norme tecniche per le costruzioni.

### 83.6.2 Prodotti prefabbricati in serie

Rientrano tra i prodotti prefabbricati in serie:

- i componenti di serie per i quali è stato effettuato il deposito ai sensi dell'art. 9 della legge 5 novembre 1971, n. 1086;
- i componenti per i quali è stata rilasciata la certificazione di idoneità ai sensi degli artt. 1 e 7 della legge 2 febbraio 74, n. 64;
- ogni altro componente prodotto in stabilimenti permanenti, con tecnologia ripetitiva e processi industrializzati, in tipologie predefinite per campi dimensionali e tipi di armature.

Prodotti prefabbricati in serie dichiarata

Rientrano in serie dichiarata i componenti di serie che, pur appartenendo a una tipologia predefinita, vengono progettati di volta in volta su commessa per dimensioni e armature (serie tipologica).

Per le tipologie predefinite il produttore dovrà provvedere, nell'ambito delle modalità di qualificazione della produzione di cui al paragrafo 11.8 delle Nuove norme tecniche per le costruzioni, al deposito della documentazione tecnica relativa al processo produttivo e al progetto tipo presso il servizio tecnico centrale del Ministero delle infrastrutture.

Per ogni singolo impiego delle serie tipologiche, la specifica documentazione tecnica dei componenti prodotti in serie dovrà essere allegata alla documentazione progettuale depositata presso l'ufficio regionale competente, ai sensi della vigente legislazione in materia.

Rientrano altresì in serie dichiarata i componenti di serie costituiti da un tipo compiutamente determinato, predefinito in dimensioni e armature sulla base di un progetto depositato (serie ripetitiva).

Per ogni tipo di componente o per ogni famiglia omogenea di tipi, il produttore dovrà provvedere, nell'ambito delle modalità di qualificazione della produzione secondo le Nuove norme tecniche per le costruzioni, al deposito della documentazione tecnica relativa al processo produttivo e al progetto specifico presso il servizio tecnico centrale del Consiglio superiore dei lavori pubblici.

Per ogni singolo impiego delle serie ripetitive, sarà sufficiente allegare alla documentazione progettuale depositata presso l'ufficio regionale competente, ai sensi della vigente legislazione in materia, gli estremi del deposito presso il servizio tecnico centrale.

Prodotti prefabbricati in serie controllata

Per *serie controllata* si intende la produzione di serie che, oltre ad avere i requisiti specificati per la serie dichiarata, sia eseguita con procedure che prevedono verifiche sperimentali su prototipo e controllo permanente della produzione.

Devono essere prodotti in serie controllata:

- i componenti costituiti da assetti strutturali non consueti;
- i componenti realizzati con l'impiego di calcestruzzi speciali o di classe > C 45/55;
- i componenti armati o precompressi con spessori, anche locali, inferiori a 40 mm;
- i componenti il cui progetto sia redatto su modelli di calcolo non previsti dalle norme tecniche per le costruzioni.

Per i componenti ricadenti in uno dei casi sopra elencati, è obbligatorio il rilascio preventivo dell'autorizzazione alla produzione, secondo le procedure delle Nuove norme tecniche per le costruzioni.

#### *Responsabilità e competenze*

Il progettista e il direttore tecnico dello stabilimento di prefabbricazione, ciascuno per le proprie competenze, sono responsabili della capacità portante e della sicurezza del componente, sia incorporato nell'opera, sia durante le fasi di trasporto fino a piè d'opera.

È responsabilità del progettista e del direttore dei lavori del complesso strutturale di cui l'elemento fa parte, ciascuno per le proprie competenze, la verifica del componente durante il montaggio, la messa in opera e l'uso dell'insieme strutturale realizzato.

I componenti prodotti negli stabilimenti permanenti devono essere realizzati sotto la responsabilità di un direttore tecnico dello stabilimento, dotato di adeguata abilitazione professionale, che assume le responsabilità proprie del direttore dei lavori.

I componenti di produzione occasionale devono, inoltre, essere realizzati sotto la vigilanza del direttore dei lavori dell'opera di destinazione.

I funzionari del servizio tecnico centrale potranno accedere anche senza preavviso agli stabilimenti di produzione dei componenti prefabbricati per l'accertamento del rispetto delle Nuove norme tecniche per le costruzioni.

#### *Prove su componenti*

Per verificare le prestazioni di un nuovo prodotto o di una nuova tecnologia produttiva e accertare l'affidabilità dei modelli di calcolo impiegati nelle verifiche di resistenza, prima di dare inizio alla produzione corrente è necessario eseguire delle prove di carico su un adeguato numero di prototipi al vero, portati fino a rottura.

Tali prove sono obbligatorie, in aggiunta alle prove correnti sui materiali di cui al capitolo 11 delle Nuove norme tecniche per le costruzioni, per le produzioni in serie controllata.

#### *Norme complementari*

Le verifiche del componente devono essere fatte con riferimento al livello di maturazione e di resistenza raggiunto, controllato mediante prove sui materiali di cui al capitolo 11 delle Nuove norme tecniche per le costruzioni ed eventuali prove su prototipo prima della movimentazione del componente e del cimento statico dello stesso.

I dispositivi di sollevamento e movimentazione devono essere esplicitamente previsti nel progetto del componente strutturale e realizzati con materiali appropriati e dimensionati per le sollecitazioni previste.

Il copriferro degli elementi prefabbricati deve rispettare le regole generali dell'art. 60 del presente capitolato speciale.

#### *Appoggi*

Per i componenti appoggiati in via definitiva, particolare attenzione va posta alla posizione e dimensione dell'apparecchio d'appoggio, sia rispetto alla geometria dell'elemento di sostegno sia rispetto alla sezione terminale dell'elemento portato, tenendo nel dovuto conto le tolleranze dimensionali e di montaggio e le deformazioni per fenomeni reologici e/o termici.

I vincoli provvisori o definitivi devono essere, se necessario, validati attraverso prove sperimentali.

Gli appoggi scorrevoli devono consentire gli spostamenti relativi previsti senza perdita della capacità portante.

#### *Realizzazione delle unioni*

Le unioni devono avere resistenza e deformabilità coerenti con le ipotesi progettuali.

#### *Tolleranze*

Le tolleranze minime di produzione che dovrà rispettare il componente sono quelle indicate dal produttore. Il componente che non rispetta tali tolleranze deve essere giudicato non conforme e quindi potrà essere consegnato in cantiere per l'utilizzo nella costruzione solo dopo preventiva accettazione da parte del direttore dei lavori.

Il montaggio dei componenti e il completamento dell'opera devono essere conformi alle previsioni di progetto esecutivo. Nel caso si verificassero delle non conformità, queste devono essere analizzate dal direttore dei lavori nei riguardi delle eventuali necessarie misure correttive.

## **Art. 84 Elementi strutturali composti di acciaio e calcestruzzo**

### *84.1 Generalità*

Le strutture composte sono costituite da parti realizzate in acciaio per carpenteria e da parti realizzate in calcestruzzo armato (normale o precompresso) rese collaboranti fra loro con un sistema di connessione appropriatamente dimensionato.

### *84.2 Acciaio*

Per le caratteristiche degli acciai (strutturali, da lamiera grecata e da armatura) utilizzati nelle strutture composte di acciaio e calcestruzzo si deve fare riferimento al paragrafo 11.3 delle Nuove norme tecniche per le costruzioni.

Le prescrizioni generali relative alle saldature, di cui al suddetto paragrafo 11.3 delle Norme tecniche per le costruzioni, si applicano integralmente. Particolari cautele dovranno adottarsi nella messa a punto dei procedimenti di saldatura degli acciai con resistenza migliorata alla corrosione atmosferica (per i quali può farsi utile riferimento alla norma **uni en 10025-5**).

Per le procedure di saldatura dei connettori e il relativo controllo si può fare riferimento a normative consolidate.

Nel caso si utilizzino connettori a piolo, l'acciaio deve rispettare le prescrizioni di cui al paragrafo 11.3.4.7 delle Nuove norme tecniche per le costruzioni.

### *84.3 Calcestruzzo*

Le caratteristiche meccaniche del calcestruzzo devono risultare da prove eseguite in conformità alle indicazioni delle presenti norme sulle strutture di cemento armato ordinario o precompresso.

Nei calcoli statici non può essere considerata né una classe di resistenza del calcestruzzo inferiore a C20/25 né una classe di resistenza superiore a C60/75. Per i calcestruzzi con aggregati leggeri, la cui densità non può essere inferiore a  $1800 \text{ kg/m}^3$ , le classi limite sono LC20/22 e LC55/60.

Per classi di resistenza del calcestruzzo superiori a C45/55 e LC40/44 si richiede che prima dell'inizio dei lavori venga esegui-

to uno studio adeguato e che la produzione segua specifiche procedure per il controllo qualità.

Qualora si preveda l'utilizzo di calcestruzzi con aggregati leggeri, bisogna considerare che i valori del modulo di elasticità e dei coefficienti di viscosità, ritiro e dilatazione termica, dipendono dalle proprietà degli aggregati utilizzati. Pertanto, i valori da utilizzare sono scelti in base alle proprietà del materiale specifico.

Nel caso si utilizzino elementi prefabbricati, si rinvia alle indicazioni specifiche delle presenti norme.

## Art. 85 Laterizi

### 85.1 Generalità

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

### 85.2 Requisiti

I laterizi di qualsiasi tipo, forma e dimensione devono possedere i seguenti requisiti:

- non presentare sassolini, noduli o altre impurità all'interno della massa;
- avere facce lisce e spigoli regolari;
- presentare alla frattura (non vetrosa) grana fine e uniforme;
- dare, al colpo di martello, un 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.

### 85.3 Controlli di accettazione

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, devono essere sottoposti a prove fisiche e chimiche.

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 un'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 devono essere analizzati, per accertare il comportamento di essi in presenza di liquidi di cui si teme la aggressività.

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

### 85.4 Elementi in laterizio per solai

Norme di riferimento

Per la terminologia, il sistema di classificazione, i limiti di accettazione e i metodi di prova si farà riferimento alle seguenti 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 tecniche di cui al punto 4.1.9 del D.M. 14 gennaio 2008.

### 85.5 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, quegli elementi laterizi aventi due dimensioni prevalenti e altezza superiore ai 4 cm (generalmente 6÷8 cm).

Per l'accettazione dimensionale delle tavelle e dei tavelloni si farà riferimento alle tolleranze previste dal punto 4 della norma **uni 11128** – *Prodotti da costruzione di laterizio. Tavelloni, tavelle e tavelline. Terminologia, requisiti e metodi di prova.*

In riferimento alla citata norma, l'80% degli elementi sottoposti a prova deve resistere a un carico variabile da 600 a 1200 N in

funzione della lunghezza e dello spessore.

Gli elementi devono rispondere alla modalità di designazione prevista dalla citata norma uni.

## Art. 86 **Manufatti di pietre naturali o ricostruite**

### 86.1 *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 di cui all'art. 59 del D.P.R. n. 380/2001 si rimanda alle prescrizioni del R.D. 16 novembre 1939, n. 2232 (norme per l'accettazione delle pietre naturali da costruzione), del R.D. 16 novembre 1939, n. 2234 (norme per l'accettazione dei materiali per pavimentazione), e delle norme uni vigenti.

I campioni delle pietre naturali da sottoporre alle prove da prelevare dalle forniture esistenti in cantiere, devono 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 25.1. Valori indicativi di tenacità**

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

**Tabella 25.2. Valori indicativi di resistenza a taglio**

<b>Roccia</b>	<b>Carico di rottura (MPa)</b>
Arenarie	3-9
Calcarea	5-11
Marmi	12
Granito	15
Porfido	16
Serpentini	18-34
Gneiss	22-31

### 86.2 *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 (calcari metamorfici ricristallizzati), i calcefiri e i cipollini; - i calcari, le dolomie e le brecce calcaree lucidabili;- gli alabastrini calcarei;- le serpentinitini;- le oficalciti.

### 86.3 *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.

### 86.4 *Travertino*

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

### 86.5 *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.) e varie rocce piroclastiche (peperini, tufi, ecc.). Al secondo gruppo, invece, appartengono le pietre a spacco naturale (quartziti, 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 en 12670**.

Norma di riferimento

**uni en 12670** – *Pietre naturali. Terminologia.*

#### 86.6 *Requisiti d'accettazione*

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

- 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;
- 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.

Delle seguenti ulteriori caratteristiche il fornitore dichiarerà i valori medi (e i valori minimi e/o la dispersione percentuale):

- massa volumica reale e apparente, misurata secondo la norma **uni en 1936**;
- coefficiente dell'assorbimento d'acqua a pressione atmosferica, misurato secondo la norma **uni en 13755**;
- resistenza a compressione uniassiale, misurata secondo la norma **uni en 1926**;
- resistenza a flessione a momento costante, misurata secondo la norma **uni en 13161**;
- resistenza all'abrasione, misurata secondo le disposizioni del R.D. 16 novembre 1939, n. 2234.

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.

Norme di riferimento

**uni en 12370** – *Metodi di prova per pietre naturali. Determinazione della resistenza alla cristallizzazione dei sali;*

**uni en 12371** – *Metodi di prova per pietre naturali. Determinazione della resistenza al gelo;*

**uni en 12372** – *Metodi di prova per pietre naturali. Determinazione della resistenza a flessione sotto carico concentrato;*

**uni en 12407** – *Metodi di prova per pietre naturali. Esame petrografico;*

**uni en 13161** – *Metodi di prova per pietre naturali. Determinazione della resistenza a flessione a momento costante;*

**uni en 13364** – *Metodi di prova per pietre naturali. Determinazione del carico di rottura in corrispondenza dei fori di fissaggio;*

**uni en 13373** – *Metodi di prova per pietre naturali. Determinazione delle caratteristiche geometriche degli elementi;*

**uni en 13755** – *Metodi di prova per pietre naturali. Determinazione dell'assorbimento d'acqua a pressione atmosferica;*

**uni en 13919** – *Metodi di prova per pietre naturali. Determinazione della resistenza all'invecchiamento dovuto a SO<sub>2</sub> in presenza di umidità;*

**uni en 14066** – *Metodi di prova per pietre naturali. Determinazione della resistenza all'invecchiamento accelerato tramite shock termico;*

**uni en 14146** – *Metodi di prova per pietre naturali. Determinazione del modulo di elasticità dinamico (tramite misurazione della frequenza fondamentale di risonanza);*

**uni en 14147** – *Metodi di prova per pietre naturali. Determinazione della resistenza all'invecchiamento mediante nebbia salina;*

**uni en 14157** – *Metodi di prova per pietre naturali. Determinazione della resistenza all'abrasione;*

**uni en 14158** – *Metodi di prova per pietre naturali. Determinazione dell'energia di rottura;*

**uni en 14205** – *Metodi di prova per pietre naturali. Determinazione della durezza Knoop;*

**uni en 14231** – *Metodi di prova per pietre naturali. Determinazione della resistenza allo scivolamento tramite l'apparecchiatura di prova a pendolo;*

**uni en 14579** – *Metodi di prova per pietre naturali. Determinazione della velocità di propagazione del suono;*

**uni en 14580** – *Metodi di prova per pietre naturali. Determinazione del modulo elastico statico;*

**uni en 14581** – *Metodi di prova per pietre naturali. Determinazione del coefficiente di dilatazione lineare termica;*

**uni en 1925** – *Metodi di prova per pietre naturali. Determinazione del coefficiente di assorbimento d'acqua per capillarità;*

**uni en 1926** – *Metodi di prova per pietre naturali. Determinazione della resistenza a compressione uniassiale;*

**uni en 1936** – *Metodi di prova per pietre naturali. Determinazione della massa volumica reale e apparente e della porosità totale e aperta.*

#### 86.7 *Manufatti da lastre*

I manufatti da lastre devono essere ricavati da lastre di spessore non superiore a 8 cm. Si hanno i prodotti:- lastre refilate;

- listelli;- modulmarmo/modulgranito.

#### 86.8 *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:

- masselli;- binderi;- cordoni.

#### 86.9 *Manufatti a spacco e sfaldo*

Tra i manufatti a spacco si indicano:- cubetti di porfido;- smolleri;- lastre di ardesia;- lastre di quarzite;- lastre di serpentino;- lastre di beola;- lastre di arenaria.

### Art. 87 **Prodotti per pavimentazione e controsoffitti**

#### 87.1 *Generalità. Definizioni*

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

I termini funzionali del sottosistema parziale "pavimentazione" e degli strati funzionali che lo compongono sono quelli definiti dalla norma **uni 7998**, in particolare:

- rivestimento: strato di finitura;
- supporto: strato sottostante il rivestimento;
- suolo: strato di terreno avente la funzione di sopportare i carichi trasmessi dalla pavimentazione;
- massicciata: strato avente la funzione di sopportare i carichi trasmessi dalla pavimentazione;
- strato di scorrimento: strato di compensazione tra i vari strati contigui della pavimentazione;
- strato di impermeabilizzazione: strato atto a garantire alla pavimentazione la penetrazione di liquidi;
- strato di isolamento termico: strato atto a conferire alla pavimentazione un grado stabilito di isolamento termico;
- strato di isolamento acustico: strato atto a conferire alla pavimentazione un grado stabilito di isolamento acustico;
- strato portante: strato strutturale (come, ad esempio, il solaio) atto a resistere ai carichi trasmessi dalla pavimentazione;
- strato ripartitore: strato avente la funzione di trasmettere le sollecitazioni della pavimentazione allo strato portante;
- strato di compensazione: strato avente la funzione di fissare la pavimentazione e di compensare eventuali dislivelli.

Il direttore dei lavori, ai fini dell'accettazione dei prodotti, può procedere ai controlli (anche parziali) su campioni della fornitura, oppure richiedere un attestato di conformità della fornitura alle prescrizioni contrattuali.

Norme di riferimento 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.*

Norme di riferimento per rivestimenti resilienti per pavimentazioni

**uni cen/ts 14472-1** – *Rivestimenti resilienti, tessili e laminati per pavimentazioni. Progettazione, preparazione e installazione. Generalità;*

**uni cen/ts 14472-2** – *Rivestimenti resilienti, tessili e laminati per pavimentazioni. Progettazione, preparazione e installazione. Rivestimenti tessili per pavimentazioni;*

**uni cen/ts 14472-3** – *Rivestimenti resilienti, tessili e laminati per pavimentazioni. Progettazione, preparazione e installazione.*

*ne. Rivestimenti laminati per pavimentazioni;*

**uni en 1081** – *Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Determinazione della resistenza elettrica;*

**uni en 12103** – *Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Supporti di agglomerato di sughero. Specifiche;*

**uni en 12104** – *Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Piastrelle di sughero. Specifica;*

**uni en 12105** – *Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Determinazione del contenuto di umidità degli agglomerati a base di sughero;*

**uni en 12455** – *Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Specifiche per supporti a base di sughero;*

**uni en 12466** – *Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Vocabolario;*

**uni en 13893** – *Rivestimenti resilienti, laminati e tessili per pavimentazioni. Misura del coefficiente dinamico di attrito su superfici di pavimenti asciutte;*

**uni en 1399** – *Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Determinazione della resistenza alla bruciatura di sigaretta e di mozziconi di sigaretta;*

**uni en 14041** – *Rivestimenti resilienti, tessili e laminati per pavimentazioni. Caratteristiche essenziali;*

**uni en 14085** – *Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Specifiche per pannelli da pavimento con posa a secco;*

**uni en 14565** – *Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Rivestimenti per pavimentazioni a base di polimeri termoplastici sintetici. Specifiche;*

**uni cen/ts 15398** – *Rivestimenti resilienti, tessili e laminati per pavimentazioni. Simboli normalizzati per i rivestimenti per pavimentazioni;*

**uni cen/ts 15398** – *Rivestimenti resilienti, tessili e laminati per pavimentazioni. Simboli normalizzati per pavimentazioni;*

**uni en 1815** – *Rivestimenti resilienti e tessili per pavimentazioni. Valutazione della propensione all'accumulo di elettricità statica;*

**uni en 1818** – *Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Determinazione dell'azione di rotelle orientabili con carico pesante;*

**uni en 423** – *Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Determinazione della resistenza alla macchia;*

**uni en 424** – *Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Determinazione dell'effetto del movimento simulato dalla gamba di un mobile;*

**uni en 425** – *Rivestimenti resilienti e laminati per pavimentazioni. Prova della sedia con ruote;*

**uni en 426** – *Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Determinazione della larghezza, lunghezza, rettilineità e planarità dei prodotti in rotoli;*

**uni en 427** – *Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Determinazione della lunghezza dei lati, dell'ortogonalità e della rettilineità delle piastrelle;*

**uni en 428** – *Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Determinazione dello spessore totale;*

**uni en 429** – *Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Determinazione dello spessore degli strati;*

**uni en 430** – *Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Determinazione della massa areica;*

**uni en 431** – *Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Determinazione della forza di adesione tra gli strati;*

**uni en 432** – *Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Determinazione della forza di lacerazione;*

**uni en 433** – *Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Determinazione dell'impronta residua dopo l'applicazione di un carico statico;*

**uni en 434** – *Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Determinazione della stabilità dimensionale e dell'incurvamento dopo esposizione al calore;*

**uni en 435** – *Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Determinazione della flessibilità;*

**uni en 436** – *Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Determinazione della massa volumica;*

**uni en 660-1** – *Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Determinazione della resistenza all'usura. Prova di Stuttgart;*

**uni en 660-2** – *Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Determinazione della resistenza all'usura. Parte 2: Prova di Frick-Taber;*

**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 della 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, tessili e laminati 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 composti di sughero;

**uni en 688** – Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Specifica per agglomerati di sughero linoleum.

Norma di riferimento per la posa in opera

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

### 87.2 Requisiti di accettazione

L'analisi dei requisiti dei prodotti per pavimentazioni deve essere condotta nel rispetto della norma **uni 7999**. In particolare, la pavimentazione dovrà resistere:

- alle forze agenti in direzione normale e tangenziale;
- alle azioni fisiche (variazioni di temperatura e umidità);
- all'azione dell'acqua (pressione, temperatura, durata del contatto, ecc.);
- ai fattori chimico-fisici (agenti chimici, detersivi, sostanze volatili);
- ai fattori elettrici (generazione di cariche elettriche);
- ai fattori biologici (insetti, muffe, batteri);
- ai fattori pirici (incendio, cadute di oggetti incandescenti, ecc.);
- ai fattori radioattivi (contaminazioni e alterazioni chimico fisiche).

Per effetto delle azioni sopraelencate, la pavimentazione non dovrà subire le alterazioni o i danneggiamenti indicati dalla norma **uni 7999**, nello specifico:- deformazioni;- scheggiature;- abrasioni;- incisioni;- variazioni di aspetto; - variazioni di colore;- variazioni dimensionali;- vibrazioni;- rumori non attenuati;- assorbimento d'acqua;- assorbimento di sostanze chimiche;- assorbimento di sostanze detersive;- emissione di odori;- emissione di sostanze nocive.

### 87.3 Caratteristiche dei prodotti in legno per pavimentazione

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

I prodotti di cui sopra devono essere dell'essenza legnosa adatta all'uso e prescritta nel progetto esecutivo.

Sono ammessi i seguenti difetti visibili sulle facce in vista:

- 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.
- 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.
- 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.

I prodotti in oggetto devono avere contenuto di umidità compreso tra il 10 e il 15%.

Le tolleranze sulle dimensioni e sulla finitura sono le seguenti:

- listoni: 1 mm sullo spessore, 2 mm sulla larghezza e 5 mm sulla lunghezza;
- tavolette: 0,5 mm sullo spessore e 1,5% sulla larghezza e sulla lunghezza;

- mosaico, quadrotti, ecc.: 0,5 mm sullo spessore e 1,5% sulla larghezza e sulla lunghezza;
- le facce a vista e i fianchi da accertare saranno lisci.

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.

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

Nell'imballo un foglio informativo indicherà, oltre al nome del fornitore e al contenuto, almeno le caratteristiche di cui sopra.

Per i pavimenti in sughero si applicheranno le disposizioni della norma **uni iso 3810**.

#### 87.4 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, gres, ecc.) devono essere associate alla classificazione basata sul metodo di formatura mediante estrusione (metodo A) o pressatura (metodo B) a temperatura ambiente o con altri processi produttivi (metodo C).

Il rivestimento deve essere vetroso e impermeabile ai liquidi. La superficie delle piastrelle non smaltata deve essere levigata.

I tre gruppi di assorbimento d'acqua (*E*) per le piastrelle pressate o estruse previste dalla norma **uni en 14411** sono schematizzati nella tabella 26.1.

**Tabella 26.1. Assorbimento d'acqua delle piastrelle di ceramica**

Assorbimento d'acqua ( <i>E</i> ) in %						
Basso assorbimento d'acqua		Medio assorbimento d'acqua				Alto assorbimento d'acqua
Gruppo BI <sup>a</sup> E ≤ 0,5%	Gruppo BI <sup>b</sup> 0,5% < E ≤ 3%	Gruppo AII <sup>a</sup> 3% < E ≤ 6%	Gruppo AII <sup>b</sup> 6% < E < 10%	Gruppo BII <sup>a</sup> 3% < E ≤ 6%	Gruppo BII <sup>b</sup> 6% < E ≤ 10%	Gruppo III E > 10%
Piastrelle pressate a secco		Piastrelle estruse		Piastrelle pressate		-

#### 87.4.1 Imballaggi e indicazioni

Le piastrelle di ceramica devono essere contenute in appositi imballi che le proteggano da azioni meccaniche, sporatura, ecc. nelle fasi di trasporto, deposito e manipolazione prima della posa.

In applicazione della norma **uni en 14411**, le piastrelle di ceramica e/o i loro imballaggi devono riportare:

- il marchio del fabbricante e/o il marchio del venditore e il paese di origine;
- il marchio indicante la prima scelta;
- il tipo di piastrelle e il riferimento all'appendice della stessa norma **uni en 14411**;
- le dimensioni nominali e le dimensioni di fabbricazione, modulari (m) o non modulari;
- la natura della superficie, smaltata (gl) o non smaltata (ugl).

In caso di piastrelle per pavimento devono essere riportati:

- i risultati ottenuti dalla prova di scivolosità;
- la classe di abrasione per le piastrelle smaltate.

#### 87.4.2 Designazione

Le piastrelle di ceramica, come previsto dalla norma **uni en 14411**, devono essere designate riportando:

- il metodo di formatura;
- l'appendice della norma **uni en 14411**, che riguarda il gruppo specifico delle piastrelle;
- le dimensioni nominali e di fabbricazione, modulari (m) o non modulari;
- la natura della superficie: smaltata (gl) o non smaltata (ugl).

#### 87.5 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:

- essere esenti da difetti visibili (bolle, graffi, macchie, aloni, ecc.) sulle superfici destinate a restare in vista;
- avere costanza di colore tra i prodotti della stessa fornitura. In caso di contestazione, si farà riferimento alla norma **uni 8272-2**.

Sulle dimensioni nominali e sull'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;
- la durezza deve essere compresa tra 75 e 85 punti di durezza Shore A;
- la resistenza all'abrasione deve essere non maggiore di  $300 \text{ mm}^3$ ;
- la stabilità dimensionale a caldo deve essere non maggiore dello 0,3% per le piastrelle e dello 0,4% per i rotoli;
- la classe di reazione al fuoco deve essere la prima secondo il D.M. 26 giugno 1984, allegato A3.1;
- la resistenza alla bruciatura da sigaretta, intesa come alterazioni di colore prodotta dalla combustione, non deve originare contrasto di colore uguale oltre i limiti d'accettazione della norma **uni 8272-2**. Non sono, inoltre, ammessi affioramenti o rigonfiamenti;
- 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 oltre i limiti d'accettazione della norma **uni 8272-2**;
- il controllo delle caratteristiche suddette si intende effettuato secondo i criteri indicati dalla norma **uni 8272**;
- 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 punti sopraelencati.

#### 87.5.1 Norme di riferimento

**uni 8272-1** – Prove sui rivestimenti di gomma per pavimentazioni. Esame dell'aspetto;

**uni 8272-2** – Prove sui rivestimenti di gomma per pavimentazioni. Determinazione della costanza del colore;

**uni 8272-6** – Prove sui rivestimenti di gomma per pavimentazioni. Determinazione dell'adesione al supporto;

**uni en 12199** – Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Specifica per rivestimenti di gomma con rilievi omogenei ed eterogenei per pavimentazioni;

**uni en 14521** – Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Specifica per rivestimenti di gomma liscia per pavimentazioni con o senza supporto di schiuma con uno strato decorativo;

**uni en 1816** – Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Specifica per rivestimenti di gomma liscia omogenei ed eterogenei con supporto di schiuma per pavimentazioni;

**uni en 1817** – Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Specifica per rivestimenti di gomma liscia omogenei ed eterogenei per pavimentazioni;

**uni en 1903** – Adesivi. Metodo di prova per adesivi per rivestimenti di plastica o di gomma di pavimentazioni o di pareti. Determinazione delle variazioni dimensionali dopo invecchiamento accelerato.

#### 87.6 Prescrizioni per i prodotti base di policloruro di vinile

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.

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

**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;

**uni en 13413** – Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Rivestimenti di pavimenti a base di policloruro di vinile su supporto di fibra minerale. Specifiche;

**uni en 13553** – Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Rivestimenti per pavimentazioni di polivinilcloruro per aree umide speciali – Specifiche;

**uni en 13845** – Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Rivestimenti per pavimentazioni a base di policloruro di vinile con resistenza avanzata allo scivolamento. Specifica.

#### 87.7 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 progettuali.

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).

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.

**Tabella 26.2. Caratteristiche significative dei prodotti di resina**

Caratteristiche	Grado di significatività rispetto ai vari tipi (+ significativa; – non significativa)					
	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	-	-	+	+	+	+

### 87.8 *Prodotti di calcestruzzo per pavimentazioni*

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

### 87.9 *Mattonelle di conglomerato cementizio*

Le mattonelle di conglomerato cementizio potranno essere:

- con o senza colorazione e superficie levigata;
- con o senza colorazione con superficie striata o con impronta;
- a mosaico di cemento e di detriti di pietra con superficie levigata.

I suddetti prodotti 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 progettuali.

Le mattonelle di conglomerato cementizio sono particolarmente adatte per pavimentazione di interni, di balconi e di terrazze. Devono essere formate di due strati:

- strato inferiore, costituito di conglomerato cementizio;
- strato superiore, con spessore minimo di 0,5 cm, costituito da malta ad alta percentuale di cemento. L'eventuale aggiunta di materie coloranti può anche essere limitata alla parte superficiale di logoramento (spessore minimo = 0,2 cm).

Il peso delle mattonelle occorrenti per l'esecuzione di un metro quadrato di pavimentazione è di circa 36 kg.

#### 87.9.1 Norme di riferimento

Le mattonelle di *conglomerato cementizio* dovranno rispondere alle seguenti norme:

- 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*.

### 87.10 *Masselli di calcestruzzo*

I 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 e, in mancanza e/o completamento di esso, alle seguenti prescrizioni:

- 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;
- 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;
- 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;
- il coefficiente di trasmissione meccanica non deve essere minore di quello dichiarato dal fabbricante;
- il coefficiente di aderenza delle facce laterali deve essere il valore nominale con tolleranza  $\pm 5\%$  per il singolo elemento e  $\pm 3\%$  per le medie;
- la resistenza convenzionale alla compressione deve essere maggiore di  $50 \text{ N/mm}^2$  per il singolo elemento e maggiore di  $60 \text{ N/mm}^2$  per la media.

I prodotti saranno forniti su appositi pallets opportunamente legati ed eventualmente protetti dall'azione di sostanze sporcanti e da azioni meccaniche.

Il foglio informativo indicherà, oltre al nome del fornitore, almeno le caratteristiche di cui sopra e le istruzioni per la movimentazione, sicurezza e posa.

#### 87.10.1 Norme di riferimento

I masselli in calcestruzzo dovranno rispondere alla seguente norma:

- uni en 1338** – *Masselli di calcestruzzo per pavimentazione. Requisiti e metodi di prova*.

#### 87.11 *Prodotti in pietre naturali*

I prodotti di pietre naturali o ricostruite per pavimentazioni si intendono definiti come segue:

- l'elemento lapideo naturale è un elemento costituito integralmente da materiale lapideo (senza aggiunta di leganti);
- l'elemento lapideo ricostituito (conglomerato) è un elemento costituito da frammenti lapidei naturali legati con cemento o con resine;
- la lastra rifilata è un 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;
- la marmetta è un 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;
- la marmetta calibrata è un elemento lavorato meccanicamente per mantenere lo spessore entro le tolleranze dichiarate;
- la marmetta rettificata è un elemento lavorato meccanicamente per mantenere la lunghezza e/o larghezza entro le tolleranze dichiarate.

Per gli altri termini specifici dovuti alle lavorazioni, finiture, ecc., si rimanda alla norma **uni 9379** (norma ritirata senza sostituzione).

I prodotti di cui sopra devono rispondere alle prescrizioni del progetto (dimensioni, tolleranze, aspetto, ecc.) e a quanto prescritto nell'articolo sui prodotti di pietre naturali o ricostruite. In mancanza di tolleranze su disegni di progetto, si intende che le lastre grezze contengano la dimensione nominale. Le lastre finite, marmette, ecc. hanno tolleranza di 1 mm sulla larghezza e lunghezza e di 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 al 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.

#### 87.12 *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:  $4 \text{ N/m}^2$ ; - resistenza alla flessione:  $3 \text{ N/mm}^2$ ; - coefficiente di usura al tribometro: 15 m/m massimo per 1 km di percorso.

In caso di contestazione si farà riferimento alle norme cnr e uni applicabili.

I prodotti saranno forniti su appositi 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.

#### 87.13 *Prove di accettazione dei materiali da pavimentazione in lastre o piastrelle*

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, all'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 deve essere eseguita su due provini i cui risultati vengono mediati.

La prova di gelività deve essere effettuata su tre provini, e ciascuno di essi deve resistere al gelo perché il materiale sia considerato non gelivo.

Le prove devono essere eseguite presso i laboratori ufficiali di cui all'art. 59 del D.P.R. n. 380/2001.

#### 87.14 *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, non tessuto).

L'appaltatore, qualora richiesto dal direttore dei lavori, per i prodotti dovrà fornire indicazioni circa:

- 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 potranno essere 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).

I prodotti saranno forniti in 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 deve indicare il nome del produttore, le caratteristiche e le istruzioni per la posa in opera.

#### 87.14.1 Norme di riferimento

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 sporramento;*

**uni 8014-16** – *Rivestimenti tessili del pavimento fabbricati a macchina. Metodi di prova. Determinazione della resistenza elettrica orizzontale (superficiale) e verticale (trasversale).*

#### 87.15 Pavimentazioni sportive sintetiche

Le pavimentazioni sportive sintetiche potranno essere costituite da:

- pavimentazione impermeabile realizzata in sito idonea sia per l'interno sia per l'esterno, formata da resine sintetiche, acriliche, altamente elastiche, colorate con additivi a base di ossidi metallici, miscelate in loco con aggregati minerali di granulometria fine e controllata (quarzo sferoidale). L'impasto deve essere applicato con racle a strati incrociati. In tal caso, il sottofondo idoneo può essere costituito da tappetino bituminoso fillerizzato. Per l'esterno è necessario prevedere una pendenza lungo gli assi del campo dello 0,8-1%, per evitare il ristagno d'acqua;

- pavimentazione in resina poliuretana autolivellante a due componenti, su supporto in teli prefabbricati in gomma. La finitura deve essere liscia e antisdrucciolo. La resistenza al fuoco deve appartenere alla classe 1. Lo spessore totale deve essere compreso tra i 6 e i 20 mm. Il sottofondo idoneo deve essere costituito da massetti in calcestruzzo lisciato con umidità residua inferiore al 3%;

- pavimentazione poliuretana bicomponente elastica a spessore per la realizzazione di campi da tennis, bocce e aree ricreative.

#### 87.15.1 Norme di riferimento

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* (n.d.r. ritirata senza sostituzione);

**uni 9549** – *Pavimentazioni sportive sintetiche. Determinazione della resistenza alle scarpe chiodate per atletica* (n.d.r. ritirata senza sostituzione);

**uni 9550** – *Pavimentazioni sportive per atletica leggera. Determinazione della resistenza all'abrasione* (n.d.r. ritirata senza sostituzione);

**uni 9551** – *Pavimentazioni sportive. Determinazione della resistenza allo scivolamento di una superficie per mezzo di un pendolo ad attrito* (n.d.r. ritirata senza sostituzione);

**uni 9552** – *Pavimentazioni sportive. Determinazione della velocità di infiltrazione* (n.d.r. ritirata senza sostituzione);

**uni en 1177** – *Rivestimenti di superfici di aree da gioco ad assorbimento di impatto. Requisiti di sicurezza e metodi di prova.*

#### 87.16 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** – *Rivestimenti resinosi per pavimentazione. Determinazione della resistenza al punzonamento dinamico;*

**uni 8298-3** – *Rivestimenti resinosi per pavimentazioni. Determinazione della resistenza al punzonamento statico;*

**uni 8298-4** – *Rivestimenti resinosi per pavimentazioni. Determinazione della resistenza agli agenti chimici;*

**uni 8298-5** – *Rivestimenti resinosi per pavimentazioni. Determinazione del comportamento all'acqua;*

**uni 8298-6** – *Rivestimenti resinosi per pavimentazioni. Determinazione della resistenza all'invecchiamento termico in aria;*

**uni 8298-7** – *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** – *Rivestimenti resinosi per pavimentazioni. Preparazione dei provini per la determinazione della reazione al fuoco e della non combustibilità* (n.d.r. ritirata senza sostituzione);

**uni 8298-12** – *Rivestimenti resinosi per pavimentazioni. Determinazione dello spessore;*

**uni 8298-13** – *Rivestimenti resinosi per pavimentazioni. Determinazione della resistenza meccanica dei ripristini* (n.d.r. ritirata senza sostituzione);

**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 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 agugliati mediante una prova di sporatura;*

**uni en 1307** – *Rivestimenti tessili per pavimentazioni. Classificazione dei tappeti a pelo.*

#### 87.17 Requisiti prestazionali della pavimentazione antisdrucchiolevole

Per *pavimentazione antisdrucchiolevole* 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 previsti dal D.M. n. 236/1989:

- 0,40 per elemento scivolante cuoio su pavimentazione asciutta;

- 0,40 per elemento scivolante gomma dura standard su pavimentazione bagnata.

I valori di attrito predetti 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) devono 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 ed 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 alla direzione di marcia.

#### 87.18 *Pavimenti sopraelevati*

##### 87.18.1 Generalità

Il sistema di pavimenti sopraelevati deve essere composto da una struttura metallica portante che assolve il compito di sostenere i pannelli del pavimento rialzato, che possono essere costituiti da:

- conglomerato di legno e resine a bassa emissione di formaldeide;
- materiale inerte (solfato di calcio) rinforzato con fibre di cellulosa ad alta resistenza meccanica;
- materiale composito formato dall'accoppiamento di un pannello in truciolare con un pannello di inerte.

##### 87.18.2 Strutture di sostegno

Le strutture di sopraelevazione, adatte a sostenere ogni tipo di pannello modulare, si diversificano per rispondere a varie esigenze progettuali, quali, per esempio, il carico da supportare, l'altezza della sopraelevazione, la tenuta d'aria per il condizionamento, la continuità elettrica, la resistenza al fuoco, ecc.

Le strutture portanti possono essere dei seguenti tipi:

- senza travette: strutture con colonnine in acciaio per pavimenti particolarmente bassi, consigliate per sopraelevazioni comprese tra i .... e i.... mm, da fissare al pavimento con apposito mastice;
- con travette: strutture con colonnine in acciaio e travette aggredibili a incastro. Adatte a medie altezze di sopraelevazione e particolarmente indicate per sistemi di condizionamento dal basso;
- in acciaio con travette da fissare con bullone: adatte ad altezze comprese tra i.... e i .... mm. La continuità elettrica deve essere conforme alle norme vigenti in materia;
- strutture pesanti con travi tubolari passanti e travi tubolari di collegamento: sono fissate alle colonnine con viti di pressione. Tale soluzione, consigliata in presenza di carichi gravosi e alte sopraelevazioni, garantisce la continuità elettrica in ogni punto di traliccio portante.

La struttura portante del pavimento sopraelevato deve essere in grado di contrarsi e dilatarsi per effetto delle escursioni termiche senza causare danni al pavimento.

##### 87.18.3 Pannelli di supporto

I pannelli di supporto dei pavimenti sopraelevati possono essere dei seguenti tipi:

- pannello ligneo costituito da un conglomerato di legno ad alta densità e resine leganti;
- pannello in materiale inerte in solfato di calcio costituito da gesso e fibre;
- pannello composito costituito da uno strato superiore in conglomerato di legno di 28 mm e da uno strato inferiore in solfato di calcio di 10 mm.

Il rivestimento superiore dei pannelli può essere in laminato, in linoleum, in vinile, in ceramica, in moquette, in parquet, in marmo, in gomma o in granito. Il retro dei pannelli può prevedere anche una lamina in alluminio, una lastra di acciaio zincato, un laminato o una vaschetta in acciaio.

##### 87.18.4 Norme di riferimento

Per l'accettazione dei pavimenti sopraelevati modulari e i relativi componenti e accessori, si farà riferimento alle prescrizioni delle seguenti norme:

**uni en 12825** – *Pavimenti sopraelevati*;

**uni en 1366-6** – *Prove di resistenza al fuoco per impianti di fornitura servizi. Parte 6: Pavimenti sopraelevati e pavimenti cavi.*

#### 87.19 *Controsoffitti*

##### 87.19.1 Generalità

I controsoffitti sono strutture di finitura costituiti da elementi modulari leggeri prefabbricati, sospesi a strutture puntiformi e discontinue. Gli elementi di sostegno possono essere fissati direttamente al solaio o a esso appesi.

Lo strato di tamponamento può essere realizzato con i seguenti elementi:

- doghe metalliche a giacitura orizzontale;
- lamelle a giacitura verticale;
- grigliati a giacitura verticale e orditura ortogonale;
- cassettoni costituiti da elementi a centina, nei materiali e colori previsti dalle indicazioni progettuali esecutive riguardo alle caratteristiche meccaniche, chimiche e fisiche.

Gli elementi dei controsoffitti non accettati dal direttore dei lavori per il manifestarsi di difetti di produzione o di posa in opera dovranno essere dismessi e sostituiti dall'appaltatore. I prodotti devono riportare la prescritta marcatura ce, in riferimento alla norma **uni en 13964**.

La posa in opera comprende anche l'eventuale onere di tagli, forature e formazione di sagome.

Il direttore dei lavori dovrà controllare la facile amovibilità degli elementi modulari dalla struttura di distribuzione per le eventuali opere di manutenzione.

#### 87.19.2 Elementi di sospensione e profili portanti

Gli organi di sospensione dei controsoffitti per solai in cemento armato laterizio possono essere realizzati con vari sistemi:

- fili metallici zincati;
- tiranti di ferro piatto con fori ovalizzati per la regolazione dell'altezza mediante viti;
- tiranti in ferro tondo o piatto.

Gli organi di sospensione dei controsoffitti fissati alle solette in cemento armato possono essere realizzati con:

- elementi in plastica incastrati nella soletta;
- guide d'ancoraggio;
- viti con tasselli o viti a espansione.

Gli organi di sospensione dei controsoffitti fissati ai solai in lamiera d'acciaio possono essere realizzati con:

- lamiere piane con occhielli punzonati;
- tasselli ribaltabili;
- tasselli trapezoidali collocati entro le nervature sagomate della lamiera.

I profili portanti i pannelli dei controsoffitti dovranno avere le caratteristiche tecniche indicate in progetto. In mancanza, si seguiranno le indicazioni del direttore dei lavori.

Gli eventuali elementi in legno per la struttura di sostegno del controsoffitto devono essere opportunamente trattati ai fini della prevenzione del loro deterioramento e imbarcamento.

#### 87.19.3 Controsoffitti in pannelli di gesso

I controsoffitti in pannelli di gesso devono essere costituiti da lastre prefabbricate piane o curve, confezionate con impasto di gesso e aggiunta di fibre vegetali di tipo manila o fibre minerali. Eventualmente, possono essere impiegate anche perline di polistirolo per aumentarne la leggerezza.

Le caratteristiche dovranno rispondere alle prescrizioni progettuali. Tali tipi di controsoffitti possono essere fissati mediante viti autoperforanti a una struttura costituita da doppia orditura di profilati metallici o misti legno/metallo, sospesa all'intradosso del solaio secondo le prescrizioni progettuali, tramite pendini a molla o staffe.

Il controsoffitto in pannelli di gesso di tipo tradizionale potrà essere sospeso mediante pendini costituiti da filo metallico zincato, ancorato al soffitto esistente mediante tasselli o altro. Durante la collocazione, le lastre devono giuntate con gesso e fibra vegetale. Infine, dovranno essere stuccate le giunture a vista e i punti di sospensione delle lastre.

Particolare attenzione dovrà essere posta alla finitura dei giunti tra i pannelli e tra i pannelli e le pareti del locale. A posa ultimata, le superfici dovranno risultare perfettamente lisce e prive di asperità.

#### 87.19.4 Controsoffitti in lastre di cartongesso

I controsoffitti in cartongesso possono essere costituiti da lastre prefabbricate piane, confezionate con impasto di gesso stabilizzato miscelato e additivato, rivestito su entrambi i lati da speciali fogli di cartone. Le caratteristiche devono rispondere alle prescrizioni progettuali.

Tali tipi di controsoffitti devono essere fissati, mediante viti autoperforanti, a una struttura costituita da doppia orditura di profilati metallici o misti legno/metallo, sospesa all'intradosso del solaio, secondo le prescrizioni progettuali, o tramite pendini a molla o staffe.

Particolare attenzione dovrà essere posta alla finitura dei giunti tra i pannelli e tra i pannelli e le pareti della stanza. A posa ultimata le superfici devono risultare perfettamente lisce.

#### 87.19.5 Controsoffitti in perline di legno

I controsoffitti in perline di legno con lati sagomati a incastro, a maschio e femmina o a battuta, possono essere montati con chiodi nascosti nell'incastro o con ganci su correnti in legno.

Particolare attenzione deve essere posta alla ventilazione dell'intercapedine che si viene a formare, al fine di evitare ristagni di umidità.

#### 87.19.6 Controsoffitti in pannelli di fibre minerali

I controsoffitti in pannelli di fibre minerali possono essere collocati su un doppio ordito di profili metallici a T rovesciata, sospesi mediante pendini o staffe. I profilati metallici potranno essere a vista, seminasconditi o nascosti, secondo le prescrizioni progettuali o le direttive del direttore dei lavori.

#### 87.19.7 Norme di riferimento

**uni en 13964** – *Controsoffitti. Requisiti e metodi di prova;*

**uni en 14246** – *Elementi di gesso per controsoffitti. Definizioni, requisiti e metodi di prova.*

### Art. 88 **Prodotti per rivestimenti interni ed esterni**

#### 88.1 *Caratteristiche*

Si definiscono *prodotti per rivestimenti* quelli utilizzati per realizzare i sistemi di rivestimento verticali (pareti, facciate) e orizzontali (controsoffitti) dell'edificio. I prodotti per rivestimenti si distinguono in base allo stato fisico, alla collocazione e alla collocazione nel sistema di rivestimento.

In riferimento allo stato fisico, tali prodotti possono essere: - 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.).

In riferimento alla loro collocazione, si distinguono:- prodotti per rivestimenti esterni;- prodotti per rivestimenti interni.

Per ciò che concerne, infine, la collocazione dei prodotti nel sistema di rivestimento, si distinguono:- prodotti di fondo;

- prodotti intermedi;- prodotti 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.

#### 88.2 *Prodotti rigidi. Rivestimenti murali*

##### 88.2.1 Piastrelle di ceramica

Con riferimento al D.M. 26 giugno 1997, recante l'istituzione dei marchi di *ceramica artistica e tradizionale* e di *ceramica di qualità*, la ceramica artistica e tradizionale deve recare il marchio previsto.

Per qualunque altra indicazione o contestazione riguardante le piastrelle di ceramica, si rimanda alle prescrizioni delle norme unificate vigenti.

##### 88.2.2 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 progettuali valgono i criteri di accettazione generali indicati nell'art. 27. Devono essere comunque da prevedere gli opportuni incavi, fori, ecc. per il fissaggio alla parete e gli eventuali trattamenti di protezione dagli agenti atmosferici e altro.

##### 88.2.3 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 nelle norme unificate 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 e produzione di rumore, tenuto anche conto dei sistemi di fissaggio al supporto.

##### 88.2.4 Lastre di cartongesso

Il cartongesso è un materiale costituito da uno strato di gesso racchiuso tra 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. Nel caso di contropareti, invece, deve essere fissato direttamente sulla parete esistente con colla e tasselli e 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.

#### 88.2.5 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, poliaccrilonitrile).

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 ad 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 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;- fonoassorbenza;- inputrescibilità e inattaccabilità da parte di funghi e parassiti;- impermeabilità all'acqua;- permeabilità al vapore;- elevata resistenza ai cicli gelo/disgelo;- leggerezza;- assenza di manutenzione.

#### 88.2.6 Lastre di calcestruzzo

Per le lastre di calcestruzzo valgono le prescrizioni generali date nell'articolo sui prodotti di calcestruzzo, integrate dalle caratteristiche di resistenza agli agenti atmosferici (gelo/disgelo) e dagli elementi aggressivi trasportati dall'acqua piovana e dall'aria.

Per gli elementi piccoli e medi fino a 1,2 m come dimensione massima, si devono 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.

#### 88.2.7 Norma di riferimento

Norma di riferimento

**uni en 12781** – *Rivestimenti murali in rotoli. Specifiche per pannelli di sughero.*

### 88.3 *Prodotti flessibili. Rivestimenti murali*

#### 88.3.1 Carte da parati

Le carte da parati devono possedere i seguenti requisiti:- rispettare le tolleranze dimensionali dell'1,5% sulla larghezza e sulla 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, inversione dei singoli teli, ecc.

#### 88.3.2 Rivestimenti tessili

I rivestimenti tessili per pareti devono rispondere alle prescrizioni elencate nel punto precedente, avere adeguato livello di resistenza e possedere le necessarie caratteristiche di elasticità per la posa a tensione.

#### 88.3.3 Rivestimento ignifugo

I rivestimenti con tessuti in fibra di vetro dovranno essere applicati su qualsiasi supporto, per risolvere problemi relativi a intonaci irregolari, ruvidi o cavillati. Tali prodotti dovranno possedere una notevole resistenza meccanica agli urti e all'abrasione. Dovranno inoltre possedere caratteristiche ignifughe ed essere omologati in classe 1 di reazione al fuoco, ai sensi del D.M. del 26 giugno 1984.

I tessuti vengono incollati sulla superficie trattata con speciali adesivi (escluso quelli appartenenti alla classe 0) e, una volta asciutti, potranno essere tinteggiati con idonei prodotti.

#### 88.3.4 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;*

**uni en 13085** – Rivestimenti murali in rotoli. *Specifiche per rivestimenti in rotoli di sughero.*

#### 88.4 *Prodotti fluidi o in pasta*

##### 88.4.1 *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, oltre alle seguenti proprietà:- 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.*

Armatura degli intonaci interni

Gli intonaci interni ed esterni per prevenire la formazione di crepe e fessurazioni causate da assestamenti dei supporti sottostanti (mattoni, blocchi alleggeriti o prefabbricati, ecc.) e da agenti esterni dovranno essere armati con rete in fibra di vetro o in polipropilene, nella maglia indicata nei disegni esecutivi o dalla direzione dei lavori. La rete deve essere chimicamente inattaccabile da tutte le miscele, soprattutto in ambienti chimici aggressivi.

La larghezza della maglia dovrà essere proporzionale alla granulometria degli intonaci. Le maglie più larghe ben si adattano a intonaci più grezzi, quelle più strette agli intonaci fini.

L'applicazione della rete si eseguirà su un primo strato di intonaco ancora fresco, sovrapponendo i teli per circa 10 cm e successivamente all'applicazione di un secondo strato di materiale, avendo cura di annegare completamente la rete.

##### 88.4.2 *Prodotti vernicianti*

I prodotti vernicianti devono essere 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 progettuali o, in mancanza, quelli dichiarati dal fabbricante e accettati dalla direzione dei lavori.

## Art. 89 **Vernici, smalti, pitture, ecc.**

### 89.1 *Generalità*

I contenitori originali delle vernici e delle pitture devono rimanere sigillati in cantiere fino al momento dell'impiego dei prodotti contenuti. Quando una parte di vernice viene estratta, i contenitori devono essere richiusi con il loro coperchio originale. Lo stato e la sigillatura dei contenitori devono essere sottoposti all'esame del direttore dei lavori. La stessa verifica deve essere attuata al momento dell'apertura dei contenitori, per controllare lo stato delle vernici o delle pitture.

Tutti i prodotti dovranno essere accompagnati dalle schede tecniche rilasciate dal produttore ai fini della verifica della corretta preparazione e applicazione. Le schede dovranno essere formalmente trasmesse alla direzione dei lavori.

### 89.2 *Vernici protettive antiruggine*

Le vernici antiruggine su superfici non zincate devono essere a base di zinco, minio oleofenolico o cromato.

### 89.3 Smalti

Gli smalti devono possedere buone caratteristiche di copertura, distensione e adesione, stabilità di colore e resistenza elevata alle condizioni atmosferiche esterne che generalmente possono verificarsi nella zona ove devono essere impiegati.

### 89.4 Diluenti

I diluenti da impiegarsi devono essere del tipo prescritto dal produttore delle vernici e degli smalti adottati.

In ogni caso, devono essere di tipo e composizione tale da non alterare né sminuire minimamente le caratteristiche del prodotto da diluire.

### 89.5 Idropitture a base di cemento

Le idropitture a base di cemento devono essere preparate a base di cemento bianco, con l'incorporamento di pigmenti bianchi o colorati in misura non superiore al 10%.

La preparazione della miscela deve essere effettuata secondo le prescrizioni della ditta produttrice e sempre nei quantitativi utilizzabili entro 30 minuti dalla preparazione stessa.

### 89.6 Idropitture lavabili

Devono essere a base di resine sintetiche con composizione adatta per gli impieghi specifici, rispettivamente per interno o per esterno.

Trascorsi 15 giorni dall'applicazione, devono essere completamente lavabili senza dar luogo a rammollimenti dello strato, alterazioni della tonalità del colore o altri deterioramenti apprezzabili.

### 89.7 Latte di calce

Il latte di calce deve essere preparato con grassello di calce dolce mediante la diluizione in acqua limpida sotto continuo rimescolamento. Non è consentito l'impiego di calce idrata. Prima dell'impiego, il latte di calce deve essere lasciato riposare per circa otto ore.

### 89.8 Tinte a colla e per fissativi

La colla da usarsi per la preparazione delle tinte a colla e per fissativo deve essere a base di acetato di polivinile.

La diluizione deve essere fatta nelle proporzioni suggerite dal produttore.

### 89.9 Coloranti e colori minerali

I coloranti per la preparazione di tinte a calce o a colla devono essere di natura minerale, cioè formati da ossidi o da sali metallici, sia naturali che artificiali, opportunamente lavorati in modo da ottenere la massima omogeneità e finezza del prodotto.

### 89.10 Stucchi

Gli stucchi per la regolarizzazione delle superfici da verniciare devono avere composizione tale da permettere la successiva applicazione di prodotti verniciati sintetici. Devono, inoltre, avere consistenza tale da essere facilmente applicabili, aderire perfettamente alla superficie su cui sono applicati ed essiccare senza dar luogo a screpolature, arricciature o strappi. Dopo l'essiccazione, gli stucchi devono avere durezza adeguata all'impiego cui sono destinati.

### 89.11 Norme di riferimento

**uni 10997** – Edilizia. Rivestimenti su supporti murari esterni di nuova costruzione con sistemi di verniciatura, pitturazione, rpac, tinteggiatura ed impregnazione superficiale. Istruzioni per la progettazione e l'esecuzione;

**uni 8681** – Edilizia. Prodotti per sistemi di verniciatura, pitturazione, rpac, tinteggiatura e impregnazione superficiale. Criteri generali di classificazione;

**uni 8755** – Edilizia. Prodotti per sistemi di verniciatura, pitturazione, rpac, tinteggiatura, impregnazione superficiale e misti. Caratteristiche di attitudine all'immagazzinamento e all'applicazione;

**uni 8756** – Edilizia. Prodotti per sistemi di verniciatura, pitturazione, rpac, tinteggiatura, impregnazione superficiale e misti. Caratteristiche di identificazione e metodi di prova;

**uni 8757** – Edilizia. Prodotti per sistemi di verniciatura, pitturazione, tinteggiatura, impregnazione superficiale e misti. Criteri per l'informazione tecnica;

**uni 8758** – Edilizia. Sistemi di verniciatura, pitturazione, tinteggiatura, impregnazione superficiale e misti. Criteri per l'informazione tecnica;

**uni en 1062-1** – Pitture e vernici. Prodotti e sistemi di verniciatura per muratura e calcestruzzo esterni. Parte 1: Classificazione;

**uni en 1062-3** – Pitture e vernici. Prodotti e sistemi di verniciatura di opere murarie esterne e calcestruzzo. Parte 3: Determinazione della permeabilità all'acqua liquida;

**uni en 1062-6** – Pitture e vernici. Prodotti e cicli di verniciatura di opere murarie esterne e calcestruzzo. Determinazione della permeabilità all'anidride carbonica;

**uni en 1062-7** – Pitture e vernici. Prodotti e sistemi di verniciatura per muratura e calcestruzzo esterni. Parte 7: Determinazione delle proprietà di resistenza alla screpolatura;

**uni en 1062-11** – Pitture e vernici. Prodotti e cicli di verniciatura di opere murarie esterne e calcestruzzo. Metodi di condizionamento prima delle prove;

**uni en 13300** – Pitture e vernici. Prodotti e sistemi di verniciatura all'acqua per pareti e soffitti interni. Classificazione;

**uni en 927-1** – Prodotti vernicianti. Prodotti e cicli di verniciatura per legno per impieghi esterni. Classificazione e selezione;

**uni en 927-2** – Pitture e vernici. Prodotti e cicli di verniciatura per legno per impieghi esterni. Parte 2: Specifica delle prestazioni;

**uni en 927-3** – Pitture e vernici. Prodotti e cicli di verniciatura per legno per impieghi esterni. Parte 3: Prova d'invecchiamento naturale;

**uni en 927-5** – Pitture e vernici. Prodotti e cicli di verniciatura per legno per impieghi esterni. Parte 5: Determinazione della permeabilità all'acqua liquida;

**uni en 927-6** – Pitture e vernici. Prodotti e cicli di verniciatura per legno per impieghi esterni. Parte 6: Esposizione di rivestimenti per legno all'invecchiamento artificiale utilizzando lampade fluorescenti e acqua;

**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 12944-5** – Pitture e vernici. Protezione dalla corrosione di strutture di acciaio mediante verniciatura. Parte 5: Sistemi di verniciatura protettiva;

**uni 10527** – Prodotti vernicianti. Preparazione dei supporti di acciaio prima dell'applicazione di pitture e prodotti simili. Prove per valutare la pulizia delle superfici. Prova in campo per prodotti solubili di corrosione del ferro;

**uni 10560** – Prodotti vernicianti. Pitture murali in emulsione per interno. Resistenza al lavaggio. Metodo della spazzola;

**uni 11272** – Pitture e vernici. Linee guida per la stesura di garanzie tecniche di durata per rivestimenti ottenuti con prodotti vernicianti;

**uni 8305** – Prodotti vernicianti. Esame preliminare e preparazione dei campioni per il collaudo;

**uni 8405** – Materie prime per prodotti vernicianti. Comparazione del colore in massa dei pigmenti;

**uni 8406** – Materie prime per prodotti vernicianti. Comparazione del tono in diluizione e del potere colorante dei pigmenti;

**uni 8901** – Prodotti vernicianti. Determinazione della resistenza all'urto.

## Art. 90 **Sigillanti, adesivi e geotessili**

### 90.1 *Sigillanti*

Si definiscono *sigillanti* 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, i sigillanti 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.

Norme di riferimento

**uni iso 11600** – Edilizia. Sigillanti. Classificazione e requisiti.

a) piastrelle

**uni en 13888** – Sigillanti per piastrelle – Requisiti, valutazione di conformità, classificazione e designazione;

**uni en 12808-1** – Sigillanti per piastrelle – Parte 1: Determinazione della resistenza chimica di malte a base di resine reattive;

**uni en 12808-2** – Sigillanti per piastrelle – Parte 2: Determinazione della resistenza all'abrasione;

**uni en 12808-3** – Sigillanti per piastrelle – Parte 3: Determinazione della resistenza a flessione e a compressione;

**uni en 12808-4** – Sigillanti per piastrelle - Parte 4: Determinazione del ritiro;

**uni en 12808-5** – Sigillanti per piastrelle - Parte 5: Determinazione dell'assorbimento d'acqua.

b) giunti

**uni en 15651-1** – Sigillanti per giunti per impiego non strutturale negli edifici e piani di camminamento pedonali – Parte 1: Sigillanti per elementi di facciate;

**uni en 15651-2** – Sigillanti per giunti per impiego non strutturale negli edifici e piani di camminamento pedonali – Parte 2: Sigillanti per vetrate;

**uni en 15651-3** – Sigillanti per giunti per impiego non strutturale negli edifici e piani di camminamento pedonali - Parte 3: Sigillanti per giunti per impieghi sanitari;

**uni en 15651-4** – Sigillanti per giunti per impiego non strutturale negli edifici e piani di camminamento pedonali – Parte 4: Sigillanti per camminamenti pedonali;

**uni en 15651-5** – Sigillanti per giunti per impiego non strutturale negli edifici e piani di camminamento pedonali – Parte 5: Valutazione di conformità e marcatura.

## 90.2 Adesivi

Si definiscono *adesivi* 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 con le seguenti caratteristiche:

- compatibilità chimica con il supporto al quale 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;
- proprietà meccaniche adeguate alle sollecitazioni previste durante l'uso.

### 90.2.1 Adesivi per piastrelle

Il prodotto dovrà essere preparato versandolo in un recipiente, aggiungendo la percentuale d'acqua prevista dal produttore e mescolando con il trapano elettrico a basso numero di giri per qualche minuto, fino a ottenere un impasto omogeneo (ovvero senza grumi), che, prima dell'impiego, deve essere lasciato a riposo per qualche minuto.

Il prodotto deve essere applicato su supporto esente da polveri, oli, grassi, ecc., con spatola dentata con passaggi sia orizzontali sia verticali.

Dovrà essere evitata l'applicazione del prodotto su quei supporti che presentano condizioni di maturazione insufficienti o contenuto d'acqua eccessivo. Si dovrà, inoltre, proteggere il prodotto dal gelo e non porlo in opera a temperature inferiori a + 5 °C. In presenza di temperature elevate e supporti assorbenti, è buona norma inumidire la superficie prima della stesura.

Il prodotto dovrà possedere i seguenti parametri meccanici:- resistenza a compressione (N/mm<sup>2</sup>): 7,5;- resistenza a flessione (N/mm<sup>2</sup>): 2;- resistenza allo strappo (adesione) (N/mm<sup>2</sup>): 0,8.

Norme di riferimento

**uni en 12002** – Adesivi per piastrelle. Determinazione della deformazione trasversale di adesivi sigillanti e cementizi;

**uni en 12003** – Adesivi per piastrelle. Determinazione della resistenza al taglio degli adesivi reattivi con resina;

**uni en 12004** – Adesivi per piastrelle. Requisiti, valutazione di conformità, classificazione e designazione;

**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.

#### 90.2.2 Adesivi per rivestimenti ceramici

Il prodotto dovrà essere preparato versandolo in un recipiente, aggiungendo la percentuale d'acqua prevista dal produttore e mescolando con il trapano elettrico a basso numero di giri per qualche minuto, fino a ottenere un impasto omogeneo (ovvero senza grumi), che, prima dell'impiego, deve essere lasciato a riposo per qualche minuto.

Il prodotto deve essere applicato su supporto esente da polveri, oli, grassi, ecc., con spatola dentata con passaggi sia orizzontali che verticali.

Dovrà essere evitata l'applicazione del prodotto su quei supporti che presentino condizioni di maturazione insufficienti o contenuto d'acqua eccessivo. Si dovrà, inoltre, proteggere il prodotto dal gelo e non porlo in opera a temperature inferiori a + 5 °C. In presenza di temperature elevate e supporti assorbenti, è buona norma inumidire la superficie prima della stesura.

Norme di riferimento

**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 en 1245** – Adesivi - Determinazione del pH. Metodo di prova;

**uni 10113** – Adesivi per rivestimenti ceramici. Determinazione del residuo secco;

**uni 9446** – Adesivi. Determinazione della massa volumica apparente di adesivi in polvere per rivestimenti ceramici.

#### 90.2.3 Metodi di prova

In luogo delle certificazioni di prova, l'appaltatore potrà fornire la certificazione rilasciata dal produttore previa accettazione della direzione dei lavori.

I metodi di prova sui requisiti degli adesivi 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 iso 15605** – 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 en 12092** – Adesivi. Determinazione della viscosità;

**uni 9059** – Adesivi. Determinazione del tempo di gelificazione di resine ureiche;

**uni en 1238** – Adesivi. Determinazione del punto di rammollimento di adesivi termoplastici (metodo biglia e anello);

**uni 9446** – Adesivi. Determinazione della massa volumica apparente di adesivi in polvere per rivestimenti ceramici;

**uni en 1721** – Adesivi per carta e cartone, imballaggio e prodotti sanitari monouso. Misurazione dell'adesività di prodotti autoadesivi. Determinazione dell'adesività mediante una sfera rotolante;

**uni 9591** – Adesivi. Determinazione della resistenza al distacco (peeling) a caldo di un adesivo per incollaggio di policloruro di vinile (pvc) su legno;

**uni 9594** – Adesivi. Determinazione del tempo aperto massimo di adesivi per legno mediante prove di taglio per trazione;

**uni 9595** – Adesivi. Determinazione della rapidità di presa a freddo di adesivi per legno mediante prove di taglio per trazione;

**uni 9752** – Adesivi. Determinazione del potere bagnante di un adesivo mediante la misura dell'angolo di contatto;

**uni en 26922** – Adesivi. Determinazione della resistenza alla trazione dei giunti di testa;

**uni en 28510-1** – Adesivi. Prova di distacco per un assemblaggio ottenuto per incollaggio di un materiale flessibile su rigido. Distacco a 90°;

**uni en 28510-2** – Adesivi. Prova di distacco per un assemblaggio ottenuto per incollaggio di un materiale flessibile su rigido. Distacco a 180°;

**uni en iso 9142** – Adesivi. Guida alla selezione di condizioni normalizzate di laboratorio per prove di invecchiamento di giunti incollati;

**uni en iso 9653** – *Adesivi. Metodo di prova per la resistenza al taglio di giunti adesivi.*

### 90.3 Geotessili

Si definiscono *geotessili* 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), chimico (impregnazione) oppure termico (fusione). Si hanno nontessuti ottenuti da fiocco o da filamento continuo.

I geotessili sono caratterizzati da:- filamento continuo (o da fiocco);- trattamento legante meccanico (o chimico o termico);- peso unitario

Il soddisfacimento delle prescrizioni predette si 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.

#### 90.3.1 Geotessili. Norme di riferimento

Quando non è specificato nel progetto esecutivo, i geotessili devono essere rispondenti alle seguenti norme:

**uni en iso 13433** – *Geosintetici. Prova di punzonamento dinamico (prova di caduta del cono);*

**uni en iso 9863-2** – *Geotessili e prodotti affini. Determinazione dello spessore a pressioni stabilite. Procedura per la determinazione dello spessore dei singoli strati di prodotti multistrato;*

**uni en iso 10319** – *Geotessili. Prova di trazione a banda larga;*

**uni en iso 10321** – *Geosintetici. Prova di trazione a banda larga per giunzioni e cuciture;*

**uni en 12447** – *Geotessili e prodotti affini. Metodo di prova per la determinazione della resistenza all'idrolisi;*

**uni en 12224** – *Geotessili e prodotti affini. Determinazione della resistenza agli agenti atmosferici;*

**uni en 12225** – *Geotessili e prodotti affini. Metodo per la determinazione della resistenza microbiologica mediante prova di interrimento;*

**uni en 12226** – *Geotessili e prodotti affini. Prove generali per valutazioni successive a prove di durabilità;*

**uni en iso 12236** – *Geotessili e prodotti affini. Prova di punzonamento statico (metodo cbr);*

**uni en iso 13438** – *Geotessili e prodotti affini. Metodo di prova per la determinazione della resistenza all'ossidazione.*

### 90.4 Nontessuti. Norme di riferimento

Per quanto non espressamente indicato per i nontessuti si rimanda alle prescrizioni delle seguenti norme:

**uni en 29092** – *Tessili. Nontessuti. Definizione;*

**uni 8279-1** – *Nontessuti. Metodi di prova. Campionamento;*

**uni 8279-3** – *Nontessuti. Metodi di prova. Determinazione della permeabilità all'aria;*

**uni 8279-4** – *Nontessuti. Metodi di prova. Prova di trazione (metodo di Grab);*

**uni en iso 9073-2** – *Tessili. Metodi di prova per nontessuti. Determinazione dello spessore;*

**uni en iso 9073-6** – *Tessili. Metodi di prova per nontessuti. Parte 6: Assorbimento;*

**uni 8279-11** – *Nontessuti. Metodi di prova. Determinazione della resistenza alla perforazione con il metodo della sfera;*

**uni 8279-12** – *Nontessuti. Metodi di prova. Determinazione della variazione dimensionale a caldo;*

**uni 8279-13** – *Nontessuti. Metodi di prova. Determinazione del coefficiente di permeabilità radiale all'acqua;*

**uni 8279-14** – *Nontessuti. Metodi di prova. Determinazione della resistenza al punzonamento e della deformazione a rottura (metodo della penetrazione);*

**uni sperimentale 8279-16** – *Nontessuti. Metodi di prova. Determinazione del tempo di assorbimento di acqua (metodo della goccia);*

**uni 8279-17** – *Nontessuti. Metodi di prova. Determinazione della stabilità agli agenti atmosferici artificiali;*

**uni en 29073-1** – *Tessili. Metodi di prova per nontessuti. Determinazione della massa areica;*

**uni en 29073-3** – *Tessili. Metodi di prova per nontessuti. Determinazione della resistenza a trazione e dell'allungamento.*

## Art. 91 **Prodotti e materiali per partizioni interne e pareti esterne**

### 91.1 *Definizioni*

Le partizioni interne ed esterne dell'edificio con riferimento alla norma **uni 8290-1** si possono classificare in tre livelli:

- partizioni interne verticali:- pareti interne verticali;- infissi interni verticali;- elementi di protezione.
- partizioni interne orizzontali:- solai;- soppalchi;- infissi interni orizzontali.
- partizioni interne inclinate:- scale interne;- rampe interne.

Le partizioni esterne dell'edificio si possono classificare in:

- partizione interne verticali:- elementi di protezione;- elementi di separazione.
- partizioni esterne orizzontali:- balconi/logge;- passerelle.
- partizioni esterne inclinate:- scale esterne;- rampe interne.

Il direttore dei lavori, ai fini dell'accettazione dei materiali per la realizzazione dei principali strati funzionali di queste parti di edificio, 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, si 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.

#### 91.1.1 Pareti interne verticali

Le pareti interne verticali possono essere costituite da strutture continue, rigide e opache, oppure da elementi trasparenti; inoltre, possono essere fisse o spostabili. Le pareti devono supportare gli infissi interni quali porte, sportelli, sopraluci, ecc. Le pareti verticali possono essere costituite dai seguenti componenti:

- elemento di parete (muratura, pannello ecc.), costituito da uno o più strati;
- zoccolino battiscopa (gres, plastica, legno, ecc.), elemento di raccordo tra la parete e il pavimento;
- giunto laterale verticale, elemento di raccordo con la struttura portante;
- giunto superiore orizzontale, elemento di raccordo con il solaio superiore;
- giunto inferiore orizzontale, elemento di raccordo con il solaio inferiore;
- sopralzo, elemento di parete collocato ad altezza superiore a quella delle porte;
- fascia di aggiustaggio, superiore o laterale, elemento con funzioni di raccordo rispetto alle strutture, alle partizioni o agli elementi tecnici;
- infisso interno verticale (porta, passacarte, sportello, sopraluce, sovrapporta, telaio vetrato).

Norme di riferimento

**uni 8087** – *Edilizia residenziale. Partizioni interne verticali. Analisi dei requisiti;*

**uni provvisoria 9269** – *Pareti verticali. Prova di resistenza agli urti.*

**uni 8290-1** – *Edilizia residenziale. Sistema tecnologico. Classificazione e terminologia;*

**uni 8290-2** – *Edilizia residenziale. Sistema tecnologico. Analisi dei requisiti;*

**uni 8290-3** – *Edilizia residenziale. Sistema tecnologico. Analisi degli agenti;*

**uni 7960** – *Edilizia residenziale. Partizioni interne. Terminologia;*

**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;*

**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 10820** – *Partizioni interne. Pareti interne mobili. Analisi dei requisiti;*

**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 11004** – *Partizioni interne. Pareti interne mobili. Tipologie significative per la determinazione del potere fono-isolante;*

**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;

**uni en 13084-6** – Camini strutturalmente indipendenti. Parte 6: Pareti interne di acciaio. Progettazione e costruzione;

**uni en 13084-7** – Camini strutturalmente indipendenti. Parte 7: Specifiche di prodotto applicabili a elementi cilindrici di acciaio da utilizzare per camini di acciaio a parete singola e per pareti interne di acciaio;

**uni en 438-7** – Laminati decorativi ad alta pressione (hpl). Pannelli a base di resine termoindurenti (generalmente chiamati laminati). Parte 7: Laminati stratificati e pannelli compositi hpl per applicazioni su pareti interne ed esterne e su soffitti;

**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;

**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.

### 91.2 Prodotti a base di laterizio, di calcestruzzo alleggerito, ecc.

I prodotti a base di laterizio, calcestruzzo e similari non aventi funzione strutturale ma unicamente di chiusura nelle pareti esterne e partizioni devono rispondere alle prescrizioni del progetto esecutivo e, a loro completamento, alle seguenti prescrizioni:

- gli elementi di laterizio (forati e non) prodotti mediante trafilatura o pressatura con materiale normale o alleggerito devono rispondere alla norma **uni en 771-1**;

- gli elementi di calcestruzzo alleggerito,  $1200 \text{ kg/m}^3 = \gamma = 1400 \text{ kg/m}^3$ , devono rispondere alla norma **uni en 771-3**;

- gli elementi di silicato di calcio devono rispondere alla norma **uni en 771-2**;

- gli elementi di pietra naturale devono rispondere alla norma **uni en 771-6**;

- gli elementi di pietra agglomerata devono rispondere alla norma **uni en 771-5**.

L'appaltatore, per ogni prodotto da impiegare, deve fornire alla direzione dei lavori le schede tecniche rilasciate dal produttore.

#### Norme di riferimento

**uni en 771-1** – Specifica per elementi per muratura. Parte 1: Elementi per muratura di laterizio;

**uni en 771-2** – Specifica per elementi di muratura. Parte 2: Elementi di muratura di silicato di calcio;

**uni en 771-3** – Specifica per elementi di muratura. Parte 3: Elementi per muratura di calcestruzzo vibrocompresso (aggregati pesanti e leggeri);

**uni en 771-4** – Specifica per elementi di muratura. Parte 4: Elementi di muratura di calcestruzzo aerato autoclavato;

**uni en 771-5** – Specifica per elementi di muratura. Parte 5: Elementi per muratura di pietra agglomerata;

**uni en 771-6** – Specifica per elementi di muratura. Parte 6: Elementi di muratura di pietra naturale.

#### 91.2.1 Isolamento acustico dei divisori

L'isolamento acustico dei divisori in laterizio deve essere assicurato mediante:

- rivestimento esterno con apposito pannello dello spessore non inferiore a ....., nel rispetto del D.P.C.M. 5 dicembre 1997. I pannelli devono essere applicati a secco e fissati con tasselli ad espansione, in ragione di almeno quattro tasselli per metro quadrato. Il rivestimento esterno deve essere in lastre di cartongesso;

- isolamento in intercapedine con prodotto in lana di legno di abete mineralizzata legata con cemento Portland e rivestimento esterno in lastre di cartongesso.

#### 91.3 Prodotti e componenti per facciate continue

I prodotti e i componenti per facciate continue dovranno rispondere, oltreché alle prescrizioni del progetto esecutivo, anche alle seguenti ulteriori prescrizioni:

- gli elementi dell'ossatura devono possedere caratteristiche meccaniche non inferiori a quelle di 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 fissati alle strutture portanti, in modo resistere alle sollecitazioni meccaniche (vento, pioggia, urti, ecc.) e termoisolometriche dell'ambiente esterno e chimiche degli agenti inquinanti;

- le parti apribili e i loro accessori devono rispondere alle prescrizioni sulle finestre o sulle porte stabilite in questo capitolato speciale;

- i rivestimenti ceramici e simili devono essere inassorbenti e resistenti all'usura, all'abrasione, agli attacchi chimici e alla flessione. Devono, inoltre, essere di facile pulizia e manutenzione;
- le soluzioni costruttive dei giunti devono completare e integrare le prestazioni dei pannelli ed essere sigillate con prodotti adeguati.

L'appaltatore, per ogni prodotto da impiegare, deve fornire alla direzione dei lavori le schede tecniche rilasciate dal produttore.

#### 91.4 *Prodotti a base di cartongesso*

I prodotti a base di cartongesso devono rispondere alle prescrizioni del progetto esecutivo e, in mancanza, alle prescrizioni seguenti: - spessore con tolleranza di  $\pm 0,5$  mm;- lunghezza e larghezza con tolleranza di  $\pm 2$  mm;- resistenza all'impronta, all'urto e alle sollecitazioni localizzate (punti di fissaggio);- basso assorbimento d'acqua;- bassa permeabilità al vapore (prodotto abbinato a barriera al vapore);- resistenza all'incendio dichiarata;- isolamento acustico dichiarato.

I limiti di accettazione saranno quelli indicati nel progetto esecutivo e, in loro mancanza, quelli dichiarati dal produttore e approvati dalla direzione dei lavori.

#### 91.5 *Blocchi di gesso*

I blocchi in gesso pieni o forati per la formazione di pareti verticali per evitare in futuro rigonfiamenti e danni dovuti all'elevata umidità relativa o al contatto con acqua devono 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 italiane specifiche si potrà fare riferimento alla norma **din 18163**.

In cantiere, il materiale deve essere appoggiato a pavimento, sempre in piano, al coperto o sotto un telo di plastica.

## Art. 92 **Chiusini per pozzetti**

### 92.1 *Dispositivi di chiusura*

Potranno essere del tipo quadrato, rettangolare o circolare, secondo prescrizione, con coperchi chiusini o tamponi di forma rotonda o quadrata in rapporto ai vari tipi di manufatti, ma comunque con fori di accesso (se accessibili) di luce netta mai inferiore a 600 mm. I materiali di costruzione saranno la ghisa grigia (almeno R 150 UNI ISO 185), la ghisa sferoidale o l'acciaio, impiegati da soli od in unione al calcestruzzo.

In ogni caso dovranno essere rispettate le seguenti norme di unificazione:

UNI EN 124 - Dispositivi di coronamento e di chiusura per zone di circolazione. Principi di costruzione, prove di tipo, marcatura e controllo di qualità.

I coperchi potranno essere dotati di fori di aerazione di sezione totale non inferiore a: 5% della superficie del cerchio (DN quota di passaggio) per i chiusini aventi quota non superiore a 600 mm; 140 cm<sup>2</sup> chiusini con quota superiore. Sotto tali coperchi, inoltre, potrà essere richiesta l'installazione di opportuni cestelli in lamiera di acciaio zincata, per la raccolta dei corpi solidi.

**TAB. III - 33 – Chiusini per camerette d'ispezione - Classi (Norma UNI EN 124)**

CLASSE	CONDIZIONI DI INSTALLAZIONE*	CARICHI DI PROVA KN
A 15	Zone ad esclusivo uso pedonale - Zone ciclabili e/o verde .....	1,5
B 125	Zone pedonali - Marciapiedi (eccezionalmente soggetti a carichi veicolari).....	12,5
C 250	Zone di banchina - Canalette e cunette .....	25,0
D 400	Vie di circolazione (Autostrade, strade statali e provinciali) .....	40,0

\* In casi eccezionali (es. aeroporti) i chiusini potranno essere richiesti con portate di 60 t (classe E 600) o 90 t (classe F 900)

Le superfici di contatto dei chiusini, dalla Classe A 15 alla classe F 900 dovranno garantire la dovuta stabilità e silenziosità di esercizio, in particolar modo per le classi D 400, E 600 e F 900. Queste condizioni potranno essere ottenute con tutti i mezzi appropriati, quali: lavorazione meccanica, inserimento di guarnizioni elastiche, appoggio su tre punti, ecc. purché approvati dalla Direzione Lavori.

Ogni chiusino dovrà riportare, di fusione, il nome e/o la sigla del fabbricante e la classe, funzione quest'ultima del carico di prova () in rapporto alle condizioni di esercizio di cui alla Tabella III-33.

### 92.2 *Griglie e chiusini*

Le griglie potranno avere, in rapporto alle prescrizioni, la superficie superiore sagomata ad inginocchiatio (ossia piatta e con una leggera pendenza verso il cordolo del marciapiede), ovvero concava (secondo la sagoma della cunetta stradale), con sbarre trasversali oppure parallele alla direzione della carreggiata. La distanza delle traverse, in rapporto all'orientamento rispetto alla direzione del traffico ed alla classe, dovrà risultare conforme ai prospetti 4 e 5 della UNI EN 124.

In tutti i casi la luce netta delle griglie dovrà essere non inferiore a 125 cm<sup>2</sup> (per pendenza della carreggiata fino al 5%) e convenientemente superiore per maggiori pendenze.

Gli eventuali cestelli () per la selezione e raccolta dei detriti solidi dovranno essere realizzati in lamiera di acciaio zincata, con fondo pieno e parete forata, uniti mediante chiodatura, saldatura, flangiatura, ecc. Saranno di facile sollevamento e poggeranno di norma su appositi risalti ricavati nelle pareti dei pozzetti.

In rapporto all'utilizzazione il carico di prova () sarà stabilito come alla Tab.III-33.

### 92.3 Gradini per pozzetti di ispezione

Potranno essere, secondo prescrizione, in ghisa, in acciaio galvanizzato o zincato, od ancora in acciaio inossidabile. Potranno inoltre avere forma di bacchette (tipo DIN 19555) o di staffe (tipo corto: DIN 1211B; medio: DIN 1211A; lungo: DIN 1212).

Nel primo caso il diametro dovrà essere non inferiore a 20 mm; nel secondo caso lo stesso limite sarà rispettato dalla sezione di incastro dei bracci a mensola. In tutti i casi i gradini dovranno essere provati per un carico concentrato di estremità non inferiore a 3240 N

## Art. 93 Impermeabilizzazioni e coperture piane

### 93.1 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.

Norme di riferimento

**uni 8178** – *Edilizia. Coperture. Analisi degli elementi e strati funzionali;*

**uni en 1504-1** – *Prodotti e sistemi per la protezione e la riparazione delle strutture di calcestruzzo – Definizioni, requisiti, controllo di qualità e valutazione della conformità – Parte 1: Definizioni;*

**uni en 1504-2** – *Prodotti e sistemi per la protezione e la riparazione delle strutture di calcestruzzo – Definizioni, requisiti, controllo di qualità e valutazione della conformità – Parte 2: Sistemi di protezione della superficie di calcestruzzo;*

**uni en 1504-3** – *Prodotti e sistemi per la protezione e la riparazione delle strutture di calcestruzzo – Definizioni, requisiti, controllo di qualità e valutazione della conformità – Parte 3: Riparazione strutturale e non strutturale.*

### 93.2 Classificazione delle membrane

Le membrane si classificano in base:

- a) al materiale componente, per esempio:- bitume ossidato fillerizzato;- bitume polimero elastomero;- bitume polimero plastomero;- etilene propilene diene;- etilene vinil acetato, ecc.
- b) al materiale di armatura inserito nella membrana, per esempio: - armatura vetro velo; - armatura poliammide tessuto; - armatura polipropilene film; - armatura alluminio foglio sottile, ecc.
- c) al materiale di finitura della faccia superiore, per esempio: - poliestere film da non asportare;- polietilene film da non asportare;- graniglie, ecc.
- d) al materiale di finitura della faccia inferiore, per esempio: - poliestere non tessuto;- sughero;- alluminio foglio sottile, ecc.

### 93.3 Prodotti forniti in contenitori

I prodotti forniti in contenitori possono essere:- mastici di rocce asfaltiche e di asfalto sintetico;- asfalti colati;- malte asfaltiche;- prodotti termoplastici;- soluzioni in solvente di bitume;- emulsioni acquose di bitume;- prodotti a base di polimeri organici.

Il direttore dei lavori, ai fini della loro accettazione, può procedere a controlli (anche parziali) su campioni della fornitura. In ogni caso, l'appaltatore dovrà consegnare l'attestato di conformità della fornitura.

Le membrane per coperture di edifici, in relazione allo strato funzionale che vanno a costituire (per 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, alla norma **uni 8178**.

### 93.4 Membrane destinate a formare strati di schermo e/o barriera al vapore

Le caratteristiche da considerare ai fini dell'accettazione delle membrane destinate a formare strati di schermo e/o barriera al vapore sono le seguenti (norme **uni 9380-1** e **uni 9380-2**):- 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;- giunzioni resistenti a trazione e impermeabili all'aria.

I prodotti non normati devono rispondere ai valori dichiarati dal fabbricante e accettati dalla direzione dei lavori.

Norme di riferimento

**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 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.

#### 93.5 Membrane destinate a formare strati di continuità, di diffusione o di egualizzazione della pressione di vapore

Le caratteristiche da considerare ai fini dell'accettazione delle 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 sono le seguenti (norma **uni 9168**):- tolleranze dimensionali (lunghezza, larghezza e spessore);- difetti, ortometria e massa areica;- comportamento all'acqua;- invecchiamento termico in acqua.

I prodotti non normati devono rispondere ai valori dichiarati dal fabbricante e accettati dalla direzione dei lavori. Le membrane rispondenti alle norme **uni 9380** (varie parti) e **uni 8629** (varie parti) per le caratteristiche precitate sono valide anche per questo impiego.

#### 93.6 Membrane destinate a formare strati di tenuta all'aria

I prodotti non normati devono essere conformi 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 gli strati di tenuta all'aria.

In particolare, dovranno essere controllati i seguenti parametri:- tolleranze dimensionali (lunghezza, larghezza e spessore);- difetti, ortometria e massa areica;- resistenza a trazione e alla lacerazione;- comportamento all'acqua;- giunzioni resistenti alla trazione e alla permeabilità all'aria.

Norme di riferimento

**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.

#### 93.7 Membrane destinate a formare strati di tenuta all'acqua

Le caratteristiche da considerare ai fini dell'accettazione delle membrane destinate a formare strati di tenuta all'acqua sono le seguenti (norma **uni 8629**, varie parti):- 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 in acqua;- resistenza all'ozono (solo per polimeriche e plastomeriche);- resistenza ad azioni combinate (solo per polimeriche e plastomeriche);- giunzioni resistenti a trazione e impermeabili all'aria.

I prodotti non normati devono rispondere ai valori dichiarati dal fabbricante e accettati dalla direzione dei lavori.

#### 93.8 Membrane destinate a formare strati di protezione

Le caratteristiche da considerare ai fini dell'accettazione delle membrane destinate a formare strati di protezione sono le seguenti (norma **uni 8629**, varie parti):- tolleranze dimensionali (lunghezza, larghezza, spessore);- difetti, ortometria e massa areica;- resistenza a trazione e alle lacerazioni;- punzonamento statico e dinamico;- flessibilità a freddo;- stabilità dimensionale 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;- giunzioni resistenti a trazione;- l'autoprotezione minerale deve resistere all'azione di distacco.

I prodotti non normati devono rispondere ai valori dichiarati dal fabbricante e accettati dalla direzione dei lavori.

### 93.9 Membrane a base di elastomeri e di plastomeri

#### 93.9.1 Tipologie

I tipi di membrane base di elastomeri e di plastomeri sono:

- membrane in materiale elastomerico senza armatura (si definisce *materiale elastomerico* 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 (si definisce *materiale elastomerico* 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 o 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).

#### 93.9.2 Classi di utilizzo

Le classi di utilizzo delle membrane base di elastomeri e di plastomeri sono le seguenti:

- 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.

#### 93.9.3 Accettazione

Le membrane a base di elastomeri e di plastomeri devono rispettare le caratteristiche previste dalle varie parti della norma **uni 8898**, anche se attualmente ritirata senza sostituzione.

### 93.10 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 seconda del materiale costituente, devono rispondere alle caratteristiche e ai valori di limiti di riferimento normalmente applicati. Quando non sono riportati limiti, si intendono validi quelli dichiarati dal produttore nella sua documentazione tecnica e accettati dalla direzione dei lavori.

#### 93.10.1 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 sperimentale 4163** – *Impermeabilizzazione delle coperture. Bitumi da spalmatura. Determinazione dell'indice di penetrazione dei bitumi.*

**Tabella 32.1. 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



#### 93.10.2 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.*

#### 93.10.3 Asfalti colati

Gli asfalti colati per impermeabilizzazione 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 (ritirata senza sostituzione);*
- 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.*

#### 93.10.4 Mastice di rocce asfaltiche

Il mastice di rocce asfaltiche per la preparazione di malte asfaltiche e degli asfalti colati deve rispondere alla seguente norma:

- uni 4377** – *Impermeabilizzazione delle coperture. Mastice di rocce asfaltiche per la preparazione delle malte asfaltiche e degli asfalti colati.*

#### 93.10.5 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 (ritirata senza sostituzione);*
- 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 asfalteni 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.*

#### 93.10.6 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 valutati in base alle caratteristiche e ai limiti di riferimento normalmente applicati. Quando non sono riportati limiti, si intendono validi quelli dichiarati dal produttore nella sua documentazione tecnica e accettati dalla direzione dei lavori.

Per i valori non prescritti, si intendono validi quelli dichiarati dal fornitore e accettati dalla direzione dei lavori.

Per i valori non prescritti si intendono validi quelli dichiarati dal fornitore e accettati dalla direzione dei lavori.

### 93.11 Rinforzo di guaine liquide a base di resine acriliche ed epoxibituminose

Le guaine liquide a base di resine acriliche ed epoxibituminose e le malte impermeabilizzanti dovranno essere rinforzate con l'applicazione di reti in fibra di vetro.

Per superfici irregolari o inclinate, l'uso di reti realizzate con speciali filati voluminizzati assicura un maggiore assorbimento di resina, evitando fenomeni di gocciolatura e garantendo l'omogeneità della distribuzione del prodotto. Sul prodotto impermeabilizzante appena applicato dovrà essere posata la rete ben tesa, annegandola mediante spatola, rullo o pennello, avendo cura di sovrapporre i teli per almeno 10 cm evitando la formazione di bolle e piegature.

### 93.12 Malta bicomponente elastica a base cementizia

Sono malte bicomponenti a base di leganti cementizi, aggregati selezionati a grana fine, additivi speciali e polimeri sintetici in dispersione acquosa. L'impasto ottenuto, scorrevole facilmente, è applicabile anche in verticale fino a 2 mm di spessore in una sola mano.

Sul primo strato di bicomponente deve essere stesa una rete costituita da fibre di vetro trattate con uno speciale appretto che conferisce resistenza agli alcali e inoltre promuove l'adesione con tutti i prodotti utilizzati per l'impermeabilizzazione e la rasatura; a indurimento avvenuto della rasatura o dello strato impermeabilizzante, la rete di vetro costituisce un'armatura che evita la formazione di fessurazioni dovute a movimenti del supporto o della superficie piastrellata. Inoltre, serve a facilitare anche l'applicazione di uno spessore uniforme di circa 2 mm della rasatura e migliorare le resistenze agli sbalzi termici e all'abrasione del sistema. La rete di vetro deve essere completamente annegata nello spessore dello strato impermeabilizzante o delle rasature. I teli adiacenti di rete in fibra di vetro dovranno essere sovrapposti lungo i bordi per uno spessore di almeno 5-10 cm.

La posa in opera deve rispettare le precise indicazioni del produttore e le ulteriori indicazioni del direttore dei lavori.

Il prodotto impermeabilizzante può essere impiegato per:- impermeabilizzazione di vasche in calcestruzzo per il contenimento delle acque;- impermeabilizzazione di bagni, docce, balconi, terrazze, piscine, ecc. prima della posa di rivestimenti ceramici;- impermeabilizzazione di superfici in cartongesso, intonaci o cementizi, blocchi di cemento alleggerito, multistrato marino;- rasatura elastica di strutture in calcestruzzo con sezioni sottili anche soggette a piccole deformazioni sotto carico (per esempio pannelli prefabbricati);- protezione di intonaci o calcestruzzi che presentano delle fessurazioni causate da fenomeni di ritiro, contro la penetrazione dell'acqua e degli agenti aggressivi presenti nell'atmosfera;- protezione, dalla penetrazione dell'anidride carbonica, di pile e impalcati in calcestruzzo e di strutture che presentano uno spessore di copriferro inadeguato;- protezione di superfici in calcestruzzo che possono venire a contatto con l'acqua di mare, i sali disgelanti come il cloruro di sodio e di calcio e i sali solfatici.

Norme di riferimento

**uni en 1504-2** – *Prodotti e sistemi per la protezione e la riparazione delle strutture di calcestruzzo – Definizioni, requisiti, controllo di qualità e valutazione della conformità – Parte 2: Sistemi di protezione della superficie di calcestruzzo;*

**uni en 1504-9** – *Prodotti e sistemi per la protezione e la riparazione delle strutture di calcestruzzo – Definizioni, requisiti, controllo di qualità e valutazione della conformità – Parte 9: Principi generali per l'utilizzo dei prodotti e dei sistemi.*

## Art. 94 Infissi in legno e in metallo

### 94.1 Definizioni

Si definiscono *infissi* gli elementi edilizi aventi la funzione principale di regolare il passaggio di persone, animali, oggetti e sostanze liquide o gassose tra spazi interni ed esterni dell'organismo edilizio o tra ambienti diversi dello spazio interno.

Il *serramento*, invece, è definito come l'elemento tecnico con la funzione principale di regolare in modo particolare il passaggio di persone, animali, oggetti e sostanze liquide o gassose, energia, aria, ecc.

Essi si dividono in 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.

I meccanismi di apertura e chiusura degli infissi devono essere facilmente manovrabili e percepibili e le parti mobili devono poter essere usate esercitando una lieve pressione.

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).

Norme di riferimento

**uni 7895** – *Disegni tecnici. Designazione simbolica del senso di chiusura e delle facce delle porte, finestre e persiane;*

**uni 8369-1** – *Edilizia. Chiusure verticali. Classificazione e terminologia;*

**uni 8369-2** – *Edilizia. Pareti perimetrali verticali. Classificazione e terminologia;*

**uni 8369-3** – *Edilizia. Chiusure verticali. Classificazione e terminologia dei serramenti esterni verticali;*

**uni 8369-4** – *Edilizia. Chiusure verticali. Classificazione e terminologia degli schermi;*

**uni 8369-5** – *Edilizia. Chiusure verticali. Giunto tra pareti perimetrali verticali e infissi esterni. Terminologia e simboli per le*

dimensioni;

**uni 8370** – Edilizia. Serramenti esterni. Classificazione dei movimenti di apertura delle ante.

#### 94.2 Campioni

L'appaltatore dovrà esibire un campione di ogni tipologia di ogni infisso della fornitura ai fini dell'approvazione da parte della direzione dei lavori.

Il campione di infisso deve essere limitato a un modulo completo di telaio, parte apribile e cerniere, meccanismi di chiusura, comandi, accessori e guarnizioni. Resta inteso che i manufatti che saranno consegnati in cantiere dovranno essere tassativamente uguali ai campioni approvati dal direttore dei lavori, comprese le anodizzazioni e/o le verniciature.

L'appaltatore deve consegnare l'attestato di conformità della fornitura alle prescrizioni contrattuali e alle normative vigenti.

#### 94.3 Tipologie dei serramenti di progetto

La tipologia dei serramenti, il sistema di apertura, le dimensioni (in mm) e il meccanismo di chiusura sono quelli indicati nella tabella 33.1.

**Tabella 33.1. Tipologie dei serramenti di progetto**

Codice identificativo del serramento (riferimento: abaco dei serramenti)	Dimensioni (mm)	Sistema di apertura	Meccanismo di apertura	Elaborato grafico di riferimento

#### 94.4 Marcatura CE

Il marchio ce non riguarda la posa in opera. L'attestazione obbligatoria deve riguardare almeno i seguenti requisiti (**uni en 14351-1**): - tenuta all'acqua, mediante la prova in laboratorio (norma **uni en 1027**);- permeabilità all'aria, mediante la prova in laboratorio (norma **uni en 1026**);- resistenza al vento, mediante prova in laboratorio (norma **uni en 12211**);- resistenza termica, mediante il procedimento di calcolo indicato dalla norma **uni en iso 10077-1** oppure **10077-2** o in alternativa con la prova in laboratorio (norma **uni en iso 12657-1**);- prestazione acustica, mediante procedimento di calcolo o, in alternativa, con la prova in laboratorio (norma **uni en iso 140-3**);- emissione di sostanze dannose verso l'interno del locale;- resistenza all'urto.

Le tipologie di serramenti più importanti con l'obbligo della marcatura ce sono le seguenti:- porte per uso esterno a esclusivo uso dei pedoni (a una o due ante; con pannelli laterali e/o sopra-luce);- porte destinate a uscita di sicurezza con maniglioni antipánico;- finestre (uso esterno) a una e due ante (incluso le guarnizioni di tenuta alle intemperie);- porte finestre (uso esterno) a una e due ante (incluso le guarnizioni di tenuta alle intemperie);- finestre scorrevoli orizzontali;- finestre francesi;- finestre da tetto con o senza materiali antifiamma;- porte blindate per uso esterno;- porte automatiche (con radar) motorizzate;- tutti i prodotti che possono essere in versione manuale o motorizzata;- tutti i prodotti che possono essere ciechi, parzialmente o totalmente vetrati;- tutti i prodotti che possono essere assemblati in due o più unità.

Norma di riferimento

**uni en 14351-1** – Finestre e porte. Norma di prodotto, caratteristiche prestazionali. Parte 1: Finestre e porte esterne pedonali senza caratteristiche di resistenza al fuoco e/o di tenuta al fumo.

#### 94.5 Documentazione da fornire al direttore dei lavori

L'appaltatore è obbligato a fornire al direttore dei lavori la documentazione rilasciata dal produttore riguardante:

- dichiarazione di conformità a norma dei prodotti forniti;
- istruzioni di installazione del prodotto;
- istruzioni sull'uso e sulla manutenzione dei prodotti;
- marcatura ce.

#### 94.6 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 (o 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 resistenza al vento e la tenuta all'aria e all'acqua.

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:

- controllo dei materiali costituenti il telaio, il vetro e gli elementi di tenuta (guarnizioni, sigillanti) più eventuali accessori;
- 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, esatta esecuzione dei giunti, ecc.);
- accettazione di dichiarazioni di conformità della fornitura alle classi di prestazione quali tenuta all'acqua, all'aria, resistenza agli urti, ecc.

Le modalità di esecuzione delle prove saranno quelle definite nelle relative norme uni per i serramenti.

#### 94.7 Serramenti interni ed esterni

I serramenti interni ed esterni (finestre, porte-finestre e similari) dovranno essere realizzati seguendo le prescrizioni indicate nei disegni costruttivi. In mancanza di prescrizioni (o in presenza di prescrizioni limitate), si intende che comunque devono, nel loro insieme, 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.

Il direttore dei lavori potrà procedere all'accettazione dei serramenti mediante:

- il controllo dei materiali che costituiscono l'anta e il telaio, i loro trattamenti preservanti e i rivestimenti;
- il controllo dei vetri, delle guarnizioni di tenuta e/o sigillanti e degli accessori;
- il controllo delle caratteristiche costruttive (in particolare, dimensioni delle sezioni resistenti, conformazione dei giunti e connessioni realizzate meccanicamente – viti, bulloni, ecc. – e per aderenza –colle, adesivi, ecc. – e comunque delle parti costruttive che direttamente influiscono sulla resistenza meccanica, sulla tenuta all'acqua, all'aria, al vento e sulle altre prestazioni richieste.

Gli infissi dovranno possedere le seguenti caratteristiche:

- finestre:- isolamento acustico- tenuta all'acqua, all'aria e resistenza al vento (misurata secondo la norma **uni en 1027**)- resistenza meccanica (misurata secondo le norme **uni 9158** e **uni en 107**)
- porte interne:- tolleranze dimensionali: - spessore: (misurato secondo la norma **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: - altezza di caduta: - resistenza al fuoco e controllo della dispersione del fumo (misurati secondo la norma **uni en 1634-1**);- resistenza al calore per irraggiamento (misurata secondo la norma **uni 8328**);
- 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**)

L'attestazione di conformità dovrà essere comprovata da idonea certificazione e/o documentazione fornita dall'appaltatore al direttore dei lavori.

#### 94.8 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, sbalzi, ecc.) e agli agenti atmosferici, mantenendo nel tempo il suo funzionamento.

Il direttore dei lavori dovrà procedere all'accettazione degli schermi mediante:

- il controllo dei materiali che costituiscono lo schermo e dei loro rivestimenti;
- il controllo dei materiali costituenti gli accessori e/o gli organi di manovra;
- la verifica delle caratteristiche costruttive dello schermo, principalmente delle dimensioni delle sezioni resistenti, delle 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 sulla durabilità agli agenti atmosferici.

Il direttore dei lavori potrà altresì procedere all'accettazione mediante attestazione di conformità della fornitura alle caratteristiche di resistenza meccanica e di comportamento agli agenti atmosferici (corrosioni, cicli con lampade solari, camere climatiche, ecc.). L'attestazione dovrà essere comprovata da idonea certificazione e/o documentazione.

#### 94.9 Prescrizioni dimensionali e prestazionali per i portatori di handicap

##### 94.9.1 Porte interne

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 interne deve essere di almeno 75 cm.

L'altezza delle maniglie deve essere compresa tra gli 85 e i 95 cm (altezza 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.

94.9.2 Infissi esterni

L'altezza delle maniglie o dispositivo di comando deve essere compresa tra 100 e 130 cm; consigliata 115 cm.

Nelle finestre lo spigolo vivo della traversa inferiore dell'anta apribile deve essere opportunamente sagomato o protetto per non causare infortuni.

L'anta mobile deve poter essere usata esercitando una pressione non superiore a 8 kg.

94.10 Serramenti in acciaio

94.10.1 Componenti dei serramenti

Tutti i componenti dei serramenti della fornitura conforme alle prescrizioni progettuali (telai metallici, accessori, vetrazioni, guarnizioni, schermi, ecc.) devono essere costruiti con caratteristiche che non rilascino sostanze pericolose oltre i limiti ammessi dalle norme sui materiali.

94.10.2 Materiali e norme di riferimento

Alluminio a) telai:

**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 12020-1** – *Alluminio e leghe di alluminio. Profilati di precisione estrusi, di leghe en aw-6060 e en aw-6063. Parte 1: Condizioni tecniche di controllo e di fornitura;*

**uni en 12020-2** – *Alluminio e leghe di alluminio. Profilati di precisione estrusi di leghe en aw-6060 e en aw-6063. Parte 2: Tolleranze dimensionali e di forma;*

**uni en 14024** – *Profili metallici con taglio termico. Prestazioni meccaniche. Requisiti, verifiche e prove per la valutazione.*

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. Parte 2: 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.*

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. Parte 1: Requisiti generali;*

**uni 10163-2** – *Condizioni di fornitura relative alla finitura superficiale di lamiere, larghi piatti e profilati di acciaio laminati a caldo. Parte 2: Lamiere e larghi piatti;*

**uni en 10163-3** – *Condizioni di fornitura relative alla finitura superficiale di lamiere, larghi piatti e profilati di acciaio laminati a caldo. Parte 3: 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 10025-1** – *Prodotti laminati a caldo di acciai per impieghi strutturali. Parte 1: Condizioni tecniche generali di fornitura;*

**uni en 10025-2** – *Prodotti laminati a caldo di acciai per impieghi strutturali. Parte 2: Condizioni tecniche di fornitura di acciai non legati per impieghi strutturali;*

**uni en 10025-3** – *Prodotti laminati a caldo di acciai per impieghi strutturali. Parte 3: Condizioni tecniche di fornitura di acciai per impieghi strutturali saldabili a grano fine allo stato normalizzato/normalizzato laminato;*

**uni en 10025-4** – *Prodotti laminati a caldo di acciai per impieghi strutturali. Parte 4: Condizioni tecniche di fornitura di acciai per impieghi strutturali saldabili a grano fine ottenuti mediante laminazione termomeccanica;*

**uni en 10025-5** – *Prodotti laminati a caldo di acciai per impieghi strutturali. Parte 5: Condizioni tecniche di fornitura di acciai per impieghi strutturali con resistenza migliorata alla corrosione atmosferica;*

**uni en 10025-6** – *Prodotti laminati a caldo di acciai per impieghi strutturali. Parte 6: Condizioni tecniche di fornitura per prodotti piani di acciaio per impieghi strutturali ad alto limite di snervamento, bonificati.*

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 10327** – *Nastri e lamiere di acciaio a basso tenore di carbonio rivestiti per immersione 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 applicato per immersione a caldo in continuo. Tolleranze sulla dimensione e sulla forma.*

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.*

Lega di rame

a) telai:

**uni en 13605** – *Rame e leghe di rame. Profilati di rame e fili profilati per usi elettrici.*

b) lamiere in rame:

**uni en 13599:2003** – *Rame e leghe di rame. Piatti, lastre e nastri di rame per usi elettrici.*

#### 94.10.3 Finitura superficiale dei telai metallici

La finitura superficiale dei telai metallici dei serramenti dovrà essere priva di difetti visibili a occhio nudo (graffi, colature, rigonfiamenti, ondulazione e altre imperfezioni) a distanza non inferiore a 5 m per gli spazi esterni e a 3 m per gli spazi interni.

La finitura superficiale non deve subire corrosioni o alterazioni di aspetto per un periodo di tempo adeguato alla vita del manufatto e in cantiere deve essere evitato il contatto con sostanze o materiali che possano instaurare fenomeni corrosivi. Il colore deve essere quello previsto dal progetto esecutivo.

In base al tipo di metallo si indicano le seguenti norme di riferimento:

a) alluminio:

**uni en 12206-1** – *Pitture e vernici. Rivestimenti di alluminio e di leghe di alluminio per applicazioni architettoniche. Parte 1. Rivestimenti preparati a partire da materiali in polvere.*

b) acciaio:

**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 12944-5** – *Pitture e vernici. Protezione dalla corrosione di strutture di acciaio mediante verniciatura. Parte 5: Sistemi di verniciatura protettiva.*

I trattamenti di metallizzazione devono rispettare le seguenti norme:

- zincatura elettrolitica:

**uni iso 2081** – *Rivestimenti metallici. Rivestimenti elettrolitici di zinco su ferro o acciaio.*

- zincatura a spruzzo:

**uni en 22063** – *Rivestimenti metallici e altri rivestimenti inorganici. Metallizzazione termica a spruzzo. Zinco, alluminio e*

loro leghe.

- cadmiatura:

**uni 4720** – *Trattamenti superficiali dei materiali metallici. Classificazione, caratteristiche e prove dei rivestimenti elettrolitici di cadmio su materiali ferrosi.*

- cromatura:

**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.*

c) acciaio inossidabile:

**uni en 10088-2** – *Acciai inossidabili. Parte 2: Condizioni tecniche di fornitura delle lamiere, dei fogli e dei nastri di acciaio resistente alla corrosione per impieghi generali.*

#### 94.10.4 Telai e controtelai

I telai dei serramenti dovranno essere realizzati con profili in lega con taglio termico, con sistema di tenuta (a giunto aperto, a battuta semplice o doppia).

Dai traversi inferiori dei serramenti dovrà essere consentito lo scarico verso l'esterno delle acque meteoriche, evitando reflussi verso l'interno dell'ambiente. Sui traversi dovranno essere presenti opportuni fori di drenaggio in numero e dimensioni sufficienti a garantire l'eliminazione di eventuali condense e infiltrazioni d'acqua dalle sedi dei vetri verso l'esterno.

Tutti i serramenti dovranno essere dotati di coprifili ed eventuali raccordi a davanzale esterno e interno.

I controtelai dovranno essere realizzati in metallo.

#### 94.10.5 Accessori

Tutti gli accessori impiegati per i serramenti devono avere caratteristiche resistenti alla corrosione atmosferica e tali da assicurare al serramento le prescritta resistenza meccanica, la stabilità e la funzionalità per le condizioni d'uso a cui il serramento è destinato.

Gli accessori devono essere compatibili con le superfici con cui devono essere posti a contatto.

#### 94.10.6 Guarnizioni

Le guarnizioni dei serramenti devono garantire le prestazioni di tenuta all'acqua, permeabilità all'aria, isolamento acustico e inoltre devono essere compatibili con i materiali con cui devono venire a contatto.

Le guarnizioni dei giunti apribili devono potere essere facilmente sostituibili e dovranno essere esclusivamente quelle originali.

Norme di riferimento

**uni en 12365-1** – *Accessori per serramenti. Guarnizioni per porte, finestre, chiusure oscuranti e facciate continue. Parte 1: Requisiti prestazionali e classificazione;*

**uni en 12365-2** – *Accessori per serramenti. Guarnizioni per porte, finestre, chiusure oscuranti e facciate continue. Parte 2: Metodi di prova per determinare la forza di compressione;*

**uni en 12365-3** – *Accessori per serramenti. Guarnizioni per porte, finestre, chiusure oscuranti e facciate continue. Parte 3: Metodo di prova per determinare il recupero elastico;*

**uni en 12365-4** – *Accessori per serramenti. Guarnizioni per porte, finestre, chiusure oscuranti e facciate continue. Parte 4: Metodo di prova per determinare il recupero dopo l'invecchiamento accelerato.*

#### 94.10.7 Sigillanti

I sigillanti impiegati nei serramenti devono garantire le prestazioni di tenuta all'acqua, tenuta all'aria, tenuta alla polvere e la realizzazione della continuità elastica nel tempo. Inoltre, devono essere compatibili con i materiali con cui devono venire a contatto.

I sigillanti non devono corrodere le parti metalliche con cui vengono in contatto.

Norme di riferimento

**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.

94.10.8 Caratteristiche dei vetri

I vetri devono rispondere ai requisiti di risparmio energetico, isolamento acustico, controllo della radiazione solare e sicurezza.

La trasmittanza termica non deve essere inferiore a .....  $W/m^2K$ , con un valore di fattore solare ....., con un valore di trasmissione luminosa pari a ....., certificato da un laboratorio ufficiale, in conformità alla norma **uni en 410**.

I valori di trasmittanza termica per le principali tipologie di vetri sono quelli previsti dalla norma **uni en iso 1077**.

Le tipologie dei vetri dei serramenti sono quelle indicate qui di seguito.

**Tabella 33.2. Tipologie dei vetri dei serramenti**

Codice identificativo del serramento (riferimento: abaco dei serramenti)	Tipologia del vetro	Caratteristiche	Spessore	Colore	Norme di riferimento

Norme di riferimento

**uni en 410** – Vetro per edilizia. Determinazione delle caratteristiche luminose e solari delle vetrate;

**uni en iso 10077-1** – Prestazione termica di finestre, porte e chiusure oscuranti. Calcolo della trasmittanza termica. Parte 1: Generalità;

**uni en iso 10077-2** – Prestazione termica di finestre, porte e chiusure. Calcolo della trasmittanza termica. Metodo numerico per i telai.

a) vetri isolanti:

**uni en 1279-1** – Vetro per edilizia. Vetrate isolanti. Parte 1: Generalità, tolleranze dimensionali e regole per la descrizione del sistema;

**uni en 1279-2** – Vetro per edilizia. Vetrate isolanti. Parte 2: Metodo per la prova di invecchiamento e requisiti per la penetrazione del vapore d'acqua;

**uni en 1279-3** – Vetro per edilizia. Vetrate isolanti. Parte 3: Prove d'invecchiamento e requisiti per la velocità di perdita di gas e per le tolleranze di concentrazione del gas;

**uni en 1279-4** – Vetro per edilizia. Vetrate isolanti. Parte 4: Metodo di prova per le proprietà fisiche delle sigillature del bordo;

**uni en 1279-5** – Vetro per edilizia. Vetrate isolanti. Parte 5: Valutazione della conformità;

**uni en 1279-6** – Vetro per edilizia. Vetrate isolanti. Parte 6: Controllo della produzione in fabbrica e prove periodiche.

b) vetro di silicato sodocalcico:

**uni en 572-1** – Vetro per edilizia. Prodotti a base di vetro di silicato sodocalcico. Definizione e proprietà generali fisiche e meccaniche;

**uni en 572-2** – Vetro per edilizia. Prodotti a base di vetro di silicato sodocalcico. Parte 2: Vetro float;

**uni en 572-5** – Vetro per edilizia. Prodotti a base di vetro di silicato sodocalcico. Vetro stampato;

**uni en 572-4** – Vetro per edilizia. Prodotti a base di vetro di silicato sodocalcico. Vetro tirato.

c) vetro profilato armato e non armato

**uni en 572-3** – Vetro per edilizia. Prodotti di base di vetro di silicati sodocalcico. Parte 3: Vetro lustro armato;

**uni en 572-6** – Vetro per edilizia. Prodotti di base di vetro di silicato sodocalcico. Parte 6: Vetro stampato armato;

**uni en 572-7** – Vetro per edilizia. Prodotti a base di vetro di silicato sodocalcico. Vetro profilato armato e non armato.



d) vetro stratificato e vetro stratificato di sicurezza:

**uni en iso 12543-1** – *Vetro per edilizia. Vetro stratificato e vetro stratificato di sicurezza. Definizioni e descrizione delle parti componenti;*

**uni en iso 12543-2** – *Vetro per edilizia. Vetro stratificato e vetro stratificato di sicurezza. Vetro stratificato di sicurezza;*

**uni en iso 12543-3** – *Vetro per edilizia. Vetro stratificato e vetro stratificato di sicurezza. Vetro stratificato;*

**uni en iso 12543-4** – *Vetro per edilizia. Vetro stratificato e vetro stratificato di sicurezza. Metodi di prova per la durabilità;*

**uni en iso 12543-5** – *Vetro per edilizia, Vetro stratificato e vetro stratificato di sicurezza. Dimensioni e finitura dei bordi;*

**uni en iso 12543-6** – *Vetro per edilizia. Vetro stratificato e vetro stratificato di sicurezza. Aspetto.*

e) vetro rivestito:

**uni en 1096-1**– *Vetro per edilizia. Vetri rivestiti. Definizione e classificazione;*

**uni en 1096-2** – *Vetro per edilizia. Vetri rivestiti. Requisiti e metodi di prova per rivestimenti di classe A, B e S;*

**uni en 1096-3** – *Vetro per edilizia. Vetri rivestiti. Requisiti e metodi di prova per rivestimenti di classe C e D;*

**uni en 1096-4** – *Vetro per edilizia. Vetri rivestiti. Parte 4: Valutazione della conformità/Norma di prodotto.*

#### 94.10.9 Pannelli

I pannelli devono essere inseriti come indicato nei disegni progettuali e devono essere realizzati in ....., con finitura superficiale interna ..... ed esterna ....., colore ....., strato isolante in ....., di densità ..... kg/m<sup>3</sup>, di resistenza termica ..... m<sup>2</sup>K/W, spessore ..... mm.

Norme di riferimento

**uni en 12086** – *Isolanti termici per edilizia. Determinazione delle proprietà di trasmissione del vapore acqueo;*

**uni en 12087** – *Isolanti termici per edilizia. Determinazione dell'assorbimento d'acqua a lungo termine: prova attraverso immersione;*

**uni en 12088** – *Isolanti termici per edilizia. Determinazione dell'assorbimento d'acqua per diffusione per lungo periodo.*

#### 94.11 Porte e chiusure resistenti al fuoco

##### 94.11.1 Generalità

Gli elementi di chiusura resistenti al fuoco comprendono:

- porte su perni e su cardini;
- porte scorrevoli orizzontalmente e verticalmente, incluse le porte articolate scorrevoli e le porte sezionali;
- porte a libro in acciaio, monolamiera (non coibentate);
- porte scorrevoli a libro;
- porte basculanti;
- serrande avvolgibili.

Per assicurare la tenuta al fumo le porte tagliafuoco devono essere corredate da guarnizioni etumescenti.

##### 94.11.2 Valutazione delle caratteristiche

La valutazione delle caratteristiche, delle prestazioni, nonché le modalità di redazione del rapporto di prova in forma completa di porte ed elementi di chiusura resistenti al fuoco, si effettua secondo quanto specificato nella norma **uni en 1634-1** e, per quanto da essa richiamato, nelle norme **uni en 1363-1** e **uni en 1363-2**.

La valutazione delle prestazioni, da effettuare tramite la prova a fuoco secondo la curva di riscaldamento prevista dalla **uni en 1363-1**, va condotta previo il condizionamento meccanico previsto al punto 10.1.1, comma a), della norma **uni en 1634-1**. Il condizionamento meccanico deve essere eseguito secondo quanto descritto nell'allegato A al **D.M. 20 aprile 2001**.

Salvo diversa indicazione dei decreti di prevenzione incendi, la classe di resistenza al fuoco richiesta per porte e altri elementi di chiusura con la terminologia re e rei è da intendersi, con la nuova classificazione, equivalente rispettivamente a E e a EI2. Laddove sia prescritto l'impiego di porte e altri elementi di chiusura classificati E ed EI2, potranno essere utilizzate porte omologate con la classificazione re e rei, nel rispetto di tutte le condizioni previste dal **D.M. 20 aprile 2001**.

##### 94.11.3 Classificazione delle porte resistenti al fuoco

Il sistema di classificazione adottato per le porte resistenti al fuoco è qui di seguito illustrato.

E	15	20	30	45	60	90	120	180	240
EI1	15	20	30	45	60	90	120	180	240

EI2	15	20	30	45	60	90	120	180	240
EW	-	20	30	-	60	-	-	-	-

Il requisito di tenuta *E* è l'attitudine di una porta o altro elemento di chiusura a non lasciar passare né produrre, se sottoposto all'azione dell'incendio su un lato, fiamme, vapori o gas caldi sul lato non esposto.

La perdita del requisito *E* si ha al verificarsi di uno dei seguenti fenomeni:

- aperture di fessure passanti superiori a fissate dimensioni (punto 10.4.5.3 della norma **uni en 1363-1**);
- accensione di un batuffolo di cotone posto ad una distanza di 30 mm per un massimo di 30 s (punto 10.4.5.2 della norma **uni en 1363-1**) su tutta la superficie;
- presenza di fiamma persistente sulla faccia non esposta.

Il requisito di isolamento *I* è l'attitudine di una porta o altro elemento di chiusura a ridurre entro un dato limite la trasmissione del calore dal lato esposto all'incendio al lato non esposto.

La perdita del requisito di tenuta significa anche perdita del requisito di isolamento, sia che il limite specifico di temperatura sia stato superato o meno.

Sono previsti due criteri di isolamento:- isolamento I1;- isolamento I2.

Isolamento I1

Si considera che l'elemento in prova perde l'isolamento termico al verificarsi del primo dei seguenti fenomeni:

- l'aumento della temperatura media sulla faccia non esposta supera i 140 °C (punto 9.1.2.2 della norma **uni en 1634-1**);
- l'aumento della temperatura su ogni punto dell'anta, con esclusione della zona entro 25 mm dal bordo visibile o foro di passaggio, supera i 180 °C (punto 9.1.2.4 lettera b) della norma **uni en 1634-1**);
- l'aumento della temperatura sul telaio supera i 180 °C a una distanza di 100 mm dal foro di passaggio se il telaio è più largo di 100 mm o alla massima distanza possibile se il telaio è inferiore o uguale a 100 mm (punto 9.1.2.3 lettera b) della norma **uni en 1634-1**).

isolamento i2

Si considera che l'elemento in prova perde l'isolamento termico al verificarsi del primo dei seguenti fenomeni:

- l'aumento della temperatura media sulla faccia non esposta supera i 140 °C (punto 9.1.2.2 della norma **uni en 1634-1**);
- l'aumento della temperatura su ogni punto dell'anta, con esclusione della zona entro 100 mm dal bordo visibile o foro di passaggio, supera i 180 °C (punto 9.1.2.3 lettera c) della norma **uni en 1634-1**);
- l'aumento della temperatura sul telaio supera i 360 °C a una distanza di 100 mm dal foro di passaggio se il telaio è più largo di 100 mm o alla massima distanza possibile se il telaio è inferiore o uguale a 100 mm (punto 9.1.2.3 lettera b) della norma **uni en 1634-1**).

Il requisito di irraggiamento *W* è l'attitudine di una porta o altro elemento di chiusura a resistere all'incendio agente su una sola faccia, riducendo la trasmissione di calore radiante sia ai materiali costituenti la superficie non esposta sia ad altri materiali o a persone a essa adiacenti.

Una porta o altro elemento di chiusura che soddisfa i criteri di isolamento I1 o I2 si ritiene che soddisfi anche il requisito di irraggiamento *W* per lo stesso tempo. La perdita del requisito di tenuta *E* significa automaticamente perdita del requisito di irraggiamento *W*.

#### 94.11.4 Omologazione

Le porte e altri elementi di chiusura da impiegarsi nelle attività soggette alle norme di prevenzione incendi devono essere omologati.

Per *omologazione* si intende l'atto conclusivo attestante il corretto espletamento della procedura tecnico-amministrativa illustrata nel presente decreto, finalizzata al riconoscimento dei requisiti certificati delle porte resistenti al fuoco. Con tale riconoscimento è autorizzata la riproduzione del prototipo e la connessa immissione in commercio di porte resistenti al fuoco omologate, con le variazioni consentite dalla norma **uni en 1634-1** nel campo di applicazione diretta del risultato di prova, integrate dalle variazioni riportate nell'allegato C al **D.M. 20 aprile 2001**.

Per *prototipo* si intende il campione, parte del campione medesimo e/o la documentazione idonea alla completa identificazione e caratterizzazione della porta omologata, conservati dal laboratorio che rilascia il certificato di prova.

Per *porta omologata* si intende la porta o altro elemento di chiusura per il quale il produttore ha espletato la procedura di omologazione.

Per *produttore* della porta resistente al fuoco si intende il fabbricante residente in uno dei paesi dell'Unione europea, ovvero in uno dei paesi costituenti l'accordo see, nonché ogni persona che, apponendo il proprio nome, marchio o segno distintivo sulla

porta resistente al fuoco, si presenti come rappresentante autorizzato dallo stesso, purché residente in uno dei paesi dell'Unione europea, ovvero in uno dei paesi costituenti l'accordo see.

Per *certificato di prova* si intende il documento, rilasciato dal laboratorio o da un organismo di certificazione, con il quale, sulla base dei risultati contenuti nel rapporto di prova, si certifica la classe di resistenza al fuoco del campione sottoposto a prova.

Per *rapporto di prova* si intende il documento, rilasciato dal laboratorio a seguito della prova, riportante quanto indicato al punto 12 della norma **uni en 1634-1** e al punto 12.1 della norma **uni en 1363-1**.

L'omologazione decade automaticamente se la porta resistente al fuoco subisce una qualsiasi modifica non prevista nell'atto di omologazione.

#### 94.11.5 Documentazione tecnica che il produttore deve allegare ad ogni fornitura

Il produttore, per ogni fornitura di porte resistenti al fuoco, deve allegare la seguente documentazione tecnica:

- copia dell'atto di omologazione della porta;
- dichiarazione di conformità alla porta omologata;
- libretto di installazione, uso e manutenzione.

#### Dichiarazione di conformità

Per *dichiarazione di conformità* si intende la dichiarazione, rilasciata dal produttore, attestante la conformità della porta resistente al fuoco alla porta omologata e contenente, tra l'altro, i seguenti dati: - nome del produttore; - anno di costruzione; - numero progressivo di matricola; - nominativo del laboratorio e dell'organismo di certificazione se diversi; - codice di omologazione; - classe di resistenza al fuoco.

Con la dichiarazione di conformità, il produttore si impegna a garantire comunque la prestazione certificata, quali che siano le modifiche apportate alla porta resistente al fuoco tra quelle consentite nell'atto di omologazione.

#### Marchio di conformità

Per *marchio di conformità* si intende l'indicazione permanente e indelebile apposta dal produttore sulla porta resistente al fuoco, contenente almeno il numero progressivo di matricola e il codice di omologazione.

Il marchio di conformità deve essere applicato dal produttore sulla porta resistente al fuoco.

#### Libretto di installazione, uso e manutenzione

Per *libretto di installazione, uso e manutenzione* si intende il documento, allegato a ogni singola fornitura di porte resistenti al fuoco, che riporta, come minimo, i seguenti contenuti: - modalità e avvertenze d'uso; - periodicità dei controlli e delle revisioni con frequenza almeno semestrale; - disegni applicativi esplicativi per la corretta installazione, uso e manutenzione della porta; - avvertenze importanti a giudizio del produttore.

#### 94.12 Norme di riferimento

**D.M. 14 dicembre 1993** – *Norme tecniche e procedurali per la classificazione di resistenza al fuoco e omologazione di porte e altri elementi di chiusura;*

**D.M. 27 gennaio 1999** – *Resistenza al fuoco di porte e altri elementi di chiusura. Prove e criteri di classificazione;*

**D.M. 20 aprile 2001** – *Utilizzazione di porte resistenti al fuoco di grandi dimensioni;*

**D.M. 21 giugno 2004** – *Norme tecniche e procedurali per la classificazione di resistenza al fuoco e omologazione di porte e altri elementi di chiusura;*

**uni en 1634-1** – *Prove di resistenza al fuoco e di controllo della dispersione del fumo per porte e sistemi di chiusura, finestre apribili e loro componenti costruttivi. Parte 1: Prove di resistenza al fuoco per porte e sistemi di chiusura e finestre apribili;*

**uni en 1634-3** – *Prove di resistenza al fuoco per porte ed elementi di chiusura. Porte e chiusure a tenuta fumo;*

**uni en 1634-3** – *Prove di resistenza al fuoco e di controllo della dispersione del fumo per porte e sistemi di chiusura, finestre apribili e loro componenti costruttivi. Parte 3: Prove di controllo della dispersione del fumo per porte e sistemi di chiusura;*

**uni en 1363-1** – *Prove di resistenza al fuoco. Requisiti generali;*

**uni en 1363-2** – *Prove di resistenza al fuoco. Procedure alternative e aggiuntive;*

**uni env 1363-3** – *Prove di resistenza al fuoco. Verifica della prestazione del forno.*

- elementi verniciati:

**uni 8456** – *Prodotti combustibili suscettibili di essere investiti dalla fiamma su entrambe le facce. Reazione al fuoco mediante applicazione di una piccola fiamma;*

**uni 8457** – *Prodotti combustibili suscettibili di essere investiti dalla fiamma su una sola faccia. Reazione al fuoco mediante applicazione di una piccola fiamma;*

**uni 9174** – *Reazione al fuoco dei prodotti sottoposti all'azione di una fiamma d'innescio in presenza di calore radiante;*

**uni en iso 1182** – *Prove di reazione al fuoco dei prodotti da costruzione. Prova di non combustibilità.*

## Art. 95 **Tubazioni per impianti di adduzione dell'acqua, gas, fognature, ecc.**

Prima dell'accettazione di ciascun lotto di fornitura di tubi e accessori, il direttore dei lavori, in contraddittorio con l'appaltatore, deve eseguire dei controlli in cantiere e presso laboratori ufficiali sul prodotto fornito secondo le modalità di seguito indicate:

– presso gli stabilimenti di produzione e/o di rivestimento:- verifica del ciclo di produzione e controllo dimensionale dei tubi;- controllo della composizione chimica;- controllo delle caratteristiche meccaniche; - prova di trazione sia sul materiale base del tubo sia sul cordone di saldatura (per la determinazione del carico unitario di rottura, del carico unitario di snervamento e dell'allungamento percentuale);- prova di curvatura (bending test);- prova di schiacciamento;- prova di piegamento;- prove non distruttive (radiografiche, elettromagnetiche, a ultrasuoni, con liquidi penetranti);- controllo dei rivestimenti (spessori e integrità), controllo con holiday detector a 15 kV del rivestimento esterno.

– presso il deposito di stoccaggio:- controllo visivo volto ad accertare l'integrità dei tubi, in particolare della smussatura per la saldatura di testa e del rivestimento interno ed esterno dei tubi.

Nel caso in cui il controllo della qualità in fase di accettazione risultasse non conforme alle specifiche di progetto e delle specifiche norme uni, il direttore dei lavori notificherà per iscritto i difetti riscontrati all'appaltatore, che avrà cinque giorni di tempo per effettuare le proprie verifiche e presentare le proprie controdeduzioni in forma scritta.

In caso di discordanza tra i risultati ottenuti, si provvederà entro i dieci giorni successivi ad attuare ulteriori verifiche, da eseguire in conformità alle normative di riferimento presso istituti esterni specializzati, scelti insindacabilmente dal committente e abilitati al rilascio delle certificazioni a norma di legge, eventualmente alla presenza di rappresentanti del committente e dell'appaltatore. Anche tali ulteriori verifiche saranno a totale carico dell'appaltatore e avranno valore definitivo circa la rispondenza o meno della fornitura ai requisiti contrattuali.

### 95.1 *Tubi in acciaio*

In generale, un primo riferimento è dato dalla C.M. 5 maggio 1966, n. 2136, che riporta le prescrizioni per i tubi di acciaio per acquedotti, ricavati da lamiera curvate con saldature longitudinali o elicoidali, con estremità per giunzioni di testa o a bicchiere. Tali indicazioni, però, devono essere integrate con le norme uni applicabili.

L'acciaio delle lamiere deve essere di qualità e avere, di norma, caratteristiche meccaniche e chimiche rientranti in uno dei tipi di acciaio saldabili delle tabelle **uni en 10025** o caratteristiche analoghe, purché rientranti nei seguenti limiti:

- carico unitario di rottura a trazione non minore di  $34 \text{ kg/mm}^2$ ;
- rapporto tra carico di snervamento e carico di rottura non superiore a 0,80;
- contenuto di carbonio non maggiore di 0,29%;
- contenuto di fosforo non maggiore di 0,05%;
- contenuto di zolfo non maggiore di 0,05%;
- contenuto di fosforo e zolfo nel complesso non maggiore di 0,08%;
- contenuto di manganese non maggiore di 1,20%;
- contenuto di carbonio e di manganese tali che la somma del contenuto di carbonio e di 1/6 di quello di manganese non sia superiore a 0,45%.

Norme di riferimento

**uni en 10224** – *Tubi e raccordi di acciaio non legato per il convogliamento di liquidi acquosi inclusa l'acqua per il consumo umano. Condizioni tecniche di fornitura;*

**uni en 10326** – *Nastri e lamiere di acciaio per impieghi strutturali rivestiti per immersione a caldo in continuo. Condizioni tecniche di fornitura;*

**uni en 10025** – *Prodotti laminati a caldo di acciai non legati per impieghi strutturali. Condizioni tecniche di fornitura.*

#### 95.1.1 Tolleranze

La C.M. 5 maggio 1966, n. 2136 stabilisce le seguenti tolleranze

:- spessore della lamiera al di fuori dei cordoni di saldatura: - in meno: 12,5% ed eccezionalmente 15% in singole zone per lunghezze non maggiori del doppio del diametro del tubo; - in più: limitate dalle tolleranze sul peso; - diametro esterno  $\pm 1,5\%$  con un minimo di 1 mm.

– diametro esterno delle estremità calibrate dei tubi con estremità liscia per saldatura di testa per una lunghezza non maggiore di 200 mm dalle estremità: - 1 mm per tubi del diametro fino a 250 mm; - 2,5 mm; - 1 millimetro per tubi del diametro oltre i 250 mm.

L'ovalizzazione delle sezioni di estremità sarà tollerata entro limiti tali da non pregiudicare l'esecuzione a regola d'arte della giunzione per saldatura di testa.

– sul diametro interno del bicchiere per giunti a bicchiere per saldatura: + 3 mm. Non sono ammesse tolleranze in meno;

– sul peso calcolato in base alle dimensioni teoriche e al peso specifico di  $7,85 \text{ kg/cm}^3$  sono ammesse le seguenti tolleranze: - sul singolo tubo: + 10%; - 8%; - per partite di almeno 10 t:  $\pm 7,5\%$ .

#### 95.1.2 Tipologie tubi

I tubi di acciaio possono essere senza saldatura o saldati e a ogni diametro deve corrispondere una pressione massima d'esercizio.

Le tubazioni di uso più frequente hanno uno spessore detto *della serie normale*, mentre quelle con spessore minimo si definiscono *della serie leggera*.

##### Tubi senza saldatura

I tubi senza saldatura devono essere conformi alla norma **uni en 10224**.

I tubi commerciali sono forniti in lunghezza variabile da 4 a 8 m, con tolleranze di + 10 mm per i tubi fino a 6 m e di + 15 mm per tubi oltre 6 m. Le tolleranze sono quelle indicate dalla tabella 9 della norma **uni en 10224**.

Per i tubi commerciali, le tolleranze sul diametro esterno, sullo spessore e sulla lunghezza, sono stabilite dal punto 7.7 della norma **uni en 10224**.

I tubi commerciali sono solitamente forniti senza collaudo. Gli altri tipi di tubi devono essere sottoposti a prova idraulica dal produttore che dovrà rilasciare, se richiesta, apposita dichiarazione. L'ovalizzazione non deve superare i limiti di tolleranza stabiliti per il diametro esterno.

##### Norme di riferimento

**uni en 10224** – *Tubi e raccordi di acciaio non legato per il convogliamento di liquidi acquosi inclusa l'acqua per il consumo umano. Condizioni tecniche di fornitura;*

**uni en 10216-1** – *Tubi senza saldatura di acciaio per impieghi a pressione. Condizioni tecniche di fornitura. Tubi di acciaio non legato per impieghi a temperatura ambiente;*

**uni en 10255** – *Tubi di acciaio non legato adatti alla saldatura e alla filettatura. Condizioni tecniche di fornitura;*

**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.*

##### Tubi con saldatura

Per l'accettazione dei tubi con saldatura si farà riferimento alle seguenti norme:

**uni en 10217-1** – *Tubi saldati di acciaio per impieghi a pressione. Condizioni tecniche di fornitura. Tubi di acciaio non legato per impiego a temperatura ambiente;*

**uni en 10217-2** – *Tubi saldati di acciaio per impieghi a pressione. Condizioni tecniche di fornitura. Parte 2: Tubi saldati elettricamente di acciaio non legato e legato per impieghi a temperatura elevata;*

**uni en 10217-3** – *Tubi saldati di acciaio per impieghi a pressione. Condizioni tecniche di fornitura. Parte 3: Tubi di acciaio legato a grano fine;*

**uni en 10217-4** – *Tubi saldati di acciaio per impieghi a pressione. Condizioni tecniche di fornitura. Parte 4: Tubi saldati elettricamente di acciaio non legato per impieghi a bassa temperatura;*

**uni en 10217-5** – *Tubi saldati di acciaio per impieghi a pressione. Condizioni tecniche di fornitura. Parte 5: Tubi saldati ad arco sommerso di acciaio non legato e legato per impieghi a temperatura elevata;*

**uni en 10217-6** – *Tubi saldati di acciaio per impieghi a pressione. Condizioni tecniche di fornitura. Parte 6: Tubi saldati ad arco sommerso di acciaio non legato per impieghi a bassa temperatura;*

**uni en 10217-7** – *Tubi saldati di acciaio per impieghi a pressione. Condizioni tecniche di fornitura. Parte 7: Tubi di acciaio inossidabile.*

#### 95.1.3 Designazione e marcatura dei materiali

La designazione dei tubi d'acciaio deve comprendere: - la denominazione "tubo"; - la norma uni di riferimento; - il diametro esterno; - altre indicazioni facoltative; - tolleranze sulla lunghezza; - lunghezza, se diversa da quella normale.

#### 95.1.4 Rivestimento interno

Il rivestimento interno, al controllo visivo, deve essere uniforme e privo di difetti. Lo spessore minimo del rivestimento è previsto dalla norma **uni iso 127**.

I tubi devono essere trattati all'interno con un adeguato rivestimento, a protezione della superficie metallica dall'azione aggressiva del liquido convogliato.

I rivestimenti più impiegati sono: - bitume di 2-4 mm di spessore; - resine epossidiche di 0,5-1 mm; - polveri poliammidiche applicate per proiezione elettrostatica e polimerizzate in forno.

La malta cementizia centrifugata e opportunamente dosata per il rivestimento interno deve essere costituita unicamente da acqua potabile, sabbia fine quarzosa e cemento Portland. Le caratteristiche meccaniche del rivestimento interno devono essere tali da caratterizzarlo come un vero e proprio tubo in cemento autoportante di elevata resistenza, per il quale il tubo dovrà agire praticamente come armatura.

Norme di riferimento

**uni iso 127** – *Lattice naturale concentrato. Determinazione del numero di koh;*

**uni iso 6600** – *Tubi di ghisa sferoidale. Rivestimento interno di malta cementizia centrifugata. Controlli di composizione della malta subito dopo l'applicazione;*

**uni iso 4179** – *Tubi di ghisa sferoidale per condotte con e senza pressione. Rivestimento interno di malta cementizia centrifugata. Prescrizioni generali (n.d.r. ritirata senza sostituzione).*

#### 95.1.5 Rivestimento esterno

I rivestimenti esterni delle tubazioni in acciaio possono essere realizzati mediante (**uni iso 127**): - primo strato bituminoso, di catrame o di resina sintetica; - uno o più strati protettivi a base di bitume;- uno o più strati di armatura in velo di vetro inserito in ogni strato protettivo.

Il rivestimento esterno, al controllo visivo, deve essere uniforme e privo di difetti.

La classe di spessore del rivestimento deve essere conforme alla norma **uni iso 127**.

Per ulteriori sistemi di rivestimento (protezione catodica, antisolare, ambiente aggressivo, meccanica, ecc.) si rimanda alla citata norma **uni iso 127**.

La protezione meccanica con feltro o altro materiale simile deve essere applicata sul rivestimento ancora caldo e non indurito e prima dell'applicazione della protezione antisolare. Negli altri, la protezione meccanica può essere applicata durante la posa in opera della tubazione.

I rivestimenti di cui sopra possono essere realizzati in cantiere dopo il montaggio della tubazione o in stabilimento. In generale, la superficie da rivestire deve essere opportunamente preparata e pulita per l'applicazione del rivestimento, per favorirne l'aderenza.

**Tabella 34.1. Tubazioni in acciaio serie leggera**

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	2,0	17,4	16,7	0,742	0,748	3/8
15	21,3	2,3	21,7	21,0	1,08	1,09	1/2
20	26,9	2,3	27,1	26,4	1,39	1,40	3/4
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 34.2. Tubazioni in acciaio serie media**

dn	Diametro esterno	Spessore	Diametro esterno		Massa lineica		Designazione abbreviata della filettatura
	D (mm)	s (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	1/2
20	26,9	2,6	27,3	26,5	1,56	1,57	3/4
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 34.3. 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	1/2
20	26,9	3,2	27,3	26,5	1,87	1,88	3/4
25	33,7	4,0	34,2	33,3	2,93	2,95	1 1/4
32	42,4	4,0	42,9	42,0	3,79	3,82	1 1/2
40	48,3	4,0	48,8	47,9	4,37	4,41	2
50	60,3	4,5	60,8	59,7	6,19	6,26	2 1/2
65	76,1	4,5	76,6	75,3	7,93	8,05	3
80	88,9	5,0	89,5	88,9	10,3	10,5	4
100	114,3	5,4	115,0	113,1	14,5	14,8	

**Tabella 34.4. 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%

### 95.2 Tubazioni in gres

I tubi e gli elementi complementari in gres devono essere realizzati con impasti omogenei di argille idonee, sottoposte successivamente a cottura ad alte temperature. Le superfici degli elementi possono essere verniciate sia internamente che esternamente, ad eccezione del bicchiere di giunzione e della punta delle canne. Sono ammessi piccoli difetti visivi, quali asperità sulla superficie.

La norma **uni en 295** definisce le esigenze cui devono conformarsi i tubi e gli elementi complementari di gres a giunzione flessibile con o senza manicotto, destinati alla costruzione di sistemi di fognatura.

#### 95.2.1 Dimensioni

I diametri nominali minimi ammessi sono quelli del prospetto I della norma uni en 295-1, che vanno da 100 mm a 1200 mm. La norma ammette anche diametri maggiori a certe condizioni.

Le lunghezze nominali in relazione al diametro nominale sono riportate nel prospetto II della citata norma uni en 295-1. La tolleranza ammessa per i tubi e per gli elementi complementari deve essere contenuta entro - 1% e + 4%, con un minimo di ± 10 mm.

#### 95.2.2 Sistemi di giunzione

Le caratteristiche del materiale impiegato e gli aspetti funzionali delle giunzioni sono indicati dalla norma **uni en 295** (parti 1, 2 e 3).

La giunzione si fabbrica in stabilimento, colando resina poliuretana liquida attorno alla punta e all'interno del bicchiere dei tubi e pezzi speciali di gres.

Gli elementi di tenuta in poliuretano, sottoposti alle prove previste dal punto 15 della norma **uni en 295-3**, devono rispettare le limitazioni del prospetto VII della norma **uni en 295-1**. In particolare, le guarnizioni devono avere le seguenti caratteristiche:- resistenza a trazione: = 2 N/mm<sup>2</sup>;- allungamento a rottura: = 90%;- durezza: 67 ± 5 shore A.

Le guarnizioni ad anello di gomma devono essere sottoposte alla prova di ozono, secondo le modalità di cui al punto 14 della norma **uni en 295-3**.

I giunti a manicotto di polipropilene, prodotti da fabbricanti in possesso dei requisiti di cui alla norma **uni en 295**, devono essere



sere sottoposti alla prove di cui alla norma **uni en 295-3** (punto 16) e soddisfare le prescrizioni (indice di rammollimento, resistenza a trazione, allungamento di rottura e temperatura elevata) del prospetto VIII della norma **uni en 295-1**. Tali giunti, se approvvigionati da fornitore esterno, devono essere sottoposti alla prova di cui al punto 17 della norma **uni en 295-3**, resistendo a una pressione interna di acqua non inferiore a 60 kPa.

Le tubazioni e i pezzi speciali sono predisposti, per la posa in opera, con il bicchiere verso monte, entro il quale si dispone la punta del pezzo successivo.

Per le giunzioni, la norma **uni en 295** prevede i seguenti materiali: - guarnizioni ad anello di gomma;- elementi di tenuta di poliuretano;- giunti a manicotto in polipropilene.

I sistemi di giunzione devono essere in grado di garantire un'omogenea velocità di scorrimento e tenuta idraulica nei confronti di una pressione interna o esterna di  $50 \text{ kN/m}^2$  (0,5 bar) con deviazione angolare rispettivamente di 80 mm/m per  $d_n$  100-200, di 30 mm/m per  $d_n$  225/500, di 20 mm/m per  $d_n$  600-800 e di 10 mm/m per  $d_n > 800$ .

Il collegamento tra le tubazioni si realizza per semplice infilaggio della punta in gres nel bicchiere munito di anello in gomma.

Nel caso di utilizzo di condotte con sezione ridotta, per esempio allacciamenti, queste possono presentare un nuovo sistema di giunzione realizzato con il posizionamento in fabbrica di un anello in gomma all'interno del bicchiere della tubazione.

Altri materiali impiegati per le giunzioni devono rispondere alle indicazioni tecniche fornite dal produttore, come indicato al punto 3.1.5 della norma **uni en 295-1**.

Per la tenuta all'acqua dei sistemi di giunzione si eseguirà la prova secondo il punto 9 della norma **uni en 295-3**.

#### 95.2.3 Norme di riferimento

Per gli elementi in gres si farà riferimento alle norme di seguito riportate.

a) tubi:

**uni en 295-1** – *Tubi ed elementi complementari di gres 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 gres 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 gres 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 gres 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 gres 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 gres;*

**uni en 295-6** – *Tubi ed elementi complementari di gres e relativi sistemi di giunzione, destinati alla realizzazione di impianti di raccolta e smaltimento di liquami. Requisiti per pozzetti di gres;*

**uni en 295-7** – *Tubi ed elementi complementari di gres e relativi sistemi di giunzione, destinati alla realizzazione di impianti di raccolta e smaltimento di liquami. Requisiti per tubi e sistemi di giunzione di gres per tubazioni con posa a spinta.*

b) mattoni, mattonelle e fondi fogna di gres per condotte di liquidi:

**uni 9459** – *Mattoni, mattonelle e fondi fogna di gres per condotte di liquidi. Caratteristiche e prove.*

#### 95.3 Tubazioni in pvc

Le principali norme di riferimento per le condotte in pvc pieno e strutturato sono:

- per i fluidi in pressione: **uni en 1452**;
- per gli scarichi nei fabbricati: **uni en 1329** e **uni 1543** (pvc strutturato);
- per le fognature: **uni en 1401**;
- per gli scarichi industriali: **uni en iso 15493**.

##### 95.3.1 Tubazioni per adduzione d'acqua

La norma **uni en 1452-1** specifica gli aspetti generali dei sistemi di tubazioni di policloruro di vinile non plastificato (pvc-u) nel campo dell'adduzione d'acqua. Le parti comprese tra la seconda e la quinta della stessa norma si applicano ai tubi, raccordi, valvole e attrezzature ausiliarie di pvc-u e anche alle loro giunzioni e alle giunzioni con componenti di altri materiali plastici e non plastici, che possono essere utilizzati per gli impieghi seguenti:

- condotte principali e diramazioni interrate;
- trasporto di acqua sopra terra sia all'esterno che all'interno degli edifici;

- fornitura di acqua sotto pressione a circa 20 °C (acqua fredda), destinata al consumo umano e per usi generali.

La norma è anche applicabile ai componenti per l'adduzione d'acqua fino 45 °C compresi.

Le caratteristiche della polvere di pvc devono rispondere ai requisiti della norma **uni en 1452-1** e soddisfare la tabella 34.5.

**Tabella 34.5. Caratteristiche della resina (polvere) di pvc**

Caratteristiche	Requisiti
Valore <i>K</i>	65÷70
Peso specifico apparente	0,5÷0,6
Granulometria	> 250 µm 5% max < 63 µm 5% max
vcm residuo (vinil cloruro monomero)	< 1 ppm (1 mg/kg max)
Sostanze volatili	0,003

Composizione di pvc-u

Il materiale con cui sono prodotti i tubi in pvc-u, i raccordi e le valvole deve essere una composizione (compound) di policloruro di vinile non plastificato. Questa composizione deve consistere di una resina pvc-u, alla quale sono aggiunte le sostanze necessarie per facilitare la fabbricazione di tubi, raccordi e valvole conformi alle varie parti della norma **uni en 1452**.

Nessuno degli additivi deve essere utilizzato, separatamente o insieme agli altri, in quantità tali da costituire un pericolo tossico, organoleptico o microbiologico o per influenzare negativamente la fabbricazione o le proprietà di incollaggio del prodotto o, ancora, per influire negativamente sulle sue proprietà, fisiche o meccaniche (in particolare la resistenza agli urti e la resistenza meccanica a lungo termine), come definito in varie parti della norma **uni en 1452**.

Non è ammesso l'impiego di:

- plastificanti e/o cariche minerali che possano alterare le caratteristiche meccaniche e igieniche del tubo;
- pvc proveniente dalla rigenerazione di polimeri di recupero, anche se selezionati;
- materiale di primo uso estruso, ottenuto cioè dalla molitura di tubi e raccordi, già estrusi anche se aventi caratteristiche conformi alla presente specifica.

Le caratteristiche del blend in forma di tubo devono rispondere ai requisiti della norma **uni en 1452-1** e soddisfare la tabella 34.6.

**Tabella 34.6. Caratteristiche della miscela**

Caratteristiche	Requisiti
M.R.S. (secondo iso/tr 9080)	= 25 MPa
Peso specifico	1,35÷1,46 g/cm <sup>3</sup>
Carico unitario a snervamento	= 48 MPa
Allungamento a snervamento	< 10%
Modulo di elasticità	> 3000 MPa
Coefficiente di dilatazione termica lineare	0,06 ÷ 0,08 mm/m°C
Conduttività termica	0,13 kcal/mh°C

Aspetto e colore dei tubi

I tubi all'esame visivo senza ingrandimento devono avere le superfici interne ed esterne lisce, pulite ed esenti da screpolature, cavità e altri difetti superficiali suscettibili di impedire la conformità alla presente norma. Il materiale non deve contenere alcuna impurità visibile senza ingrandimento. Le estremità dei tubi devono essere tagliate nettamente, perpendicolarmente all'asse del tubo.

I tubi devono essere di colore grigio, blu o crema. Il colore dei tubi deve essere uniforme per tutto il loro spessore. Per le applicazioni sopra terra non devono essere impiegati tubi di colore crema. In considerazione dell'eventuale esposizione ai raggi solari, un pur minimo abbassamento della tonalità del colore su di una parte del tubo non deve compromettere l'idoneità del tubo all'impiego e costituire un conseguente motivo di rifiuto della fornitura.

La parete del tubo deve essere opaca e non deve trasmettere più dello 0,2% della luce visibile, misurata secondo la norma **uni en 578**. Questo requisito non è applicabile ai tubi di colore crema.

*Caratteristiche meccaniche*

Le caratteristiche meccaniche e fisiche dei tubi devono rispondere ai requisiti della norma **uni en 1452-2** e soddisfare la tabella 34.7.

**Tabella 34.7. Caratteristiche meccaniche e fisiche dei tubi**

Caratteristiche	Requisiti		Metodi di prova
Resistenza all'urto	T = 0 °C-TIR < 10%		conformi al prospetto 6 della norma <b>uni en 1452-2</b> <b>uni en 744</b>
Resistenza alla pressione intera	Nessun cedimento durante la prova 20 °C/1h/sigma= 42 MPa 20 °C/100 h/sigma= 35 MPa 60 °C/1000 h/sigma= 12,5 MPa		<b>uni en 921</b>
Temperatura di ram-mollimento Vicat (vst)	> 80 °C	conformi alla norma <b>uni en 727</b>	<b>uni en 727</b>
Ritiro longitudinale	<= 5% Il tubo non deve presentare delaminazione, bolle o rotture	temperatura di prova: 150 °C tempo di immersione: - e = 8 mm: 15 min; - e > 8 mm: 30 min. oppure: temperatura di prova: 150 °C tempo di immersione: - e = 8 mm: 30 min; - e > 8 mm: 60 min,	<b>uni en 734. Metodo A: bagno liquido</b>
			<b>uni en 734. Metodo B: in aria</b>
Resistenza al dicloro-metano ad una temperatura specificata	Nessun attacco in alcuna parte della superficie della provetta	temperatura di prova: 15 °C tempo di immersione: 30 min	<b>uni en 580</b>

#### Caratteristiche geometriche

I tubi devono essere dei formati (sdr) previsti dalla premessa nazionale alla norma **uni en 1452** e avere dimensioni conformi ai valori riportati nei prospetti 1, 2 e 3 del capitolo 6 della norma **uni en 1452-2** –*Caratteristiche geometriche*.

Il diametro esterno nominale  $d_n$  di un tubo deve essere conforme al prospetto 1 della norma **uni en 1452-2**.

Il diametro esterno medio  $d_{em}$  di un tubo deve essere conforme al relativo diametro esterno nominale  $d_n$  entro le tolleranze date nel prospetto 1 della norma **uni en 1452-2**.

Le tolleranze per lo scostamento della circolarità devono essere conformi al prospetto 1 norma **uni en 1452-2**.

La lunghezza nominale del tubo, normalmente di 6 m, deve essere una lunghezza minima, che non deve comprendere la profondità delle parti del bicchiere.

**Tabella 34.8. Spessori minimi di parete dei tubi**

Diametro esterno nominale $d_n$ (mm)	Spessore di parete nominale (minimo) (mm)			
	PN 6 bar	PN 10 bar	PN 16 bar	PN 20 bar
20	-	-	1,5	1,9
25			1,9	2,3
32			1,6	2,4
40	1,5	1,9	3,0	3,7
50	1,6	2,4	3,7	4,6
63	2,0	3,0	4,7	5,8
75	2,3	3,6	5,6	6,8
90	2,8	4,3	6,7	8,2
110	2,7	4,2	6,6	8,1
125	3,1	4,8	7,4	9,2
140	3,5	5,4	8,3	10,3
160	4,0	6,2	9,5	11,8
180	4,4	6,9	10,7	13,3
200	4,9	7,7	11,9	14,7
225	5,5	8,6	13,4	16,6

Diametro esterno nominale $d_n$ (mm)	Spessore di parete nominale (minimo) (mm)			
	PN 6 bar	PN 10 bar	PN 16 bar	PN 20 bar
250	6,2	9,6	14,8	18,4
280	6,9	10,7	16,6	20,6
315	7,7	12,1	18,7	23,2
355	8,7	13,6	21,1	26,1
400	9,8	15,3	23,7	29,4
450	11,0	17,2	26,7	33,1
500	12,3	19,1	29,7	36,8
630	15,4	24,1	-	-
710	17,4	27,2		
800	19,6	30,6		
900	22,0	-		
1000	24,5	-		

#### Spessori di parete e relative tolleranze

Gli spessori nominali di parete  $e_n$  sono classificati in base alle serie dei tubi  $S$ .

Lo spessore nominale di parete corrisponde allo spessore di parete minimo ammissibile.

Lo spessore nominale di parete deve essere conforme al prospetto 2 della norma **uni en 1452-2**, appropriato alla serie del tubo.

La tolleranza per lo spessore di parete medio  $e_m$  deve essere conforme al prospetto 3 della norma **uni en 1452-2**.

#### Estremità dei tubi per giunti con guarnizione o incollati

Le estremità lisce dei tubi, da utilizzare con guarnizioni elastomeriche o con bicchieri incollati, devono essere smussate come illustrato in figura 3 della norma **uni en 1452-2**. I tubi a estremità lisce, da utilizzare per altri giunti incollati, non devono avere bordi acuminati come previsto dalla stessa norma.

#### Guarnizioni di tenuta

Il materiale impiegato per gli anelli di tenuta utilizzati nelle giunzioni dei tubi deve rispondere alla norma **uni en 681-1** e deve essere conforme alla classe appropriata. Le guarnizioni devono essere assolutamente atossiche secondo le normative cogenti (disciplina igienico sanitaria).

Il sistema di giunzione, per ciascuna classe di pressione (pn) presente nella fornitura, deve rispondere ai requisiti della norma **uni en 1452-5** ed essere testato secondo le norme:

**uni en iso 13844** – Guarnizioni elastomeriche per giunti a bicchiere per l'uso con tubi di pvc-u. Metodo di prova per la tenuta a pressioni negative;

**uni en iso 13845** – Guarnizioni elastomeriche per giunti a bicchiere per l'uso con tubi di pvc-u. Metodo di prova per la tenuta alla pressione interna con deflessione angolare del giunto.

#### Marcatura

I particolari della marcatura devono essere stampati o formati direttamente sul tubo a intervalli massimi di 1 m, in modo che dopo immagazzinamento, esposizione alle intemperie, maneggio e posa in opera, la leggibilità sia mantenuta durante l'uso del prodotto. La marcatura non deve provocare fessure o altri tipi di deterioramento del prodotto. Il colore delle informazioni stampate deve essere differente dal colore di base dei tubi. I caratteri della marcatura devono essere tali da essere leggibili senza ingrandimento.

La marcatura degli elementi eseguita in modo chiaro e durevole dovrà riportare almeno le seguenti indicazioni:

- numero della norma di sistema (**en 1452**);- nome del fabbricante e/o marchio commerciale;- materiale;- diametro esterno nominale  $d_n$ ;- spessore di parete  $e_n$ ;- pressione nominale PN;- informazioni del fabbricante;- numero della linea di estrusione.

I tubi da impiegare specificamente per la distribuzione di acqua pubblica devono inoltre riportare una marcatura con la parola *acqua*.

#### 95.3.2 Tubazioni per fognature e scarichi interrati non in pressione

##### Requisiti della materia prima dei tubi e dei raccordi

Il materiale con il quale i tubi devono essere fabbricati consta di una miscela a base di polivinilcloruro e additivi necessari

alla trasformazione.

Il pvc nei tubi deve essere almeno l'80% sulla mescola totale.

Il pvc nei raccordi deve essere almeno l'85% sulla mescola totale.

La formulazione deve garantire la prestazione dei tubi e dei raccordi nel corso dell'intera vita dell'opera. La quantità minima di resina pvc nel materiale costituente i tubi e i raccordi deve essere quella prescritta dalle norme di riferimento:

- tubi: contenuto di pvc = 80% in massa verificato secondo la norma **uni en 1905** – *Sistemi di tubazioni di materia plastica. Tubi, raccordi e materiali di policloruro di vinile non plastificato (pvc-u). Metodo di valutazione del contenuto di pvc in base al contenuto totale di cloro;*

- raccordi: contenuto di pvc = 85% in massa verificato secondo la norma **uni en 1905** – *Sistemi di tubazioni di materia plastica. Tubi, raccordi e materiali di policloruro di vinile non plastificato (pvc-u). Metodo di valutazione del contenuto di pvc in base al contenuto totale di cloro.*

Il contenuto minimo di pvc può essere verificato su campioni prelevati in tutte le fasi del processo (durante la produzione, da magazzino, da cantiere).

**Tabella 34.9. Caratteristiche della materia prima in forma di tubo**

Caratteristiche	Requisiti	Parametri di prova		Metodo di prova
Contenuto di pvc	= 80% in massa	Determinazione analitica del contenuto di pvc in base al contenuto di cloro totale		<b>uni en 1905</b>
Massa volumica	< 1,53 g/cm <sup>3</sup>	Prova: metodo per immersione		<b>iso 1183</b>
Resistenza alla pressione interna	Nessun cedimento durante il periodo di prova	Chiusure di estremità	Tipo A o tipo B	<b>uni en 921</b>
		Temperatura di prova	60 °C	
		Orientamento	Libero	
		Numero di provette	3	
		Tensione circonferenziale	10 MPa	
		Tempo di condizionamento	1 h	
		Tipo di prova	Acqua in acqua	
		Periodo di prova	1000 h	

*Caratteristiche dei tubi*

I tubi in pvc-u a parete compatta devono avere classe di rigidità nominale  $sn \dots\dots\dots (kN/m^2)$ , diametro  $\dots\dots\dots (mm)$ , spessore  $\dots\dots\dots (mm)$ , sdr  $\dots\dots\dots$ , conformi alla norma **uni en 1401-1** e classificati con codice d'applicazione U (interrati all'esterno della struttura dell'edificio) o ud (interrati sia entro il perimetro dell'edificio sia all'esterno di esso). Il sistema di giunzione a bicchiere deve essere con anello di tenuta in gomma conforme alla norma **uni en 681-1** e realizzato con materiale elastomerico.

*Raccordi*

I raccordi in pvc-u a parete compatta devono avere una classe di rigidità nominale di minimo  $sn 4 (kN/m^2)$ , diametro  $\dots\dots\dots (mm)$ , spessore  $\dots\dots\dots (mm)$ , sdr max 41, conformi alla norma **uni en 1401-1** e classificati con codice d'applicazione U (interrati all'esterno della struttura dell'edificio) o UD (interrati sia entro il perimetro dell'edificio sia all'esterno di esso). Il sistema di giunzione a bicchiere deve essere con anello di tenuta in gomma conforme alla norma **uni en 681-1** e realizzato con materiale elastomerico.

*Dimensioni dei tubi*

I tubi devono avere i diametri, gli spessori e le tolleranze rispondenti ai valori riportati nella norma **uni en 1401**, capitolo 6, prospetti n. 3, 4, 5 e 6. In particolare, gli spessori dovranno essere conformi alla tabella 34.10, le caratteristiche meccaniche dovranno essere conformi alla tabella 34.11 e le caratteristiche fisiche dovranno essere conformi alla tabella 34.12.

**Tabella 34.10. Dimensione dei tubi**

Dimensione nominale (dn/od)	Diametro esterno nominale dn	SN2 SDR 51		SN4 SDR 41		SN 8 SDR 34	
		e min	e max	e min	e max	e min	e max
110	110	-	-	3,2	3,8	3,2	3,8
125	125	-	-	3,2	3,8	3,7	4,3
160	160	3,2	3,8	4,0	4,6	4,7	5,4
200	200	3,9	4,5	4,9	5,6	5,9	6,7
250	250	4,9	5,6	6,2	7,1	7,3	8,3

Dimensione nominale (dn/od)	Diametro esterno nominale dn	SN2 SDR 51		SN4 SDR 41		SN 8 SDR 34	
		e min	e max	e min	e max	e min	e max
315	315	6,2	7,1	7,7	8,7	9,2	10,4
355	355	7,0	7,9	8,7	9,8	10,4	11,7
400	400	7,9	8,9	9,8	11,0	11,7	13,1
450	450	8,8	9,9	11,0	12,3	13,2	14,8
500	500	9,8	11,0	12,3	13,8	14,6	16,3
630	630	12,3	13,8	15,4	17,2	18,4	20,5
710	710	13,9	15,5	17,4	19,4	-	-
800	800	15,7	17,5	19,6	21,8	-	-
900	900	17,6	19,6	22,0	24,4	-	-
1000	1000	19,6	21,8	24,5	27,2	-	-

Tabella 34.11. Caratteristiche meccaniche

Caratteristiche	Requisiti	Parametri di prova		Metodi di prova
Resistenza all'urto	tir = 10%	Temperatura di prova	(0±1) °C	uni en 744
		Mezzo di condizionamento	Acqua o aria	
		Tipo di percussore	d 90	
		Massa del percussore per:		
		dem = 110 mm	1 kg	
		dem = 125 mm	1,25 kg	
		dem = 160 mm	1,6 kg	
		dem = 200 mm	2,0 kg	
		dem = 250 mm	2,5 kg	
		dem > 315 mm	3,2 kg	
		Altezza di caduta del percussore per:		
		dem < 110 mm	1600 mm	
		dem > 110 mm	2000 mm	

Tabella 34.12. Caratteristiche fisiche

Caratteristiche	Requisiti	Parametri di prova	Metodo di prova
Temperatura di ram-mollimento Vicat (vst)	> 79 °C	Conformi alla norma <b>uni en 727</b>	<b>uni en 727</b>
Ritiro longitudinale	<= 5% Il tubo non deve presentare bolle o screpolature	Temperatura di prova: 150 °C tempo di immersione: - per $e < 8$ mm: 15 min; - per $e > 8$ mm: 30 min. oppure: Temperatura di prova: 150 °C tempo di immersione: - $e <= 4$ mm: 30 min; - $4 \text{ mm} < e <= 8$ mm: 60 min; - $e > 16$ mm: 120 min.	<b>uni en 734. Metodo A:</b> bagno liquido  <b>uni en 734. Metodo B:</b> in aria
Resistenza al dicloro-metano a una temperatura specificata	Nessun attacco in alcuna parte della superficie della provetta	Temperatura di prova: 150 °C Tempo di immersione: 30 min	<b>uni en 580</b>

#### Marcatura

La marcatura dei tubi deve essere, su almeno una generatrice, continua e indelebile, conforme ai requisiti della norma **uni en 1401** e contenere almeno con intervalli di massimo 2 m le seguenti informazioni:

- numero della norma: **uni en 1401**;
- codice d'area di applicazione: U e UD;
- nome del fabbricante e/o marchio di fabbrica;
- indicazione del materiale (pvc-u);
- dimensione nominale ( $d_n/od$ );
- spessore minimo di parete (sdr);
- rigidità anulare nominale (sn);
- informazioni del fabbricante (data e luogo di produzione ai fini della rintracciabilità).

#### Sistema qualità e certificazioni

La ditta produttrice deve essere in possesso di certificati di conformità alla norma **uni en iso 9001** del proprio sistema di qualità aziendale, rilasciata secondo la norma **uni cei en 45012** da società o enti terzi riconosciuti e accreditati Sincert.

La ditta produttrice deve essere in possesso di certificati di conformità del prodotto (marchio di qualità) sull'intera gamma fornita, rilasciati secondo la norma **uni cei en 45011** da enti terzi o società riconosciuti e accreditati Sincert.

La ditta produttrice deve allegare alle consegne una dichiarazione di conformità alla norma con specifico riferimento al contenuto minimo di resina pvc = 80% in massa per i tubi.

#### 95.3.3 Tubazioni per scarichi (a bassa e ad alta temperatura) all'interno dei fabbricati

##### Materiale di base

I tubi e i raccordi devono essere realizzati con pvc-u e adeguati additivi.

Il contenuto di pvc deve essere maggiore o uguale all'80% per tubi e all'85% per i raccordi. Il valore di pvc deve essere determinato con metodo in base alla norma **uni en 1905**.

È ammesso l'utilizzo di materiale non vergine, secondo le modalità specificate dall'allegato A della norma **uni en 1329-1**.

##### Codice dell'area di applicazione

Nella marcatura, i tubi e i raccordi devono essere identificati dai seguenti codici, per indicare l'area di applicazione a cui sono destinati:

- codice B: per l'area di applicazione dei componenti destinati all'uso sopra terra all'interno degli edifici o per componenti all'esterno degli edifici fissati alle pareti;
- codice D: riferito a un'area sotto ed entro 1 m dall'edificio dove i tubi e i raccordi sono interrati e collegati al sistema di tubazione interrato per le acque di scarico;
- codice BD: riferito ai componenti destinati alle applicazioni in entrambe le aree B e D;

- codici U e UD: non sono compresi dalla norma **uni en 1329-1**. Per la relativa definizione si rimanda alla norma **uni en 1401-1**.

*Utilizzo*

La norma **uni en 1329-1** si applica ai tubi e ai raccordi di pvc-u, alle loro giunzioni e alle giunzioni con componenti di altri materiali plastici (marcati con B o BD) destinati ai seguenti utilizzi:

- tubazioni di scarico per acque domestiche a bassa e ad alta temperatura;
- tubi di ventilazione collegati agli scarichi di cui al punto precedente;
- scarichi di acque piovane all'interno della struttura dell'edificio.

I tubi e i raccordi possono essere utilizzati in due aree di applicazione, ovvero all'interno della struttura degli edifici (marcati con sigla B) e nel sottosuolo entro la struttura degli edifici (marcati con sigla BD). La lunghezza dei tubi non comprende il bicchiere. Per l'uso di tubazioni interrato nell'area interna della struttura dell'edificio, si intendono solamente i componenti (marcati BD) con diametro esterno nominale uguale o maggiore di 75 mm.

*Caratteristiche geometriche*

Le caratteristiche geometriche sono le seguenti:

- il diametro esterno nominale è compreso tra 32-315 mm;
- l'ovalizzazione è  $= 0,024 d_n$ ;
- la lunghezza tubi è definita dal produttore (escluso il bicchiere);
- lo smusso della testata del tubo ha un angolo compreso tra i 15° e i 45°;
- lo spessore della parete varia in funzione del  $d_n$  e dell'area di applicazione;
- la lunghezza, il diametro e gli spessori dei raccordi sono definiti dalla norma **uni en 1329-1**, in funzione del tipo di giunto da realizzare e dell'area di applicazione;
- i raccordi sono realizzati con curve, manicotti, riduzioni e deviatori, secondo figure definite.

*Caratteristiche meccaniche*

Le caratteristiche dei tubi sono identificate dalla resistenza all'urto e per aree fredde con urto a - 10 °C.

*Caratteristiche fisiche*

Le caratteristiche dei tubi sono identificate da:

- temperatura di rammollimento Vicat;
- ritiro longitudinale;
- resistenza di clorometano.

Le caratteristiche dei raccordi invece sono identificate da:

- temperatura di rammollimento Vicat;
- effetti calore.

Tali valori sono riassunti nella tabella 34.13.

**Tabella 34.13. Caratteristiche fisiche**

Caratteristiche	Requisiti	Parametri di prova		Metodo di prova
Temperatura di rammollimento Vicat (VST)	> 79 °C	Conformi alla norma <b>uni en 727</b>		<b>uni en 727</b>
Ritiro longitudinale	<= 5% Il tubo non deve presentare bolle o screpolature	Temperatura di prova	150 °C	<b>uni en 734. Metodo A:</b> bagno liquido
		Tempo di immersione	15 min	
		oppure		
		Temperatura di prova	150 °C	<b>uni en 734. Metodo B:</b> in aria
Tempo di immersione	30 min			
Resistenza al diclorometano ad una temperatura specificata	Nessun attacco in alcuna parte della superficie della provetta	Temperatura di prova	15 °C	<b>uni en 580</b>
		Tempo di immersione	30 min	

*Aspetto e colore dei tubi*



I tubi all'esame visivo senza ingrandimento devono avere le superfici interne ed esterne lisce, pulite ed esenti da screpolature, cavità e altri difetti superficiali suscettibili di impedire la conformità alla presente norma. Il materiale non deve contenere alcuna impurità visibile senza ingrandimento. Le estremità dei tubi devono essere tagliate nettamente, perpendicolarmente all'asse del tubo.

I tubi e i raccordi devono essere uniformemente colorati attraverso il loro intero spessore. Il colore raccomandato dei tubi e dei raccordi deve essere il grigio.

#### *Raccordi*

I raccordi possono essere realizzati con due sistemi di giunzione: - bicchiere a guarnizione monolabbro;- bicchiere a incollare.

#### *Guarnizioni di tenuta*

La guarnizione di tenuta non deve presentare effetti nocivi sulle proprietà del tubo e del raccordo e non deve provocare la non rispondenza dell'assemblaggio di prova ai requisiti del prospetto 21 della norma **uni en 1329-1**.

I materiali per le guarnizioni devono essere conformi alla norma **uni en 681-1** o alla norma **uni en 681-2**, a seconda dei casi.

Le guarnizioni di elastomeri termoplastici (tpe) devono inoltre essere conformi ai requisiti prestazionali a lungo termine specificati nel prospetto 21 della norma **uni en 1329-1**.

#### *Adesivi*

Gli adesivi impiegati devono essere colle a solvente e devono essere specificati dal fabbricante dei tubi o dei raccordi o da un accordo tecnico di parte terza.

Gli adesivi non devono esercitare effetti nocivi sulle proprietà del tubo e del raccordo e non devono causare la mancata rispondenza dell'assemblaggio di prova ai requisiti previsti dal prospetto 21 della norma **uni en 1329-1**.

#### *Emissione di rumore*

I sistemi di tubazioni devono garantire un'emissione di rumore inferiore a quanto previsto dal D.P.C.M. 5 dicembre 1991, che per impianti a funzionamento discontinuo prevede un limite di 35 dB misurato in opera secondo la norma **uni en iso 16032**. I sistemi di tubazioni devono essere realizzati con materiali che permettano la classificazione al fuoco secondo la norma **uni en 13051** e le relative euroclassi di reazione al fuoco. Garantiscono la posa a regola d'arte secondo quanto previsto da D.M. 22 gennaio 2008, n. 34.

#### *Procedura di controllo della produzione*

L'azienda produttrice deve esibire la procedura di controllo della produzione secondo la norma **uni en iso 9001/2000** e con procedure assimilabili ed esibire certificazioni di qualità dei sistemi di tubazioni rilasciate da enti riconosciuti e qualificati Sincert.

#### *Marcatura*

La marcatura dei tubi deve essere continua e indelebile su almeno una generatrice e conforme ai requisiti della norma **uni en 1329-1**, e contenere con intervalli di massimo 1,00 m almeno le seguenti informazioni:- numero della norma: **uni en 1329-1**;- nome del fabbricante e/o marchio di fabbrica;- diametro nominale;- spessore di parete minimo;- materiale;- codice dell'area di applicazione;- rigidità anulare per l'area di applicazione BD;- informazione del fabbricante.

Per impiego a basse temperature (simbolo del cristallo di ghiaccio), la marcatura dei raccordi deve contenere almeno le seguenti informazioni:- numero della norma: **uni en 1329-1**;- nome del fabbricante e/o marchio di fabbrica;- diametro nominale;- angolo nominale;- materiale;- codice dell'area di applicazione;- rigidità anulare nominale per applicazione nell'area BD.

La marcatura per incisione deve ridurre lo spessore per non più di 0,25 mm, in caso contrario, non deve essere ritenuta conforme.

#### *Norme di riferimento*

a) tubazioni di materia plastica per adduzione d'acqua:

**uni en 1452-1** – Sistemi di tubazioni di materia plastica per adduzione d'acqua. Policloruro di vinile non plastificato (pvc-u). Generalità;

**uni en 1452-2** – Sistemi di tubazioni di materia plastica per adduzione. Policloruro di vinile non plastificato (pvc-u). Tubi;

**uni en 1452-3** – Sistemi di tubazioni di materia plastica per adduzione d'acqua. Policloruro di vinile non plastificato (pvc-u). Raccordi;

**uni en 1452-4** – Sistemi di tubazioni di materia plastica per adduzione. Policloruro di vinile non plastificato (pvc-u). Valvole e attrezzature ausiliarie;

**uni en 1452-5** – Sistemi di tubazioni di materia plastica per adduzione d'acqua. Policloruro di vinile non plastificato (pvc-u). Idoneità all'impiego del sistema;

**uni env 1452-6** – Sistemi di tubazioni di materia plastica per adduzione d'acqua. Policloruro di vinile non plastificato (pvc-u). Guida per l'installazione;

**uni env 1452-7** – Sistemi di tubazioni di materia plastica per adduzione d'acqua. Policloruro di vinile non plastificato (pvc-

u). Guida per la valutazione della conformità.

b) tubazioni di materia plastica per fognature e scarichi interrati non in pressione:

**uni en 1401-1** – Sistemi di tubazioni di materia plastica per fognature e scarichi interrati non in pressione. Policloruro di vinile non plastificato (pvc-u). Specificazioni per i tubi, i raccordi e il sistema;

**uni env 1401-2** – Sistemi di tubazioni di materia plastica per fognature e scarichi interrati non in pressione. Policloruro di vinile non plastificato (pvc-u). Guida per la valutazione della conformità;

**uni env 1401-3** – Sistemi di tubazioni di materia plastica per fognature e scarichi interrati non in pressione - Policloruro di vinile non plastificato (pvc-u). Guida per l'installazione;

**uni en 13476-1** – Sistemi di tubazioni di materia plastica per connessioni di scarico e collettori di fognatura interrati non in pressione. Sistemi di tubazioni a parete strutturata di policloruro di vinile non plastificato (pvc-u), polipropilene (pp) e polietilene (pe). Parte1: Requisiti generali e caratteristiche prestazionali;

**uni en 13476-2** – Sistemi di tubazioni di materia plastica per connessioni di scarico e collettori di fognatura interrati non in pressione. Sistemi di tubazioni a parete strutturata di policloruro di vinile non plastificato (pvc-u), polipropilene (pp) e polietilene (pe). Parte2: Specifiche per tubi e raccordi con superficie interna ed esterna liscia e il sistema, tipo A;

**uni en 13476-3** – Sistemi di tubazioni di materia plastica per connessioni di scarico e collettori di fognatura interrati non in pressione. Sistemi di tubazioni a parete strutturata di policloruro di vinile non plastificato (pvc-u), polipropilene (pp) e polietilene (pe). Parte 3: Specifiche per tubi e raccordi con superficie interna liscia e superficie esterna profilata e il sistema, tipo B;

**uni cen/ts 13476-4** – Sistemi di tubazioni di materia plastica per connessioni di scarico e collettori di fognatura interrati non in pressione. Sistemi di tubazioni a parete strutturata di policloruro di vinile non plastificato (pvc-u), polipropilene (pp) e polietilene (pe). Parte 4: Guida per la valutazione della conformità.

c) tubazioni di materia plastica per scarichi (a bassa e ad alta temperatura) all'interno dei fabbricati:

- parete piena:

**uni en 1329-1** – Sistemi di tubazioni di materia plastica per scarichi (a bassa e ad alta temperatura) all'interno dei fabbricati. Policloruro di vinile non plastificato (pvc-u). Specifiche per tubi, raccordi e per il sistema;

**uni env 1329-2** – Sistemi di tubazioni di materia plastica per scarichi (a bassa e ad alta temperatura) all'interno dei fabbricati. Policloruro di vinile non plastificato (pvc-u). Guida per la valutazione della conformità.

- parete strutturata:

**uni en 1453-1** – Sistemi di tubazioni di materia plastica con tubi a parete strutturata per scarichi (a bassa ed alta temperatura) all'interno dei fabbricati. Policloruro di vinile non plastificato (pvc-u). Specifiche per i tubi e il sistema;

**uni env 1453** – Sistemi di tubazioni di materia plastica con tubi a parete strutturata per scarichi (a bassa ed alta temperatura) all'interno dei fabbricati. Policloruro di vinile non plastificato (pvc-u). Guida per la valutazione della conformità.

#### 95.4 Tubazioni di fibrocemento

##### 95.4.1 Tubi di fibrocemento per fognature e sistemi di scarico per sistemi a gravità

I tubi in fibrocemento devono essere costituiti principalmente da cemento o silicato di calcio rinforzato con fibre. Per le caratteristiche del cemento si rimanda alla norma **uni env 197-1**.

La legge 27 marzo 1992, n. 257 – *Norme per la cessazione dell'impiego dell'amianto* – ha vietato la fabbricazione e l'impiego di manufatti d'amianto cemento, fissando severe disposizioni per lo smaltimento dei rifiuti di tale materiale, pertanto è consentito l'impiego solo di prodotti NT (tecnologia senza amianto).

I tubi potranno essere forniti con estremità lisce oppure con una liscia e l'altra a bicchiere.

I tubi sono classificati, secondo la resistenza minima alla compressione, in tre classi, in base al carico agente sulla superficie interna unitaria, che è di 60, 90 o 120 kN/m<sup>2</sup>. In particolare, i carichi minimi di rottura devono essere conformi a quelli del prospetto 7 della norma **uni en 588-1**, valido per diametro nominale fino a 1000. Per diametri nominali superiori dovrà farsi riferimento a quanto riportato al punto 4.7.1 della norma **uni en 588-1**.

Per l'accettazione da parte del DL, i tubi devono essere privi di scheggiature, difetti di lavorazione e irregolarità.

La superficie interna dei tubi dovrà essere regolare e liscia.

I diametri nominali dovranno essere conformi a quelli indicati nel prospetto 1 della norma **uni en 588-1**.

La lunghezza nominale dei tubi dovrà corrispondere a quella indicata nel prospetto 2 della norma **uni en 588-1**.

##### 95.4.2 Marcatura e denominazione

La marcatura sul tubo richiesta dal punto 4.1.1 della norma **uni en 588-1** dovrà essere durevole.

Essa deve contenere come minimo:- normativa di riferimento;- diametro nominale;- produttore;- data di produzione;- classe;- serie (se necessario);- certificazione organismo di controllo;- sigla nt.

La denominazione dei tubi e degli accessori dovrà riportare:- normativa di riferimento;- diametro nominale;- lunghezza;- serie (se necessario);- sigla nt.

In particolare, per i giunti la marcatura dovrà riportare:- normativa di riferimento;- diametro nominale;- produttore;- data di produzione;- classe;- sigla nt.

#### 95.4.3 Giunti, raccordi e guarnizioni

I giunti per i tubi potranno essere a bicchiere o a manicotto. I giunti e i raccordi devono presentare caratteristiche non inferiori a quelle dei corrispondenti tubi. Le parti dei giunti non di fibrocemento devono soddisfare le norme vigenti per i relativi materiali.

I giunti devono resistere a una pressione idrostatica interna o esterna di  $100 \pm 10$  kPa. I giunti, durante la prova di tenuta, non devono manifestare perdite o trasudamento.

Le guarnizioni elastiche di tenuta, realizzate a base di gomma naturale o sintetica, devono essere conformi alle prescrizioni della norma **uni en 681-1** (elementi di tenuta in elastomero) o di altra specifica normativa emanata sull'argomento.

#### 95.4.4 Controllo della qualità

I prodotti, con riferimento al punto 7 della norma **uni en 588-1**, devono essere sottoposti alle seguenti procedure di controllo:

- controllo iniziale dei prodotti (punto 7.2 della norma **uni en 588-1**);
- controllo interno della qualità (punto 7.3 della norma **uni en 588-1**);
- controllo effettuato da idoneo istituto di controllo esterno (punto 7.4 della norma **uni en 588-1**).

Norme di riferimento

**uni en 588-1** – *Tubi di fibrocemento per fognature e sistemi di scarico. Tubi, raccordi e accessori per sistemi a gravità;*

**uni en 588-2** – *Tubi di fibrocemento per fognature e sistemi di scarico. Pozzetti e camere di ispezione;*

**uni en 681-1** – *Elementi di tenuta in elastomero. Requisiti dei materiali per giunti di tenuta nelle tubazioni utilizzate per adduzione e scarico dell'acqua. Parte 1: Gomma vulcanizzata;*

**uni en 681-2** – *Elementi di tenuta in elastomero. Requisiti dei materiali per giunti di tenuta nelle tubazioni utilizzate per adduzione e scarico dell'acqua. Parte 2: Elastomeri termoplastici;*

**uni en 681-3** – *Elementi di tenuta in elastomero. Requisiti dei materiali per giunti di tenuta nelle tubazioni utilizzate per adduzione e scarico dell'acqua. Parte 3: Materiali cellulari di gomma vulcanizzata;*

**uni en 681-4** – *Elementi di tenuta in elastomero. Requisiti dei materiali per giunti di tenuta nelle tubazioni utilizzate per adduzione e scarico dell'acqua. Parte 4: Elementi di tenuta di poliuretano colato.*

#### 95.5 Tubi in polietilene per scarichi (pe)

##### 95.5.1 Polietilene

La norma **uni en 1519-1** specifica i requisiti per i tubi, i raccordi e il sistema di tubazioni di polietilene (pe) nel campo degli scarichi:

- all'interno della struttura dei fabbricati (marcati B);
- nei fabbricati, sia nel sottosuolo entro la struttura del fabbricato (marcati BD).

La norma è applicabile ai tubi e ai raccordi di pe di seguito indicati:- a estremità liscia;- con bicchiere munito di guarnizione elastomerica;- per giunti per fusione di testa;- per giunti elettrofusi;- per giunti meccanici.

*Composizione del pe*

La composizione per tubi e raccordi deve essere costituita da materiale di base polietilene (pe), al quale possono essere aggiunti gli additivi necessari per facilitare la fabbricazione dei componenti conformi ai requisiti della norma **uni en 1519-1**. Per esigenze della normativa antincendio possono essere impiegati anche altri additivi.

I raccordi fabbricati o le parti di raccordi fabbricati devono essere realizzati partendo da tubi e/o stampati conformi, tranne che per i requisiti dello spessore di parete e/o stampati di pe conformi alle caratteristiche meccaniche e fisiche del materiale, come richiesto dalla norma **uni en 1519-1**.

*Codice dell'area di applicazione*

Nella marcatura i tubi e i raccordi devono essere identificati dai seguenti codici per indicare l'area di applicazione a cui sono destinati (**uni en 1519-1**):

- codice B: per l'area di applicazione all'interno del fabbricato e all'esterno per elementi fissati alle pareti;
- codice D: per l'area di applicazione al disotto del fabbricato ed entro 1 m di distanza dal fabbricato per tubi e raccordi inter-

rati e collegati al sistema di scarico del fabbricato;

- codice BD: riferito ad applicazioni in entrambe le aree d'applicazione B e D.

#### *Aspetto e colore dei tubi*

I tubi all'esame visivo senza ingrandimento devono avere le superfici interne ed esterne lisce, pulite ed esenti da screpolature, cavità e altri difetti superficiali suscettibili di impedire la conformità alla presente norma. Il materiale non deve contenere alcuna impurità visibile senza ingrandimento. Le estremità dei tubi devono essere tagliate nettamente, perpendicolarmente all'asse del tubo.

I tubi e i raccordi devono essere uniformemente colorati attraverso il loro intero spessore. Il colore raccomandato dei tubi e dei raccordi è il nero.

#### *Spessore di parete*

Lo spessore di parete  $e$  deve essere conforme rispettivamente ai prospetti 3 e 4 della norma **uni en 1519-1**, nei quali per la serie metrica è ammesso uno spessore di parete massimo, in un punto qualsiasi, fino a  $1,25 e_{min}$ , purché lo spessore di parete medio  $e_m$  sia minore o uguale a quello specificato,  $e_{m-max}$ .

#### *Tipi di raccordo*

La norma **uni en 1519-1** si applica ai seguenti tipi di raccordo (ma ne sono ammessi anche altri tipi):

– curve, per le quali gli angoli nominali preferenziali  $a$  dovrebbero essere da  $15^\circ$ ,  $22,5^\circ$ ,  $30^\circ$ ,  $45^\circ$ ,  $67,5^\circ$ ,  $80^\circ$  oppure compresi tra  $87,5^\circ$  e  $90^\circ$ . Le curve possono essere:- senza o con raggio di curvatura (**iso 265**);- codolo/bicchiere e bicchiere/bicchiere;- a segmenti saldati di testa.

– diramazioni e diramazioni ridotte (diramazioni singole o multiple), per le quali l'angolo nominale fissato  $a$  dovrebbe essere da  $45^\circ$ ,  $67,5^\circ$ , oppure compreso tra  $87,5^\circ$  a  $90^\circ$ . Esse possono avere: - angolo senza o con raggio di curvatura (**iso 265-1**);- codolo/bicchiere e bicchiere/bicchiere.

– riduzioni;

– raccordi di accesso. Il diametro interno del foro per pulizia deve essere specificato dal fabbricante;

– manicotti:- a doppio bicchiere;- collare per riparazioni.

– bicchiere per saldatura testa a testa per tubo con estremità lisce;

– tappi.

#### *Marcatura e denominazione*

La marcatura sul tubo richiesta dai punti 11.1 e 11.2 della norma **uni en 1519-1** deve essere durevole.

Essa deve contenere come minimo:- normativa di riferimento **uni en 1519-1**;- dimensione nominale;- spessore minimo di parete;- materiale;- codice dell'area di applicazione;- serie di tubo per l'area di applicazione BD;- tipo di bicchiere;- informazioni del produttore.

La marcatura dei raccordi deve contenere:- numero della norma **uni en 1519-1**;- nome del fabbricante e/o marchio di fabbrica;- dimensione nominale;- angolo nominale;- materiale;- codice dell'area di applicazione;- spessore minimo di parete o serie di tubi per l'area di applicazione BD;- tipo di bicchiere;- informazioni del fabbricante.

#### *Norme di riferimento*

a) tubazioni di materia plastica per scarichi:

**uni en 1519-1** – Sistemi di tubazioni di materia plastica per scarichi (a bassa e ad alta temperatura) all'interno dei fabbricati. Polietilene (pe). Specificazioni per i tubi, i raccordi e il sistema;

**uni env 1519-2** – Sistemi di tubazioni di materia plastica per scarichi (a bassa e ad alta temperatura) all'interno dei fabbricati. Polietilene (pe). Guida per la valutazione della conformità;

**uni en 13476-1** – Sistemi di tubazioni di materia plastica per connessioni di scarico e collettori di fognatura interrati non in pressione. Sistemi di tubazioni a parete strutturata di policloruro di vinile non plastificato (pvc-u), polipropilene (pp) e polietilene (pe). Parte 1: Requisiti generali e caratteristiche prestazionali;

**uni en 13476-2** – Sistemi di tubazioni di materia plastica per connessioni di scarico e collettori di fognatura interrati non in pressione. Sistemi di tubazioni a parete strutturata di policloruro di vinile non plastificato (pvc-u), polipropilene (pp) e polietilene (pe). Parte 2: Specifiche per tubi e raccordi con superficie interna ed esterna liscia e il sistema, tipo A;

**uni en 13476-3** – Sistemi di tubazioni di materia plastica per connessioni di scarico e collettori di fognatura interrati non in pressione. Sistemi di tubazioni a parete strutturata di policloruro di vinile non plastificato (pvc-u), polipropilene (pp) e polietilene (pe). Parte 3: Specifiche per tubi e raccordi con superficie interna liscia e superficie esterna profilata e il sistema, tipo B;

**uni cen/ts 13476-4** – Sistemi di tubazioni di materia plastica per connessioni di scarico e collettori di fognatura interrati non in pressione. Sistemi di tubazioni a parete strutturata di policloruro di vinile non plastificato (pvc-u), polipropilene (pp) e polietilene (pe). Parte 4: Guida per la valutazione della conformità.

### *Polietilene reticolato (pe-x)*

I tubi di polietilene reticolato sono 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.

I tubi di polietilene reticolato (pe-x) possono essere utilizzati nella realizzazione degli impianti di distribuzione dell'acqua potabile (calda e fredda).

Negli impianti sanitari, i tubi di pe-x devono essere installati all'interno di una guaina (tubo corrugato) di colore rosso o blu per poter individuare con facilità la tipologia del circuito e per poter rimpiazzare rapidamente e senza difficoltà tratti di tubazione danneggiati.

Le curvature più strette, le diramazioni o i collegamenti devono essere realizzati con raccordi meccanici, poiché il pe-x non è fusibile né incollabile.

I raccordi meccanici per tubi di pe-x possono essere di due tipologie e cioè ad avvitamento o a compressione (*press-fitting*).

I raccordi ad avvitamento devono essere realizzati in ottone o acciaio inox. La tenuta idraulica deve essere assicurata dalle guarnizioni poste sulla bussola stessa.

I raccordi a compressione (*press-fittings*) devono essere composti dal corpo del raccordo realizzato in ottone, acciaio inox o in materiale sintetico (tecnopolimeri) e da una bussola di tenuta in acciaio inox. La tenuta idraulica è assicurata dalla pressione esercitata dal tubo contro le guarnizioni poste sul corpo del raccordo.

Norme di riferimento

**uni 9338** – *Tubi di polietilene reticolato (pe-x) per il trasporto di fluidi industriali;*

**uni 9349** – *Tubi di polietilene reticolato (pe-x) per condotte di fluidi caldi sotto pressione. Metodi di prova.*

#### 95.6 *Tubi in polipropilene (pp)*

I tubi in polipropilene possono essere impianti di distribuzione di acqua calda e fredda nell'edilizia civile e industriale, impianti di riscaldamento e scarichi.

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 en iso 15874-2**.

Tutti i tubi dovranno essere permanentemente marcati in maniera leggibile lungo la loro lunghezza.

##### 95.6.1 *Aspetto*

Quando osservate senza ingrandimento, le superfici interne ed esterne dei tubi e dei raccordi dovranno essere lisce, pulite e prive di cavità, bolle, impurezze e qualsiasi altra irregolarità superficiale che possa influire sulla conformità alla norma. Le estremità dei tubi dovranno essere tagliate in modo netto e perpendicolarmente all'asse del tubo.

##### 95.6.2 *Marcatura*

Tutti i tubi e i raccordi dovranno essere permanentemente marcati in maniera leggibile lungo la loro lunghezza.

##### 95.6.3 *Stoccaggio, movimentazione e trasporto*

Durante la movimentazione e il trasporto delle tubazioni, dovranno essere prese tutte le necessarie precauzioni per evitarne il danneggiamento. I tubi non dovranno venire in contatto con oggetti taglienti e, quando scaricati, non dovranno essere gettati, lasciati cadere o trascinati a terra.

I tubi dovranno essere stoccati su superfici piane e pulite e in cataste ordinate e di altezza tale da evitare deformazioni e danneggiamenti, con particolare attenzione ai bicchieri dei tubi.

Si dovranno prendere le necessarie precauzioni quando si maneggiano e si installano le tubazioni a temperature inferiori a 0 °C.

Norme di riferimento

a) installazioni di acqua calda e fredda:

**uni en iso 15874-1** – *Sistemi di tubazioni di materie plastiche per le installazioni di acqua calda e fredda. Polipropilene (pp). Parte 1. Generalità;*

**uni en iso 15874-2** – *Sistemi di tubazioni di materie plastiche per le installazioni di acqua calda e fredda. Polipropilene (pp). Parte 2. Tubi;*

**uni en iso 15874-3** – *Sistemi di tubazioni di materie plastiche per le installazioni di acqua calda e fredda. Polipropilene (pp). Parte 3. Raccordi;*

**uni en iso 15874-5** – *Sistemi di tubazioni di materie plastiche per le installazioni di acqua calda e fredda. Polipropilene (pp). Parte 5. Idoneità all'impiego del sistema;*

**uni cen iso/ts 15874-7** – *Sistemi di tubazioni di materie plastiche per le installazioni di acqua calda e fredda. Polipropilene*

(pp). Parte 7. Guida per la valutazione della conformità.

b) scarichi (a bassa e a alta temperatura) all'interno dei fabbricati:

**uni en 1451-1** – Sistemi di tubazioni di materia plastica per scarichi (a bassa e ad alta temperatura) all'interno dei fabbricati. Polipropilene (pp). Specifiche per tubi, raccordi e per il sistema;

**uni env 1451-2** – Sistemi di tubazioni di materia plastica per scarichi (a bassa e ad alta temperatura) all'interno dei fabbricati. Polipropilene (pp). Guida per la valutazione della conformità;

**uni en 13476-1** – Sistemi di tubazioni di materia plastica per connessioni di scarico e collettori di fognatura interrati non in pressione. Sistemi di tubazioni a parete strutturata di policloruro di vinile non plastificato (pvc-u), polipropilene (pp) e polietilene (pe). Parte 1: Requisiti generali e caratteristiche prestazionali;

**uni en 13476-2** – Sistemi di tubazioni di materia plastica per connessioni di scarico e collettori di fognatura interrati non in pressione. Sistemi di tubazioni a parete strutturata di policloruro di vinile non plastificato (pvc-u), polipropilene (pp) e polietilene (pe). Parte 2: Specifiche per tubi e raccordi con superficie interna ed esterna liscia e il sistema, tipo A;

**uni en 13476-3** – Sistemi di tubazioni di materia plastica per connessioni di scarico e collettori di fognatura interrati non in pressione. Sistemi di tubazioni a parete strutturata di policloruro di vinile non plastificato (pvc-u), polipropilene (pp) e polietilene (pe). Parte 3: Specifiche per tubi e raccordi con superficie interna liscia e superficie esterna profilata e il sistema, tipo B;

**uni cen/ts 13476-4** – Sistemi di tubazioni di materia plastica per connessioni di scarico e collettori di fognatura interrati non in pressione. Sistemi di tubazioni a parete strutturata di policloruro di vinile non plastificato (pvc-u), polipropilene (pp) e polietilene (pe). Parte 4: Guida per la valutazione della conformità.

#### 95.7 Tubi in polietilene per condotte idriche (pe)

I tubi di polietilene (pe), raccordi valvole e pezzi speciali dovranno avere caratteristiche rispondenti alle norme: UNI EN 1220-1÷5/04 utilizzarsi Istituto Italiano dei Plastici 312, [D.M. n. 174 del 06/04/2004](#) (sostituisce la Circolare Ministero Sanità n. 102 del 02/12/78).

Le tubazioni usate per condotte idriche in pressione dovranno rispettare le pressioni nominali richieste, non riportare abrasioni o schiacciamenti. Sulla superficie esterna dovranno essere leggibili: nome del produttore, sigla IIP, diametro, spessore, SDR, tipo di Polietilene, data di produzione, norma di riferimento; inoltre il tubo PE dovrà avere minimo n. 4 linee coestruse (azzurre per tubo acqua e gialle per tubo gas) lungo la generatrice. Il colorante utilizzato per la coestruzione deve essere dello stesso compound utilizzato per il tubo.

Possono essere impiegati tubi di polietilene dei tipi pe 80 e pe 100.

#### REQUISITI DI ACCETTAZIONE DEL MATERIALE PER LA PRODUZIONE DI TUBI E RACCORDI

a) - Resina base

Il polimero di base dovrà essere polietilene (single grade) con densità convenzionale non minore di 958 Kg/m<sup>3</sup> a 23° C in accordo con la ISO 1872/parte 1. Questo include copolimeri di etilene e olefine; queste ultime non devono eccedere il 10% della massa.

I tubi ed i pezzi speciali dovranno essere prodotti solo ed esclusivamente con Polietilene ad Alta densità PE100. Il prodotto trasformato dovrà rispondere ai seguenti requisiti:

- valore di MRS pari a 10 MPa; le curve di regressione vanno presentate con la certificazione di un laboratorio indipendente, a sua volta munito di certificazione di conformità alle Norme ISO 45000; la D.L. potrà, a suo insindacabile giudizio, disporre verifiche periodiche delle suddette curve su spezzoni di tubi prelevati in cantiere e/o presso lo stabilimento di produzione.

Tali prove da condursi nel rispetto della EN 921 dovranno fornire i seguenti risultati:

a 20° C 12,4 MPa per T > 100 ore. A 80° C 5,5 MPa per T > 165 ore; 5,3 MPa per T > 332 ore; 5,2 MPa T > 476 ore; 5,1 MPa per T > 688 ore; 5,0 MPa per T > 1000 ore.

- valore della pressione RCP critica (Rapid Creep Propagation); tale prova da condursi secondo ISO DIS 13477, deve evidenziare per tubi con De < 250 mm, un RCP > 10 bar alla temperatura di 0°C + 2. Per diametri superiori, ove riconosciuto necessario, la prova verrà condotta secondo EN 33478.

Eventuali evoluzioni del prodotto dovranno essere sottoposte alla Direzione Lavori che avrà la facoltà di accettare o meno il materiale.

b) - Composizione

Il polimero base deve essere miscelato con additivi (antiossidanti, pigmenti, stabilizzanti nei confronti di radiazioni UV) necessari per la lavorazione, lo stoccaggio e l'uso dei tubi.

c) - Composto nero

Il nerofumo usato per la produzione del composto nero deve soddisfare le seguenti prescrizioni:

- densità 1,5 g/ml - 2,0 g/ml;- solidi volatili < 9% (m/m);- estratto di Toluene \_ 0,1% (m/m);- dimensione media delle particelle 0,01 mm - 0,025 mm

d) - Caratteristiche del materiale usato

Il materiale usato per l'estrusione dei tubi e lo stampaggio dei raccordi deve soddisfare i requisiti di seguito illustrati :

- contenuto del nerofumo compreso tra il 2% ed il 2,5% della massa; test condotto secondo la ISO 6964;
- dispersione del nerofumo < 100 µm; test condotto secondo la ISO/TC138 SC5N1132;
- termostabilità > 30 min a 200° C; test condotto secondo la ISO/TR 10837;
- dispersione del pigmento blu < 100 µm: test condotto secondo la ISO/TC 138 SCS N1132.
- consentire la produzione di tubi e raccordi che rispondano alle prescrizioni del Ministero della Sanità del 21.03.73 e successiva circolare n° 102 del 02.12.78 relative alle caratteristiche dei materiali che sono destinati ad andare in contatto con l'acqua potabile, nel rispetto della normativa italiana ed europea di riferimento con particolare attenzione all'uso a scopo potabile di tubazioni in materiale plastico ed al problema della cessione ed acquisendo tutte le certificazioni necessarie ed il parere dell'Istituto Superiore della Sanità.

e) - Classificazione e designazione.

La designazione avviene mediante la specificazione del tipo di materiale (PE) e dell'appropriato livello di resistenza minima richiesta (MRS).

Le presenti specifiche fanno esclusivo riferimento al materiale designato come PE/MRS 10 cui corrisponde un HDS minimo pari a 8 MPa.

I costruttori dei tubi e dei raccordi dovranno dichiarare con le modalità del disposto dell'art. 4 della L. 4.1.68 n° 15 la provenienza della materia prima (Resina base) da usarsi o usata per l'intera produzione del materiale da impiegarsi nel presente appalto specificando lo stabilimento di provenienza e la data di produzione rendendo altresì possibile, l'esecuzione delle prove tendenti ad accertare la rispondenza del materiale ai requisiti come sopra specificati.

#### 95.7.1 Caratteristiche dei tubi

Le superfici esterne e interne dei tubi, se osservate senza ingrandimento, devono essere lisce, pulite ed esenti da rigature, cavità e altri difetti superficiali che possano influire sulla conformità del tubo alla norma **uni en 12201-2**. Le estremità del tubo devono risultare tagliate in modo netto e perpendicolarmente all'asse del tubo.

I tubi devono essere di colore blu o neri con strisce blu.

#### 95.7.2 Tubi in rotoli

I tubi forniti in rotoli devono essere arrotolati in modo che siano impediti deformazioni localizzate come, per esempio, le instabilità locali (imbozzamenti) e le torsioni (attorcigliamenti).

#### 95.7.3 Diametro medio esterno e scostamento dalla circolarità (ovalizzazione)

Il diametro medio esterno  $d_{em}$  e lo scostamento dalla circolarità (ovalizzazione) devono essere conformi al prospetto 1 della norma **uni en 12201-2**.

Lo spessore di parete deve essere conforme al prospetto 2 della stessa norma.

**Tabella 34.14. Diametri e spessori dei tubi in pe**

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

Diametro	Diametro esterno medio		Pressioni nominali				
	min	max	2,5	4	6	10	16
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	-	-

#### 95.7.4 Marcatura

Tutti i tubi della fornitura devono essere permanentemente marcati in maniera leggibile lungo la loro lunghezza, in modo tale che la marcatura non dia inizio a fessurazioni oppure ad altri tipi di rotture premature, e che l'usuale stoccaggio, l'esposizione alle intemperie, la movimentazione, l'installazione e l'uso non danneggino la leggibilità del marchio.

In caso di stampa, il colore dell'informazione stampata deve differire dal colore base del tubo.

La marcatura minima dovrà riportare (**uni en 12201-2**): - numero della norma **uni en 12201**;- identificazione del fabbricante (nome e simbolo);- dimensioni ( $d_n \cdot e_n$ );- serie sdr;- materiale e designazione (pe 80 o pe 100);- classe di pressione in bar;- periodo di produzione (data o codice).

#### 95.7.5 Giunzioni

La giunzione dei tubi, dei raccordi, dei pezzi speciali e delle valvole di polietilene devono essere conformi alle corrispondenti prescrizioni UNI EN 12201-1÷5/04 e devono essere realizzata, a seconda dei casi, mediante:

- saldatura di testa per fusione, mediante elementi riscaldanti (termoelementi) in accordo a UNI 10520/97;
- saldatura per fusione, mediante raccordi elettrosaldabili in accordo a UNI 10521/97;
- raccordi con appropriato serraggio meccanico con guarnizione (vedi UNI 9736/90), aventi caratteristiche idonee all'impiego.

Dovranno comunque essere usati i raccordi o pezzi speciali di altro materiale (polipropilene, resine acetaliche, materiali metallici) previsti in progetto e ritenuti idonei dalla D.L.. Per diametri fino a mm 110, per le giunzioni di testa fra tubi, sono in uso appositi manicotti con guarnizione circolare torica ed anello di battuta.

Prima della saldatura i tubi di polietilene dovranno essere perfettamente puliti con adeguate attrezzature da qualsiasi materiale estraneo che possa viziare il futuro esercizio della condotta.

Sulle teste da saldare la pulizia dovrà avvenire sia all'esterno che all'interno per almeno 10 cm di lunghezza.

Eventuali deformazioni o schiacciamenti delle estremità dovranno essere eliminate con tagli o corrette utilizzando le ganasce della macchina saldatrice. Le superfici da collegare con manicotto elettrico (elettrosaldabile) dovranno essere preparate esclusivamente a mezzo di apposito raschiatore meccanico per eliminare eventuali ossidazioni della superficie del tubo.

Le macchine ed attrezzature usate per il montaggio delle tubazioni in polietilene dovranno essere preventivamente approvate dalla D.L..

I tubi da saldare dovranno essere appoggiati su appositi rulli di scorrimento ed essere tenuti dalla stessa attrezzatura in posizione perfettamente coassiale. Prima della saldatura, se le facce da unire non si presentano perfettamente parallele e combacianti, le estremità dovranno essere intestate con apposita attrezzatura a rotelle in maniera da rispondere a questo requisito.

Prima della saldatura le tubazioni dovranno essere perfettamente asciutte, prive di qualsiasi traccia di umidità.



Nel corso della saldatura e per tutto il tempo di raffreddamento, la zona interessata dovrà essere protetta da sole diretto, pioggia, neve, vento e polvere. La gamma di temperatura dell'ambiente ammessa durante le operazioni dovrà essere compresa fra 0 e 40 gradi centigradi.

A saldatura avvenuta la protezione dovrà garantire un raffreddamento graduale ed il sistema di bloccaggio dei tubi sulla macchina saldatrice dovrà garantirne la ferma posizione fino a raffreddamento.

La sezione dei cordoni di saldatura dovrà presentarsi uniforme, di superficie e larghezza costanti, senza evidenza di soffiature od altri difetti.

Al termine delle operazioni di saldatura sull'ultima testa di tubo dovrà essere posto idoneo tappo ad espansione per garantire il mantenimento della pulizia all'interno della condotta.

#### 95.7.6 Giunzioni dei tubi in polietilene PE MRS 10

Le giunzioni fra tubo e tubo oppure fra tubo e raccordo o apparecchiature, etc. dovranno rientrare, secondo i casi, nelle seguenti tipologie: saldatura testa a testa, saldatura a manicotto termico, a serraggio meccanico (tipo Giboult), a flangia libera con collarino di appoggio, o a flangia libera.

Per ognuno dei sistemi adottati l'appaltatore sottoporrà alla D.L. relazioni esplicative e disegni quotati dai cui si evincano chiaramente le caratteristiche fisiche e dimensionali degli elementi costituenti la giunzione.

#### 95.7.7 Giunto a serraggio meccanico tipo gibault, con tenuta mediante guarnizione elastomerica

Tale tipo di giunzione potrà essere effettuata su ogni tipo di tubo, anche fra tubi di materiale diverso, purché abbiano lo stesso diametro esterno.

Qualunque sia la forma esterna ed il tipo di serraggio con cui questo giunto è realizzato, è necessario che la sua lunghezza utile, ossia la distanza assiale fra le due guarnizioni, sia non inferiore alla somma delle massime variazioni lineari che possono verificarsi per effetto termico nei due tronchi da congiungere, più una quantità variabile dai 30 ai 100 mm. in relazione al diametro dei tronchi stessi.

La giunzione dovrà essere effettuata secondo il seguente ordine di operazioni

- a) provvedere ad una accurata pulizia delle parti da congiungere ed assicurarsi che siano integre;
- b) infilare le estremità dei due tubi nel giunto meccanico ed assicurarsi che ciascuna di esse sia introdotta per lunghezza corrispondente ad almeno 1/3 della lunghezza del manicotto, badando, però, che esse non vengano a contatto tra di loro;
- c) infilare i bulloni, le rondelle ed i dadi attuandone il serraggio a croce.

Giunto con ancoraggio mediante anello ghiera di graffaggio

Tale tipo di giunzione dovrà essere realizzata secondo il seguente ordine di operazioni:

- a) tagliare il tubo nella lunghezza richiesta;
- b) separare le parti dal raccordo e montarle sul tubo: prima che la ghiera seguita dall'anello di serraggio conico, curando che questo sia disposto nella direzione esatta, cioè con la parte terminale maggiore verso il raccordo;
- c) infilare il tubo nel corpo del raccordo fino a che non oltrepassi la guarnizione elastomerica e tocchi la battuta interna del corpo del raccordo.
- d) accostare l'anello di serraggio conico al corpo del raccordo ed avvitare strettamente la ghiera al raccordo stesso.

Giunto per saldatura

Esse potranno essere eseguite sempre

- da personale qualificato in possesso di licenza rilasciata da ente abilitato ed in corso di validità;
- con idonee apparecchiature, tali da garantire le minime possibilità di errore nelle temperature, nelle pressioni e nei tempi;
- in ambiente atmosferico tranquillo (senza precipitazioni, di vento, di eccessiva polverosità)

Saldatura testa a testa

E' usata nelle giunzioni fra tubo e tubo e tra tubo e raccordo in Pead quando quest'ultimo, predisposto in tal senso.

Questo tipo di saldatura viene realizzata con termoelementi, costituiti in genere da piastre in acciaio inossidabile o in lega di alluminio, rivestite con tessuto di PTFE (politetrafluoroetilene) e fibra di vetro, o con uno strato di vernice antiaderente. Tali elementi saranno riscaldati con resistenze elettriche o a gas con regolazione automatica della temperatura.

- a) Preparazione delle testate da saldare

Le testate dei manufatti dovranno essere preparate per la saldatura testa a testa creando la complanarietà delle sezioni di taglio per mezzo di frese che possono essere manuali per piccoli diametri ed elettriche per i diametri e gli spessori più alti; queste ultime devono avere velocità moderate per evitare il riscaldamento del materiale. Le testate così predisposte non devono essere toccate da mani o da altri corpi untuosi; nel caso ciò avvenisse dovranno essere accuratamente sgrassate con trielina od altri solventi clorurati.

b) Esecuzione della saldatura

I due pezzi da saldare verranno quindi posizionati e bloccati con due ganasce collegate con un sistema che ne permetta l'avvicinamento e che dia una pressione controllata sulla superficie di contatto.

Il termoelemento verrà inserito fra le testate che saranno premute contro la sua superficie. Il materiale passerà quindi allo stato plastico formando un leggero rigonfiamento.

Al tempo previsto il termoelemento verrà estratto e le due testate saranno premute l'una contro l'altra alla pressione sotto indicata sino a che il materiale non ritornerà allo stato solido. La saldatura non dovrà essere rimossa se non quando la zona saldata si sarà raffreddata spontaneamente alla temperatura di circa 60°C.

c) Determinazione dei parametri della saldatura testa a testa

La ditta fornitrice dei tubi, una volta determinato il materiale per la produzione dei tubi secondo le modalità descritte al punto 44.2 del presente Capitolato, dovrà determinare per ogni spessore e diametro delle tubazioni i parametri da applicare durante l'operazione di saldatura testa a testa il cui ciclo, composto dalle seguenti fasi:

1) Regolarizzazione

Durante questa fase le estremità dei tubi sono pressate sul termoelemento per portare a fusione una parte del materiale che formerà un rigonfiamento sia verso la parte interna che verso la parte esterna dello spessore della tubazione.

2) Riscaldamento

La pressione sarà notevolmente diminuita, e per una certa lunghezza il materiale della tubazione, portato a fusione.

3) Allontanamento del termoelemento

La pressione delle testate sul termoelemento viene annullata ed il termoelemento stesso viene allontanato il più rapidamente possibile

4) Saldatura e raffreddamento

Le testate dei tubi vengono riportati a contatto ad una certa pressione sino a quando abbassata la temperatura sotto un certo valore può considerarsi conclusa l'operazione di saldatura.

I parametri da stabilire per le quattro fasi sono:

- Temperatura del termoelemento;
- Pressione delle testate dei tubi sul termoelemento durante le fasi 1),2),4);
- Durate delle fasi 1),2),3),4);

I parametri di saldatura dovranno essere tali che un tronchetto contenente una saldatura testa a testa condizionato secondo la ISO 291 venga ritenuto idoneo dai test previsti nel presente Capitolato inoltre la bontà del procedimento dovrà essere testata con prove di trazione secondo WIS 4-32-13.

I disegni, e le relazioni contenenti le specifiche e i parametri per l'esecuzione della saldatura testa a testa dovranno essere munite, per l'invio alla D.L., del visto del fornitore dei tubi.

d) Unità di controllo per l'esecuzione di una perfetta saldatura

Tutte le operazioni descritte al punto a) “saldature testa a testa”, saranno eseguite e controllate automaticamente da una unità di controllo programmabile che determinerà i tempi di esecuzione di tutte le fasi della saldatura in funzione del diametro, dello spessore della tubazione e della temperatura esterna.

Tale unità di controllo dovrà avere le seguenti caratteristiche:

Parametri programmabili:

- Temperatura del termoelemento;- Pressione di preriscaldamento;- Pressione di contatto;- Tempi di preriscaldamento
- Velocità di giunzione delle testate;- Tempi di raffreddamento;- Controllo della fresatrice e dello chassis di allineamento
- Interruzione della saldatura in caso di non conformità dei parametri;- Pilotaggio logico della saldatura per tutte le situazioni anomale
- Memorizzazione dei dati su supporto magnetico con la possibilità di uscita su stampante dei dati registrati per ogni singola saldatura
- Routine autodiagnostica

L'intervento manuale dell'operatore sarà quindi limitato nella pulizia delle testate della tubazione e nel loro serraggio nello chassis di allineamento, nell'inserimento da tastiera all'unità di controllo dei dati tipo di tubo e numero dell'operatore, e nel controllo ottico dello stato finale della saldatura.

e) Classificazione di saldatura ben eseguita

Una saldatura è ben definita quando:

- E' priva di inclusioni;- E' priva di fessurazioni;- Vi é una completa coesione del materiale fuso alle estremità delle tubazioni

f) Controllo di una saldatura

Ogni saldatura ad un controllo visivo dovrà presentare le seguenti caratteristiche:

- Ciascun rigonfiamento dovrà essere arrotondato su tutta la circonferenza della tubazione (Fig.V-1)

- I due rigonfiamenti dovranno essere della medesima dimensione

- K (Fig. V-1) non deve essere nullo

- Le superfici dei rigonfiamenti dovranno essere lisce e dall'aspetto opaco

- Il "RETREINT" del tubo non dovrà oltrepassare il 10% dello spessore della tubazione.

Inoltre sul 20% delle giunzioni (saldature) eseguite ogni giorno in opera la Direzione Lavori potrà disporre un controllo di tipo non distruttivo con apparecchiatura ad ultrasuoni.

L'eventuale presenza di difetti comporterà un raddoppio dei controlli. Se il numero dei giunti difettosi dovesse superare il 10% della produzione giornaliera l'intero tratto dovrà essere smontato e rifatto.

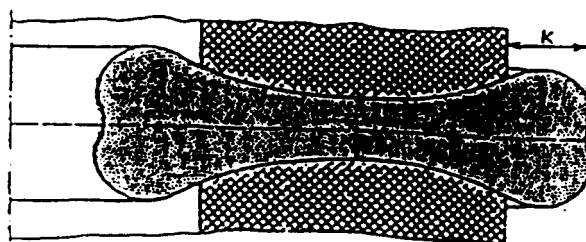


Fig. V-1 Forma ideale dei rigonfiamenti di una saldatura testa a testa

#### 95.7.8 Saldatura della raccorderia per elettrofusione

La saldatura per elettrofusione si esegue riscaldando elettricamente la raccorderia (manicotti, collari di presa ecc..)entro la quale è incorporata una resistenza elettrica che produce il calore necessario per portare alla fusione il polietilene.

L'attrezzatura consiste principalmente in un trasformatore di corrente che riporta la tensione adatta per ogni diametro di manicotto e ne determina automaticamente i tempi di fusione.

a) Preparazione del tubo e della raccorderia da saldare

Per una buona riuscita della saldatura ci si dovrà accertare che le superfici interessate alla giunzione (interna del manicotto ed esterna dei tubi) siano assolutamente esenti da impurità di qualsiasi genere ed in particolare modo prive di umidità ed untuosità. Le parti che si innestano nel manicotto dovranno essere precedentemente raschiate con un coltello affilato onde togliere l'ossidazione superficiale del materiale. La raccorderia elettrosaldabile non può e non deve essere raschiata. La raccorderia dovrà essere immagazzinata entro i propri imballi, e comunque in un luogo non esposto ai raggi solari.

b) Esecuzione della saldatura

La saldatura non dovrà essere forzata in alcun modo, la giunzione dovrà essere mantenuta bloccata nel posizionatore fino ad esaurimento del tempo di raffreddamento e ciò se non fino a quando la temperatura superficiale esterna del manicotto sia spontaneamente scesa sotto i 50°C.

Qualora, durante il processo di saldatura, si verificasse una interruzione, è possibile ripetere l'operazione, attendendo il completo raffreddamento prima di ricollegare il raccordo alla saldatrice o di reimpostare il tempo totale di saldatura.

E' ammessa una sola ripetizione del processo di saldatura.

c) Determinazione dei parametri della saldatura per elettrofusione

La ditta fornitrice dei tubi, una volta determinato il materiale per la produzione dei tubi ed il tipo di raccorderia secondo le modalità descritte al punto 44.2 del presente Capitolato, dovrà determinare per ogni spessore e diametro delle tubazioni e tipo di raccordo i parametri da applicare durante l'operazione di saldatura che sono:

- Tempo di saldatura

- Tensione di alimentazione

Tali parametri di saldatura dovranno essere tali che un tronchetto contenente un raccordo elettrosaldato condizionato secondo la ISO 291 venga ritenuto idoneo dai test previsti nel presente Capitolato

I disegni e le relazioni contenenti le specifiche e i parametri per l'esecuzione di un raccordo elettrosaldato dovranno essere munite, per l'invio alla D.L., del visto del fornitore dei tubi.

d) Unità di controllo per l'esecuzione di una perfetta saldatura

Tutte le operazioni per l'esecuzione di una perfetta saldatura, saranno eseguite da una saldatrice auto/manuale con funzione di controllo automatica svolta da un'unità programmabile che determinerà i tempi di esecuzione di tutte le fasi della saldatura in funzione del diametro, dello spessore della tubazione del tipo di raccorderia e della temperatura esterna.

Tale unità di controllo dovrà avere le caratteristiche di essere protetta dalle sovratensioni di alimentazione, di avere un controllo elettrico di frequenza, per compensare l'alta induttanza di alcuni generatori, di eliminare il picco di corrente iniziale.

Parametri programmabili:

- Tempo di saldatura;

- Identificazione dell'operatore;

Segnalazione errori:

- Problema di alimentazione;- Problema nel raccordo;- Problema di tensione tra saldatrice e raccordi;- Errore conteggio tempi

Memorizzazione dei dati su supporto magnetico con possibilità di uscita su stampante dei dati registrati per ogni singola saldatura.

L'intervento manuale dell'operatore sarà quindi limitato nella pulizia della testata della tubazione e della raccorderia e nel loro serraggio nello chassis di allineamento, nell'inserimento della tastiera all'unità di controllo dei dati, tipo di tubo e numero dell'operatore e nel controllo ottico dello stato finale della saldatura.

#### 95.7.9 Collaudo delle tubazioni in pressione

La prova si intende riferita alle condotte con relativi giunti, curve, derivazioni, riduzioni, ecc., e potrà effettuarsi anche dopo la collocazione dei vari accessori idraulici (saracinesche, sfiati, scarichi di fondo, idranti, ecc.).

Riempita la tratta da provare, la stessa verrà messa in pressione con gradiente di  $1 \text{ kgf/cm}^2$  al minuto fino a raggiungere la pressione di esercizio, pressione che verrà mantenuta per il tempo necessario a consentire l'assestamento dei giunti e l'eliminazione di eventuali perdite che non richiedano lo svuotamento della condotta. Quindi si effettuerà una prova preliminare (ad 1 ora) ed una definitiva (a 12 ore) con le seguenti modalità:

a) - Prova ad 1 ora: si porterà la tratta interessata alla pressione di prova (1,5 volte la pressione nominale a  $20^\circ\text{C}$ ) e si isolerà il sistema della pompa di prova per il periodo di 1 ora; nel caso di calo di pressione si misurerà il quantitativo d'acqua occorrente per ripristinare la pressione di prova. Tale quantitativo non dovrà superare il valore di  $1,67 \times L \times PN \times D_i / 1000$  con L espresso in km, PN in bar e  $D_i$  in mm.

b) - Prova a 12 ore: si effettuerà subordinatamente all'esito positivo della precedente, lasciando la tratta alla pressione di prova per il tempo di 12 ore e, trascorso tale termine, nel caso di calo di pressione, misurando il quantitativo d'acqua necessario a ristabilirla, che non dovrà superare il quantitativo stabilito con la precedente formula riferita a 12 ore.

#### 95.7.10 Requisiti di accettazione dei tubi

Caratteristiche generali

a) - Aspetto

All'esame visivo le superfici interna ed esterna devono presentarsi lisce, pulite, prive di scorie, cavità e difetti superficiali che potrebbero compromettere la funzionalità della tubazione.

b) - Colore

Le tubazioni dovranno essere di colore nero e recare delle strisce longitudinali di colore blu.

c) - Effetti sulla qualità dell'acqua convogliata

I tubi devono rispondere alle prescrizioni igienico-sanitarie del Ministero della Sanità, secondo la circolare n° 102 del

02.12.1978 e ciò deve risultare da apposita certificazione ufficiale.

Caratteristiche geometriche

a) - Diametri esterne e loro tolleranze

Il diametro nominale esterno  $D_e$  e la relativa tolleranza devono essere in accordo con la tabella III-12. In essa è anche riportato il valore massimo ammesso per la ovalizzazione del tubo misurata in una qualsiasi sezione trasversale retta di esso.

TAB. III-12 Tubazioni in PEad/MRS 10. Tolleranze sui diametri e ovalizzazione massima.

Diametro nominale esterno De mm	Tolleranza sul diametro mm	Ovalizzazione massima mm	
		Tipo K	Tipo N
20	0,3	1,2	1,2
25	0,3	1,5	1,2
32	0,3	2,0	1,3
40	0,4	2,4	1,4
50	0,4	3,0	1,4
63	0,4	3,8	1,5
75	0,5	-	1,6
90	0,6	-	1,8
110	0,7	-	2,2
125	0,8	-	2,5
140	0,9	-	2,8
160	1,0	-	3,2
180	1,1	-	3,6
200	1,2	-	4,0
225	1,4	-	4,5
250	1,5	-	5,0
280	1,7	-	9,8
315	1,9	-	11,1
355	2,2	-	12,5
400	2,4	-	14,0
450	2,7	-	15,6

La tolleranza sul diametro di cui alla Tab. III-12 si riferisce solo alle possibili variazioni in aumento del diametro esterno nominale non ritenendosi accettabile alcuna variazione in diminuzione dello stesso diametro.

La tolleranza sull' ovalizzazione è definita in base al tipo di fornitura ed al diametro. In particolare:

Tipo K)

Per tubi avvolti in bobine

Per i diametri maggiori di De = 63 mm il valore di tolleranza dovrà essere concordato.

Tipo N)

Per tubi forniti in canne.

La misura dell'ovalizzazione deve avvenire nel situ di produzione.

Tutte le tolleranze sono approssimate a  $\pm 0,1$  mm.

b) - Spessori e loro tolleranze

Gli spessori minimi per i diversi diametri di tubi PE/MRS 10 con pressioni di esercizio pari a 10 bar dovranno essere quelli riportati nella tab. III-13

TAB. III-13 Tubazioni in PEad/MRS 10. Spessori minimi per pressione di esercizio pari a 10 bar

Diametro Nominale esterno De mm	20	25	32	40	50	63	75	90	110	125	140	160	180	200	225	250	280	315	355	400	450
Spessore s mm	2,3	2,3	2,3	2,4	3	3,8	4,5	5,4	6,6	7,4	8,3	9,5	10,7	11,9	13,4	14,8	16,6	18,7	21,1	23,7	26,7

La tolleranza  $t_s$  (mm), che si riferisce solo alle possibili variazioni in aumento dello spessore  $s$  (mm), deve rispettare in ogni punto i valori derivanti dalla formula seguente arrotondata al decimo superiore

$$t_s = 0,1 s + 0,2.$$

c) - Estremità dei tubi

L'estremità dei tubi deve essere pulita ed il taglio deve essere praticato ortogonalmente all'asse del tubo con le tolleranze riportate nella tabella III-14.

TAB. III-14 Tolleranza sui tagli

Diametro nominale De mm	Tolleranza +/- mm
90	2
125	3
180	4
225÷315	5
355÷500	7

d) - Tubi avvolti in bobine

Il diametro della bobina deve essere non minore di 18 volte il diametro del tubo, ma in ogni caso superiore a 600 mm.

Caratteristiche meccaniche

I campioni da sottoporre alle prove di cui ai seguenti punti a, b, d devono essere condizionati secondo la ISO 291.

a) - Il campione sottoposto a prova a 20° C sotto una tensione di 12,4 MPa, secondo la ISO 1167, dovrà rimanere stabile per un tempo non inferiore a 100 h.

b) - Il campione sottoposto a prova a 80°C sotto una tensione di 5,5 MPa, secondo la ISO 1167, dovrà rimanere stabile per un tempo non inferiore a 165 h;

c) - Se un provino subisce una rottura duttile durante la prova di cui al punto b), in meno di 165 h, deve essere condotto il test di cui al successivo punto d).

d) - Un campione sottoposto a prova a 80°C sotto una tensione di 5,0 MPa, secondo la ISO 1167, dovrà rimanere stabile per un tempo non inferiore a 1000 h.

Caratteristiche fisiche

Prima dei test il campione deve essere condizionato in accordo con la ISO 291.

a) - Elasticità

L'elongazione percentuale a rottura, valutata secondo la ISO/DIS 6259/1.2., deve essere non minore del 350%.

Il ritorno elastico longitudinale, valutato secondo la ISO 2506 a 110°C, deve essere non maggiore del 3%.

b) - Termostabilità

Deve permanere per un tempo non inferiore a 30 min; il test deve essere condotto a 200°C secondo la ISO/TC 10837.

c) - Opacità

Deve essere pari allo 0,2%; il test deve essere condotto secondo la ISO/DIS 7686.

d) - Indice di fluidità (MFR)

Le variazioni del MFR dovute alla lavorazione devono essere inferiori al 20%. Il valore, riscontrato secondo la ISO 1133, deve essere pari a + 30% di quello dichiarato dal produttore.

Marchiatura

Tutti i tubi devono essere marchiati con un composto indelebile e con un procedimento che preservi il tubo dall'inesco di qualsiasi fenomeno di fessurazione e rottura.

Se la marchiatura avviene a stampo, deve essere usato un colore diverso dal colore base del tubo.

Le informazioni apposte devono essere leggibili ad occhio nudo. La serie completa di informazioni deve essere apposta in corrispondenza di due opposte generatrici. Devono essere riportate le seguenti informazioni:

- 1) Marchio di fabbrica;
- 2) La sigla "PE/MRS 10 ACQUA", ovvero "PE/MRS XX ACQUA" in cui XX è il valore del MRS qualora questo sia maggiore di 10;
- 3) Il diametro esterno (in mm);
- 4) La classe di pressione (in bar);
- 5) La denominazione completa della materia prima utilizzata;
- 6) La data di produzione (almeno mese ed anno).

Tutti i tubi devono riportare un riferimento al lotto ordinato e prodotto, e un numero di identificazione per ogni tubo prodotto.

Prova di tenuta idraulica

La prova deve essere eseguita sull'intera quantità dei tubi ordinati. I tubi devono essere provati per la pressione per mezzo di acqua e sotto condizioni ambientali. L'acqua nei tubi è pressurizzata ad un valore di 1,5 volte la pressione nominale del tubo ordinato. Questa pressione deve essere raggiunta entro 30 secondi e la prova eseguita per una durata di non meno di 2 minuti. Durante la prova, i tubi non devono riportare segni di dispersione deformazioni locali o altre irregolarità.

La prova sarà certificata ed i risultati registrati. Il risultato è considerato positivo se nessuno dei tubi riporterà difetti o perdite. Anche se ci fosse in un solo tubo un difetto o una perdita la prova deve essere ripetuta sui due tubi con i numeri di serie precedenti e i due tubi con i numeri di serie successivi a quelli che non hanno superato la prova.

Il risultato deve essere 100% positivo; in complesso anche se una prova dovesse essere negativa il lotto deve essere rifiutato.

La D.L.si riserva il diritto di essere presente alle prove e richiedere sempre ulteriori prove sui tubi ordinati e scelti a sua insindacata discrezione per una quantità che non superi il 20% di ogni lotto prodotto

#### 95.7.11 Requisiti di accettazione dei raccordi

I raccordi normalizzati nelle presenti specifiche possono appartenere ad una delle seguenti categorie:

- a) raccordi con manicotto elettrosaldato;
- b) raccordi saldati di testa;

Caratteristiche generali

a) - Aspetto

All'esame visivo le superfici interne ed esterne devono presentarsi lisce, pulite, prive di scorie, cavità e difetti superficiali.

Le sezioni terminali devono presentare un taglio netto.

b) - Colore

Il colore dei raccordi deve essere nero.

c) - Effetti sulla qualità dell'acqua convogliata

I raccordi devono rispondere alle prescrizioni igienico-sanitarie del Ministero della Sanità, secondo la circolare n° 102 del 02.12.1978 e ciò deve risultare da apposite certificazioni ufficiali.

Caratteristiche geometriche

a) - Manicotti elettrosaldati

Le dimensioni caratteristiche dei manicotti elettrosaldati di fig. III-12 misurate secondo la ISO 3126 devono essere conformi a quelle riportate in tab. III-15, secondo il seguente significato dei simboli:



- diametro nominale De: diametro nominale esterno del tubo con il quale si intende collegabile il raccordo.
- diametro D1: diametro interno medio nella zona di fusione.
- L1: profondità di penetrazione del tubo all'interno del raccordo.
- L2: lunghezza nominale della zona di fusione.

TAB.III 15 Manicotti elettrosaldati

Diametro esterno	D1	L2	L1	mm
De mm	mm	mm	min	max
20	20,1	10	20	37
25	25,1	10	20	40
32	32,1	10	20	44
40	40,1	10	20	49
50	50,1	10	20	55
63	63,2	11	23	63
75	75,2	12	25	70
90	90,2	13	28	79
110	110,3	15	32	82
125	125,3	16	35	87
140	140,3	18	38	92
160	160,4	20	42	98
180	180,4	21	46	105
200	200,4	23	50	112
225	225,4	26	55	120

I connettori devono essere conformi alla ISO/CD 8085-3

b) Collari di presa elettrosaldati

Le dimensioni caratteristiche indicate in fig. III-13 devono essere conformi ai valori riportati nella tab. III-16.

TAB.III-16 Collari di presa elettrosaldati

De	D1		PN 10	
mm	mm	D2 mm	L mm	h mm
	32	26	100	956
110	40	32	100	95
	50	40	100	95
	63	50	100	100
	32	26	110	95
125	40	32	110	95
	50	40	110	95
	63	50	110	100
	32	26	120	95
140	40	32	120	95
	50	40	120	95
	63	50	120	100
	32	26	130	95
160	40	32	130	95
	50	40	130	95
	63	50	130	100
	32	26	135	95
180	40	32	135	95
	50	40	135	95
	63	50	135	100
	32	26	135	95
200	40	32	135	95
	50	40	135	95
	63	50	135	100
	32	26	145	95
225	40	32	145	95
	50	40	145	95
	63	50	145	100

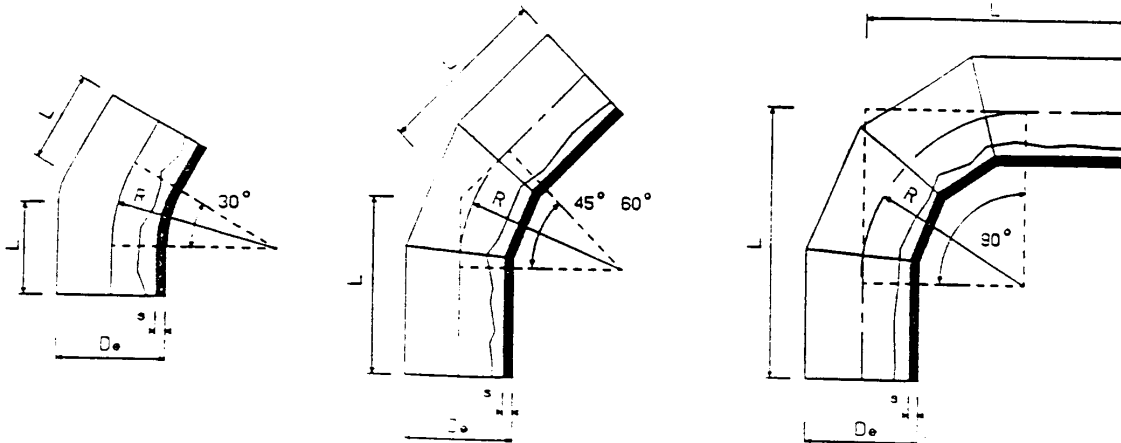
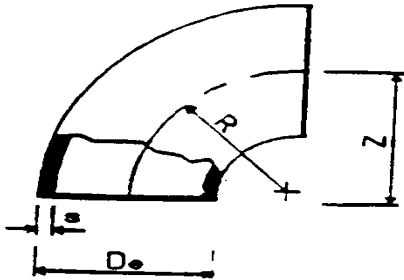
c) Curve

Le dimensioni caratteristiche indicate nelle figg. III-14 e III-15 devono essere conformi ai valori indicati nelle tabb. III-17 e III-18.

TAB. III-17 Curve

De	s	R	Z
mm	mm	mm	mm
20	2,3	17	21
25	2,3	20	24
32	2,3	30	34

40	2,4	40	44
50	3,0	50	53
63	3,8	63	67
75	4,5	77	81
90	5,4	88	95
110	6,6	108	113



TAB. III-18 Curve

De	s		L mm		
mm	mm	a = 30°	a = 30°	a = 30°	a = 30°
110	6,6	115	146	165	235
125	7,4	167	203	224	304
140	8,3	169	209	233	322
160	9,5	171	217	245	347
180	10,7	224	276	307	421
200	11,9	178	210	250	400
225	13,4	187	229	269	438
250	14,8	197	244	283	475
280	16,6	209	261	310	520
315	18,7	222	281	337	573
355	21,1	238	304	367	633
400	23,7	255	330	400	700

	<b>Progetto esecutivo :</b> “ Adeguamento Regola Tecnica di prevenzione incendi Poliabulatorio Palma di Montechiaro sito in via Maccacaro”
--	--

500	29,5	294	387	475	850
-----	------	-----	-----	-----	-----

d) Riduzioni

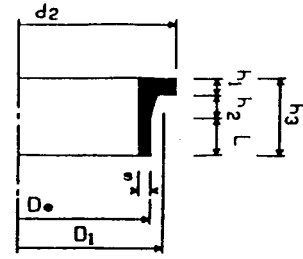
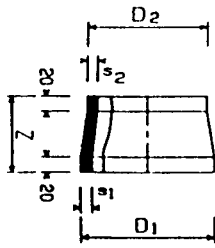
Le dimensioni caratteristiche indicate in fig. III-16 devono essere conformi ai valori indicati nella tab. III-19

TAB. III-19 Riduzioni

D1	s 1	D2	s2	Z
mm	mm	mm	mm	mm
125	7,4	110	6,6	65
140	8,3	110	6,6	50
		125	7,4	50
160	9,5	110	6,6	90
		125	7,4	65
		140	8,3	65
180	10,7	110	6,6	90
		125	7,4	80
		140	8,3	75
		160	9,5	70
225	13,4	200	11,9	92
250	14,8	200	11,9	84
		225	13,4	62
280	16,6	200	11,9	110
		225	13,4	88
		250	14,8	88
315	18,7	200	11,9	140
		225	13,4	118
		250	14,8	97
		280	16,6	71
355	21,1	225	13,4	153
		250	14,8	131
		280	16,6	105
		315	18,7	75
400	23,7	250	14,8	170
		280	16,6	144
		315	18,7	114
		355	21,1	79
450	26,7	280	16,6	188
		315	18,7	157
		355	21,1	122
		400	23,7	84
500	29,5	315	18,7	200
		355	21,1	165
		400	23,7	127
		450	26,7	84

e) Bout

Le dimensioni caratteristiche indicate in fig. III-17 devono essere conformi ai valori indicati in tab. III-20



TAB. III-20 Riduzioni

De	s	h1	h2	h3	D1	D2
mm	mm	mm			mm	mm
20	2,3	7	13	50	27	45
25	2,3	9	13	50	33	58
32	2,3	10	13	50	40	68
40	2,4	11	15	50	50	78
50	3,0	12	15	50	61	88
63	3,8	14	18	50	75	102
75	4,5	16	20	50	89	122
90	5,4	17	20	80	105	138
110	6,6	18	25	80	125	158
125	7,4	18	20	80	132	158
140	8,3	18	28	80	155	188
160	9,5	18	28	80	175	212
180	10,7	20	30	80	180	212
200	11,9	24	40	100	232	268
225	13,4	24	30	100	235	268
250	14,8	25	40	100	285	320
280	16,6	25	30	100	291	320
315	18,7	25	40	100	335	370
355	21,1	30	40	100	373	430
400	23,7	33	45	120	427	482
450	26,7	46	60	120	514	585
500	29,5	46	60	120	530	585

La tolleranza su h1 vale 1,5 mm in aumento e 0, mm in diminuzione.

La tolleranza su D1 vale 0,5 mm in aumento; non è ammessa alcuna variazione di D1 in diminuzione.

La tolleranza su D2 vale 0,5 mm in aumento; non è ammessa alcuna variazione di D2 in diminuzione.

95.7.12 Norme di riferimento

**uni en 12201-1** – Sistemi di tubazioni di materia plastica per la distribuzione dell'acqua. Polietilene (pe). Generalità;

**uni en 12201-2** – Sistemi di tubazioni di materia plastica per la distribuzione dell'acqua. Polietilene (pe). Tubi;

**uni en 12201-3** – Sistemi di tubazioni di materia plastica per la distribuzione dell'acqua. Polietilene (pe). Raccordi;

**uni en 12201-4** – Sistemi di tubazioni di materia plastica per la distribuzione dell'acqua. Polietilene (pe). Valvole;

**uni en 12201-5** – Sistemi di tubazioni di materia plastica per la distribuzione dell'acqua. Polietilene (pe). Parte 5: Idoneità all'impiego del sistema;

**uni cen/ts 12201-7** – Sistemi di tubazioni di materia plastica per la distribuzione dell'acqua. Polietilene (pe). Parte 7: Guida per la valutazione della conformità;

**uni iso/tr 7474** – Tubi e raccordi di polietilene ad alta densità (pead). Resistenza chimica nei confronti dei fluidi;

**uni en 12106** – Sistemi di tubazioni di materia plastica. Tubi di polietilene (pe). Metodo di prova per la resistenza alla pressione interna dopo applicazione di schiacciamento;

**uni en 12119** – Sistemi di tubazioni di materia plastica. Valvole di polietilene (pe). Metodo di prova per la resistenza ai cicli termici.

### 95.8 *Installazione di tubi in pvc-u, in polietilene pe e in polipropilene pp*

Per le installazioni sopra terra, si dovrà tenere conto delle variazioni dimensionali.

Le tubazioni dovranno essere installate in modo da comportare nel sistema il minimo sforzo possibile dovuto alle espansioni e alle contrazioni.

#### 95.8.1 Giunzioni ad anello elastomerico

I tubi dovranno essere forniti con idonei anelli elastomerici, al fine di assicurare la tenuta delle giunzioni.

Se gli anelli elastomerici non sono già posizionati nel tubo, al momento dell'installazione della tubazione e prima del loro posizionamento, si dovrà procedere alla pulizia della loro sede ed eventualmente alla lubrificazione in conformità alle istruzioni del fornitore.

Nel caso i tubi vengano tagliati in cantiere, il taglio dovrà essere perpendicolare all'asse e si dovrà effettuare lo smusso del codolo.

I codoli dovranno essere inseriti nei bicchieri fino alla linea di riferimento (se presente) evitando contaminazioni.

Nel caso di utilizzo di giunzioni ad anello elastomerico che non sopportano sforzi assiali, la separazione della giunzione nella applicazioni sotto il suolo dovrà essere prevenuta mediante blocchi di ancoraggio in cemento. Sopra il suolo invece dovranno essere utilizzate apposite staffe di ancoraggio.

#### 95.8.2 Giunzioni a incollaggio

Per la giunzione delle tubazioni mediante incollaggio dovranno essere seguite le istruzioni del fornitore e le seguenti:

- nel caso i tubi vengano tagliati in cantiere, il taglio dovrà essere perpendicolare alle estremità e si dovrà effettuare lo smusso del codolo;
- assicurarsi che le superfici da giuntare siano pulite e asciutte;
- applicare l'adesivo in modo uniforme e in direzione longitudinale;
- procedere, nei tempi specificati dal fornitore, alla giunzione delle estremità;
- rimuovere i residui di adesivo;
- lasciare asciugare per almeno cinque minuti;
- non sottoporre la tubazione alla pressione interna prima di quanto indicato dal fornitore.

#### 95.8.3 Giunzioni per saldatura

Prima di procedere alla saldatura si dovrà verificare che le superfici delle tubazioni da saldare di testa siano tagliate perpendicolarmente all'asse, prive di difetti e pulite.

La saldatura dovrà essere effettuata seguendo le istruzioni del fabbricante da personale adeguatamente formato e utilizzando idonee apparecchiature.

In ogni caso, le giunzioni e le curvature delle tubazioni in pvc-u non dovranno mai essere realizzate per saldatura o comunque per mezzo del calore.

### 95.9 *Tubi in rame*

#### 95.9.1 Impieghi

I tubi in rame devono rispondere alla norma **uni en 1057**, che stabilisce i requisiti, il campionamento, i metodi di prova e le condizioni di fornitura per tubi rotondi di rame senza saldatura. È applicabile ai tubi aventi un diametro esterno compreso fra i 6 mm fino a e i 267 mm inclusi, utilizzabili per:- reti di distribuzione per acqua calda ed acqua fredda;- sistemi di riscaldamento ad acqua calda, compresi i sistemi di riscaldamento a pannelli (sotto pavimento, a parete e da soffitto);- distribuzione del gas domestico e del combustibile liquido;- scarichi di acqua sanitaria.

La norma è applicabile anche a tubi rotondi di rame senza saldatura destinati a essere pre-isolati prima del loro uso per ciascuno degli scopi di cui sopra.

Il tubo di rame deve essere fabbricato secondo i requisiti della norma **uni en 1057**, deve rispondere ai requisiti del D.P.R. n. 1095/1968, alla direttiva europea 98/83/CE, al D.L. n. 31 del 2 febbraio 2001 e deve essere conforme al D.M. n. 174/2004.

Per gli impianti di riscaldamento e raffrescamento a superficie radiante, il tubo di rame deve rispondere perfettamente ai requisiti della norma **uni en 1264**, composta da quattro parti.

In applicazioni gas la tubazione deve rispondere alle caratteristiche dimensionali della norma **uni cig 7129** (varie parti). Il prodotto deve rispondere inoltre alle caratteristiche dimensionali indicate nella norma **uni cig 7129**, paragrafo 3.2.1.2, prospetto 2, e alle caratteristiche tecniche prescritte nella norma **uni cig 7129**, paragrafo 3.3.4.2.

#### 95.9.2 Guaina isolante

La guaina isolante di rivestimento del tubo deve avere le seguenti caratteristiche:- rivestimento in resina speciale di pvc stabilizzato o pe, secondo l'uso specifico del tubo;- sezione stellare dell'isolante;- spessore minimo del rivestimento di 1,5 mm;-



elevata resistenza ad agenti chimici esterni;- temperatura di esercizio – 30 °C/95 °C;- marcatura a inchiostro ogni metro di tubazione;- elevate caratteristiche meccaniche e dimensionali;- colore: ..... (bianca, gialla).

95.9.3 Tolleranze

Le tolleranze del diametro esterno devono rispettare i limiti previsti dal prospetto 4 della norma **uni en 1057**.

Le tolleranze dello spessore di parete espresse in percentuale sono indicate nel prospetto 5 della citata norma.

95.9.4 Condizioni dello stato superficiale

Le superfici esterne e interne dei tubi di rame devono essere pulite e lisce. Il direttore dei lavori dovrà accertarsi che la superficie interna non contenga pellicole nocive né presenti un livello di carbonio sufficientemente elevato da consentire la formazione di tali pellicole durante la posa in opera.

95.9.5 Prove di curvatura, allargamento e bordatura

Prima della posa in opera il direttore dei lavori dovrà fare eseguire le prove di curvatura, allargamento e bordatura in relazione al diametro del tubo, come previsto dal prospetto 7 della norma **uni en 1057**.

La prova di allargamento deve essere eseguita in conformità alle disposizioni della norma **uni en iso 8493**.

95.9.6 Verifica di qualità

L'appaltatore dovrà fornire i risultati delle prove di qualità fatte eseguire dal produttore con riferimento al prospetto 8 della norma **uni en 1057**.

95.9.7 Marcatura

La norma **uni en 1057** prescrive che i tubi di rame aventi diametro maggiore o uguale a 10 mm, fino a 54 mm compresi, devono essere marcati in modo indelebile sulla lunghezza a intervalli ripetuti non maggiori di 600 mm, riportando almeno le seguenti indicazioni:- norma **uni en 1057**;- dimensioni nominali della sezione: diametro esterno per spessore di parete;- identificazione dello stato metallurgico mediante l'apposito simbolo;- marchio di identificazione del produttore;- data di produzione.

I tubi di rame aventi diametro maggiore o uguale a 6 mm fino a 10 mm escluso oppure di diametro maggiore di 54 mm devono essere marcati analogamente in modo leggibile almeno in corrispondenza di entrambe le estremità.

*Diametri dei tubi*

Le dimensioni dei diametri dei tubi devono essere conformi alla norma **uni en 1057**.

Il rivestimento in pvc è inodore, atossico e realizzato senza l'impiego di cfc ed è idoneo per essere utilizzato in impianti con temperature di esercizio che vanno da – 80 °C a + 100 °C.

**Tabella 34.15. Valori di tolleranza per i diametri esterni dei tubi in rame (uni en 1057)**

Diametro esterno	Scostamenti limite
	diametro medio
6-18	± 0,04
18-28	± 0,05
28-54	± 0,06
54-76,1	± 0,07
76,1-88,9	± 0,07
88,9-108	± 0,07
108-159	± 0,2
159-267	± 0,6

**Tabella 34.16. 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

Diametro esterno (mm)	Spessore (mm)	Massa lineica (kg/m)
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 34.17. 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 34.18. Valori di tolleranza sugli spessori dei tubi in rame

Diametro nominale	Spessore						
	0,75	1	1,2	1,5	2	2,5	3
6		± 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

95.9.8 Norme di riferimento

**uni en 1057** – Rame e leghe di rame. Tubi rotondi di rame senza saldatura per acqua e gas nelle applicazioni sanitarie e di riscaldamento;

**uni en iso 8493** – Materiali metallici. Tubi. Prova di espansione con mandrino;

**uni en 1254-1** – Rame e leghe di rame. Raccorderia idraulica. Raccordi per tubazioni di rame con terminali atti alla saldatura o brasatura capillare;

**uni en 1254-2** – Rame e leghe di rame. Raccorderia idraulica. Raccordi per tubazioni di rame con terminali a compressione;

**uni en 1254-3** – Rame e leghe di rame. Raccorderia idraulica. Raccordi per tubazioni di plastica con terminali a compressione;

**uni en 1254-4** – Rame e leghe di rame. Raccorderia idraulica. Raccordi combinanti altri terminali di connessione con terminali di tipo capillare o a compressione;

**uni en 1254-5** – Rame e leghe di rame. Raccorderia idraulica. Raccordi per tubazioni di rame con terminali corti per brasatura capillare;

**uni en 12449** – Rame e leghe di rame. Tubi tondi senza saldatura per usi generali;

**uni en 12451** – Rame e leghe di rame. Tubi tondi senza saldatura per scambiatori di calore;

**uni en 13348** – Rame e leghe di rame. Tubi di rame tondi senza saldatura per gas medicali o per vuoto;

**uni en 12735-1** – Rame e leghe di rame. Tubi di rame tondi senza saldatura per condizionamento e refrigerazione. Tubi per sistemi di tubazioni;

**uni en 12735-2** – Rame e leghe di rame. Tubi di rame tondi senza saldatura per condizionamento e refrigerazione. Tubi per apparecchiature.

#### 95.10 Tubi e raccordi in ghisa sferoidale

I tubi e i raccordi in ghisa sferoidale secondo la norma **uni en 545** presentano i seguenti diametri nominali ( $d_n$ ): 40, 50, 60, 65, 80, 100, 125, 150, 200, 250, 300, 350, 400, 450, 600, 700, 800, 900, 1000, 1100, 1200, 1400, 1500, 1600, 1800, 2000.

Per agevolare l'intercambiabilità tra le forniture di diversi produttori, le tolleranze sul diametro esterno devono rispettare secondo il tipo le norme **uni 9163** e **uni 9164**.

Per le tolleranze di ovalizzazione relative alle estremità lisce dei tubi e dei raccordi, la norma **uni en 545** prescrive:- di attenersi ai limiti di tolleranza del prospetto 14 della citata norma per i tubi aventi  $d_n$  40÷200;- una tolleranza = 1% per tubi aventi  $d_n$  250÷600 e = 2% per tubi aventi  $d_n$  > 600.

I tubi in ghisa devono essere forniti secondo il prospetto 3 della norma **uni en 545**, con i seguenti scostamenti ammissibili rispetto alla lunghezza unificata:- lunghezza unificata 8,15 m =  $\pm 150$  mm;- altre lunghezze unificate =  $\pm 100$  mm.

Le tolleranze sulle lunghezze dei tubi secondo la norma **uni en 545** (prospetto 6) sono:- tubi con bicchiere ed estremità liscia:  $\pm 30$  mm;- raccordi con giunti a bicchiere:  $\pm 20$  mm;- tubi e raccordi per giunti a flangia:  $\pm 10$  mm.

La lunghezza utile del tubo è quella del tubo escluso il bicchiere.

Per i tubi e i raccordi lo spessore di parete dovrà essere riferito al diametro nominale ( $d_n$ ). Le classi di spessore unificate sono riportate nel prospetto 9 della norma **uni en 545**.

#### 95.10.1 Norme di riferimento

**uni en 545** – Tubi, raccordi e accessori di ghisa sferoidale e loro assemblaggi per condotte d'acqua. Requisiti e metodi di prova;

**uni en 598** – Tubi, raccordi e accessori di ghisa sferoidale e loro giunti per fognatura. Requisiti e metodi di prova;

**uni 9163** – Tubi, raccordi e pezzi accessori di ghisa a grafite sferoidale per condotte in pressione. Giunto elastico automatico. Dimensioni di accoppiamento e accessori di giunto;

**uni 9164** – Tubi, raccordi e pezzi accessori di ghisa a grafite sferoidale per condotte in pressione. Giunto elastico a serraggio meccanico. Dimensioni di accoppiamento e accessori di giunto;

**uni en 12729** – Dispositivi per la prevenzione dell'inquinamento da riflusso dell'acqua potabile. Disconnettori controllabili con zona a pressione ridotta, famiglia B, tipo A.

#### 95.10.2 Rivestimento interno

Tutti i tubi, raccordi e pezzi accessori per condotte in ghisa sferoidale devono essere rivestiti all'interno e all'esterno. I tubi dopo la centrifugazione saranno ricotti, zincati esternamente e rivestiti all'interno con malta e infine ricoperti all'esterno con vernici bituminose.

Per le condotte d'acqua il rivestimento interno, secondo la norma **uni en 545**, può essere realizzato con malta di cemento di altoforno o alluminoso applicata per centrifugazione, poliuretano e vernice bituminosa.

#### Rivestimento esterno

Il rivestimento esterno ha la funzione di assicurare una protezione duratura contro l'aggressività chimica dei terreni.

I rivestimenti esterni dei tubi, secondo la norma **uni en 545**, devono essere costituiti da zinco con uno strato di finitura di prodotto bituminoso o di resina sintetica. La direzione dei lavori si riserva di accettare tubi con rivestimenti esterni in nastri adesivi, malta di cemento con fibre, poliuretano, polipropilene estruso, polietilene estruso e rivestimento con manicotto di polietilene.

#### Norme di riferimento

**uni en 14628** – Tubi, raccordi e accessori di ghisa sferoidale. Rivestimento esterno di polietilene per tubi. Requisiti e metodi di prova;

**uni en 15189** – Tubi, raccordi e accessori di ghisa sferoidale. Rivestimento esterno di poliuretano dei tubi. Requisiti e metodi di prova;

**uni en 15542** – Tubi, raccordi e accessori di ghisa sferoidale. Rivestimento esterno di malta cementizia per tubi. Requisiti e metodi di prova.

#### Protezione esterna in polietilene

Prima del manicottaggio, i tubi e i raccordi devono essere il più asciutti e puliti possibile, evitando in particolare la presenza di terra tra il tubo e il manicotto.

Il manicotto in polietilene (**uni en 14628**) deve essere applicato perfettamente sulla condotta con opportune piegature e legature. La piega deve sempre essere realizzata sulla generatrice superiore del tubo, al fine di limitare i possibili rischi di danneggiamento del manicotto durante il rinterro. È vietato l'impiego di manicotti strappati. I manicotti con piccoli strappi devono essere riparati con nastro adesivo. Quelli con strappi più grandi invece devono essere riparati con pezzi di manicotto supplementari in grado di ricoprire tutta la zona danneggiata.

Il rivestimento realizzato dal manicotto della canna e dal manicotto del giunto deve assicurare la continuità totale della protezione.

#### 95.10.3 Raccordi

I raccordi in ghisa sferoidale devono essere conformi alle norme **uni en 598** e/o **uni en 545**.

I raccordi per condotte in pressione devono essere sottoposti in stabilimento a collaudo effettuato con aria a una pressione di 1 bar oppure ad altra prova di tenuta equivalente (**uni en 598**).

Devono inoltre avere le estremità a bicchiere per giunzioni automatiche a mezzo anelli in gomma oppure a flangia.

#### 95.10.4 Requisiti di accettazione

I tubi, i raccordi e i pezzi accessori per condotte non devono presentare alcun difetto o aver subito durante la movimentazione danneggiamenti che possano nuocere al loro impiego.

I tubi, i raccordi e i pezzi accessori per condotte che presentino piccole imperfezioni, inevitabili per i processi di fabbricazione, e che non nuociano in alcun modo al loro impiego o che abbiano subito danneggiamenti durante la movimentazione o in caso di incidenti potranno essere accettati previa riparazione e benessere del committente. La riparazione di alcuni difetti o danni dovrà essere eseguita con i metodi appropriati indicati dal produttore.

##### Valvole

Le valvole a saracinesca flangiate per condotte d'acqua devono essere conformi alle norme **uni en 1074-1** e **uni en 1074-2**.

Le valvole disconnettrici a tre vie contro il ritorno di flusso e zone di pressione ridotta devono essere conformi alla norma **uni en 12729**.

Le valvole di sicurezza per apparecchi in pressione devono rispondere alla norma **uni en iso 4126-1**.

La rispondenza alle norme predette deve essere comprovata da dichiarazione di conformità, completata con dichiarazioni di rispondenza alle caratteristiche specifiche previste dal progetto.

##### Norme di riferimento

**uni en 1074-1** – Valvole per la fornitura di acqua. Requisiti di attitudine all'impiego e prove idonee di verifica. Requisiti generali;

**uni en 1074-2** – Valvole per la fornitura di acqua. Requisiti di attitudine all'impiego e prove idonee di verifica. Valvole di intercettazione;

**uni en 1074-2** – Valvole per la fornitura di acqua. Requisiti di attitudine all'impiego e prove idonee di verifica. Parte 2: Valvole di intercettazione;

**uni en 1074-3** – Valvole per la fornitura di acqua. Requisiti di attitudine all'impiego e prove di verifica idonee. Valvole di ritegno;

**uni en 1074-4** – Valvole per la fornitura di acqua. Requisiti di attitudine all'impiego e prove idonee di verifica. Sfiati d'aria;

**uni en 1074-5** – Valvole per la fornitura di acqua. Requisiti di attitudine all'impiego e prove idonee di verifica. Valvole di regolazione;

**uni en 1074-6** – Valvole per la fornitura di acqua. Requisiti di idoneità all'impiego e prove idonee di verifica. Parte 6: Idranti;

**uni en iso 4126-1** – Dispositivi di sicurezza per la protezione contro le sovrappressioni. Parte 1: Valvole di sicurezza;

**uni en iso 4126-2** – Dispositivi di sicurezza per la protezione contro le sovrappressioni. Dispositivi di sicurezza a disco di rottura;

**uni en iso 4126-3** – Dispositivi di sicurezza per la protezione contro le sovrappressioni. Parte 3: Valvole di sicurezza in combinazione con dispositivi di sicurezza a disco di rottura;

**uni en iso 4126-4** – Dispositivi di sicurezza per la protezione contro le sovrappressioni. Parte 4: Valvole di sicurezza comandate da pilota;

**uni en iso 4126-5** – Dispositivi di sicurezza per la protezione contro le sovrappressioni. Parte 5: Sistemi di sicurezza controllati (csprs);

**uni en iso 4126-6** – Dispositivi di sicurezza per la protezione contro le sovrappressioni. Parte 6: Applicazione, selezione e installazione dei dispositivi di sicurezza a disco di rottura;

**uni en iso 4126-7** – Dispositivi di sicurezza per la protezione contro le sovrappressioni. Parte 7: Dati comuni.

#### 95.10.5 Marcatura dei tubi e dei raccordi

La marcatura dei tubi dovrà essere eseguita con prodotti indelebili e apposta nella zona centrale dei manufatti, e dovrà comprendere:

– indicazioni che devono essere ottenute direttamente nella fusione del getto: - designazione gs; - numero di matricola; - classificazione delle flange secondo la pn (eventuale); - marchio di fabbrica del produttore; - anno di fabbricazione; - diametro nominale ( $d_n$ ).

– indicazioni che possono essere applicate con qualsiasi metodo (pittura) o sull'imballaggio: - norma uni di riferimento;

- certificazione rilasciata da terzi (eventuale); - designazione della classe di spessore dei tubi centrifugati (quando diversa da K 9).

#### 95.11 Tubi multistrato

I tubi multistrato devono avere l'anima di alluminio saldato a sovrapposizione in senso longitudinale, in cui sono coestrusi

all'interno e all'esterno due strati di polietilene (pe). Tutti gli strati sono uniti tra loro in modo durevole per mezzo di uno strato adesivo intermedio.

I raccordi devono essere conformi al D.M. n. 174 del 6 aprile 2004.

95.11.1 Norme di riferimento

**uni 10876** – *Alluminio e leghe di alluminio. Tubi multistrato di alluminio saldato e polietilene per adduzione fluidi;*

**uni 10954-1** – *Sistemi di tubazioni multistrato metallo-plastici per acqua fredda e calda. Parte 1: Tubi;*

**uni 10954-2** – *Sistemi di tubazioni multistrato metallo-plastici per acqua fredda e calda. Raccordi.*

### **PARTE III. NORME GENERALI PER L'ESECUZIONE DEI LAVORI**

#### **Art. 96 Rilievi, tracciati e capisaldi**

##### *96.1 Rilievi*

L'esecuzione dei lavori deve essere preceduta dal rilievo planimetrico altimetrico e di dettaglio dello stato di fatto da parte e a spese dell'esecutore e in contraddittorio con la direzione dei lavori. Il rilievo riguarda tutte le aree interessate dai lavori, in atmosfera o in aree subacquee, in ambiente esterno, o in locali emanufatti in sotterraneo quali gallerie o pozzetti.

Il rilievo è necessario per la quantificazione delle opere di scavo a sezione obbligata o di sbancamento e di movimento terra in generale. Prima dell'inizio dei lavori l'impresa dovrà consegnare alla DL il rilievo di dettaglio che dovrà essere accettato. Nel caso in cui l'impresa abbia dato corso ai lavori senza predisposizione di rilievo planoaltimetrico accettato dalla DL, non ha titolo a richiedere la contabilizzazione dei lavori di movimenti terra.

##### *96.2 Tracciati*

L'esecuzione delle opere di fondazione deve essere preceduta dal tracciamento sul terreno delle strutture portanti alla quota indicata dal progetto esecutivo.

##### *96.3 Capisaldi di livellazione*

Unitamente agli occorrenti disegni di progetto esecutivo, in sede di consegna sarà fornito all'appaltatore l'elenco dei capisaldi di livellazione a cui si dovrà riferire nell'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 è responsabile della conservazione dei capisaldi che non può rimuovere senza preventiva autorizzazione del direttore dei lavori

Per tutte le operazioni di livellazione, limitatamente a quanto non indicato espressamente nel presente capitolato, vige l'obbligo di riferirsi al testo intitolato *Guida alla progettazione e all'esecuzione delle livellazioni geometriche* della Commissione geodetica italiana (igm, 1974), che viene a far parte del presente capitolato speciale d'appalto.

Il percorso della livellazione dovrà sempre consentire il controllo delle misure. Se la livellazione ha come scopo la determinazione di quote, la linea da istituire dovrà essere collegata a uno o più capisaldi preesistenti. In tal caso dovrà essere verificato che i dislivelli sui tratti contigui al caposaldo considerato siano rimasti invariati. La scelta del caposaldo da utilizzarsi deve essere comunque autorizzata dalla direzione dei lavori. La fase di segnalizzazione dei capisaldi e quella di misura devono essere separate da un adeguato intervallo di tempo, per consentire ai capisaldi di assumere un assetto stabile.

##### *96.4 Strumentazione*

Per tutti i lavori topografici dovranno essere utilizzati teodoliti con approssimazione angolare al secondo centesimale, accoppiati a distanziometri elettronici di precisione non inferiore a  $5 \text{ mm} \pm 10 \text{ E} - 6 \cdot \text{D}$  (con D espressa in km). In alternativa, è possibile utilizzare la total station con prestazioni analoghe.

Per quanto riguarda le quote si dovranno utilizzare dei livelli di precisione (autolivelli).

La strumentazione deve essere verificata prima dell'inizio delle operazioni di tracciamento.

#### **Art. 97 Programma esecutivo dei lavori**

Entro 7 (sette) giorni dalla data del verbale di consegna, 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 evidenti illogicità o indicazioni erronee palesemente incompatibili con il rispetto dei termini di ultimazione.

#### **Art. 98 Oneri a carico dell'appaltatore. Impianto del cantiere e ordine dei lavori**

##### *98.1 Impianto del cantiere*

L'appaltatore dovrà provvedere all'impianto del cantiere non oltre il termine di 5 (cinque) giorni dalla data del verbale di consegna dei lavori.

##### *98.2 Vigilanza del cantiere*

Sono a carico dell'appaltatore gli oneri per la vigilanza e guardia sia diurna che notturna del cantiere, nel rispetto dei provvedimenti antimafia, e la custodia di tutti i materiali, impianti e mezzi d'opera esistenti nello stesso (siano essi di pertinenza dell'appaltatore, del committente 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 dei cantieri installati per la realizzazione di opere pub-

bliche 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 dei lavori, 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.

#### 98.3 *Locale ufficio di direzione dei lavori*

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 antintrusione, climatizzato, nonché dotato di strumenti (fax, fotocopiatrice, computer, software, ecc).

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.

Il locale deve essere idoneamente allacciato alle normali utenze (luce, acqua, fognatura, telefono).

#### 98.4 *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.

La D.L. ad ogni modo si riserva 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 particolare modo nei lavori idraulici all'interno dei serbatoi, anche durante le fasi di lavoro, l'impresa dovrà assicurare la continuità del servizio di erogazione in rete ed assicurare la igienicità dei locali e delle vasche di accumulo. In tutti questi casi, la disposizione dell'amministrazione costituirà variante al programma dei lavori.

#### 98.5 *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 specificato:

- numero degli operai impiegati, distinti nelle varie categorie, per ciascuno dei 15 giorni, con le relative ore lavorative;
- genere di lavoro eseguito nei 15 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 dei 15 giorni, stabilendosi una penale di 25,82 euro per ogni giorno di ritardo.

#### 98.6 *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 cinque giorni dalla data di consegna dei lavori. I cartelloni, delle dimensioni minime di 1 m per 2 m, recheranno impresse a colori indelebili le diciture riportate con le eventuali modifiche e integrazioni necessarie per adattarle ai casi specifici.

Nello spazio per l'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 quanto le armature di sostegno devono essere eseguiti con materiali di adeguata resistenza meccanica, resistenti agli agenti atmosferici, di decoroso aspetto e mantenuti in ottimo stato fino al collaudo tecnico-amministrativo dei lavori.

Per la mancanza o il cattivo stato del prescritto numero di cartelli indicatori, sarà applicata all'appaltatore una penale di euro **100,00 (Cento/00)**. Sarà, inoltre, applicata una penale giornaliera di euro 100,00 (Cento/00) 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.

#### 98.7 *Oneri per le pratiche amministrative*

Sono a carico dell'appaltatore tutti gli oneri e le pratiche per l'acquisizione presso amministrazioni ed enti di permessi, licenze, concessioni, autorizzazioni per attraversamenti, 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.



#### 98.8 *Spese allacciamenti*

Sono a carico dell'Appaltatore 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.

#### 98.9 *Personale tecnico di cantiere*

L'appaltatore dovrà assumere un responsabile tecnico di cantiere, diplomato e/o laureato, che dovrà essere messo a disposizione del R.U.P., della Direzione dei lavori e dell'Ufficio di Coordinamento per la elaborazione, verifica e sviluppo degli elaborati tecnico-amministrativi e contabili richiesti dal RUP, D.L. che dal CSE.

L'impresa prima dell'inizio dei lavori dovrà comunicare per iscritto il tecnico designato che dovrà formalmente essere accettato dalla D.L. e comunicato alla stazione appaltante ed al R.U.P.

Il responsabile tecnico di cantiere, insieme al personale reso disponibile dall'appaltatore, provvederanno in cantiere a scattare le foto digitali di tutte le categorie di opere da contabilizzare e rilevare, durante le varie fasi di lavoro, tutte le misure, i pesi e le dimensioni geometriche di tutti i lavori, manufatti, scavi, interferenze, forniture ed elaborare tutti i disegni in formato autocad, da rendere disponibili, per la successiva verifica in contraddittorio al personale dell'Ufficio di Direzione Lavori, per la iscrizione sul libretto delle misure. Qualora il tecnico responsabile di cantiere, o l'impresa in generale, non produce le foto e gli elementi dimensionali atti a computare le categorie d'opera realizzate o presunte tale dovrà dimostrare anche con successive lavorazioni, a suo carico, la consistenza delle categorie d'opera realizzate.

#### 98.10 *Spese per collaudi tecnici*

Sono a carico dell'Appaltatore le spese per i collaudi tecnici prescritti dall'Amministrazione o per legge per le strutture e gli impianti, ivi compresi gli onorari spettanti ai collaudatori designati. Tali oneri vigendo comunque, ove detti onorari non siano stati appositamente previsti ed inseriti, come spese tecniche, tra le norme a disposizione dell'Amministrazione.

#### 98.11 *Spese di collaudazione*

Sono a carico dell'Appaltatore le spese di collaudazione per tutte le indagini, prove e controlli che il Collaudatore o i Collaudatori riterranno opportuno disporre, a loro insindacabile giudizio, e per gli eventuali ripristini.

#### 98.12 *Spese pratiche amministrative e concessioni*

Sono a totale carico dell'appaltatore tutti gli oneri connessi alle richieste, ottenimento e rilascio di autorizzazione, concessioni, permessi, nulla-osta e pareri da parte di enti terzi (Provincia, Comuni, Genio Civile, ANAS, ENEL, TELECOM, ecc.) interessati dalle opere in progetto anche in caso di assenti già rilasciati dagli stessi enti sul progetto esecutivo in sede di approvazione dello stesso. Tali oneri comprendono: i rilievi topografici funzionali, i picchettamenti, i tracciamenti esecutivi, la documentazione fotografica di dettaglio, la documentazione grafica di corredo completa di particolari ed esecutivi, la notifica degli atti agli enti interessati, la produzione delle eventuali integrazioni richieste fino al perfezionamento finale dell'iter burocratico. Rimangono esclusi, perché a carico esclusivo dell'Ente appaltante, i pagamenti di diritti, tasse, concessioni connessi al rilascio richieste avanzate agli enti interessati.

Per i ritardi connessi all'acquisizione delle suddette autorizzazioni, concessioni, permessi, nulla osta e pareri, l'appaltatore non potrà richiedere compensi aggiuntivi o avanzare riserve per eventuali danni connessi al rallentamento produttivo e/o a eventuali fermi temporanei di manodopera ed attrezzature. Qualora il ritardo ecceda i 30 giorni, su richiesta motivata dell'appaltatore, l'Amministrazione potrà procedere alla novazione della scadenza contrattuale ma esclusivamente per il numero di giorni eccedenti i primi trenta. Per effetto di tale novazione dei tempi contrattuali l'Appaltatore non potrà richiedere il riconoscimento di danni, maggiori compensi o eventuali oneri accessori.

#### 98.13 *Provvedimenti per mantenimento in esercizio degli impianti*

L'appaltatore dovrà provvedere, per tutti gli interventi da eseguirsi sui manufatti esistenti componenti il sistema idrico cittadino (serbatoi, sollevamenti, ecc..) e che interferiscono con le opere oggetto di intervento, a realizzare le necessarie opere di bypass provvisori e quant'altro necessario onde limitare al massimo i tempi di interruzione del servizio di erogazione idrica. Quando le opere provvisorie fossero tali da turbare il regolare svolgimento delle attività dell'impianto, prima di iniziare i lavori stessi, dovranno essere presi gli opportuni accordi in merito con la Direzione dei Lavori e con l'Ente Gestore. Nei casi di urgenza, però, l'appaltatore ha espresso obbligo di prendere ogni misura, anche di carattere eccezionale, per salvaguardare l'esercizio degli impianti e/o la sicurezza pubblica, avvertendo immediatamente di ciò la Direzione dei Lavori.

Inoltre per le opere che eventualmente interferiscono con la viabilità stradale, l'appaltatore dovrà provvedere ad assicurare sbarramenti o segnalazioni in corrispondenza dei lavori, di interruzioni o di ingombri, sia in sede stradale che fuori, da attuarsi con i dispositivi prescritti dal “Nuovo Codice della Strada”.

Dovrà, altresì, provvedere ai ripari ed alle armature degli scavi, ed in genere a tutte le operazioni provvisorie necessarie alla sicurezza degli addetti ai lavori e dei terzi.

Tali provvedimenti devono essere presi sempre ad esclusiva cura ed iniziativa dell'appaltatore, ritenendosi impliciti negli ordini di esecuzione dei singoli lavori.

L'appaltatore non avrà mai diritto a compensi addizionali ai prezzi di contratto qualunque siano le condizioni effettive nelle quali debbano eseguirsi i lavori, né potrà valere titolo di compenso ed indennizzo per non concessa interruzione del servizio idrico o per non concessa interruzione di una strada o tratto di strada al passaggio dei veicoli.

L'Appaltatore, in relazione alla particolare natura delle opere, dovrà articolare e sviluppare i lavori in modo da garantire per tutta la loro durata, la continuità del servizio di adduzione, accumulo e distribuzione idrica alla rete cittadina.

A tal fine l'inizio dei lavori su un serbatoio non potrà avvenire se non dopo che l'Appaltatore abbia completato gli interventi e riattivato in servizio il serbatoio precedentemente interessato dalle attività.

La contemporaneità di intervento su più serbatoi potrà essere autorizzata dal Direttore dei Lavori, sentito il parere dell'Amministrazione Appaltante, o quando si tratti di serbatoi già disattivati o fuori esercizio all'atto della consegna.

#### 98.14 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 e tutte le successive modiche ed integrazioni intervenute per legge.

Testo unico edilizia

**D.P.R. 6 giugno 2001, n. 380** – *Testo unico delle disposizioni legislative e regolamentari in materia di edilizia.*

Norme tecniche strutturali

**Legge 5 novembre 1971, n. 1086** – *Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e pre-compresso e a struttura metallica;*

**Legge 2 febbraio 1974, n. 64** – *Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche;*

**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. 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, l'esecuzione e il 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;*

**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. 156 aa.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;*

**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;*

**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;*

**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;*

**Ord. P.C.M. 20 marzo 2003, n. 3274** – *Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica;*

**D.M. 14 settembre 2005** – *Norme tecniche per le costruzioni;*

**D.M. 14 gennaio 2008** – *Approvazione delle Nuove norme tecniche per le costruzioni;*

**D.M. 6 maggio 2008** – *Integrazione al decreto 14 gennaio 2008 di approvazione delle Nuove norme tecniche per le costruzioni.*

#### Prodotti da costruzione

**D.P.R. 21 aprile 1993, n. 246** – *Regolamento di attuazione della direttiva 89/106/cee relativa ai prodotti da costruzione;*

**D.M. 9 maggio 2003, n. 156** – *Criteri e modalità per il rilascio dell'abilitazione degli organismi di certificazione, ispezione e prova nel settore dei prodotti da costruzione, ai sensi dell'articolo 9, comma 2, del D.P.R. 21 aprile 1993, n. 246;*

**D.M. 5 marzo 2007** – *Applicazione della direttiva n. 89/106/cee sui prodotti da costruzione, recepita con decreto del Presidente della Repubblica 21 aprile 1993, n. 246, relativa alla individuazione dei prodotti e dei relativi metodi di controllo della conformità di «Isolanti termici per edilizia»;*

**D.M. 5 marzo 2007** – *Applicazione della direttiva n. 89/106/cee sui prodotti da costruzione, recepita con decreto del Presidente della Repubblica 21 aprile 1993, n. 246, relativa alla individuazione dei prodotti e dei relativi metodi di controllo della conformità di «Accessori per serramenti»;*

**D.M. 5 marzo 2007** – *Applicazione della direttiva n. 89/106/cee sui prodotti da costruzione, recepita con decreto del Presidente della Repubblica 21 aprile 1993, n. 246, relativa alla individuazione dei prodotti e dei relativi metodi di controllo della conformità dei «Sistemi fissi di estinzione incendi. Sistemi equipaggiati con tubazioni»;*

**D.M. 5 marzo 2007** – *Applicazione della direttiva n. 89/106/cee sui prodotti da costruzione recepita con decreto del Presidente della Repubblica 21 aprile 1993, n. 246, relativa alla individuazione dei prodotti e dei relativi metodi di controllo della conformità di «Sistemi per il controllo di fumo e calore»;*

**D.M. 5 marzo 2007** – *Applicazione della direttiva n. 89/106/cee sui prodotti da costruzione, recepita con decreto del Presidente della Repubblica 21 aprile 1993, n. 246, relativa alla individuazione dei prodotti e dei relativi metodi di controllo della conformità dei «Sistemi di rivelazione e di segnalazione d'incendio»;*

**D.M. 5 marzo 2007** – *Applicazione della direttiva n. 89/106/cee sui prodotti da costruzione, recepita con decreto del Presidente della Repubblica 21 aprile 1993, n. 246, relativa alla individuazione dei prodotti e dei relativi metodi di controllo della conformità delle «Installazioni fisse antincendio»;*

**D.M. 5 marzo 2007** – *Applicazione della direttiva n. 89/106/cee sui prodotti da costruzione, recepita con decreto del Presidente della Repubblica 21 aprile 1993, n. 246, relativa alla individuazione dei prodotti e dei relativi metodi di controllo della conformità di «Sistemi fissi di lotta contro l'incendio. Sistemi a polvere»;*

**D.M. 5 marzo 2007** – *Applicazione della direttiva n. 89/106/cee sui prodotti da costruzione, recepita con decreto del Presidente della Repubblica 21 aprile 1993, n. 246, relativa alla individuazione dei prodotti e dei relativi metodi di controllo della conformità per gli «Impianti fissi antincendio. Componenti per sistemi a CO<sub>2</sub>»;*

**D.M. 5 marzo 2007** – *Applicazione della direttiva n. 89/106/cee sui prodotti da costruzione, recepita con decreto del Presidente della Repubblica 21 aprile 1993, n. 246, relativa alla individuazione dei prodotti e dei relativi metodi di controllo della conformità per i «Sistemi fissi di lotta contro l'incendio. Componenti di impianti di estinzione a gas»;*

**D.M. 11 aprile 2007** – *Applicazione della direttiva n. 89/106/ce sui prodotti da costruzione, recepita con decreto del Presidente della Repubblica 21 aprile 1993, n. 246, relativa alla individuazione dei prodotti e dei relativi metodi di controllo della conformità di aggregati;*

**D.M. 11 aprile 2007** – *Applicazione della direttiva n. 89/106/ce sui prodotti da costruzione, recepita con decreto del Presidente della Repubblica 21 aprile 1993, n. 246, relativa alla individuazione dei prodotti e dei relativi metodi di controllo della conformità di appoggi strutturali;*

**D.M. 11 aprile 2007** – *Applicazione della direttiva n. 89/106/ce sui prodotti da costruzione, recepita con decreto del Presidente della Repubblica 21 aprile 1993, n. 246, relativa alla individuazione dei prodotti e dei relativi metodi di controllo della conformità di geotessili e prodotti affini.*

#### Prevenzione incendi

**D.M. 15 settembre 2005** – *Approvazione della regola tecnica di prevenzione incendi per i vani degli impianti di sollevamento ubicati nelle attività soggette ai controlli di prevenzione incendi;*

**D.M. 16 febbraio 2007** – *Classificazione di resistenza al fuoco di prodotti ed elementi costruttivi di opere da costruzione;*

**D.M. 9 marzo 2007** – *Prestazioni di resistenza al fuoco delle costruzioni nelle attività soggette al controllo del Corpo nazionale dei Vigili del Fuoco.*

#### Impianti all'interno degli edifici

**Legge 5 marzo 1990, n. 46** – *Norme per la sicurezza degli impianti;*

**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;*

**C.M. 27 febbraio 2007, n. 11411** – *Utilizzazione di raccordi a pressione in reti di adduzione di gas negli edifici civili.*

#### Rendimento energetico nell'edilizia

**D.M. 27 luglio 2005** – *Norma concernente il regolamento d'attuazione della legge 9 gennaio 1991, n. 10 (articolo 4, commi 1*

e 2), recante 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.Lgs. 19 agosto 2005, n. 192** – Attuazione della direttiva 2002/91/ce, relativa al rendimento energetico nell'edilizia.

**D.Lgs. 29 dicembre 2006, n. 311** – Disposizioni correttive e integrative al decreto legislativo n. 192 del 2005, recante attuazione della direttiva 2002/91/ce, relativa al rendimento energetico nell'edilizia;

**D.P.R. 2 aprile 2009, n. 59** – Regolamento di attuazione dell'articolo 4, comma 1, lettere a) e b), del decreto legislativo 19 agosto 2005, n. 192, concernente attuazione della direttiva 2002/91/ce sul rendimento energetico in edilizia.

Barriere architettoniche

**Legge 9 gennaio 1989, n. 13** – Disposizioni per favorire il superamento e l'eliminazione delle barriere architettoniche negli edifici privati;

**D.M. 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;

**D.P.R. 24 luglio 1996, n. 503** – Regolamento recante norme per l'eliminazione delle barriere architettoniche, negli edifici, spazi e servizi pubblici.

Espropriazione per pubblica utilità

**D.P.R. 8 giugno 2001, n. 327** – Testo unico sulle disposizioni legislative e regolamentari in materia di espropriazioni per pubblica utilità.

Rifiuti e ambiente

**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 maggio 2003, n. 203** – Norme affinché gli uffici pubblici e le società a prevalente capitale pubblico coprano il fabbisogno annuale di manufatti e beni con una quota di prodotti ottenuti da materiale riciclato nella misura non inferiore al 30% del fabbisogno medesimo;

**D.Lgs. 3 aprile 2006, n. 152** – Norme in materia ambientale;

**Legge 28 gennaio 2009, n. 2** – Conversione in legge, con modificazioni, del decreto-legge 29 novembre 2008, n. 185, recante misure urgenti per il sostegno a famiglie, lavoro, occupazione e impresa e per ridisegnare in funzione anti-crisi il quadro strategico nazionale.

Acque

**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.

Beni culturali e del paesaggio

**D.Lgs. 22 gennaio 2004, n. 42** – Codice dei beni culturali e del paesaggio, ai sensi dell'art. 10 della legge 6 luglio 2002, n. 137.

Nuovo codice della strada

**D.Lgs. 30 aprile 1992, n. 285** – Nuovo codice della strada.

Contratti pubblici

**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;

**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;

**D.Lgs. 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;

**D.P.R. 5 ottobre 2010, n. 207** – Regolamento di esecuzione ed attuazione del decreto legislativo 12 aprile 2006, n. 163, recante «Codice dei contratti pubblici relativi a lavori, servizi e forniture in attuazione delle direttive 2004/17/ce e 2004/18/ce».

Sicurezza nei luoghi di lavoro

**D.Lgs. 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.

## Art. 99 Integrazione del piano di manutenzione dell'opera

Il direttore dei lavori deve raccogliere in un fascicolo i documenti progettuali più significativi, la dichiarazione di conformità

predetta (ed eventuali schede dei prodotti) nonché le istruzioni per la manutenzione ai fini dell'integrazione o dell'aggiornamento del piano di manutenzione dell'opera.

In riferimento al comma precedente, l'esecutore è obbligato a trasmettere al direttore dei lavori le istruzioni e/o le schede tecniche di manutenzione e di uso rilasciate dal produttore dei materiali o degli impianti tecnologici installati.

## Art. 100 Azioni e carichi sulle opere e costruzioni in genere

Generalità

Il calcolo di progetto o di verifica strutturale delle opere dovrà essere condotto tenendo conto sia delle *azioni principali* che potranno influire sulle stesse, sia di quelle *complementari*. I criteri generali di verifica dovranno comunque rispettare le disposizioni di cui al Decreto ministeriale (infrastrutture) 14 gennaio 2008 “Approvazione delle nuove norme tecniche per le costruzioni” e s.m.i.

### 100.1 Azioni principali

Saranno costituite dai carichi permanenti, dai carichi di esercizio nonché eventualmente da neve, spinta delle terre, effetti dinamici ed effetti da coazioni impresse.

### 100.2 Azioni complementari

Saranno costituite dal vento, dalle variazioni termiche, dal ritiro, dai fenomeni viscosi nonché eventualmente da imperfezioni dei vincoli e difetti di montaggio.

### 100.3 CARICHI PERMANENTI

I carichi permanenti agenti sulle opere e costruzioni in genere saranno determinati con analisi dettagliata dei materiali componenti le strutture e le sovrastrutture (con specifica degli spessori e delle masse per unità di volume) e dei sovraccarichi permanenti (effettivi, presuntivi o da ripartizione). Nel caso delle tubazioni, la massa per unità di volume dei materiali costituenti il rinterro dovrà essere assunta non inferiore a 2000 kg/m<sup>3</sup>.

### 100.4 SOVRACCARICHI ACCIDENTALI

TAB. IV - 1 – Carichi di esercizio per costruzioni edilizie

N.	STRUTTURE E LOCALI	CARICHI	
1	Tetti e terrazze impraticabili - Pensiline	2,00	kN/m <sup>2</sup>
2	Locali per uffici e relativi terrazzi praticabili	3,00	"
3	Locali suscettibili di affollamento	4,00	"
4	Rimesse per autovetture fino a 2,5 tonnellate	2,50	"
5	Locali suscettibili di grande affollamento	5,00	"
6	Balconi, scale e ballatoi	5,00	"
7	Archivi (secondo i casi) - Minimo	6,00	"
8	Locali per centrali idriche (secondo i casi) - Minimo	6,00	"

Dovranno essere conformi, per le più comuni strutture, ai valori riportati nella Tabella IV-1 (comprensivi degli effetti dinamici).

I parapetti saranno calcolati in base ad una spinta orizzontale sul corrimano non inferiore a 1,50 kN, con maggiorazioni fino a 2,50 kN in casi particolari. Le tubazioni destinate ad essere posate sotto pavimentazione stradale dovranno essere calcolate per sopportare dei sovraccarichi fissi e/o mobili da valu-

tarsi con i criteri di cui al punto 4.3. della UNI 7517 od equivalenti.

## Art. 101 Strutture, opere ed impianti in generale modalità di studio, progettazione ed esecuzione

Generalità

All'atto della consegna dei lavori l'Appaltatore dovrà prendere visione del progetto delle opere e delle strutture in particolare, nonché degli eventuali esecutivi di dettaglio e dovrà esaminare e valutare in tutti gli aspetti, i metodi ed i procedimenti costruttivi prescritti in progetto. Quanto ai metodi ed ai procedimenti non prescritti la scelta spetterà all'Appaltatore, salvo l'approvazione della Direzione Lavori, che deciderà in via definitiva dopo aver esaminato la proposta e la documentazione presentategli.

L'Appaltatore sarà tenuto a verificare la stabilità, l'efficienza ed il dimensionamento (anche sotto il profilo idraulico) di tutte le opere e strutture, dei procedimenti provvisori, degli scavi liberi ed armati, delle strutture di sostegno rigide e flessibili, dei rilevati ed argini, degli effetti di falda, ecc., e ciò anche nei riguardi dei manufatti esistenti in prossimità dell'opera in costruzione. In ogni caso, qualsiasi variante proposta dall'Appaltatore stesso alle caratteristiche costruttive ed ai metodi esecutivi, che rientrano nell'ambito della discrezionalità della Direzione ai sensi del Regolamento, dovrà essere giustificata e documentata tecnicamente mediante uno specifico studio.

Sono a carico dell'appaltatore la calcolazione di tutti gli impianti compresi nell'appalto e la relativa progettazione esecutiva, ove non inserita in progetto, compresa ogni incombenza e spesa per denunce, approvazioni, licenze, collaudi, omologazioni ecc., nonché tutti i disegni di dettaglio.

### 101.1 Strutture ed opere in fondazione - condotte

Studio e progetto delle opere

Effettuate le indagini necessarie, l'Appaltatore sarà tenuto a studiare e predisporre il dimensionamento esecutivo delle strutture in fondazione ed a proporre, nel contempo, tutti gli accorgimenti ed interventi connessi alla migliore stabilità delle stesse e delle opere ad esse correlate. Se non diversamente disposto pertanto, gli eventuali calcoli esecutivi di progetto relativi alle

strutture ed opere in fondazione dovranno intendersi come di massima e l'Appaltatore, alla luce degli accertamenti effettuati, dovrà curarne la relativa verifica proponendo, ove necessario, le opportune modifiche ed integrazioni. Dovranno comunque essere rispettate, per quanto non abrogato o modificato, le “*Norme per il progetto, esecuzione e collaudo delle opere di fondazione*” emanate con Circolare Ministero LL. PP. 6 novembre 1967, n. 3797 nonché specificatamente le “*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 ed il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione*” approvate con D.M. 11 marzo 1988, nonché le relative “*Istruzioni*” diramate con Circolari Min. LL.PP. 24 settembre 1988, n. 30483 e 9 gennaio 1996, n. 218/24/3..

#### Stabilità e cedimenti del terreno di fondazione

La stabilità del terreno sotto l'azione delle forze trasmesse dalla fondazione dovrà essere verificata secondo i metodi ed i procedimenti della meccanica dei terreni (Geotecnica), tenendo conto dei risultati acquisiti con le indagini svolte.

Dovrà pertanto essere determinato il *carico limite* del complesso terreno-fondazione (carico oltre il quale il diagramma cedimenti-carichi presenta un andamento quasi parallelo all'asse dei cedimenti) oppure il carico massimo effettivamente applicato senza raggiungere il valore di rottura, dai quali dovrà dedursi il carico di sicurezza con l'introduzione di un adeguato coefficiente.

Il *calcolo dei cedimenti* (assoluti o differenziali), del piano di appoggio della fondazione, conseguenti alle deformazioni del terreno per effetto dei carichi ad esso trasmessi, dovrà essere eseguito qualora si fosse accertata la presenza di strati molto compressibili, inoltre quando fossero imposti determinati limiti ai cedimenti in dipendenza della funzione alla quale l'opera è destinata. Il calcolo dei cedimenti verrà svolto secondo i metodi ed i procedimenti della Geotecnica.

#### Stabilità e resistenza delle condotte

Il calcolo statico delle tubazioni costituenti le condotte dovrà essere eseguito considerando le massime sollecitazioni cui saranno sottoposte le pareti dei manufatti nelle condizioni più onerose di esercizio e di prova. Le sollecitazioni dovute alla pressione interna (o depressione), alle variazioni termiche, al carico dinamico dell'acqua ed al peso proprio saranno determinate con i metodi ordinari della scienza delle costruzioni. In particolare, per le condotte metalliche in pressione, dovranno essere rispettate le prescrizioni della norma di unificazione UNI 1285.

La stabilità delle condotte sotto l'azione dei carichi dovuti al rinterro e dei sovraccarichi esterni dovrà essere verificata con l'osservanza dei principi generali di calcolo dei carichi ovalizzanti. Per i tubi rigidi e semirigidi si farà in particolare riferimento alla seguente norma di unificazione:

**UNI 7517** - Guida alla scelta della classe dei tubi per condotte di fibro-cemento sottoposte a carichi esterni e funzionanti con o senza pressione interna (N.R.).

Per i tubi in ghisa sferoidale (GS) si farà riferimento al progetto di norme americane ANSI/AWWA C 151 A/21.51.81. “*Thickness design ductile iron pipe*” (1) ed all'Appendice F della norma UNIEN545. Per i tubi flessibili alle equazioni di Marston, Spangler, Luscher e Hoeg o equazioni equivalenti.

La verifica contro i pericoli di schiacciamento dovrà sempre venire effettuata, qualunque fosse il materiale costituente la condotta, per i tubi di grande diametro e/o rapporti diametro/spessore sensibilmente elevati.

#### 101.2 Strutture ed opere in elevazione - impianti

##### Studio e progetto delle strutture

Prescindendo di tutti i fattori di sollecitazione interni ed esterni che influiscono sulle opere, analogamente a quanto effettuato per quelle in fondazione, l'Appaltatore sarà tenuto a studiare ed a predisporre il calcolo ed il dimensionamento esecutivo di tutte le strutture in elevazione, alle prime strettamente correlate ed unitamente alle quali costituiranno un unico progetto strutturale da sottoporre all'approvazione della Direzione Lavori. Qualora il progetto fosse già corredato di calcoli ed esecutivi di dimensionamento strutturale, l'Appaltatore sarà tenuto ad eseguire la relativa verifica proponendone, se del caso, le relative varianti e sottoponendoli alla propria firma ed a quella di un Ingegnere od Architetto di propria fiducia .

Dovranno comunque essere rispettate, in ordine ai tempi di emanazione, le norme tecniche di cui ai Decreti previsti all'art. 1 della Legge 2 febbraio 1974, n. 64 e s.m.i.

##### Studio e progetto degli impianti

Tutti gli impianti da installare nelle opere in appalto dovranno essere adeguatamente calcolati o verificati a cura dell'Appaltatore e tradotti in esecutivi particolareggiati da sottoporre all'approvazione della Direzione. I calcoli dovranno essere condotti nel rispetto della normativa vigente per i rispettivi settori, e unitamente agli esecutivi, saranno corredati da visti, nulla-osta o licenze eventualmente previsti da leggi o regolamenti.

L'Appaltatore dovrà predisporre nelle murature tutti i necessari fori, incavi, ecc. per il passaggio di tubi e canalizzazioni di qualsiasi genere, e ciò anche nel caso che gli impianti, in tutto od in parte, fossero incorporati. In questo caso l'Appaltatore do-

vrà richiedere per iscritto tempestivamente alla Direzione Lavori l'ubicazione di ogni passaggio ed alloggiamento restando obbligato, in difetto, oltre che ad effettuare in ogni caso tali lavori, a provvedere a propria cura e spese alla riparazione di tutti i danni che da tale negligenza potessero derivare.

## Art. 102 Opere di acquedotto

### 102.1 Osservanza del Capitolato e delle norme e disposizioni vigenti

Le opere di acquedotto dovranno essere studiate ed eseguite con la scrupolosa osservanza delle prescrizioni del presente Capitolato nonché delle norme e disposizioni al riguardo emanate (e vigenti) da parte dei Ministeri, Assessorati, Enti od Autorità in genere competenti in materia o comunque interessate. In particolare si richiamano le Circolari 22 dicembre 1964 n. 231 e 21 novembre 1970 n. 190 del Ministero della Sanità nonché la Delibera 4 febbraio 1977 del Comitato dei Ministri per la tutela delle acque dall'inquinamento.

Si richiama altresì il DM. 12 dicembre 1985 (*Norme tecniche relative alle tubazioni*) con le relative istruzioni diffuse con Circolare Min. LL.PP. 20 marzo 1986, n. 27291.

### 102.2 Progetto delle opere

Qualora il progetto da realizzare non risultasse sufficientemente sviluppato in forma esecutiva, e comunque su specifica richiesta della Direzione Lavori, a norma di quanto in generale prescritto dal presente Capitolato, l'Appaltatore sarà tenuto a presentare, nel termine massimo stabilito dalla stessa Direzione, ed in ogni caso non meno di 30 giorni prima della posa delle tubazioni, il progetto esecutivo delle opere, in doppia copia, redatto da un ingegnere e da altro tecnico competente ed abilitato nel ramo.

Gli elaborati di progetto, che dovranno essere firmati dal professionista redattore e dall'Appaltatore, comprenderanno di norma (salvo diversa e più estesa indicazione):

a) - La relazione illustrativa; b) - Il calcolo dettagliato delle portate delle tubazioni, correlato ai fabbisogni richiesti o necessari, ed il calcolo dei relativi diametri; c) - Il calcolo del dimensionamento strutturale dei manufatti, in rapporto alle pressioni di lavoro ed alle condizioni di posa; d) - Lo studio della funzionalità completa delle condotte con riferimento agli organi di intercettazione e comando, di sfiato, di scarico, di protezione, ecc. e delle relative opere d'arte; e) - La rappresentazione schematica per simboli delle condotte da realizzare e la distinta dettagliata e completa dei materiali (tubi, pezzi speciali, apparecchi, ecc.) da impiegare.

Qualora dagli allegati di contratto non dovesse risultare l'esatta posizione degli apparecchi, delle derivazioni, ecc. od in generale non dovesse risultare sufficientemente chiara l'articolazione funzionale dei vari elementi dell'impianto, al fine della migliore definizione del progetto o delle verifiche, l'Appaltatore sarà tenuto a richiedere alla Direzione Lavori, per iscritto, precise indicazioni rimanendo obbligato, in difetto, ad operare le occorrenti modifiche, a propria cura e spese, ed a risarcire eventuali danni conseguenti.

### 102.3 Campionatura

Unitamente alla presentazione del progetto, e comunque su richiesta della Direzione Lavori, l'Appaltatore sarà tenuto a produrre ed a depositare, negli appositi locali all'uopo designati, la campionatura di tutti i vari elementi componenti la parte impiantistica delle opere da realizzare (tubazioni, raccordi, apparecchiature di manovra, apparecchi speciali, ecc.) compresi i relativi accessori, per la preventiva accettazione da parte della stessa Direzione e per i controlli che saranno ritenuti più opportuni.

Resta stabilito in ogni caso, come più volte annotato nel corso del presente testo, che l'accettazione dei campioni da parte della Direzione non pregiudica, in alcun modo, i diritti che l'Amministrazione si riserva in sede di collaudo.

### 102.4 Tubazioni - Prove idrauliche e verifiche varie - Verbali

I tubi da impiegare per l'esecuzione delle condotte, nei tipi prescritti, dovranno possedere i requisiti riportati nelle relative norme di accettazione, o diversamente indicati, e saranno posti in opera con le modalità di cui al presente capitolato.

Le prove idrauliche delle tubazioni dovranno essere effettuate prima dell'applicazione degli apparecchi e della chiusura dei cavi. Le pressioni di prova dovranno essere, non inferiori a 1,5÷2 volte quelle di esercizio per le basse pressioni (inferiori a 10 bar) e superiori di almeno 10 bar (i) per le alte pressioni. Le verifiche dovranno accertare l'esatto montaggio di tutti gli apparecchi, raccordi accessori, ecc.. la perfetta tenuta delle giunzioni e delle guarnizioni, il regolare funzionamento di ogni elemento e la completa corrispondenza con le caratteristiche di prestazione richieste.

Di ogni prova o verifica eseguita dalla Direzione Lavori, in contraddittorio con l'Appaltatore, verranno redatti regolari verbali.

## DEFINIZIONI

Ai fini della presente normativa, ed in accordo al punto 1.2. della D.C.M. 4 febbraio 1977, nella trattazione delle opere di acquedotto verranno adottate le seguenti definizioni:

- a) - Per *acquedotto* si intenderà il complesso degli impianti di attingimento, di trattamento, di trasporto e di distribuzione;
- b) - Per *impianto di attingimento* si intenderà il complesso delle opere occorrenti per la raccolta, la regolazione, e la derivazione di acque sotterranee o superficiali;

c) - Per *impianto di trattamento* si intenderà il complesso delle opere occorrenti per conferire alle acque attinte le particolari caratteristiche fisiche, chimiche e biologiche richieste dalla loro destinazione;

d) - Per *impianto di trasporto* si intenderà il complesso delle opere occorrenti per convogliare le acque dagli impianti di attingimento agli impianti di distribuzione;

e) - Per *impianto di distribuzione* si intenderà il complesso dei serbatoi, della rete di distribuzione e delle relative diramazioni fino al punto di consegna agli utenti.

#### 102.5 Norme generali di installazione

Qualora il progetto delle opere in appalto non fosse completamente definito nei particolari costruttivi, sicchè tale onere fosse devoluto all'Appaltatore a norma del presente articolo, nella progettazione e nell'installazione degli impianti, dovrà tenersi conto degli indirizzi e delle norme generali di cui ai punti che seguono.

#### 102.6 Impianti di attingimento

a) - *Opere di captazione delle sorgenti*: Le opere penetreranno, per quanto possibile nella formazione costituente l'acquifero principale mediante gallerie o pozzi. I tratti di galleria ispezionabile, con alimentazione laterale, saranno provvisti di canale collettore destinato alla raccolta ed al convogliamento dell'acqua captata; le acque intercettate, ma non destinate alla utilizzazione, nonchè quelle provenienti dall'esterno, dovranno essere accuratamente separate ed allontanate. Allo sbocco delle opere di presa sarà di norma disposta una vasca di raccolta contenuta in un manufatto chiuso, di dimensioni tali da consentire la decantazione di eventuali sostanze solide, facilmente ispezionabile. La vasca sarà divisa in due o più scomparti, ciascuno munito di scarico di fondo e di troppopieno, e sarà accuratamente impermeabilizzata.

b) - *Opere di captazione da falde*: Le perforazioni saranno eseguite in modo da evitare la comunicazione tra falde diverse, provvedendo tra l'altro alla cementazione delle falde non interessate alla utilizzazione. La testata dei pozzi sarà a quota superiore a quella del piano di calpestio, sarà chiusa ed alloggiata in apposita cabina, nella quale avrà sede l'eventuale impianto di sollevamento. La chiusura della testata sarà provvista di organo di aerazione.

c) - *Opere di captazione da acque superficiali*: L'opera di presa sarà disposta a distanza dal fondo dell'invaso naturale tale da evitare apprezzabili azioni di richiamo di torbidità o vegetazione ed a distanza dalla superficie tale che, anche nelle condizioni di massimo svaso, si abbiano limitate escursioni delle caratteristiche termiche e biologiche. L'opera di presa sarà di norma provvista di luci regolabili a quota diversa, specie nel caso di prevedibili escursioni del livello di acqua. La zona sarà opportunamente delimitata con galleggianti od altre apparecchiature di segnalazione.

#### 102.7 Impianti di trattamento

Gli impianti funzionanti in continuità dovranno essere realizzati in due o più unità operatrici gemelle, salvo quelli per i quali fosse previsto un numero limitato di ore di funzionamento giornaliero; in ogni caso dovrà essere prevista una capacità di compenso e di riserva dell'acqua trattata.

Gli impianti dovranno comprendere adeguate opere di raccolta e di smaltimento dei prodotti di rifiuto del trattamento (fanghi di sedimentazione, acque di lavaggio dei filtri, ecc., salamoia ed altre soluzioni rigeneratrici), opere effettuate nel rispetto delle norme emanate e vigenti all'atto dell'esecuzione. Dovranno inoltre essere dotati di strumenti di misura e di controllo, possibilmente registratori, del funzionamento di tutte le unità operatrici in tutte le fasi del trattamento. Queste dovranno essere munite di dispositivi di sicurezza e di allarme di fuori esercizio, avaria o funzionamento anomalo, onde consentire gli immediati interventi.

#### 102.8 Impianti di trasporto

Avranno sede in terreni la cui stabilità dovrà essere accertata mediante indagini di dettaglio ed una profondità di posa fissata anche in rapporto alle caratteristiche climatiche della zona. Il tracciato dei condotti si dovrà comunque sviluppare il più possibile all'esterno di zone interessate da insediamenti civili o produttivi e dalle relative reti di scarico e dovrà ricadere lontano da aree soggette a deposito o scarichi suscettibili di inquinamento.

I dispositivi di regolazione, di intercettazione, di sfianto, di scarico e di misura, disposti in asse od in deviazione rispetto al condotto, dovranno essere sistemati in appositi pozzetti. L'immissione delle acque di scarico nel ricettore dovrà essere effettuata tramite apposita intercettazione idraulica a sifone.

#### 102.9 Impianti di distribuzione

a) - *Serbatoi*: Dovranno essere protetti dall'esterno mediante idonea intercapedine ispezionabile (munita di apposita cunetta di raccolta e di allontanamento delle acque di infiltrazione) o, in subordine, avere le pareti esterne perfettamente impermeabilizzate e fornite di un sistema verticale di drenaggio che consenta anche di rilevare eventuali perdite.

Ogni vasca sarà dotata di scarico di fondo e di scarico di superficie. Le acque di scarico e di sfioro dovranno confluire in appositi pozzetti i cui scarichi saranno muniti di chiusura idraulica. L'accesso alle vasche dovrà avvenire attraverso la camera di manovra o l'intercapedine. Le porte di accesso dovranno essere a tenuta e non aprirsi verso le vasche.

Le vasche non dovranno essere fornite di luci aperte direttamente all'esterno, nè dovranno avere aperture di accesso superiori. I dispositivi di aerazione dovranno aprirsi verso le camere di manovra ed essere protetti contro il passaggio di organismi viventi o polveri. La copertura sarà perfettamente impermeabilizzata e dotata di sistema di smaltimento delle acque pluviali; inoltre sarà termocoibentata ovvero coperta con strato di terreno di idoneo spessore, che potrà essere coltivato esclusivamente a prato.



b) - *Reti di distribuzione:* Potranno essere realizzate a maglie chiuse od a ramificazione, secondo prescrizione; di norma, saranno a maglie chiuse nei tronchi principali ed a ramificazione in quelli secondari. In ogni caso in tutti i punti delle reti la quota piezometrica dovrà essere adeguatamente superiore alla quota del terreno, anche nelle condizioni di esercizio più gravose.

Gli scarichi delle condotte dovranno avvenire in apposito pozzetto provvisto di intercettatore idraulico. Le diramazioni agli utenti dovranno essere munite di apparecchiatura automatica atta ad impedire il ritorno dell'acqua.

## Art. 103 Opere di fognatura

### 103.1 Osservanza del Capitolato e delle norme a disposizioni vigenti

Le opere di fognatura dovranno essere realizzate nel rispetto delle previsioni progettuali e di contratto nonché con l'osservanza delle disposizioni e prescrizioni ufficiali e vigenti all'atto dell'esecuzione e delle norme di regolamento locale. Sarà tenuto conto in particolare delle “Norme tecniche generali per la regolamentazione dell'installazione e dell'esercizio degli impianti di fognatura e depurazione” di cui all'Allegato 4 della Delibera 4 febbraio 1977 dello stesso Comitato, nonché del D. Leg.vo 11 maggio 1999, n. 152 avente per oggetto le “Disposizioni sulla tutela delle acque dall'inquinamento e recepimento della direttiva 91/271/ CEE concernente il trattamento delle acque reflue urbane...”, Decreto Legislativo 3 aprile 2006, n. 152 “Norme in materia ambientale”

Saranno a carico dell'Appaltatore tutti gli adempimenti, gli oneri e le spese derivanti dai rapporti con le Autorità locali (per le pratiche di allacciamento, per le autorizzazioni, ecc. nonché per le visite ed i controlli eventualmente disposti) come pure saranno a carico dello stesso l'assunzione di tutte le informazioni relative a detti adempimenti ed in genere gli oneri previsti dal presente Capitolato.

### 103.2 Progetto delle opere

A norma di quanto in generale prescritto del presente testo, l'Appaltatore sarà tenuto a presentare, non meno di 30 giorni prima della posa delle canalizzazioni, il progetto esecutivo delle opere, in doppia copia, redatto da un Ingegnere o da un Perito competente nel ramo.

Gli elaborati di progetto, che dovranno essere firmati dal professionista redattore e dall'Appaltatore, comprenderanno di norma (salvo diversa o più estesa indicazione):

- a) - La relazione illustrativa;
- b) - Il calcolo dettagliato delle portate delle tubazioni e/o dei condotti di vario tipo e la verifica dei relativi diametri o sezioni in rapporto anche alle velocità limite più avanti prescritte;
- c) - I disegni particolareggiati, eseguiti a scala opportuna, con una chiara rappresentazione grafica di ogni dettaglio esecutivo.

Qualora dagli allegati di contratto non dovesse risultare l'esatta posizione degli attacchi, degli allacciamenti, degli sbocchi, ecc., od in generale non dovesse risultare sufficientemente chiara l'articolazione funzionale dei vari elementi dell'impianto, al fine della migliore definizione del progetto o delle verifiche, l'Appaltatore sarà tenuto a richiedere per iscritto alla Direzione precise indicazioni rimanendo obbligato, in difetto, ad operare le occorrenti modifiche, a propria cura e spese, ed a risarcire eventuali danni conseguenti. Lo stesso dicasi qualora le modifiche dipendessero da omesse o non sufficienti informazioni presso le competenti Autorità locali. Si richiamano le norme:

**UNI EN 754/1/2/3** - Conessioni di scarico e collettori di fognatura all'esterno degli edifici.

### 103.3 Definizioni e norme generali di installazione

#### Definizioni

Ai fini della presente normativa, ed in accordo all'“Allegato 4” in precedenza richiamato, per impianti di fognatura dovranno intendersi tutte le reti esterne di canalizzazione, generalmente sotterranee, atte a raccogliere ed allontanare dagli insediamenti le acque superficiali (meteoriche, di lavaggio, ecc.) e quelle reflue provenienti dai complessi insediati e dalle attività umane in generale.

Le canalizzazioni, in funzione del ruolo svolto nella rete fognaria, saranno distinte secondo la seguente terminologia:

- a) - Per *fogne* si intenderanno le canalizzazioni elementari che raccolgono le acque provenienti da fognoli di allacciamento e/o da caditoie, convogliandole ai collettori.
- b) - Per *collettori* si intenderanno le canalizzazioni costituenti l'ossatura principale della rete che raccolgono le acque provenienti dalla fogne e, se del caso, quelle direttamente addotte da fognoli e/o caditoie, convogliandole in un emissario.
- c) - Per *emissario* si intenderà il canale che, partendo dal termine della rete, addurrà alle acque raccolte al recapito finale.

### 103.4 Norme generali di installazione

Le canalizzazioni fognarie e le opere d'arte connesse dovranno essere impermeabili alla penetrazione di acque dall'esterno ed alla fuoriuscita di liquami dall'interno nelle previste condizioni di esercizio; dovranno inoltre resistere alle azioni di tipo fisico, chimico e biologico eventualmente provocate dalle acque reflue e/o superficiali correnti in esse. Tale resistenza potrà essere assicurata sia dal materiale costituente le canalizzazioni, che da idonei rivestimenti. Le sezioni prefabbricate dovranno assi-

curare l'impermeabilità dei giunti di collegamento e la linearità del piano di scorrimento. L'impiego comunque del materiale di rivestimento e delle sezioni prefabbricate sarà ammesso solo su presentazione di apposita dichiarazione di garanzia, debitamente documentata, da parte del fabbricante.

Il regime di velocità delle acque nelle canalizzazioni dovrà essere tale da evitare sia la formazione di depositi di materiali, che l'abrasione delle superfici interne; inoltre i tempi di permanenza delle acque nelle canalizzazioni non dovranno dar luogo a fenomeni di setticizzazione delle acque stesse.

Manufatti di ispezione dovranno di norma essere previsti ad ogni confluenza di canalizzazione in un'altra, ad ogni variazione planimetrica tra due tronchi rettilinei, ad ogni variazione di livelletta ed in corrispondenza di ogni opera d'arte particolare. Il piano di scorrimento nei manufatti dovrà rispettare la linearità della livelletta della canalizzazione in uscita dai manufatti stessi.

Le stazioni di sollevamento dovranno essere munite di un numero di macchine tali da assicurare un'adeguata riserva. I tempi di attacco e stacco delle macchine dovranno consentire le loro utilizzazione al meglio delle curve di rendimento ed al minimo di usura, tenendo conto che i periodi di permanenza delle acque nelle vasche di adescamento non determinino fenomeni di setticizzazione.

La giacitura nel sottosuolo delle reti fognarie dovrà essere realizzata in modo tali da evitare interferenze con quelle di altri sottoservizi; in particolare le canalizzazioni fognarie dovranno sempre essere tenute debitamente distanti ed al di sotto delle condotte di acque potabili. Ove ciò non fosse possibile, dovranno essere adottati adeguati provvedimenti atti ad evitare interferenze e pericoli di inquinamento.

### 103.5 Fognature Nere

#### 103.5.1 Caratteristiche del tracciato

Le fogne nere dovranno essere poste ad una profondità tale da consentire un agevole allacciamento degli scarichi dei fabbricati, profondità che, compatibilmente alle quote assegnate ai punti di sbocco, non dovrà essere di norma inferiore a 2,00 m.

La pendenza delle canalizzazioni dovrà risultare non inferiore all'1% se riferita a tubazioni di limitato diametro ed allo 0,5% se riferita ai collettori. In ogni caso, e specie per le sezioni maggiori, la pendenza massima non dovrà superare il 5%.

#### 103.5.2 Diametri - Sezioni - Velocità minima

Il diametro minimo interno delle tubazioni, per le fogne elementari, non dovrà risultare inferiore a 25 cm. Per i collettori, ed in genere per i condotti soggetti a forti escursioni di portata, dovranno adottarsi sezioni ovoidali e semiovoidali.

La velocità dei liquami, al fine di garantire in ogni caso condizioni di autoespurgo, non dovrà risultare inferiore a 0,60 m/sec.

#### 103.5.3 Calcolo della portata nera

La portata nera delle fogne e dei collettori di scarico sarà determinata come somma delle portate di scarico del complesso di fabbricati serviti o servibili dalle rete fognante in esecuzione. Tale portata dovrà comunque non risultare inferiore a quella ricavabile dalla formula:

$$Q = 1,8 \times 10^{-3} d \times P/t \quad \text{m}^3/\text{h} \quad \text{con:}$$

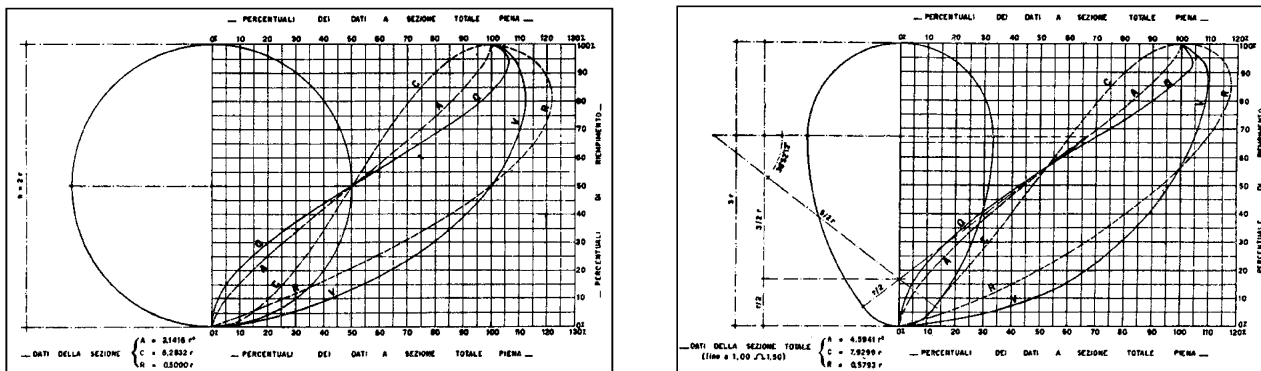
- **d** = dotazione individuale giornaliera d'acqua (in litri/giorno, che verrà specificata dalla Direzione);
- **P** = numero di persone insediate o comunque fruitori dell'insediamento;
- **t** = numero di ore in cui si potrà presumere che la portata giornaliera debba venire smaltita (di norma 18 h).

#### 103.5.4 Calcolo dei canali

Le sezioni adottate per i singoli tratti di fogna dovranno essere convenientemente verificate mediante le più accreditate formule di idraulica applicata.

La velocità verrà determinata mediante la formula di Chez (2) o mediante appositi diagrammi logaritmici che, in rapporto ai diametri ed alla pendenza delle canalizzazioni, consentono anche un rapido calcolo della portata a sezione piena e viceversa. Dai dati così calcolati (relativi alla sezione piena), potrà poi passarsi alla valutazione dei dati relativi ad altezze diverse di riempimento, attraverso i seguenti grafici di riferimento percentuale:

TAB. IV - 1 – Condotti circolari ed a sezione ovoidale - Indicazione percentuale dei valori caratteristici.



103.6 Fognature Pluviali

103.6.1 Pendenza - Velocità massima - Sbocchi

La pendenza delle canalizzazioni pluviali, al pari di quelle nere, dovrà risultare di norma non superiore al 5%. Dovrà comunque essere verificato che la velocità assunta dall'acqua, anche per le portate di piena, non venga a superare il limite massimo consentito di 2,50 m/sec.

Dovrà curarsi inoltre, allo scopo di evitare rigurgiti, che il fondo di ogni collettore, allo sbocco, risulti alquanto superiore al fondo del canale recipiente.

103.6.2 Diametri minimi

Il diametro minimo interno delle tubazioni, per i condotti elementari, non dovrà risultare inferiore a 30 cm.

103.6.3 Calcolo delle portate pluviali

La portata da smaltire attraverso la rete delle fogne e dei collettori pluviali verrà calcolata mediante la formula

$Q = z IA/360$  m<sup>3</sup>/s. dove “z” è il fattore di impermeabilità, “I” è l'altezza d'acqua corrispondente alla durata di un'ora (intensità media oraria, misurata in mm/h) ed “A” la superficie del bacino interessato, in ettari.

Il fattore d'impermeabilità verrà ricavato dai dati riportati nella tabella che segue. L'intensità di pioggia sarà ricavata dal diagramma delle massime intensità in funzione della durata delle precipitazioni sull'ordinata corrispondente al tempo di corrvazione del bacino; tale tempo, per piccoli bacini di superficie non superiore a 10 ha, sarà considerato dell'ordine di 15 minuti.

103.6.4 Calcolo dei canali

TAB. IV - 2 – Fattore di impermeabilità per elementi analitici e globali

Elementi analitici		Elementi globali	
- Tetti, terrazze, pavimentazioni in asfalto	0,9	- Costruzioni dense (intensive)	0,8
- Lastricati ben connessi	0,8	- Costruzioni spaziate (samintensive)	0,6
- Lastricati ordinari	0,7	- Zone a villini (estensive)	0,4
- Macadam e selciati	0,6	- Aree non edificate (piazze, campi di gioco)	0,2
- Superfici battute	0,3	- Parchi, boschi, giardini	0,1
- Superfici non battute, parchi giardini	0,1		

Valutata la portata di ogni tratto di canalizzazione, dovrà procedersi alla verifica delle sezioni adottate, al fine di controllare che le stesse lavorino con opportuni margini di sicurezza e ciò sia con riguardo all'entità delle portate stesse, sia con riferimento alle velocità massime consentite.

I procedimenti di verifica saranno condotti,

in linea generale, mediante i criteri di cui al precedente punto.

103.7 FOGNATURE MISTE

Qualora il progetto prevedesse la realizzazione di fognature con sistema misto, le stesse dovranno essere eseguite con il rispetto di tutte le prescrizioni generali e particolari fin qui riportate e con la specifica che, per il calcolo delle canalizzazioni, le portate nere dovranno essere sommate per intero a quelle pluviali.

Art. 104 Impianti di depurazione

104.1 Osservanza delle norme - Controlli

La costruzione degli impianti di depurazione dovrà essere effettuata nel rispetto di tutte le norme vigenti e delle disposizioni della Direzione Lavori; in particolare dovranno essere rispettate tutte le norme di sicurezza, antincendio o di altro tipo (per scale, recinzioni, materiali esplosivi, prodotti chimici, impianti elettrici, ventilazione, segnaletica, reti antincendio, manipolazione gas, ecc.) e le norme igieniche, specie nel caso che gli impianti dovessero trattare scarichi contenenti microbi patogeni (scarichi provenienti da complessi ospedalieri) per i quali sarà obbligatorio il trattamento di disinfezione.

L'installazione dovrà prevedere una efficiente possibilità di controllo. In tutte le zone ove fosse possibile una deficienza di ossigeno o la formazione di gas tossici, dovrà essere realizzata un'adeguata ventilazione. Nel caso poi che venisse utilizzato cloro gassoso, dovrà essere previsto un impianto a pioggia per le zone interessate da eventuali fughe. In ogni caso dovrà essere

curata l'ispezionabilità delle unità costituenti l'impianto, dei collegamenti e dei circuiti.

#### 104.2 Progetto degli impianti

A norma di quanto in generale prescritto dal presente Capitolato, l'Appaltatore sarà tenuto a presentare, non meno di 15 giorni prima dell'esecuzione dei vari manufatti, il progetto esecutivo degli impianti, in doppia copia, redatto da un Ingegnere o da un tecnico competente ed abilitato nel ramo. Gli elaborati di progetto, che dovranno essere firmati dal professionista redattore e dall'Appaltatore, comprenderanno di norma (salvo diversa o più estesa indicazione) ed in particolare nel caso di progetto-offerta:

- a)- La relazione descrittiva degli impianti, con dettagli sulle caratteristiche delle apparecchiature e sulle loro prestazioni;
- b)- I calcoli delle varie parti costituenti il ciclo depurativo ed i calcoli idraulici; il calcolo della potenza installata negli impianti e dei consumi di energia;
- c)- I disegni esecutivi dettagliati, a sviluppo e dimensionamento strutturale, idraulico e funzionale degli eventuali grafici di massima forniti dall'Amministrazione o viceversa proposti, con planimetrie, schemi e particolari delle opere murarie e dei macchinari da installare;

Nel caso specifico dei progetti-offerta, gli elaborati comprenderanno ancora:

- d)- Il computo metrico-estimativo, dettagliato e particolareggiato, riferito ai disegni ed agli altri elaborati di progetto, con l'elencazione di tutte le categorie di lavoro relative alle opere murarie e civili ed alle installazioni tecnologiche; in alternativa, e comunque secondo eventuale specifica richiesta, con l'elencazione delle varie parti degli impianti e dei gruppi di attrezzature meccaniche ed elettromeccaniche;
- e)- L'elenco dei prezzi unitari per tutte le voci di costo delle opere murarie e civili e per singole unità delle attrezzature meccaniche ed elettromeccaniche (fuori opera ed in opera); in aggiunta, per il caso di cui alla seconda parte della precedente lett. d), il prezzo a corpo per parti di impianto e gruppi di attrezzature, fermo restando l'obbligo dell'elencazione dei componenti elementari in dette parti e gruppi inseriti (con relative caratteristiche funzionali) e con l'avvertenza che la somma dei prezzi parziali anzidetti formerà il prezzo totale degli impianti completi in opera;
- f)- La stima dettagliata dei costi di gestione degli impianti, intesi come costi di esercizio e di manutenzione ordinaria (personale, energia elettrica, reattivi, materiali di consumo, ricambi, ecc.) nonché i costi di ammortamento.

Caratteristiche da trattare	Processo
- Solidi grossolani	- Grigliatura e/o triturazione
- Carico variabile	- Equalizzazione, omogeneizzazione
- Sabbie	- Dissabbiatura
- Oli e grassi	- Deoleazione
- Solidi sospesi	- Sedimentazione, coagulazione, flocculazione, flottazione, filtrazione
- Alcalinità, acidità	- Neutralizzazione
- Metalli pesanti	- Precipitazione o scambio ionico
- Solfuri	- Precipitazione o stripping
- Sostanze organiche biodegradabili	- Ossidazione, digestione anaerobica, osmosi inversa, ultrafiltrazione
- Sostanze organiche persistenti	- Assorbimento su carboni attivati, scambio ionico, osmosi inversa
- Azoto	- Nitrificazione-denitrificazione, stripping ammoniacale, scambio ionico
- Fosforo	- Precipitazione, scambio ionico
- Microorganismi	- Disinfezione
- Sali disciolti	- Scambio ionico, osmosi inversa elettrodialisi

Resta comunque stabilito che nel prezzo a corpo per impianti completi in opera devono intendersi comprese tutte quelle forniture ed opere che, ancorché non specificatamente elencate, risulteranno all'atto esecutivo strettamente necessarie per dare compiuti gli impianti a regola d'arte, in perfetto stato di funzionamento e rispondenti ai requisiti richiesti e di legge. Con valutazione a parte devono invece indicarsi nell'offerta i materiali di scorta e tutte le parti, pezzi di ricambio, ecc. che si riterrà utile approvvigionare in magazzino per una più agevole conduzione degli impianti.

#### 104.3 Definizioni e classificazioni

Ai fini della presente normativa, ed in accordo alla più diffusa terminologia riguardante gli impianti di che trattasi, verranno adottate le seguenti definizioni:

- a)- Per *B. O. D. (Biochemical Oxygen Demand)* si intenderà la richiesta biochimica di ossigeno, ossia la quantità di ossigeno richiesta dai microrganismi aerobi per l'assimilazione e la degradazione alle sostanze organiche (3);
- b)- Per *C.O.D. (Chemical Oxygen Demand)* si intenderà la richiesta chimica di ossigeno, ossia la quantità di ossigeno richiesta per ossidare chimicamente, con determinate modalità, le sostanze ossidabili presenti nei liquami;
- c)- Per *fango* si intenderà una miscela con concentrazione più o meno elevata di sostanze organiche ed inorganiche in acqua raccolta nei processi depurativi, in particolare in quelli di sedimentazione;
- d)- Per *solidi totali* di una miscela liquida si intenderà la totalità delle varie sostanze presenti in detta miscela, a residuo dell'evaporazione della fase liquida (residuo secco);
- e)- Per *solidi sospesi (SS)* di una miscela liquida si intenderanno le sostanze in sospensione insolubili contenute in detta miscela;
- f)- Per *solidi filtrabili* di una miscela liquida si intenderanno le sostanze colloidali e disciolte contenute in detta miscela (organiche ed inorganiche), filtrabili con particolare filtro di 0,45 micron;
- g)- Per *carico idraulico* si intenderà la quantità liquida di acque di rifiuto da trattare nell'impianto;
- h)- Per *carico organico* si intenderà la quantità di sostanze organiche da trattare nell'impianto (di norma misurata come BOD5);
- i)- Per *rendimento depurativo* di un trattamento si intenderà il rapporto fra la concentrazione della sostanza inquinante presa in esame, dopo il trattamento, e la concentrazione della stessa sostanza prima del trattamento (in %).

Con riguardo alle classificazioni, ed in accordo alla più diffusa sistematica riguardante i processi depurativi, verranno adottati i seguenti raggruppamenti:

- a) - Per i liquami, in funzione della loro successione e del grado di trattamento progressivamente raggiunto: - *pretrattamenti (o trattamenti preliminari)* (grigliatura e/o triturazione, dissabbiatura, deoleazione, sollevamento, preazione, equalizzazione ed omogeneizzazione, neutralizzazione); - *trattamenti primari* (flottazione, sedimentazione, precipitazione chimica); - *trattamenti secondari* (ossidazione a fanghi attivi o su filtri percolatori, su biodischi, in lagune (aerate o meno), sedimentazione, disinfezione); - *trattamenti terziari* (nitrificazione-denitrificazione, precipitazione del fosforo, chiariflocculazione, filtrazione, assorbimento su carbone attivato, scambio ionico, osmosi inversa, elettrodialisi);
- b) - Per gli stessi liquami, ma in funzione della natura dei processi impiegati: - *trattamenti meccanici* (grigliatura, dissabbiatura, deoleazione, equalizzazione ed omogeneizzazione, flottazione, sedimentazione, filtrazione); - *trattamenti biologici* (ossidazione, nitrificazione-denitrificazione); - *trattamenti chimico-fisici* (neutralizzazione, coagulazione-flocculazione, precipitazione chimica dei metalli e del fosforo, strappaggio di ammoniaca e solfuri, disinfezione, adsorbimento, scambio ionico, elettrodialisi, osmosi inversa, ultrafiltrazione);
- c) - Per i fanghi
- *trattamenti meccanici* (ispessimento per gravità o per flottazione, disidratazione: su letti di essiccamento, per centrifugazione, per filtrazione sotto vuoto, per filtrazione sotto pressione);
  - *trattamenti biologici* (digestione anaerobica od aerobica, lagunaggio);
  - *trattamenti chimico-fisici* (condizionamento chimico o termico, disinfezione, essiccamento, incenerimento).

#### 104.4 *Esercizio provvisorio*

Nel periodo intercorrente tra l'ultimazione dei lavori ed il collaudo l'Amministrazione appaltante potrà richiedere che gli impianti vengano attivati, provati messi a punto in esercizio provvisorio a cura dello stesso Appaltatore, con personale da lui fornito ed in genere con la sua completa competenza e responsabilità gestionale. In questo caso all'Appaltatore verrà attribuito un compenso forfettario mensile di € \_\_\_\_\_ (Euro \_\_\_\_\_) nello stesso ritenendosi inclusa, oltre agli utili di impresa, ogni spesa ed onere di natura gestionale (personale, energia, materiali di consumo, trasporti, imposte, ecc.).

Qualora l'appalto fosse stato conferito con il sistema del progetto-offerta, l'Appaltatore sarà tenuto a predeterminare, in sede di offerta, l'ammontare di tale somma.

#### 104.5 *Garanzia degli impianti*

Sia le opere murarie, che le apparecchiature tutte e le opere complementari in genere, dovranno essere garantite dall'Appaltatore fino a quando il certificato di collaudo non avrà assunto valore definitivo.

Qualora entro il superiore termine dovessero venire riscontrati nell'esercizio difetti di funzionamento o degradazioni, guasti ed inconvenienti di qualunque genere (non imputabili alla mancanza di normali interventi di conduzione e manutenzione od a ma-

nomissioni od alterazioni delle condizioni di esercizio previste), l'Amministrazione ne darà comunicazione scritta all'Appaltatore, affinché, entro il termine massimo che sarà stabilito provveda a propria cura e spese alla eliminazione dei difetti lamentati ed alla riparazione degli eventuali danni conseguenti.

In difetto l'Amministrazione, anche in deroga all'art. 1218 C.C. e senza l'obbligo di costituzione in mora previsto dall'art. 1219 C.C., avrà la facoltà di procedere alla eliminazione dei difetti e danni accertati, addebitando all'Appaltatore le relative spese.

Per la superiore garanzia l'Appaltatore sarà tenuto a rilasciare all'Amministrazione, in sede di collaudo, apposita polizza fidejussoria, dell'importo di € \_\_\_\_\_ (Euro \_\_\_\_\_), con la quale l'emittente si obbligherà, per il periodo di cui al 1° capoverso e senza reintegro della somma assicurata, a rimborsare all'Amministrazione e su richiesta della stessa, le somme impiegate per la eliminazione dei difetti riscontrati e la riparazione dei danni eventuali conseguenti (ii) (per questi il relativo massimale dovrà intendersi, per ciascuna volta, non superiore al 15% della predetta somma). L'importo della polizza dovrà ritenersi differente e aggiuntivo rispetto a quello relativo alla polizza rilasciata per eventuale anticipato svincolo della rata di saldo.

#### 104.6 *Oneri particolari - Brevetti*

Al termine dei lavori l'Appaltatore dovrà consegnare all'Amministrazione appaltante n. 2 copie dei disegni esecutivi particolareggiati degli impianti, così come realizzati, di cui una su carta lucida. Dovrà fornire altresì uno schema generale funzionale degli impianti, realizzato a colori su carta plastificata e montato in pannello sotto vetro, nonché un manuale di uso e manutenzione, in duplice copia, con le istruzioni dettagliate per il funzionamento e la manutenzione ordinaria e straordinaria di tutte le apparecchiature e strumentazioni presenti negli impianti e degli impianti stessi nel loro complesso.

Con riguardo alle opere, macchinari e strumentazioni coperti da brevetto, resta inteso che la loro esecuzione ed installazione avverrà sotto la completa responsabilità dell'Appaltatore, restando l'Amministrazione completamente sollevata da qualunque richiesta di indennizzo relativa ad eventuali infrazioni.

#### 104.7 *Punte Di Carico - Rendimenti*

##### 104.7.1 *Punte di carico idraulico*

Qualora gli impianti di depurazione fossero inseriti in un sistema di fognature di tipo *separato*, le punte di carico idraulico dovranno essere attenuate, specie per i piccoli impianti, ricorrendo ad accorgimenti costruttivi (nei trattamenti preliminari) tali da conferire agli stessi una elevata capacità di compenso.

Qualora invece gli impianti fossero inseriti in un sistema di fognature di tipo *misto*, la portata mista da addurre al trattamento dovrà essere di norma non superiore a 3 volte la portata media giornaliera di tempo secco mentre la portata mista eccedente, pari a non oltre 3 volte la stessa portata media, dovrà essere trattata mediante semplice accumulo e sedimentazione in apposite *vasche a pioggia*. A tale scopo a monte del sistema depurativo dovrà essere installato uno scaricatore di piena. Anche in questo caso resta comunque valida la norma, per i piccoli e medi impianti (relativi ad insediamenti non superiori a 10.000 abitanti), di doversi ricorrere all'equalizzazione della portata tramite opportuni dispositivi di compenso, e/o vasche a livello variabile.

##### 104.7.2 *Rendimenti depurativi*

Salvo diversa prescrizione, gli impianti dovranno consentire di raggiungere un livello depurativo tale che l'effluente della vasca di sedimentazione finale dovrà presentare:

- a) - Riduzione del BOD5 e dei solidi sospesi (SS) non inferiore al 90% rispetto al liquame grezzo;
- b) - Riduzione del contenuto batterico non inferiore al 95% rispetto al liquame grezzo;
- c) - Nessuna percettibilità alla vista delle sostanze galleggianti;
- d) - Non determinabilità di solfiti e solfuri.

In ogni caso i residui dovranno essere conformi a quanto stabilito dall'allegato 5 del D. Leg.vo n. 152/99 nonché dalle altre disposizioni e norme emanate in sede regionale e locale.

#### 104.8 *trattamenti preliminari e primari*

##### 104.8.1 *Grigliatura - Triturazione*

La grigliatura potrà essere, in rapporto alle prescrizioni, sia di tipo *grossolano*, che di tipo *fine*, la prima con distanza tra le barre di acciaio di 4 ÷ 6 cm, la seconda con la distanza di 1 ÷ 2 cm. La grigliatura grossolana sarà di norma seguita da un apparecchio di triturazione; quella fine sarà di norma meccanizzata ed a funzionamento automatico.

Gli impianti di triturazione e di grigliatura fine automatica dovranno essere dotati di canale di "by-pass" munito di griglia di emergenza a pulizia manuale. Il tritratore dovrà inoltre essere protetto da ogni pericolo di riscaldamento derivante da funzionamento a vuoto.

##### 104.8.2 *Sollevamento*

Ove nel trattamento dei liquami di fogna fosse previsto il sollevamento degli stessi, dovrà essere realizzato a valle dell'impianto di grigliatura e/o triturazione con pompe di potenzialità tale da dar luogo, in particolar modo per i piccoli impianti, ad uno stato di funzionamento continuo. Viceversa, ed allo scopo di evitare sovraccarichi idraulici (specie nella fase di

sedimentazione), dovrà essere conferita agli impianti una elevata capacità di compenso.

### 104.8.3 Dissabbiamento

Sarà di norma previsto per gli impianti con vasche chiuse o per gli impianti con vasche aperte di potenzialità superiore a 2500 abitanti, specie se collegati a fognature di tipo misto (iii).

Nei tipi a canale i dissabbiatori dovranno essere conformati con sezione a particolare profilo e inoltre dotati di organo di regolazione (venturimetro) di modo che, qualunque fosse la portata in arrivo, la velocità del liquame in tutta la sezione liquida non venisse a superare il valore di 30 cm/sec. Di norma saranno forniti di “by-pass”.

Nei tipi speciali (aerati, meccanizzati, con idroestrattore, a clochea, ecc.), dovranno essere accompagnati da idonea documentazione tecnica a conferma dei criteri costruttivi e di dimensionamento assunti dalla Ditta fabbricante.

### 104.8.4 Sedimentazione primaria

Qualora prevista o prescritta, la sedimentazione primaria verrà effettuata a mezzo di apposite vasche i cui criteri di dimensionamento dovranno attenersi, salvo diversa disposizione, a quanto di seguito riportato.

TAB. IV - 3 – Vasche di sedimentazione primaria - Parametri operativi

TIPO DI IMPIANTO	Velocità ascensionale m/h (*)	Tempo di detenzione h (*)
Sedimentazione primaria a monte di fanghi attivi	0,8 ÷ 1,5	1,5 ÷ 3,0
Sedimentazione primaria a monte di filtri percolatori	0,5 ÷ 0,8	3,0 ÷ 4,0
Sedimentazione primaria in scomparto di fosse Imhoff	0,5	3,0 ÷ 4,0

(\*) I limiti inferiori delle velocità ascensionali e quelli superiori dei tempi di detenzione sono riferiti agli impianti di piccola potenzialità.

Nel caso di vasche destinate al trattamento di sole acque nere, la velocità ascensionale del liquame (*o carico idraulico superficiale*) valuta sulla portata media giornaliera, ed il tempo minimo di detenzione dovranno risultare contenuti nei valori riportati nella seguente tabella:

Nel caso invece di vasche destinate al trattamento di acque miste, la velocità massima di punta non dovrà superare i seguenti valori:

- 2,50 m/h, ove alla sedimentazione primaria fossero riciclati fanghi leggeri provenienti dalla sedimentazione secondaria degli impianti a fanghi attivi;
- 5,00 m/h, ove fossero presenti solo fanghi primari.

Il tempo di detenzione, in questo caso, non dovrà essere inferiore a 0,5 h.

Alla capacità calcolata sulla base dei tempi di detenzione, dovrà in ogni caso essere aggiunto il volume occupato dal fango tra due estrazioni o, in generale la capacità corrispondente alle tramogge di raccolta dei fanghi. L'altezza liquida utile dovrà essere comunque non inferiore a 2,00 m.

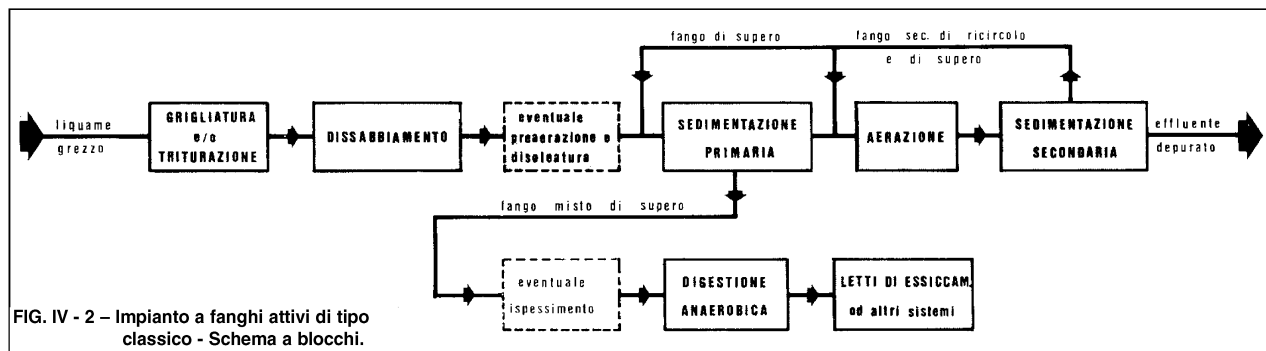
PROCESSO DI TRATTAMENTO	BOD5	COD	Solidi sospesi	Batteri
Grigliatura fine	5 + 10	5 + 10	2 + 20	10 + 20
Sedimentazione	25 + 40	20 + 35	40 + 70	25 + 75
Chiarificazione	50 + 85	40 + 70	70 + 90	40 + 80
Fanghi attivi	55 + 95	50 + 80	55 + 95	90 + 98
Filtri percolatori	50 + 95	50 + 80	50 + 92	90 + 95
Lagune aerate	90 + 95	70 + 80	85 + 95	95 + 98
Clorazione scarico grezzo	15 + 30	-	-	90 + 95
Clorazione scarico trattato	-	-	-	98 + 99

La portata specifica allo stramazzo nel caso di acque nere, non dovrà superare il valore di 200 m<sup>3</sup>/m.d., valutato sulla portata media giornaliera.

## 104.9 impianti a fanghi attivi

### 104.9.1 Tipologia

Caratterizzati dal trattamento biologico dei liquami a mezzo di vasche di ossidazione, gli impianti a fanghi attivi potranno essere sia di tipo classico (di norma per grandi impianti), che di tipo modificato (per medi e piccoli impianti). Tra questi, con tipologia diversificata, gli impianti a *schema classico con stabilizzazione del fango in fossa Imhoff*, quelli a *schema semplificato*, quelli ad *aerazione prolungata* e quelli con *contatto-stabilizzazione*.



#### 104.9.2 Caratteristiche ed impieghi

Gli impianti a schermo classico con stabilizzazione del fango in fossa Imhoff, caratterizzati dall'adozione della fossa per la sedimentazione primaria e la digestione anaerobica dei fanghi primari e secondari (fanghi misti) e per la conseguente eliminazione della digestione anaerobica separata, potranno essere impiegati per piccole e medie installazioni, purché a sufficiente distanza dai centri abitati. Quelli a schema semplificato (fig. IV-4), caratterizzati invece dalla abolizione della sedimentazione primaria e dalla digestione aerobica separata del fango di supero, potranno essere impiegati per installazioni di media grandezza (10.000 ÷ 25.000 ab. e comunque non superiore a 100.000 ab.), salvo la disponibilità di energia a basso costo.

Gli impianti ad aerazione prolungata (o ad ossidazione totale), caratterizzati da maggiori tempi di detenzione nella vasca di ossidazione, potranno essere privi del reparto di digestione aerobica separata del fango di supero (salvo diversa prescrizione), ma dovranno comunque prevedere lo smaltimento separato di detto fango, previo eventuale trattamento di essiccazione. Potranno essere impiegati per piccole e medio-piccole installazioni, di norma non superiore a 5.000 ÷ 10.000 ab.

#### 104.9.3 Parametri operativi

Per le migliori condizioni di funzionamento e rendimento del processo di depurazione a fanghi attivi, i parametri fondamentali che lo caratterizzano, sia nella tipologia convenzionale (classica) che nelle principali modificazioni, dovranno assumere valori i cui limiti sono riportati nella Tabella IV-4.

La portata di ricircolo (Qr) dovrà essere pari almeno al 100% della portata media dei liquami in arrivo, con ampia possibilità di regolazione ai valori inferiori (fino al 25%). In particolare per gli impianti operanti nel campo dell'aerazione prolungata, la portata di ricircolo minima, normale e massima dovrà essere pari rispettivamente al 50%, 100% e 200% della portata media giornaliera di acque nere.

#### 104.9.4 Ossigenazione - Valutazione e prescrizioni

Salvo diversa specifica, il criterio per stimare la quantità di ossigeno occorrente per lo sviluppo delle reazioni biologiche sarà quello basato sul valore massimo dell'“OC/load”, adottando nel contempo una adeguata capacità di regolazione dei macchinari di aerazione. Questi potranno essere del tipo *ad aerazione superficiale* o del tipo *ad insufflazione d'aria* (con o senza turbina sommersa).

Per i macchinari ad aerazione superficiale (turbine ad asse verticale o rotor a spazzole ad asse orizzontale) la variazione della profondità di immersione sarà di norma ottenuta variando la quota degli stramazzi e di conseguenza del livello liquido (negli impianti di elevata potenzialità tali stramazzi potranno essere motorizzati ed asserviti alla concentrazione di ossigeno in vasca). Per gli stessi macchinari l'Appaltatore (o per esso la Ditta costruttrice) sarà tenuto a fornire:

- la potenza assorbita dalla macchina nelle condizioni di esercizio e quella installata;
- la capacità di ossigenazione (kg O<sub>2</sub>/h) riferita alle condizioni “standard” e la capacità specifica di ossigenazione in relazione ai consumi di energia;
- l'andamento di tali grandezze al variare delle condizioni di funzionamento (velocità di rotazione, profondità di immersione, senso di rotazione, ecc.) con riferimento ad una condizione con caratteristiche nominali.

Per i macchinari ad aria insufflata dovranno essere forniti:

- la capacità di aerazione del diffusore (m<sup>3</sup>/h di aria) e la capacità specifica di ossigenazione in relazione ai consumi di aria riferita alle condizioni “standard” (gO<sub>2</sub> disciolto/m<sup>3</sup> di aria insufflata);
- l'andamento di tali grandezze al variare delle condizioni di funzionamento, in particolare al variare della profondità di immersione.

Per i macchinari ad aria insufflata e turbina sommersa, dovranno essere fornite le caratteristiche di funzionamento al variare dei diversi parametri, in particolare al variare della velocità angolare della turbina, della portata d'aria, ecc.

In tutti i casi il sistema di montaggio dei diffusori dovrà permettere l'estrazione degli stessi per le periodiche operazioni di manutenzione. Inoltre, qualora l'insufflazione d'aria avvenisse a mezzo di corpi porosi a bolle fini, l'aria stessa dovrà essere preventivamente filtrata e deoleata.

#### 104.9.5 Sedimentazione secondaria

Negli impianti di tipo classico ed a schema semplificato le vasche di sedimentazione dovranno essere tali da determinare una velocità ascensionale massima (con riferimento alla portata media giornaliera) di 1,00 ÷ 1,25 ÷ 1,50 m/h rispettivamente per impianti con potenzialità fino a 2000 m<sup>3</sup>/d, da 2000 a 5000 m<sup>3</sup>/d ed oltre 5000 m<sup>3</sup>/d. In corrispettivo il tempo di detenzione minimo sarà di 3,0 ÷ 2,5 ÷ 2,0 h.

Per il trattamento delle acque miste, e per gli stessi tipi di impianti, sono ammesse velocità ascensionali massime di 2,5 m/h e tempi di detenzione minimi di 1 ora.

Negli impianti ad aerazione prolungata, la sedimentazione sarà caratterizzata da una velocità ascensionale massima di 0,5 m/h (sempre con riferimento alla portata media) per impianti con potenzialità fino a 50 m<sup>3</sup>/d e di 1,0 m/h per potenzialità maggiori. In corrispettivo i tempi di detenzione minimi saranno di 4 e 3 ore;

Per il trattamento delle acque miste saranno ammesse velocità massime (riferite alla portata massima) di 1,5 m/h per vasche di sedimentazione a flusso longitudinale e di 2,5 m/h per vasche a flusso ascensionale. Il tempo di detenzione minimo sarà di 1 ora.



Per tutti i tipi di impianti comunque, e con riferimento alla portata media di tempo secco, il carico superficiale di solidi sospesi dovrà risultare non superiore a 6 kg SS/m<sup>2</sup>. Unitamente l'altezza liquida nella vasca non dovrà essere inferiore a 2,50 m. La portata allo stramazzo dovrà essere compresa fra 60 ÷ 120 m<sup>3</sup>/m d negli impianti ad aerazione prolungata e fra 120 ÷ 180 m<sup>3</sup>/m-d (valutati sulla portata media) negli altri tipi, con valori maggiori per gli impianti di maggiore potenzialità.

#### 104.10 Impianti A Filtri Percolatori

##### 104.10.1 Tipologia ed impieghi - Rendimenti

Caratterizzati dal trattamento biologico dei liquami a mezzo di particolari filtri a “membrana biologica”, gli impianti a filtri percolatori potranno essere sia del tipo a *basso carico* che del tipo *ad alto carico (high rate)*.

I filtri a basso carico, di norma impiegati per la depurazione di effluenti urbani in impianti di piccola e media potenzialità, dovranno consentire efficienze di rimozione del BOD<sub>5</sub> non inferiori al 90%. Quelli ad alto carico invece, di norma impiegati per il trattamento di scarichi misti (urbani + industriali) ad elevata concentrazione, dovranno consentire efficienze non inferiori al 60%; di conseguenza dovranno essere seguiti da ulteriori stadi depurativi.

##### 104.10.2 Parametri operativi

Per le migliori condizioni di funzionamento e rendimento del processo di depurazione a filtri percolatori, i parametri operativi che lo caratterizzano, nei due tipi fondamentali, dovranno assumere valori i cui limiti sono riportati nella Fig.IV-3.

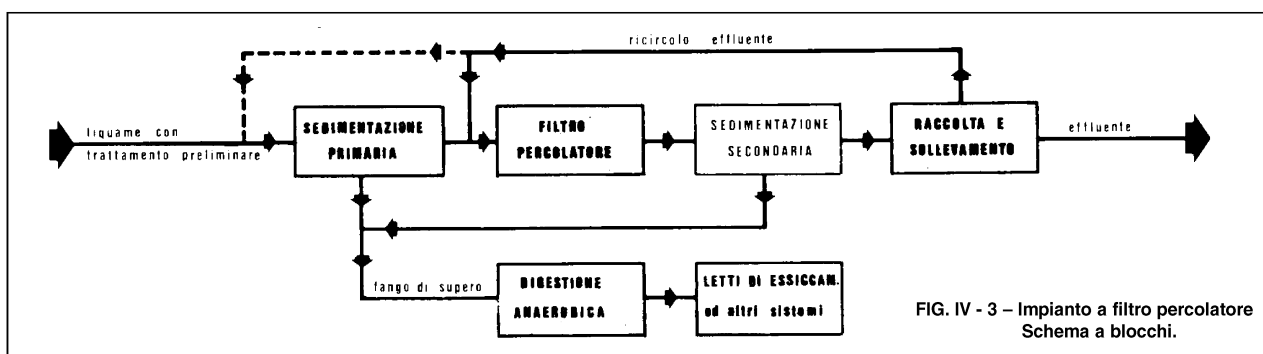


FIG. IV - 3 – Impianto a filtro percolatore Schema a blocchi.

ivNei filtri a basso carico l'immissione del liquame al dispositivo di distribuzione rotante (braccio) sarà di norma effettuata con intermittenza (ma potrà essere anche continua) a mezzo di sifone dosatore autoadescante od altro idoneo sistema. In ogni caso l'intervallo di intermittenza non dovrà essere superiore a 5 minuti. In quelli ad altro carico, di norma ad alimentazione continua, dovrà effettuarsi un ricircolo continuo dell'effluente, con portata di ricircolo come alla Tabella IV-5.

##### 104.10.3 Sedimentazione primaria

Per impianti di potenzialità inferiore a 1000 ab. la sedimentazione primaria verrà di norma effettuata nei comparti di sedimentazione delle fosse Imhoff, dimensionate con i seguenti criteri:

- *numero di ab. inferiore a 100*: avranno il comparto di sedimentazione con capacità corrispondenti a tempi di detenzione di 4÷5 h (riferiti alla portata media con consumo idrico distribuito in 12h) e comparto di digestione non inferiore a 110 l/ab.
- *numero di ab. superiore a 100*: avranno il comparto di sedimentazione con capacità corrispondenti a tempi minimi di detenzione di 3 h (valutati sulla portata media giornaliera) e comparto di digestione non inferiore a 50 l/ab. (con prelievo mensile) ed a 80 l/ab. (con prelievo bimestrale).

Per potenzialità oltre 1000 ab. la sedimentazione verrà di norma realizzata nelle vasche di cui al precedente punto ed il fango sarà stabilizzato separatamente (in genere per via anaerobica).

##### 104.10.4 Filtrazione

Potrà essere realizzata con filtri di tipo tradizionale (con supporto di pietrisco) o con altri idonei sistemi (con supporti di materiale plastico, a disco, ecc.) secondo le particolari prescrizioni.

Nel tipo tradizionale il materiale di riempimento sarà costituito di pietrisco frantumato, vagliato e lavato, con ottime caratteristiche di durezza nonché di resistenza al gelo ed alla compressione; costituirà uno strato filtrante di altezza non inferiore a 2,00 m. Negli altri tipi, le caratteristiche dei materiali e dei procedimenti costruttivi ed operativi dovranno garantire le migliori condizioni di durabilità e di efficienza del trattamento. In particolare per i supporti in plastica (moduli in PVC, polistirene, polipropilene) dovrà aversi una superficie specifica non inferiore a 80 m<sup>2</sup>/m<sup>3</sup> ed una percentuale di vuoti non inferiore al 90%.

TAB. IV - 5 - Impianti a filtri percolatori - Parametri operativi e caratteristiche diverse

PARAMETRI E CARATTERISTICHE	Filtri a basso carico	Filtri ad alto carico
Carico volumetrico specifico "F <sub>cv</sub> " (BOD <sub>5</sub> /m <sup>3</sup> d)	0,10÷0,30	0,6÷1,6 (*)
Carico idraulico specifico (m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> h) (2)	0,05÷0,25	0,8÷1,7 (**)
Rapporto di riciclo dell'effluente (%)	0÷50	200÷400
Nitrificazione	completa	scarsa
Fango ottenuto	ossidato	ossidato parz.

(\*) Se il carico organico è maggiore di 1,6 kg. BOD<sub>5</sub>/m<sup>3</sup>d il filtro è detto *sgrossatore*  
 (\*\*) Nel valutare il carico idraulico si include la portata di ricircolo.

Le canalette di raccolta del materiale filtrato dovranno permettere una velocità minima di 0,60 m/s ed un coefficiente di riempimento non superiore al 50% (sulla sezione trasversale), con riferimento alle punte di carico. La pendenza sarà comunque compresa tra il 2÷5%.

104.10.5 Sedimentazione secondaria

Qualora effettuata in normali vasche di sedimentazione (con digestione separata del fango), sarà caratterizzata da tempi di detenzione di 2÷3,5 h e velocità ascensionali di 1÷1,5 m/h. Il tutto valutato sulla portata media giornaliera. Nel caso di acque miste, ed in periodi di pioggia, potranno ammettersi tempi di detenzione minimi di 0,60 h e velocità ascensionali massime di 2,5 ÷ 3 m/h.

104.11 *trattamento dei fanghi di supero*

104.11.1 Ispessimento ed accumulo

Sia l'ispessimento (1), che l'accumulo, potranno essere effettuati solo su fanghi già sufficientemente stabilizzati (per via aerobica, anaerobica o chimica) in vasche di opportuna conformazione, a ciclo discontinuo o continuo secondo i casi e le prescrizioni.

Il dimensionamento delle vasche di tipo discontinuo (a prevalente funzione di accumulo: di norma per piccoli impianti ad aerazione prolungata od a fanghi attivi e filtri percolatori a basso carico) dovrà essere effettuato in base al volume di fango da accumulare. Questo sarà funzione della quantità di fango di supero prodotto nell'impianto (4), del tempo intercorrente fra due svuotamenti successivi delle vasche e del grado di ispessimento ottenibile (dipendente dall'indice di Molhamm). In ogni caso al fango dovrà essere attribuito non meno di 1/3 del volume complessivo delle vasche, il resto dovendosi destinare al liquido supernatante

**TAB. IV - 6 – Vasche di ispessimento di tipo continuo - Parametri operativi e prestazioni (scarichi urbani)**

TIPI DI FANGO	Carico superficiale di solidi sospesi (K SS/m²h)	Carico idraulico (m³/m²d)	Concentrazione fango	
			ingresso (%)	uscita (%)
a) Separati		10÷40		
Primari	4,0÷6,0		2,5÷5,0	8,0÷10,0
Secondari da filtri	1,5÷2,0		4,0÷7,0	7,0÷9,0
Secondari da fanghi attivi	0,8÷1,6		0,5÷1,5	1,5÷3,0
b) Misti				
Primari + secondari da percolatori	2,5÷4,0		3,0÷6,0	7,0÷9,9
Primari + secondari da fanghi attivi	1,5÷3,2	2,0÷4,0	4,0÷8,0	

Il dimensionamento invece delle vasche di tipo continuo (a prevalente funzione di ispessimento: per impianti ad alto carico) dovrà essere effettuato assumendo volumi corrispondenti a tempi di detenzione idraulica di 6÷48 h (il valore minimo dovendosi adottare in climi caldi per fanghi non sufficientemente digeriti) e gli altri parametri come alla tabella IV-6:

104.11.2 Stabilizzazione tecnica

Detta anche *digestione* se ottenuta per via biologica, potrà essere di tipo anaerobica od aerobica, secondo i casi o le prescrizioni.

La *digestione* anaerobica) potrà venire effettuata nell'apposito comparto delle fosse Imhoff (5) od a mezzo di appositi contenitori chiusi separati (digestori anaerobici); questi, in rapporto alle condizioni di impianto ed alle potenzialità, potranno essere riscaldati o meno, ad uno o due stadi (con o senza riciclo dei fanghi). In ogni caso i parametri caratteristici ed i volumi dei digestori, in rapporto anche al tipo di trattamento precedente subito dai fanghi, dovranno essere mediamente contenuti nei valori riportati nella Tabella IV-7.

**TAB. IV - 7 – Digestori anaerobici - Parametri caratteristici e volumi**

PARAMETRI E VOLUMI	Unità di misura	Basso carico (ad 1 stadio)	Alto carico (a 2 stadi)
Temperatura	°C	ambiente	30÷40
Tempo di ritenzione	d	30÷60	10÷20
Carico organico	Kg SS/m³ d	0,5÷1,5	2,0÷5,0
VOLUMI:			
- fanghi attivi a basso carico (fanghi primari + attivi)	litri/ab	100÷150	30÷60
- fanghi attivi ad alto carico (fanghi primari + attivi)	"	120÷180	25÷70
- filtri percol. a basso carico (fanghi primari + secondari)	"	180÷320	30÷120
- filtri percol. a alto carico (fanghi primari + secondari)	"	120÷220	35÷120

Per i piccoli impianti, e qualora fosse necessario fare assolvere ai digestori anche una funzione di accumulo, i volumi dovranno essere indirizzati verso i valori maggiori, che potranno essere anche convenientemente aumentati. Questo in particolar modo per i digestori ad alto carico riscaldati, per i quali dovrà peraltro provvedersi all'accumulo del gas biologico (6). Negli im-

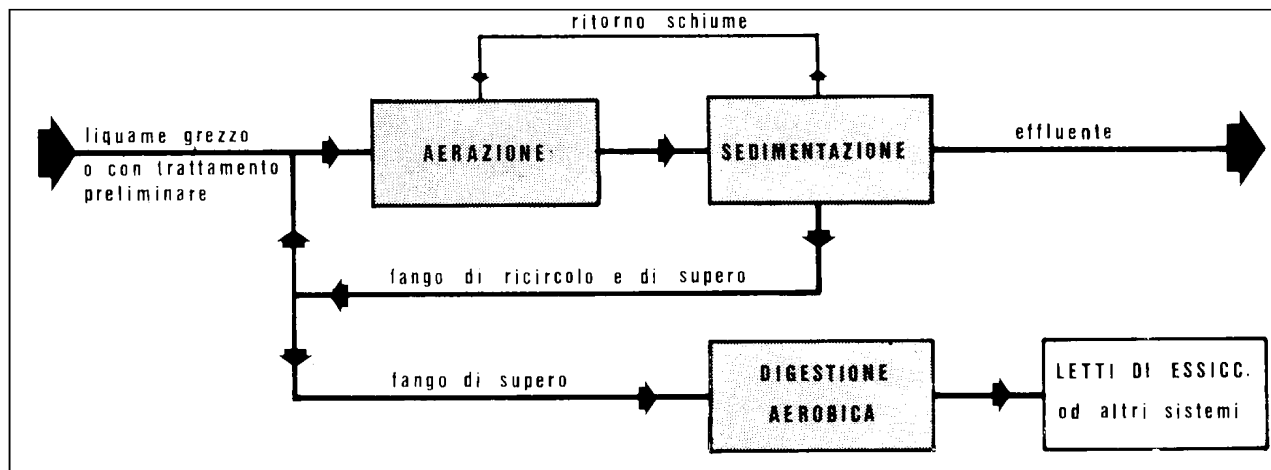
(1) La quantità di fango di supero prodotto nell'impianto potrà essere individuata attraverso l'*indice di crescita del fango*, così definendosi la massa di supero prodotto per unità di massa di BOD<sub>5</sub> abbattuta nell'impianto (Kg SS/Kg BOD<sub>5</sub>), quest'ultimo essendo in diretta dipendenza del rendimento dell'impianto. L'indice di crescita è funzione del fattore di carico organico.

pianti con trattamento secondario il *supernatante* dovrà di norma essere inviato a monte della fase ossidativa.

La *digestione* aerobica sarà di norma applicata negli impianti a fanghi attivi di limitata potenzialità od a funzionamento stagionale, in particolare negli impianti a schema semplificato senza sedimentazione primaria. La digestione verrà effettuata in apposite vasche indipendenti, con alimentazione continua o discontinua secondo i casi, i cui volumi saranno determinati in rapporto all'età addizionale dei fanghi ed alla concentrazione fissata per gli stessi.

Tali volumi potranno essere opportunamente maggiorati qualora alle vasche di digestione venisse richiesta anche una funzione di accumulo. In ogni caso, e salvo diversa prescrizione, l'età complessiva dei fanghi dovrà risultare non inferiore a 40 giorni.

Con aerazione ad insufflazione, gli aeratori saranno del tipo a bolle grosse e dimensionati in modo da fornire una portata di aria non inferiore a 1,2 m<sup>3</sup>/h per ogni metro cubo di capacità delle vasche (con profondità di immersione dell'ordine di 2,80 m).



#### 104.11.3 Essiccamento su letti di sabbia

Verrà di norma impiegato per impianti di piccola-media potenzialità e sarà effettuato su appositi piani di drenanti (letti affiancati, della lunghezza di 10÷50 m e della larghezza di 5÷10 m, con fondo a doppio spiovente (con pendenza del 10-15% verso le tubazioni di drenaggio).

I letti avranno pareti in muratura di mattoni o calcestruzzo intonacate a cemento e rialzate per non meno di 35 cm sopra lo strato di sabbia e per non meno di 15 cm sopra il piano di campagna. Il mezzo filtrante sarà costituito di uno strato di pietrisco (pezzatura 15/25) di spessore non inferiore a 10 cm ed infine di uno strato di sabbia grossa, di spessore non inferiore a 10 cm, con superficie ben livellata.

TAB. IV - 8 – Letti di essiccamento a sabbia - Superficie specifica

Le tubazioni (o canalette) di adduzione del fango dovranno essere disposte con l'uscita a non meno di 30 cm sopra la superficie della sabbia. Nel punto di caduta del getto liquido saranno sistemate delle lastre di calcestruzzo o di altro materiale (lapideo o metallico), con funzione di piatti di spandimento, allo scopo di evitare il dilavamento della sabbia.

TIPO DI FANGO	Letti scoperti m <sup>2</sup> /ab	Letti coperti m <sup>2</sup> /ab
Primari digeriti	0,10÷0,15	0,08÷0,10
Misti digeriti		
- primari + secondari da fanghi attivi	0,20÷0,40	0,15÷0,25
- primari + secondari da filtri percolatori	0,15÷0,30	0,10÷0,20
Chimici	0,20÷0,25	0,10÷0,15

I piani di raccolta del liquido di drenaggio, qualora la falda idrica risultasse superficiale e comunque se prescritto, dovranno essere resi impermeabili. Il liquido inoltre, qualora proveniente da fanghi digeriti per via anaerobica, dovrà essere reinviato a monte dell'impianto.

La superficie complessiva dei letti sarà di norma compresa tra i valori riportati nella tabella IV-8, i valori maggiori riferendosi ad impianti operanti in zone con climi sfavorevoli (freddi ed umidi). In climi particolarmente piovosi peraltro i letti dovranno essere coperti (con vetri o materiale plastico).

#### 104.11.4 Disidratazione artificiale

Nel caso venisse richiesta la disidratazione artificiale dei fanghi (disidratazione meccanica a mezzo di filtri a vuoto, a disco, filtri pressa, centrifughe, ecc.) ed il condizionamento chimico, o nel caso che tale procedimento venisse proposto in sede di progetto-offerta, l'Appaltatore sarà tenuto alla scrupolosa osservanza di quanto in generale prescritto al precedente punto.

## 104.12 prescrizioni varie

### 104.12.1 Linee di trattamento

Salvo diversa prescrizione, qualora la potenzialità degli impianti fosse superiore 5000÷10.000 ab, le linee di trattamento dovranno essere sdoppiate. Lo sdoppiamento interesserà le fasi di maggiore importanza e, per gli impianti di potenzialità elevata, anche i trattamenti preliminari.

TIPO DI IMPIANTO	Fattore di carico organico Fc (Kg BOD <sub>5</sub> /Kg SSMA.d)	Volumi (l/ab)	Energia di miscelazione (W/m <sup>3</sup> )
Aerazione prolungata	0,02 ÷ 0,15	60	20
A basso carico	0,30 ÷ 0,50	65 ÷ 70	
Ad alto carico	0,80	70	

### 104.12.2 Vasche in conglomerato armato

Dovranno essere realizzate in conglomerato cementizio armato, dosato con non meno di 300 kg/m<sup>3</sup> di cemento di tipo pozzolanico od alluminoso; il getto verrà effettuato in casseroformi metalliche (salvo punti particolari) ed adeguatamente vibrato.

Le vasche avranno armature metalliche di diametro ridotto, ben distribuite, con distanze non superiore a 10 cm; preferibilmente saranno adottate reti elettrosaldate, con maglie di larghezza non superiore.

Le superfici casserate dovranno risultare, a sfornatura effettuata, perfettamente lisce, prive di nidi e distacchi di alcun genere; in difetto dovranno venire scalpellate e riempite con cemento espansivo. Le superfici non casserate dovranno essere accuratamente lisce, previa spolveratura delle stesse con cemento puro dato sul getto ancora fresco.

Per l'ancoraggio delle apparecchiature e di parti meccaniche in genere si dovrà provvedere, già in fase di getto, a predisporre gli opportuni alloggiamenti, restando in ogni caso vietato il taglio a scalpello delle strutture. Il fissaggio di tali apparecchiature verrà effettuato con l'impiego di malte espansive, nei tipi autorizzati.

Le vasche dovranno risultare perfettamente impermeabili; in difetto l'impermeabilizzazione sarà raggiunta con i sistemi prescritti od approvati dalla Direzione Lavori, ivi compreso l'impiego di vernici speciali idrofughe ed insensibili all'azione aggressiva dei liquami. Il tutto a cura e spese dell'Appaltatore. Le vasche inoltre dovranno essere facilmente accessibili per le operazioni di manutenzione e corredate di scale, parapetti e quant'altro necessario per la sicurezza degli operai.

Vasche e canali di collegamento a pelo libero dovranno infine essere dotati di un adeguato franco, non inferiore comunque a 50 cm, fra il pelo libero più alto raggiungibile dai liquami nei periodi di punta e la quota più bassa delle pareti di contenimento.

### 104.12.3 Apparecchiature e collegamenti

Tutte le apparecchiature ed i collegamenti idraulici degli impianti (pompe, tubazioni, vasche, ecc.) dovranno potersi vuotare con facilità dai liquami contenuti. Le apparecchiature inoltre dovranno essere dotate di organi di intercettazione e "by-pass" allo scopo di garantire in ogni evenienza la continuità del ciclo.

### 104.12.4 Impianti elettrici

Dovranno essere realizzati in perfetta conformità alle norme CEI in vigore. Particolarmente curata dovrà essere la messa a terra delle apparecchiature, dei quadri e di qualunque massa metallica possa costituire zona di dispersione, allo scopo di evitare tensioni di contatto.

Tutti i motori elettrici dovranno essere di tipo stagno. Saranno dotati delle necessarie protezioni (di massima corrente, di massima tensione e di sovraccarico) ed inoltre di dispositivi che consentano il riavviamento automatico. In rapporto poi al tipo di servizio svolto, saranno ancora dotati di dispositivi di consenso atti ad impedire l'avviamento ove lo stesso potesse risultare pregiudizievole alle apparecchiature asservite.

### 104.12.5 Verniciature

Tutte le parti metalliche a contatto o meno con le acque di scarico dovranno essere adeguatamente protette dalla corrosione a mezzo di opportuni cicli di verniciatura. I cicli saranno particolarmente prescritti od autorizzati dalla Direzione Lavori e prevederanno di norma: la sabbiatura delle superfici (almeno di tipo commerciale - SP6), l'applicazione di un "primer" di ancoraggio e non meno di due mani di finitura ad alto spessore (A.S.) (v).

## Art. 105 Protezione delle opere

### 105.1 Protezione In Generale

Tutte le strutture, le murature, le rifiniture, le installazioni e gli impianti dovranno essere adeguatamente protetti (sia in fase di esecuzione, che a costruzione ultimata) dall'azione degli agenti atmosferici, in particolare pioggia, vento e temperature eccessive.

sivamente basse od alte.

Le protezioni saranno rapportate al manufatto da proteggere, all'elemento agente, ai tempi di azione ed alla durata degli effetti protettivi (provvisori o definitivi); potranno essere di tipo attivo o diretto (additivi, anticorrosivi, antievaporanti ecc.) o di tipo passivo od indiretto (coperture impermeabili, schermature ecc.).

Resta perciò inteso che nessun compenso potrà richiedere l'Appaltatore per danni conseguenti alla mancanza od insufficienza delle protezioni in argomento, risultando anzi lo stesso obbligato al rifacimento od alla sostituzione di quanto deteriorato, salvo il risarcimento all'Amministrazione od a terzi degli eventuali danni dipendenti.

#### 105.2 *Protezione Delle Condotte Elevatorie*

Per proteggere le condotte prementi degli impianti di sollevamento dai *colpi di ariete*, derivanti dalle rapide variazioni di portata, dovranno di norma impiegarsi *volani*, *pozzetti piezometrici* o *casse d'aria*, in rapporto alle indicazioni di progetto od alle prescrizioni della Direzione Lavori. I volani saranno di regola limitati agli impianti di modesta entità, mentre i pozzetti piezometrici, a meno di particolari situazioni orografiche, a quelli di modesta prevalenza.

Il ricorso ai suddetti mezzi di protezione sarà necessario nei casi in cui le tubazioni, con lo spessore ed il tipo di acciaio previsti e le apparecchiature connesse, non risultassero stabili anche nelle condizioni di moto vario e laddove, in relazione all'andamento altimetrico, sussistesse il pericolo per le condotte di entrare in depressione. Resta inteso pertanto che ancorquando il progetto non prevedesse l'installazione delle protezioni prescritte, l'Appaltatore avrà il compito di verificarne la eventuale necessità od opportunità e di rappresentare alla Direzione Lavori i risultati di tale studio. In difetto sarà ritenuto responsabile di tutti i danni che alle condotte e relative apparecchiature potessero derivare dalla mancanza od insufficienza di tali protezioni.

Le casse d'aria dovranno essere dimensionate secondo il metodo Evangelisti.

### Art. 106 **Costruzioni in zone soggette a tutela**

#### 106.1 *Costruzioni In Zone Sismiche*

Tutte le costruzioni la cui sicurezza possa comunque interessare la pubblica incolumità, da realizzare in zone dichiarate sismiche (in muratura, in cemento armato, in acciaio o miste), dovranno essere calcolate ed eseguite con l'osservanza della normativa emanata con la Legge 2 febbraio 1974, n. 64 avente per oggetto: *Provvedimenti per le costruzioni con particolare prescrizioni per le zone sismiche* nonché delle *Norme Tecniche* approvate con D.M. 16 gennaio 1996 (vi).

A norma dell'art. 17 della legge citata l'Appaltatore sarà tenuto, prima di dare inizio ai lavori, a darne preavviso scritto, mediante lettera raccomandata con ricevuta di ritorno, al Sindaco ed all'Ufficio Tecnico della Regione od all'Ufficio del Genio Civile, secondo le competenze vigenti, indicando il proprio domicilio, il nome e la residenza del progettista e del direttore dei lavori. Alla domanda dovrà essere unito il progetto, in doppio esemplare, firmato dal progettista, dal direttore dei lavori e dallo stesso Appaltatore.

Il progetto dovrà essere esaurientemente dettagliato ed accompagnato da una relazione tecnica, dal fascicolo dei calcoli delle strutture portanti, (sia in fondazione che in elevazione) e dai disegni dei particolari esecutivi delle strutture. Al progetto dovrà inoltre essere allegata una relazione sulla fondazione, nella quale dovranno illustrarsi i criteri adottati nella scelta del tipo di fondazione, le ipotesi assunte, i calcoli svolti nei riguardi del complesso terreno-opera di fondazione. La relazione sulla fondazione dovrà essere corredata di grafici o di documentazione, in quanto necessari.

A norma dell'art. 18 della stessa legge, nelle località sismiche, ad eccezione di quelle a bassa sismicità all'uopo indicate nei decreti di cui al secondo comma dell'art. 3, i lavori non potranno essere iniziati senza preventiva autorizzazione scritta di uno degli Uffici di cui in precedenza.

#### 106.2 *costruzioni in zone da consolidare*

A norma dell'art. 2 della legge 2 febbraio 1974, n. 64, in tutti i territori comunali o loro punti, nei quali siano intervenuti od intervengano lo Stato o la Regione per opere di consolidamento abitato, ai sensi della legge 9 luglio 1908, n. 445 e successive modifiche ed integrazioni, nessuna opera e nessun lavoro, salvo quelli di manutenzione ordinaria e di rifinitura, potranno essere eseguiti senza la preventiva autorizzazione dell'Ufficio Tecnico della Regione o dell'Ufficio del Genio Civile secondo le competenze vigenti.

Ove pertanto le opere in appalto ricadessero nelle zone contemplate dal presente articolo, l'Appaltatore sarà tenuto a munirsi, ancor prima di dare inizio ai lavori, dell'autorizzazione prescritta.

## PARTE IV. MODALITÀ DI ESECUZIONE DELLE OPERE

### CAPITOLO 14 OPERE EDILIZIE IN GENERE

#### Art. 107 **Demolizioni**

##### 107.1 *Interventi preliminari*

L'appaltatore deve assicurarsi prima dell'inizio delle demolizioni dell'interruzione di approvvigionamenti idrici, gas e allacci di fognature nonché 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:

- materiali che rivestono superfici applicati a spruzzo o a cazzuola;
- rivestimenti isolanti di tubi e caldaie;
- 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.

##### 107.2 *Sbarramento della zona di demolizione*

Nella zona sottostante la demolizione devono essere vietati 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 devono essere consentiti soltanto dopo che è stato sospeso lo scarico dall'alto.

##### 107.3 *Idoneità delle opere provvisionali*

Le opere provvisionali, in legno o in ferro, devono essere allestite sulla base di giustificati calcoli di resistenza e devono essere conservate in efficienza per l'intera durata del lavoro, secondo le prescrizioni specifiche del piano di sicurezza.

Prima di reimpiegare elementi di ponteggi di qualsiasi tipo si deve provvedere alla loro revisione per eliminare le parti non ritenute più idonee.

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.

##### 107.4 *Ordine delle demolizioni. Programma di demolizione*

I lavori di demolizione, come stabilito dall'art. 151 del D.Lgs, 9 aprile 2008, n. 81, devono procedere con cautela e con ordine, devono essere eseguiti sotto la sorveglianza di un preposto e condotti in maniera da non pregiudicare la stabilità delle strutture portanti o di collegamento e di quelle eventuali adiacenti.

La successione dei lavori deve risultare da apposito programma contenuto nel pos, tenendo conto di quanto indicato nel psc, ove previsto, che deve essere tenuto a disposizione degli organi di vigilanza.

##### 107.5 *Allontanamento e /o deposito delle materie di risulta*

Il materiale di risulta ritenuto inutilizzabile dal direttore dei lavori per la formazione di rilevati o rinterrati 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.

##### 107.6 *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, 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 espressamente ordinate al fine di assicurarne l'incolumità e il diligente recupero.

Qualora l'appaltatore nell'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.

#### 107.7 *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.

#### 107.8 *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 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 la 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.

In ogni caso deve evitarsi che, per lo scuotimento del terreno in seguito alla caduta delle strutture o di grossi blocchi, possano sorgere danni o lesioni agli edifici vicini o a opere adiacenti o derivare pericoli per i lavoratori addetti.

### **Art. 108 Scavi a sezione obbligata e sbancamenti in generale**

#### 108.1 *Generalità*

Per gli scavi di sbancamento generale e/o per quelli a sezione obbligata e per la formazione dei rinterri e dei rilevati si farà riferimento esclusivamente ai disegni di progetto esecutivo e alle ulteriori prescrizioni della direzione dei lavori.

#### 108.2 *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 indicati erroneamente) negli elaborati progettuali esecutivi, in modo da potere impiegare i mezzi idonei per l'esecuzione dei lavori in appalto.

#### 108.3 *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, di siepi e l'estirpazione di eventuali ceppaie.

La terra vegetale eventualmente asportata per la profondità preventivamente concordata con la direzione dei lavori non dovrà essere mescolata con il terreno sottostante. La terra vegetale deve essere accumulata in cantiere nelle aree indicate dalla direzione dei lavori.

#### 108.4 *Riferimento ai disegni di progetto esecutivo*

Per gli scavi di sbancamento generale e/o per quelli a sezione obbligata e per la formazione dei rinterri e dei rilevati si farà riferimento esclusivamente ai disegni di progetto esecutivo e alle prescrizioni della direzione dei lavori.

#### 108.5 *Splateamento e sbancamento*

Nei lavori di splateamento o di sbancamento eseguiti senza l'impiego di escavatori meccanici, le pareti delle fronti di attacco 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 150 cm, 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, si deve predisporre alla necessaria armatura o al consolidamento del terreno.

#### 108.6 Scavi a sezione obbligata

Gli scavi a sezione obbligata devono essere effettuati fino alle profondità indicate nel progetto esecutivo con le tolleranze ammesse.

Gli scavi a sezione obbligata eventualmente eseguiti oltre la profondità prescritta devono essere riportati al giusto livello con calcestruzzo magro o sabbione, a cura e a spese dell'appaltatore.

Eventuali tubazioni esistenti che devono essere abbandonate dovranno essere rimosse dall'area di scavo di fondazione.

Nello scavo di pozzi e di trincee profondi più di 150 cm, quando la consistenza del terreno non dia sufficiente garanzia di stabilità, anche in relazione alla pendenza delle pareti, si deve provvedere, man mano che procede lo scavo, all'applicazione delle necessarie armature di sostegno.

I sistemi di rivestimento delle pareti devono sporgere dai bordi degli scavi di almeno 30 cm.

Idonee armature e precauzioni devono essere adottate nelle sottomurazioni e quando in vicinanza dei relativi scavi vi siano fabbriche o manufatti le cui fondazioni possano essere scoperte o indebolite dagli scavi.

#### 108.7 Scavi in presenza d'acqua

Sono definiti *scavi in acqua* quelli eseguiti in zone del terreno dove la falda acquifera, pur ricorrendo a opere provvisorie di eliminazione per ottenere un abbassamento della falda, sia costantemente presente a un livello di almeno 20 cm dal fondo dello scavo.

Nel prosciugamento è opportuno che la superficie freatica si abbassi oltre la quota del fondo dello scavo per un tratto di 40-60 cm inversamente proporzionale alla granulometria del terreno in esame.

##### 108.7.1 Pompe di aggettamento

Le pompe di aggettamento (o di drenaggio) devono essere predisposte dall'appaltatore in quantità, portata e prevalenza sufficienti a garantire nello scavo una presenza di acqua di falda inferiore a 20 cm e in generale per scavi poco profondi.

L'impiego delle pompe di aggettamento potrà essere richiesto a giudizio insindacabile della direzione dei lavori e per il loro impiego verrà riconosciuto all'appaltatore il compenso convenuto.

I sistemi di prosciugamento del fondo adottati dall'appaltatore devono essere accettati dalla direzione dei lavori, specialmente durante l'esecuzione di strutture in cemento armato, al fine di prevenire il dilavamento del calcestruzzo o delle malte.

##### 108.7.2 Prosciugamento dello scavo con sistema Wellpoint

Lo scavo di fondazione può essere prosciugato con l'impiego del sistema Wellpoint ad anello chiuso (con collettori perimetrali su entrambi i lati), in presenza di terreni permeabili per porosità, come ghiaie, sabbie, limi, argille e terreni stratificati. Tale metodo comporterà l'utilizzo di una serie di minipozzi filtranti (Wellpoint), con profondità maggiore di quella dello scavo, collegati con un collettore principale di aspirazione munito di pompa autoadescante, di altezza tale da garantire il prosciugamento dello scavo. Le pompe devono essere installate nell'area circostante al terreno in cui necessita tale abbassamento. Le tubazioni di diametro e di lunghezza adeguata dovranno scaricare e smaltire le acque di aggettamento con accorgimenti atti a evitare interrimenti o ostruzioni.

L'impianto di drenaggio deve essere idoneo: - alle condizioni stratigrafiche dei terreni interessati, rilevate fino a una profondità almeno doppia rispetto a quella di prefissata per lo scavo;- alla permeabilità dei terreni interessati, rilevata mediante prove *in situ*.

L'impresa potrà utilizzare caditoie esistenti ove possibile senza creare a immissione ultimata intasamenti alla naturale linea di smaltimento meteorica.

##### 108.7.3 Allontanamento delle acque superficiali o di infiltrazione

Sono a carico dell'appaltatore gli oneri per l'esaurimento delle acque superficiali o di infiltrazioni concorrenti nei cavi, l'esecuzione di opere provvisorie per lo scolo e la deviazione preventiva di esse dalle sedi stradali o dal cantiere in generale.

#### 108.8 Impiego di esplosivi

L'uso di esplosivi per l'esecuzione di scavi è vietato.

#### 108.9 Deposito di materiali in prossimità degli scavi

È vietato costituire depositi di materiali presso il ciglio degli scavi. Qualora tali depositi siano necessari per le condizioni del lavoro, si deve provvedere alle opportune puntellature.

#### 108.10 Presenza di gas negli scavi

Quando si eseguono lavori entro pozzi, fogne, cunicoli, camini e fosse in genere, devono essere adottate idonee misure 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 si sia 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.

#### 108.11 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 e la collocazione, ove necessario, di ponticelli, andatoie, rampe e scalette di adeguata portanza e sicurezza.

Prima di dare inizio a lavori di sistemazione, varianti, allargamenti e attraversamenti di strade esistenti, l'impresa è tenuta a informarsi dell'eventuale esistenza di cavi sotterranei (telefonici, telegrafici, elettrici) o condutture (acquedotti, gasdotti, fognature) nelle zone nelle quali ricadono i lavori stessi. In caso affermativo, l'impresa dovrà comunicare agli enti proprietari di dette opere o impianti (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 le opportune cautele, onde evitare danni alle suddette opere.

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.

Fanno comunque carico alla stazione appaltante gli oneri relativi a eventuali spostamenti temporanei e/o definitivi di cavi o condotte.

#### 108.12 Manutenzione degli scavi

Gli scavi di fondazione dovranno essere mantenuti asciutti, in relazione al tipo di lavoro da eseguire.

Si dovranno proteggere le zone scavate e le scarpate per evitare eventuali scoscendimenti e/o franamenti.

Rifiuti e macerie dovranno essere asportati dagli scavi prima dell'esecuzione delle opere susseguenti.

### Art. 109 **Divieti per l'appaltatore dopo l'esecuzione degli scavi**

L'appaltatore, dopo l'esecuzione degli scavi di fondazione o di sbancamento, non può iniziare l'esecuzione delle strutture di fondazione prima che la direzione dei lavori abbia verificato la rispondenza geometrica degli scavi o degli sbancamenti alle prescrizioni del progetto esecutivo e l'eventuale successiva verifica geologica e geotecnica del terreno di fondazione.

### Art. 110 **Riparazione di sottoservizi**

L'appaltatore ha l'obbligo e l'onere di riparare o di provvedere al pagamento delle spese di riparazione alle aziende erogatrici di eventuali sottoservizi (allacci fognari, tubazione di adduzione acqua, gas, ecc.) danneggiati dall'impresa durante l'esecuzione degli scavi e delle demolizioni.

### Art. 111 **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.

Qualora 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 rammoliscono 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 ben sminuzzate con la maggiore regolarità e precauzione possibile, in modo da caricare uniformemente le strutture portanti su tutti i lati e così da evitare le sfiancature che potrebbero derivare da un carico male distribuito.

Le materie trasportate in rilevato o rinterro con vagoni o automezzi non dovranno essere scaricate direttamente contro le murature, ma dovranno depositarsi in vicinanza dell'opera, per essere riprese successivamente al momento della formazione dei suddetti rinterri.

È vietato addossare terrapieni a murature o strutture in cemento armato di recente realizzazione e delle quali si riconosca 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, dare ai rilevati durante la loro costruzione le dimensioni richieste dall'assetamento delle terre, affinché al momento del collaudo i rilevati eseguiti abbiano dimensioni non inferiori a quelle ordinate.

## Art. 112 **Paratie e diaframmi**

### 112.1 *Generalità*

Le paratie e i diaframmi costituiscono strutture di fondazione infisse o costruite 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.

### 112.2 *Palancole infisse*

#### 112.2.1 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 maglia 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 fuoriuscite 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 palanca.

Se durante l'infissione si verificassero fuoriuscite dalle guide, disallineamenti o deviazioni non tollerabili a giudizio della direzione dei lavori, la palanca dovrà essere rimossa e reinfissa o sostituita, se danneggiata.

Per ulteriori informazioni, si rimanda alle prescrizioni delle norme **uni en 10248-1**, **uni en 10248-2**, **uni en 10249** e **uni en 10249-2**.

#### 112.2.2 Paratia 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 N/mm<sup>2</sup> 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.

### 112.3 *Paratie costruite in opera*

#### 112.3.1 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.

#### 112.3.2 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 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÷16 kg di bentonite asciutta per 100 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 cm a quella di progetto.

I getti dei calcestruzzi saranno eseguiti solo dopo il controllo della profondità di scavo raggiunta e la verifica dell'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.

#### 112.3.3 Prove e verifiche sul diaframma

Oltre alle prove di resistenza sui calcestruzzi e sugli acciai impiegati previsti dalle vigenti norme tecniche, 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. 113 **Fondazioni dirette**

#### 113.1 *Scavi di fondazione*

Le fondazioni dirette o superficiali sono quelle che trasferiscono l'azione proveniente dalla struttura in elevato agli strati superficiali del terreno.

La profondità del piano di posa delle fondazioni deve essere quella prevista dal progetto esecutivo. Eventuali variazioni o diversa natura del terreno devono essere comunicate tempestivamente alla direzione dei lavori, perché possa prendere i provvedimenti del caso.

Il terreno di fondazione non deve subire rimaneggiamenti e deterioramenti prima della costruzione dell'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.

In generale, il piano di fondazione deve essere posto al di fuori del campo di variazioni significative di contenuto d'acqua del terreno ed essere sempre posto a profondità tale da non risentire di fenomeni di erosione o scalzamento da parte di acque di scorrimento superficiale.

#### 113.2 *Controllo della rispondenza tra la caratterizzazione geotecnica assunta in progetto e la situazione effettiva*

In corso d'opera, il direttore dei lavori deve controllare la rispondenza tra la caratterizzazione geotecnica assunta in progetto esecutivo e la situazione effettiva del terreno.

#### 113.3 *Magrone*

Prima di effettuare qualsiasi getto di calcestruzzo di fondazione, dovrà essere predisposto sul fondo dello scavo, dopo aver eseguito la pulizia e il necessario costipamento dello stesso, uno strato di calcestruzzo magro avente la funzione di piano di appoggio livellato e di cuscinetto isolante contro l'azione aggressiva del terreno.

Lo spessore dello strato di calcestruzzo magro è quello indicato negli elaborati progettuali esecutivi delle strutture.

### Art. 114 **Pali di fondazione**

#### 114.1 *Definizioni*

##### 114.1.1 Pali infissi

I pali infissi vengono classificati in:- pali infissi gettati in opera;- pali infissi prefabbricati.

Pali infissi gettati in opera

I pali infissi gettati in opera sono quelli realizzati riempiendo con calcestruzzo lo spazio interno vuoto di un elemento tubolare metallico fatto penetrare nel terreno mediante battitura o per vibrazione, senza asportazione del terreno medesimo.

I pali infissi gettati in opera si distinguono in:

- pali con rivestimento definitivo in lamiera d'acciaio, corrugata o liscia, chiusi alla base con un fondello d'acciaio. I pali vengono realizzati infiggendo nel terreno il rivestimento tubolare. Dopo l'infissione e l'eventuale ispezione interna del rivestimen-

to, il palo viene completato riempiendo il cavo del rivestimento con calcestruzzo armato;

- pali realizzati tramite infissione nel terreno di un tubo forma estraibile, in genere chiuso alla base da un fondello a perdere. Terminata l'infissione, il palo viene gettato con calcestruzzo con o senza la formazione di un bulbo espanso di base. Durante il getto, il tubo-forma deve essere estratto dal terreno.

Pali infissi prefabbricati

I pali infissi prefabbricati sono quelli realizzati mediante battitura di manufatti, senza asportazione di terreno, eventualmente con l'ausilio di getti d'acqua in pressione alla punta.

A seconda che i pali siano prefabbricati in stabilimento o in cantiere, saranno adottate le seguenti tipologie costruttive:

- pali prefabbricati in stabilimento: in calcestruzzo centrifugato ed eventualmente precompresso, di norma a sezione circolare, di forma cilindrica, tronco-conica o cilindro-tronco-conica;

- pali prefabbricati in cantiere: in calcestruzzo vibrato, di norma a sezione quadrata.

#### 114.1.2 Pali trivellati

I pali trivellati sono quelli ottenuti per asportazione del terreno e sua sostituzione con calcestruzzo armato. Durante la perforazione, la stabilità dello scavo può essere ottenuta con l'ausilio di fanghi bentonitici ovvero tramite l'infissione di un rivestimento metallico provvisorio.

#### 114.1.3 Pali trivellati ad elica continua

I pali trivellati a elica continua sono i pali realizzati mediante infissione per rotazione di una trivella a elica continua e successivo getto di calcestruzzo, fatto risalire dalla base del palo attraverso il tubo convogliatore interno all'anima dell'elica, con portate e pressioni controllate.

L'estrazione dell'elica deve avvenire contemporaneamente all'immissione del calcestruzzo.

#### 114.1.4 Pali con morsa giracolonna

I pali con morsa giracolonna e i pali trivellati sono realizzati all'interno di tubo-forma provvisorio in acciaio, infisso con movimento rototraslatorio a mezzo di morsa giracolonna. Tale tipologia è da utilizzare in presenza di trovanti, strati lapidei, murature esistenti e ove non fosse possibile l'utilizzo di diversa attrezzatura di perforazione.

#### 114.1.5 Micropali

I micropali vengono classificati in:

- micropali a iniezione multipla selettiva;
- micropali a semplice cementazione.

Micropali a iniezione multipla selettiva

I micropali a iniezione multipla selettiva sono quelli ottenuti attrezzando le perforazioni di piccolo diametro con tubi metallici dotati di valvole di non ritorno, connessi al terreno circostante mediante iniezioni cementizie eseguite a pressione e volumi controllati.

Micropali a semplice cementazione

I micropali a semplice cementazione sono quelli realizzati inserendo entro una perforazione di piccolo diametro un'armatura metallica e solidarizzati mediante il getto di una malta o di una miscela cementizia.

L'armatura metallica può essere costituita:

- da un tubo senza saldature;
- da un profilato metallico della serie uni a doppio piano di simmetria;
- da una gabbia di armatura costituita da ferri longitudinali correnti del tipo ad aderenza migliorata e da una staffatura esterna costituita da anelli o spirale continua.

La cementazione può avvenire a semplice gravità o a bassa pressione, mediante un circuito a tenuta facente capo a un dispositivo posto a bocca foro.

### 114.2 Pali di medio e grande diametro

#### 114.2.1 Pali infissi (gettati in opera o prefabbricati)

L'appaltatore dovrà indicare alla direzione dei lavori la successione cronologica prevista per le infissioni. Dovrà inoltre assicurare il rispetto delle norme in merito ai limiti delle vibrazioni, comunicando alla direzione dei lavori i provvedimenti che intende adottare nel caso del superamento dei limiti stessi.

#### 114.2.2 Pali trivellati

Le tecniche di perforazione dovranno essere le più adatte in relazione alla natura del terreno attraversato.

In particolare:

- la perforazione a secco senza rivestimento non è ammessa. In casi particolari potrà essere adottata, previa informazione alla direzione dei lavori, solo in terreni fortemente cementati o argillosi, caratterizzati da valori della coesione non drenata;
- la perforazione a secco è ammissibile solo dove possa essere eseguita senza alcun ingresso di acqua nel foro;
- la perforazione a fango non è di norma ammessa in terreni molto aperti, privi di frazioni medio-fini ( $D_{10} > 4$  mm).

#### 114.2.3 Pali trivellati a elica continua

La tecnica di perforazione è adatta a terreni di consistenza bassa e media, con o senza acqua di falda.

In terreni compressibili nelle fasi di getto dovranno essere adottati i necessari accorgimenti atti a ridurre o evitare sbulbature.

#### 114.2.4 Attrezzature di scavo

La scelta delle attrezzature di scavo o di battitura e i principali dettagli esecutivi dovranno essere comunicati dall'appaltatore alla direzione dei lavori.

#### 114.2.5 Tolleranze dimensionali

I pali dovranno essere realizzati nella posizione e con le dimensioni di progetto, con le seguenti tolleranze ammissibili, salvo più rigorose limitazioni indicate negli elaborati progettuali esecutivi:

- coordinate planimetriche del centro del palo (rispetto al diametro del palo):  $\pm 10\%$  (max 5 cm);
- deviazione dell'asse del palo rispetto all'asse di progetto (verticalità):  $\leq \pm 2\%$ ;
- lunghezza- pali aventi diametro  $< 600$  mm:  $\pm 15$  cm;- pali aventi diametro  $> 600$  mm:  $\pm 25$  cm.– diametro finito:  $\pm 5\%$ ;
- quota di testa palo:  $\pm 5$  cm.

L'impresa è tenuta a eseguire, a suoi esclusivi onere e spesa, tutte le sostitutive e/o complementari che a giudizio della direzione dei lavori, sentito il progettista, si rendessero necessarie per ovviare all'esecuzione di pali in posizione e/o con dimensioni non conformi alle tolleranze qui stabilite, compresi pali aggiuntivi e opere di collegamento.

#### 114.2.6 Materiali

##### a) Armature metalliche

Le armature metalliche dovranno essere costituite da barre ad aderenza migliorata. Le armature trasversali dei pali saranno costituite unicamente da spirali in tondino esterne ai ferri longitudinali.

I pali dovranno essere armati per tutta la lunghezza.

Le armature verranno pre-assemblate fuori opera in gabbie e i collegamenti dovranno essere realizzati con doppia legatura in filo di ferro o con morsetti.

Nel caso di utilizzo di acciaio saldabile ai sensi delle Norme tecniche emanate con D.M. 14 gennaio 2008 è possibile ricorrere alla saldatura (puntatura) delle staffe o dei cerchioni irrigidenti con i ferri longitudinali, al fine di rendere le gabbie d'armatura in grado di sopportare le sollecitazioni di movimentazione. Per le saldature devono essere rispettate le prescrizioni riportate in questo capitolato, relative alle verifiche da eseguire per accertarsi che la saldatura non abbia indotto riduzioni di resistenza nelle barre.

Gli elettrodi o i fili utilizzati devono essere di composizione tale da non introdurre fenomeni di fragilità.

Le armature trasversali dovranno contrastare efficacemente gli spostamenti delle barre longitudinali verso l'esterno. Le staffe dovranno essere chiuse e risvoltate verso l'interno.

L'interasse delle staffe non dovrà essere superiore a 20 cm e il diametro dei ferri non inferiore a 10 mm. Non è consentito l'uso delle armature elicoidali ove non siano fissate solidamente a ogni spira a tutte le armature longitudinali intersecate.

In corso d'opera, la frequenza dei prelievi per le prove di verifica di cui sopra sarà di tre campioni di barra longitudinale e di staffa ogni 200-500 ml di gabbia.

L'armatura di lunghezza pari a quella del palo dovrà essere posta in opera prima del getto e mantenuta *in situ* senza poggiarla sul fondo del foro.

Al fine di irrigidire le gabbie d'armatura, potranno essere realizzati opportuni telai cui fissare le barre di armatura. Detti telai potranno essere realizzati utilizzando barre verticali legate ad anelli irrigidenti orizzontali. Orientativamente, a seconda delle dimensioni e della lunghezza del palo, potrà provvedersi un cerchiente ogni 2,5-3 m.

Non è ammessa la distribuzione delle barre verticali su doppio strato. L'intervallo netto minimo tra barra e barra, misurato lungo la circonferenza che ne unisce i centri, non dovrà in alcun caso essere inferiore a 7,5 cm.

Le gabbie di armatura dovranno essere dotate di opportuni distanziatori non metallici atti a garantire la centratura dell'armatura e di un copriferro netto minimo di 4-5 cm rispetto al rivestimento definitivo o di 6-7 cm rispetto al diametro nominale del foro nel caso di pali trivellati. Per i distanziatori in plastica, al fine di garantire la solidarietà col calcestruzzo, è necessario verificare che la loro superficie sia forata per almeno il 25%.

I centratori dovranno essere posti a gruppi di tre o quattro, regolarmente distribuiti sul perimetro e con spaziatura verticale di

3-4 m.

Le gabbie di armatura dovranno essere perfettamente pulite ed esenti da ruggine e dovranno essere messe in opera prima del getto. Ove fosse necessario, è ammessa la giunzione, che potrà essere realizzata mediante sovrapposizione non inferiore a 40 diametri, tramite impiego di un adeguato numero di morsetti.

b) Rivestimenti metallici

Le caratteristiche geometriche dei rivestimenti sia provvisori sia definitivi saranno conformi alle prescrizioni del progetto esecutivo.

Le caratteristiche meccaniche e di rigidità (spessore e inerzia) dovranno essere sufficienti a consentire il trasporto, il sollevamento e l'infissione, senza che gli stessi subiscano danni, ovalizzazioni, ecc.

Per i pali battuti, infissi senza alcuna asportazione di terreno, il dimensionamento dei tubi di rivestimento potrà essere realizzato con il metodo dell'onda d'urto.

I rivestimenti definitivi dei pali infissi e gettati in opera dovranno avere la base piatta e saldata al fusto, in modo da resistere alle sollecitazioni di battitura e di ribattitura, evitare infiltrazioni di acqua e non avere sporgenze esterne.

Nel caso di pali da realizzare in ambienti aggressivi, la superficie esterna del palo dovrà essere rivestita con materiali protettivi adeguati (per esempio vernici a base di poliuretano-catrame), previa approvazione del direttore dei lavori.

c) Fanghi bentonitici

Nella realizzazione delle opere è ammesso esclusivamente l'uso di fanghi bentonitici.

La scelta del tipo di bentonite, certificato dal fornitore, è assoggettata alla sua affinità con le caratteristiche chimico-fisiche del terreno di scavo e dell'acqua di falda.

Sul fango bentonitico dovranno essere eseguiti controlli di qualità per determinare i seguenti parametri: - caratteristiche della bentonite; - caratteristiche dell'acqua; - densità del fango bentonitico fresco; - densità, viscosità, temperatura e pH del fango bentonitico pronto per l'impiego; - caratteristiche del fango bentonitico nell'interno dello scavo, prima del getto; - contenuto in sabbia del fango  $\leq 5\%$ ; - densità  $\leq 1,15 \text{ t/m}^3$ .

### 114.3 Modalità esecutive

#### 114.3.1 Pali battuti gettati in opera con rivestimento definitivi

a) Attrezzatura

L'infissione del rivestimento dovrà essere eseguita con un battipalo scorrevole su una torre avente guide fisse con perfetto allineamento verticale.

Le caratteristiche del battipalo saranno conformi alle indicazioni di progetto, quando esistenti.

Potranno essere impiegati i seguenti tipi di battipalo: - battipalo a vapore ad azione singola; - battipalo a vapore a doppia azione; - battipalo diesel.

Il battipalo impiegato deve essere in grado di fornire l'energia sufficiente all'infissione entro i terreni presenti nel sito.

La definizione delle caratteristiche minime del battipalo sarà eseguita a cura dell'appaltatore, utilizzando le formule dinamiche oppure l'analisi con il metodo dell'onda d'urto, essendo noti le caratteristiche geometriche del palo, il materiale di costruzione e la portata limite richiesta dal progetto.

La massa battente del battipalo dovrà agire su un cuscinio (cuffia o testa di battuta) di cui siano note le caratteristiche geometriche e di elasticità.

Per ogni attrezzatura l'appaltatore dovrà fornire alla direzione dei lavori le seguenti informazioni: - marca e tipo del battipalo; - principio di funzionamento del battipalo; - energia massima di un colpo e relativa possibilità di regolazione; - numero di colpi al minuto e relativa possibilità di regolazione; - efficienza  $E$  del battipalo; - caratteristiche del cuscinio (materiale, diametro, altezza costante elastica, coefficiente di costituzione); - caratteristiche della cuffia (materiale e peso); - peso degli eventuali adattatori; - peso del battipalo.

L'efficienza  $E$  dovrà essere sempre maggiore del 70%.

Qualora richiesto dalla direzione dei lavori, l'appaltatore dovrà provvedere alla strumentazione del battipalo per la misura della velocità terminale del maglio, onde ricavare, sulla base delle caratteristiche dell'attrezzatura certificate dal costruttore, la reale efficienza  $E$  del battipalo.

b) Tubi di rivestimento

I tubi di rivestimento saranno in acciaio e di qualità, forma e spessore tali da sopportare tutte le sollecitazioni agenti durante l'infissione e da non subire distorsioni o collassi conseguenti alla pressione del terreno o all'infissione di pali vicini. I rivestimenti saranno chiusi alla base da una piastra in acciaio di resistenza adeguata, comunque di spessore  $> 3 \text{ mm}$ , saldata per l'intera circonferenza al tubo di rivestimento. La piastra sarà priva di sporgenze rispetto al rivestimento e la saldatura sarà tale da prevenire l'ingresso di acqua all'interno per l'intera durata della battitura e oltre.

È ammesso l'impiego di lamierino di modesto spessore, corrugato, battuto mediante mandrino.

È ammesso l'impiego di rivestimenti a sezione variabile con raccordi flangiati.

c) Mandrino

È prevista la possibilità di utilizzare un mandrino di acciaio, di opportune dimensioni e resistenza, allo scopo di eseguire la battitura sul fondello. È ammesso l'impiego di mandrini a espansione, resi temporaneamente solidali al rivestimento.

È ammesso l'impiego di mandrini speciali per la battitura multipla di rivestimenti a sezione variabile.

d) Infissione

L'infissione dei rivestimenti tramite battitura deve avvenire senza estrazione di materiale, con spostamento laterale del terreno naturale.

L'appaltatore deve comunicare alla direzione dei lavori il programma cronologico di infissione di tutti i pali, elaborato in modo da rendere minimi gli effetti negativi dell'infissione stessa sulle opere vicine e sui pali già realizzati.

È ammessa, se prevista dal progetto ovvero se approvata dalla direzione dei lavori, l'esecuzione della battitura in due o più fasi, con eventuale modifica del procedimento (ad esempio, eseguendo dapprima la battitura in testa e prevedendo l'impiego del mandrino in seconda fase).

Nel caso di utilizzo del mandrino, esso deve essere infilato nel rivestimento. Se previsto, il mandrino deve essere espanso e mantenuto del tutto solidale al tuboforma per l'intera durata dell'infissione, a seguito della quale sarà estratto.

L'inserimento del mandrino nel rivestimento deve essere eseguito, se necessario, con l'ausilio di un palo-pozzo di diametro superiore a quello dei pali di esercizio.

Il palo-pozzo potrà essere trasformato in palo di esercizio, se accettato dalla direzione dei lavori, in funzione della sua ubicazione e delle sue caratteristiche.

Si considererà raggiunto il rifiuto allorquando, con un battipalo pienamente efficiente, si avranno avanzamenti non superiori a 10 cm per cento colpi di maglio.

Per pali di particolare lunghezza è ammessa la saldatura in opera di due spezzoni di rivestimento, il primo dei quali già infisso. Il secondo spezzone, nel corso della saldatura, deve essere mantenuto in posizione fissa da un'adeguata attrezzatura di sostegno.

L'infissione dei rivestimenti sarà arrestata quando sarà soddisfatta una delle seguenti condizioni:- raggiungimento della quota di progetto;- misurazione del rifiuto della battitura.

In quest'ultimo caso, la direzione dei lavori avrà facoltà di chiedere all'appaltatore la ribattitura del palo dopo 24 ore di attesa, se motivata da ragioni geotecniche particolari (forti sovrappressioni interstiziali, ecc.).

L'appaltatore, previa comunicazione alla direzione dei lavori, potrà eseguire dei prefori di guida all'infissione per evitare o ridurre i problemi di vibrazione o il danneggiamento di opere o pali già esistenti. Il preforo avrà diametro massimo inferiore di almeno 20 mm rispetto a quello esterno della tubazione di rivestimento. Il preforo potrà anche essere richiesto per il raggiungimento delle quote di progetto nel caso di livelli superficiali molto addensati o cementati.

e) Armature

Le gabbie di armatura devono essere assemblate in stabilimento o a piè d'opera, in conformità ai disegni progettuali esecutivi e con le specifiche di questo capitolato.

Esse saranno posizionate entro i rivestimenti, curando il perfetto centramento mediante l'impiego di opportuni distanziatori e rispettando con precisione le quote verticali prescritte nei disegni di progetto.

Prima del posizionamento, si avrà cura di rimuovere eventuali corpi estranei presenti nel cavo e si verificherà che l'eventuale presenza di acqua entro il tubo di rivestimento non superi il limite di 15 cm.

#### 114.3.2 Pali battuti gettati in opera con tubo forma estraibile

a) Attrezzatura

L'infissione del tubo-forma provvisorio sarà eseguita con un battipalo conforme alle specifiche per i pali battuti gettati in opera con rivestimento definitivo.

b) Tubi di rivestimento

Le medesime specifiche per i pali battuti gettati in opera con rivestimento definitivo valgono per le caratteristiche della tubazione provvisoria.

Per l'espulsione del fondello, posto a occludere l'estremità inferiore del tubo-forma, è ammesso l'impiego di un pistone rigido di diametro pari a quello interno del tubo-forma, collegato, tramite un'asta rigida, alla base della testa di battuta.

È ammesso l'impiego di tubo-forma dotati di fondello incernierato recuperabile.

c) Infissione

L'infissione sarà effettuata in conformità a quanto specificato per i pali battuti gettati in opera con rivestimento definitivo, con la sola esclusione di quanto non applicabile.

d) Armature

Valgono le prescrizioni per i pali battuti gettati in opera con rivestimento definitivo.

e) Getto del calcestruzzo

Il getto di calcestruzzo avverrà secondo le modalità e le prescrizioni per i pali battuti gettati in opera con rivestimento definitivo, con contemporanea estrazione e accorciamento del tubo-forma provvisorio, la cui scarpa deve essere tenuta costantemente sotto un battente di calcestruzzo non inferiore a 2 m. A questo scopo, ogni manovra di accorciamento del rivestimento esterno e del tubo convogliatore deve essere preceduta dalla misurazione del livello del calcestruzzo, tramite l'impiego di uno scandaglio.

Lo scandaglio dovrà essere costituito da un grave metallico, del peso di circa 5 kg, di forma cilindrica con fondo piatto, corredato di un filo di sospensione metrato.

114.3.3 Pali vibro-infissi gettati in opera con tubo forma provvisorio

a) Attrezzatura

L'energia necessaria per l'infissione sarà applicata in testa al palo utilizzando un battipalo scorrevole su una torre con guide fisse con perfetto allineamento verticale e utilizzando un vibratore a masse eccentriche regolabili, a funzionamento idraulico o elettrico.

Le caratteristiche del vibratore (momento di eccentricità, numero di vibrazioni per minuto, forza centrifuga all'avvio, ampiezza e accelerazione del minimo) saranno scelte dall'appaltatore in relazione alle prestazioni da ottenere, eventualmente anche a seguito di prove tecnologiche preliminari.

b) Infissione del tubo forma

Per quanto concerne le caratteristiche del tubo forma e le modalità di infissione dello stesso, valgono le prescrizioni di per i pali battuti gettati in opera con tubo-forma estraibile.

L'infissione sarà eseguita fino al raggiungimento delle quote previste nel progetto esecutivo.

La distanza minima e/o l'intervallo di tempo tra l'infissione di due pali adiacenti sarà definita in relazione alla natura dei terreni attraversati. In ogni caso, la distanza minima non sarà inferiore a 3 diametri.

c) Posa dell'armatura e getto del calcestruzzo

Per quanto concerne le caratteristiche dell'armatura e le modalità di getto, valgono le prescrizioni per i pali battuti gettati in opera con tubo-forma estraibile.

Completata l'infissione, si provvederà a porre in opera l'armatura entro il tubo-forma e si darà luogo al getto, estraendo mano a mano, per vibrazione, il tubo-forma provvisorio.

La vibrazione deve favorire l'assettamento del calcestruzzo. Per evitare eventuali franamenti del terreno e il conseguente inglobamento di materiale nel getto di calcestruzzo, questo dovrà avere uno slump di 9-10 cm.

L'assorbimento reale di calcestruzzo può eccedere il valore teorico, riferito al diametro nominale del palo, in misura del 10-20%.

d) Controlli e documentazione

L'appaltatore deve redigere per ogni palo una scheda tecnica contenente tutti i dati riguardanti il palo, ovvero:- numero progressivo del palo (riferito ad una planimetria);- profondità di infissione;- dati tecnici dell'attrezzatura;- descrizione di eventuali presunte anomalie stratigrafiche;- tempo necessario per l'infissione;- grafico degli assorbimenti di calcestruzzo.

114.3.4 Pali battuti prefabbricati

a) Prefabbricazione dei pali

La prefabbricazione dei pali può avvenire in stabilimento di produzione o in cantiere.

I pali prefabbricati in stabilimento dovranno essere costruiti con calcestruzzo centrifugato avente una resistenza caratteristica dopo stagionatura di  $R_{ck} \geq 40$  MPa.

Se richiesto, i pali saranno di tipo precompresso con il metodo dei fili d'acciaio aderenti.

I pali troncoconici avranno un diametro esterno rastremato di 1,5 cm per metro lineare e un diametro interno non superiore alla metà dell'esterno.

I pali prefabbricati in cantiere invece saranno realizzati con calcestruzzo avente caratteristiche conformi alle prescrizioni per le opere in conglomerato cementizio fornite in questo capitolato. La stagionatura potrà essere naturale in ambiente umido oppure a vapore. In ogni caso, i pali dovranno raggiungere caratteristiche di resistenza alla compressione e all'urto tali da permetterne l'infissione nelle condizioni stratigrafiche del sito senza lesioni e rotture.

Le armature metalliche dovranno essere costituite da barre ad aderenza migliorata. Le armature trasversali dei pali saranno costituite da uno o due spirali in filo lucido crudo esterne ai ferri longitudinali.

Le armature verranno pre-assemblate in gabbie e i collegamenti saranno ottenuti con doppia legatura in filo di ferro.



Le gabbie di armature avranno un copriferro netto minimo rispetto alla superficie del palo di 3 cm e dovranno essere perfettamente pulite ed esenti da ruggine.

b) Giunzione dei pali

Nel caso di pali di lunghezza superiore a 16 m, è ammesso il ricorso alla giunzione di due o più elementi. Il giunto dovrà essere costituito da un anello di acciaio con armatura longitudinale, solidale con ciascuno degli spezzoni di palo da unire. Gli anelli verranno saldati fra loro e protetti con vernici bituminose o epossidiche.

c) Protezione della punta

La punta dei pali dovrà essere protetta con una puntazza metallica formata da un cono di lamiera con angolo al vertice di 60°, resa solidale al fusto del palo tramite spezzoni di tondino saldati alla puntazza e annegati nel calcestruzzo.

In terreni poco compatti l'uso della puntazza potrà essere evitato.

In terreni molto compatti invece la puntazza sarà rinforzata con massello di ghisa o sostituita con uno spezzone di profilato in acciaio a doppio T (nel caso di roccia).

d) Attrezzatura

L'infissione del palo sarà eseguita con un battipalo conforme alle prescrizioni per i pali battuti gettati in opera con rivestimento definitivo.

e) Infissione

L'infissione dei pali avverrà tramite battitura, senza estrazione di materiale. Nel caso di strati granulari addensati, si potrà facilitare l'infissione con iniezioni d'acqua. In tal caso, la discesa del palo avverrà per peso proprio o con l'ausilio di una modesta battitura.

Le iniezioni d'acqua dovranno essere interrotte non appena superato lo strato granulare e comunque non oltre 2 m prima del raggiungimento della quota di progetto esecutivo.

Modalità, pressioni e portata del getto dovranno essere comunicate alla direzione dei lavori.

Se motivato da esigenze di riduzione delle vibrazioni o in alternativa all'uso delle iniezioni d'acqua, si potranno eseguire prefori aventi diametro inferiore di almeno 20 mm alla minima sezione del palo.

Il preforo non dovrà raggiungere lo strato portante (se esistente) e fermarsi comunque almeno a 2/3 della profondità di progetto.

L'infissione dei pali sarà attestata quando si registrerà il raggiungimento di una delle seguenti condizioni:- arrivo alla quota di progetto;- misurazione del rifiuto alla battitura.

In quest'ultimo caso, la direzione dei lavori ha facoltà di chiedere all'appaltatore la ribattitura del palo dopo 24 ore di attesa per tratti anche superiori a 0,5 m, se motivata da ragioni geotecniche particolari (forti sovrappressioni interstiziali, ecc.).

Il rifiuto si considererà raggiunto quando l'infissione corrispondente a dieci colpi di battipalo efficiente risulta inferiore a 2,5 cm.

f) Controlli e documentazione

Per i controlli e la documentazione valgono le prescrizioni fornite per i pali battuti gettati in opera con rivestimento definitivo.

#### 114.3.5 Pali trivellati con fanghi bentonitici

a) Attrezzatura

Per la perforazione saranno utilizzate attrezzature semoventi equipaggiate con rotary. L'utensile di scavo sarà il più idoneo in relazione alla natura e alla consistenza dei terreni da scavare.

Numero, potenza e capacità operativa delle attrezzature dovranno essere tali da consentire la realizzazione dei pali nei tempi previsti alla luce delle condizioni ambientali, litologiche e idrogeologiche dei terreni da attraversare, nonché in relazione alle dimensioni (diametro e lunghezza) dei pali da eseguire.

b) Preparazione del fango bentonitico

Il fango bentonitico dovrà essere preparato e utilizzato in accordo alle modalità progettuali.

c) Perforazione

Se necessario, in corrispondenza di ciascun palo sarà posto in opera un avampozzo provvisorio di lamiera d'acciaio con funzioni di guida dell'utensile, di riferimento per la posizione piano-altimetrica della sommità del palo o di difesa dall'erosione del terreno nelle fasi di immissione e risalita dell'utensile di perforazione.

La distanza minima fra gli assi di due perforazioni attigue, in corso, appena ultimate o in corso di getto dovrà essere tale da impedire eventuali fenomeni di interazione e comunque non inferiore ai 5 diametri. Qualora in fase di completamento della perforazione fosse accertata l'impossibilità di eseguire rapidamente il getto (sosta notturna, mancato trasporto del calcestruzzo, ecc.), sarà necessario interrompere la perforazione alcuni metri prima e ultimarla solo nell'imminenza del getto.

Una volta raggiunte le profondità previste dal progetto, si provvederà alla sostituzione del fango di perforazione fino al rag-

giungimento dei prescritti valori del contenuto in sabbia, e alla eventuale pulizia del fondo foro con gli utensili più adatti (per esempio, il cleaning bucket).

Per la rimonta del fango di perforazione da sostituire prima del getto, si potrà utilizzare uno dei seguenti sistemi:- eiettore (*air lifting*);- pompa sommersa per fanghi;- pompa-vuoto applicata in testa al tubo-getto.

Nel caso di presenza nel terreno di trovanti lapidei o di strati rocciosi o cementati e per conseguire un adeguato immersionamento in substrati di roccia dura, si potrà ricorrere all'impiego di scalpelli frangiroccia azionati a percussione, di peso e forma adeguati alla natura dell'ostacolo e comunque dotati alla sommità di un anello di forma appropriata per la guida dell'utensile.

In alternativa all'uso dello scalpello, possono essere utilizzate eliche da roccia aventi spirali rinforzate e denti idonei allo stato di fessurazione della roccia da perforare.

L'impiego dello scalpello comporterà l'adozione di un rivestimento provvisorio, spinto sino al tetto della formazione lapidea, allo scopo di evitare urti e rimbalzi laterali dello scalpello contro le pareti del foro.

#### d) Armature

Completata la perforazione, si provvederà alla posa in opera della gabbia delle armature, preassemblata, in conformità con le specifiche previste in questo capitolato o secondo le ulteriori indicazioni del direttore dei lavori.

Nel caso che il palo attraversi strati sede di falda acquifera in movimento, con pericolo di dilavamento del calcestruzzo in fase di maturazione, in corrispondenza di questi strati la gabbia sarà avvolta da una camicia tubolare di lamierino in acciaio di spessore non inferiore a 1 mm.

#### e) Getto del calcestruzzo

Il getto del calcestruzzo avverrà impiegando il tubo di convogliamento. Esso sarà costituito da sezioni non più lunghe di 3 m di tubo in acciaio avente diametro interno di 20-26 cm.

L'interno del tubo sarà pulito, privo di irregolarità e strozzature. Le giunzioni tra sezione e sezione saranno del tipo filettato, senza manicotto (filettatura in spessore) o con manicotti esterni che comportino un aumento di diametro non superiore a 2 cm. Sono escluse le giunzioni a flangia.

Il tubo sarà provvisto all'estremità superiore di una tramoggia di carico avente una capacità di almeno  $0,5-0,6 \text{ m}^3$  e mantenuto sospeso da un mezzo di sollevamento.

Prima di installare il tubo getto sarà eseguita un'ulteriore misura del fondo foro. Qualora lo spessore del deposito superi i 20 cm, si provvederà all'estrazione della gabbia d'armatura e alle operazioni di pulizia.

Il tubo di convogliamento sarà posto in opera arrestando il suo piede a circa 30-60 cm dal fondo della perforazione. Al fine di evitare azioni di contaminazione o dilavamento del primo calcestruzzo gettato, prima di iniziare il getto si disporrà entro il tubo, in prossimità del suo raccordo con la tramoggia, un tappo formato da un involucro di carta o plastica, riempito con vermiculite granulare, palline di polistirolo o sabbia.

Durante il getto di calcestruzzo il tubo convogliatore sarà opportunamente manovrato, in modo da favorire l'uscita e la risalita del calcestruzzo evitando altresì la segregazione della malta dagli inerti.

Previa verifica del livello raggiunto, utilizzando uno scandaglio metallico a fondo piatto, nel corso del getto il tubo di convogliamento sarà accorciato per tratti successivi, sempre conservando un'immersione minima nel calcestruzzo di 2 m.

Il getto di calcestruzzo dovrà essere portato ad almeno 0,5-1 m al di sopra delle quote di progetto della testa palo, per consentire di eliminare la parte superiore del palo (scapitozzatura).

All'inizio del getto si dovrà disporre di un volume di calcestruzzo pari a quello del tubo di getto e di almeno 3 o 4 m di palo.

È prescritta una cadenza di getto non inferiore a  $15 \text{ m}^3/\text{ora}$ .

Durante le operazioni di getto, al termine dello scarico di ogni betoniera, l'appaltatore dovrà verificare la quota di riempimento del palo, in modo da avere un immediato raffronto fra la quota teorica e la quota raggiunta.

#### f) Controlli e documentazione

Per ciascun palo, l'appaltatore dovrà redigere una scheda indicante:- numero progressivo del palo (riferito a una planimetria);- dati tecnici dell'attrezzatura;- profondità di perforazione;- informazioni relative alla stratigrafia locale;- volumi e grafico del getto.

In presenza di anomalie e/o differenze rispetto alla stratigrafia prevista, qualora le condizioni reali risultino inferiori a quelle di progetto, l'appaltatore dovrà informare tempestivamente la direzione dei lavori.

### 114.3.6 Pali trivellati con rivestimento provvisorio

#### a) Attrezzature

Le attrezzature per l'esecuzione dei pali trivellati con rivestimento provvisorio dovranno essere costituite da:- escavatori;- morsa muovi-colonna;- vibromorsa;- utensile di scavo.

Escavatori

Per gli escavatori valgono le specifiche valide per i fanghi bentonitici.

#### Morsa muovi-colonna

La morsa dovrà essere costituita da un telaio rigido di supporto sul quale viene posto un collare metallico, a tre settori, dotato di un martinetto di chiusura per il serraggio della colonna di rivestimento. Sul telaio di supporto, collegato all'escavatore, saranno montati:- due martinetti di oscillazione, sincronizzati, che imprimono un movimento rotatorio alla colonna;- due martinetti di infissione ed estrazione della colonna, a funzionamento indipendente, che consentono anche di correggere eventuali deviazioni della colonna.

Il diametro nominale del collare dovrà corrispondere al diametro del palo. Sarà consentito l'impiego di opportune riduzioni.

Le caratteristiche dei martinetti e del circuito idraulico di funzionamento dovranno essere in grado di sviluppare spinta, momento torcente e serraggio della colonna adeguati al diametro e alla lunghezza del palo da realizzare.

#### Vibromorsa

Per la vibromorsa valgono le prescrizioni per i pali vibro-infissi gettati in opera con tubo-forma provvisorio.

#### Utensile di scavo

Per lo scavo entro la colonna di rivestimento provvisoria si utilizzerà l'utensile più adatto al tipo di terreno, prevedendo, ove necessario, l'impiego di scalpello a elevata energia demolitrice.

##### b) Tubi-forma

La tubazione sarà costituita da tubi di acciaio, di diametro esterno pari al diametro nominale del palo, suddivisi in spezzoni connessi tra loro mediante innesti speciali del tipo maschio/femmina.

L'infissione della tubazione di rivestimento sarà ottenuta imprimendole un movimento rototraslatorio, mediante adeguata attrezzatura rotary e/o morsa azionata da comandi oleodinamici oppure, in terreni poco o mediamente addensati, privi di elementi grossolani e prevalentemente non coesivi, applicandole in sommità un vibratore di adeguata potenza. In questo secondo caso, la tubazione potrà essere suddivisa in spezzoni ma anche essere costituita da un unico pezzo di lunghezza pari alla profondità del palo. È ammessa la giunzione per saldatura degli spezzoni, purché non risultino varchi nel tubo che possono dar luogo all'ingresso di terreno.

##### c) Perforazione

La perforazione non dovrà essere approfondita al di sotto della scarpa del tubo di rivestimento.

Nel caso di presenza di falda, il foro dovrà essere costantemente tenuto pieno d'acqua (o eventualmente di fango bentonitico), con un livello non inferiore a quello della piezometrica della falda. Lo scavo all'interno sarà approfondito sino alla quota di progetto.

L'infissione sotto-scarpa della colonna di rivestimento dovrà consentire di evitare rifluimenti a fondo foro.

##### d) Armature

Per le armature devono applicarsi le specifiche previste dal presente capitolato speciale e le ulteriori indicazioni del direttore dei lavori.

##### e) Getto del calcestruzzo

Il getto avverrà conformemente alle specifiche per i pali trivellati con fanghi bentonitici, provvedendo altresì alla contemporanea estrazione del tubo-forma provvisorio, la cui scarpa dovrà restare sotto un battente minimo di calcestruzzo non inferiore a 3 m.

##### f) Controlli e documentazione

Per i controlli e la documentazione, valgono le prescrizioni per i pali battuti gettati in opera con rivestimento definitivo.

#### 114.3.7 Pali trivellati a elica continua

Questo tipo di palo potrà essere utilizzato solo se esplicitamente previsto in progetto.

#### Attrezzature

Si utilizzeranno escavatori equipaggiati con rotary a funzionamento idraulico o elettrico montate su asta di guida e dotate di dispositivo di spinta.

L'altezza della torre e le caratteristiche della rotary (coppia, spinta) dovranno essere commisurate alla profondità da raggiungere.

L'equipaggiamento di cantiere dovrà comprendere la disponibilità di pompe per calcestruzzo in numero adeguato ai ritmi di esecuzione dei pali.

#### Perforazione

La perforazione sarà eseguita mediante una trivella a elica continua, di lunghezza e diametro corrispondenti alle caratteristiche geometriche dei pali da realizzare.

L'anima centrale dell'elica deve essere cava, in modo da consentire il successivo passaggio del calcestruzzo. All'estremità inferiore dell'anima sarà posta una punta a perdere, avente lo scopo di impedire l'occlusione del condotto.

La perforazione avverrà di norma regolando coppia e spinta, in modo da avere condizioni di infissione prossime al perfetto avvitalimento. In ogni caso, il volume di terreno estratto per caricamento della trivella deve essere non superiore al volume teorico della perforazione.

Qualora si riscontrassero rallentamenti della perforazione in corrispondenza di livelli di terreno intermedi o dell'eventuale strato portante inferiore, l'appaltatore con l'accordo della direzione dei lavori potrà:

- eseguire prefori di diametro inferiore al diametro nominale di pali;
- ridurre la lunghezza di perforazione.

#### Armatura

L'armatura verrà inserita entro l'anima della trivella elicoidale, il cui diametro interno deve essere congruente con il diametro della gabbia di armatura.

All'interno della gabbia, dovrà essere inserito un adeguato mandrino, da tenere contrastato sul dispositivo di spinta della rotary, per ottenere l'espulsione del fondello a perdere, con effetto di precarica alla base del palo.

La gabbia dovrà essere costruita in conformità con il disegno di progetto e nel rispetto delle specifiche di cui al punto ....

#### Getto del calcestruzzo

Il calcestruzzo dovrà essere pompato pneumaticamente entro il cavo dell'asta di perforazione che verrà progressivamente estratta, di norma senza rotazione. La cadenza di getto deve assicurare la continuità della colonna di conglomerato. L'estrazione dell'asta di trivellazione deve essere effettuata a una velocità congruente con la portata di calcestruzzo pompato, adottando tutti gli accorgimenti necessari a evitare sbulbature ovvero a evitare interruzioni del getto. In particolare, il circuito di alimentazione del getto dovrà essere provvisto di un manometro di misura della pressione.

#### Controlli e documentazione

Per ogni palo eseguito, l'appaltatore dovrà redigere una scheda contenente le seguenti indicazioni:- numero progressivo del palo (riferito ad una planimetria);- profondità di perforazione;- osservazioni sulla stratigrafia locale;- tempi di perforazione per tratte successive di 5 m, e di 1 m nel tratto finale, secondo le istruzioni impartite dalla direzione dei lavori;- grafico dei tempi di perforazione;- spinta sul mandrino misurata durante l'estrazione della trivella;- volume di calcestruzzo gettato.

In caso di differenze stratigrafiche rispetto alla situazione nota o di particolari anomalie riscontrate nei tempi di perforazione, qualora le condizioni reali risultino inferiori a quelle di progetto esecutivo, l'appaltatore dovrà procedere al riesame della progettazione e dovrà definire gli eventuali necessari provvedimenti (quali modifica del numero e delle profondità dei pali, esecuzione di prefori, ecc.), concordandoli con la direzione dei lavori.

#### 114.3.8 Pali con morsa giracolonna

La perforazione necessaria all'esecuzione dei pali da realizzarsi in presenza di trovanti, strati lapidei, murature esistenti, ecc., dovrà essere eseguita, per la sola parte interessata, all'interno di tubo-forma provvisorio in acciaio infisso, con movimento rototraslatorio a mezzo di morsa giracolonna.

La tubazione dovrà essere costituita da tubi di acciaio, di diametro esterno pari al diametro nominale del palo, suddivisi in spezzoni lunghi da 2 a 2,5 m, connessi tra loro mediante manicotti esterni filettati o innesti speciali a baionetta, con risalti interni raccordati di spessore non superiore al 2% del diametro nominale.

L'infissione della tubazione di rivestimento dovrà essere ottenuta imprimendo un movimento rototraslatorio mediante una morsa azionata da comandi oleodinamici.

La superficie all'interno del tubo di rivestimento potrà essere realizzata mediante:- benna automatica con comando a fune o azionata da motore oleodinamico;- secchione (*bucket*) manovrato da un'asta rigida telescopica.

In entrambi i casi, si dovrà conseguire la disgregazione del terreno e l'estrazione dei detriti dal foro.

In terreni sabbiosi si potrà fare ricorso anche a utensili disgregatori rotanti, con risalita dei detriti per trascinamento a opera di una corrente ascendente di fango bentonitico.

Nel caso di presenza di falda, il foro dovrà essere costantemente tenuto pieno di fango bentonitico con livello non inferiore a quello della piezometrica della falda.

In generale, la perforazione non dovrà essere approfondita al di sotto della parte terminale del tubo forma.

#### Pali compenetrati

I pali compenetrati per la realizzazione di paratie impermeabili dovranno essere realizzati eseguendo con metodi tradizionali una prima serie di pali opportunamente distanziati e completando la paratia con una seconda serie di pali, che si compenetrano ai precedenti attraverso la tecnica della morsa giracolonna.

### 114.3.9 Micropali

#### a) Tracciamento

Prima di iniziare la perforazione, l'impresa dovrà individuare sul terreno la posizione dei micropali mediante appositi picchetti sistemati in corrispondenza dell'asse di ciascun palo.

Su ciascun picchetto dovrà essere riportato il numero progressivo del micropalo quale risulta dalla pianta della palificata.

Tale pianta, redatta e presentata alla direzione dei lavori dall'impresa esecutrice, dovrà indicare la posizione planimetrica di tutti i micropali, inclusi quelli di prova, contrassegnati con numero progressivo.

#### b) Micropali a iniezioni multiple selettive

Le fasi esecutive devono essere le seguenti:- perforazione;- allestimento del micropalo;- iniezione;- controlli e documentazione.

##### perforazione

La perforazione deve essere eseguita con sonda a rotazione o rotopercolazione, con rivestimento continuo e circolazione di fluidi, fino a raggiungere la profondità di progetto esecutivo.

Per la circolazione del fluido di perforazione saranno utilizzate pompe a pistoni con portate e pressioni adeguate. Si richiedono valori minimi di 200 l/min e 25 bar rispettivamente.

Nel caso di perforazione a roto-percolazione con martello a fondo-foro, si utilizzeranno compressori di adeguata potenza.

Le caratteristiche minime richieste sono:- portata:  $\geq 10 \text{ m}^3/\text{min}$ ;- pressione: 8 bar.

##### Allestimento del micropalo

Completata la perforazione, si deve provvedere a rimuovere i detriti presenti nel foro o in sospensione nel fluido di perforazione, prolungando la circolazione del fluido stesso fino alla sua completa chiarificazione.

Successivamente, si deve inserire l'armatura tubolare valvolata, munita di centratori, fino a raggiungere la profondità di progetto. Sono preferibili i centratori non metallici. Il tubo deve essere prolungato fino a fuoriuscire a bocca foro per un tratto adeguato a consentire le successive operazioni di iniezione.

Dopo tali operazioni, si deve procedere immediatamente alla cementazione del micropalo (guaina). La messa in opera delle armature di frettaggio, ove previste, deve essere eseguita successivamente all'iniezione.

##### Iniezione

La solidarizzazione dell'armatura al terreno verrà eseguita utilizzando un'idonea miscela cementizia, in due o più fasi, di seguito descritte:

– formazione della guaina: non appena completata la messa in opera del tubo valvolato di armatura, si provvederà immediatamente alla formazione della guaina cementizia, iniettando attraverso la valvola più profonda un quantitativo di miscela sufficiente a riempire l'intercapedine tra le pareti del foro e l'armatura tubolare. Contemporaneamente si procederà all'estrazione dei rivestimenti provvisori, quando utilizzati, e si effettueranno i necessari raddocchi di miscela cementizia. Completata l'iniezione di guaina, si provvederà a lavare con acqua il cavo interno del tubo di armatura;

– iniezioni selettive a pressioni e volumi controllati: trascorso un periodo di 12-24 ore dalla formazione della guaina, si deve procedere all'esecuzione delle iniezioni selettive per la formazione del bulbo di ancoraggio.

Si procederà valvola per valvola, a partire dal fondo, tramite un packer a doppia tenuta collegato al circuito di iniezione. La massima pressione di apertura delle valvole non dovrà superare il limite di 60 bar, in caso contrario la valvola potrà essere abbandonata. Ottenuta l'apertura della valvola, si darà luogo all'iniezione in pressione, fino a ottenere i valori dei volumi di assorbimento e di pressione prescritti in progetto.

Per *pressione di iniezioni* si intende il valore minimo che si stabilisce all'interno del circuito.

L'iniezione deve essere tassativamente eseguita utilizzando portate non superiori a 30 l/min e comunque con valori che, in relazione all'effettiva pressione di impiego, siano tali da evitare fenomeni di fratturazione idraulica del terreno (*claquage*). I volumi di iniezione devono essere non inferiori a tre volte il volume teorico del foro e comunque conformi alle prescrizioni di progetto esecutivo. Nel caso in cui l'iniezione del previsto volume non comporti il raggiungimento della prescritta pressione di rifiuto, la valvola sarà nuovamente iniettata, trascorso un periodo di 12-24 ore. Fino a quando le operazioni di iniezione non saranno concluse, al termine di ogni fase occorrerà procedere al lavaggio interno del tubo di armatura;

– caratteristiche degli iniettori: per eseguire l'iniezione si utilizzeranno delle pompe oleodinamiche a pistoni, a bassa velocità, aventi le seguenti caratteristiche minime:- pressione massima di iniezione:  $\approx 100 \text{ bar}$ ;- portata massima:  $\approx 2 \text{ m}^3/\text{ora}$ ;- numero massimo pistonate/minuto:  $\approx 60$ .

Le caratteristiche delle attrezzature utilizzate dovranno essere comunicate alla direzione dei lavori, specificando in particolare alesaggio e corsa dei pistoni.

##### Controlli e documentazione

Per ogni micropalo eseguito, l'appaltatore dovrà fornire una scheda contenente le seguenti indicazioni:– numero del micropalo e data di esecuzione (con riferimento a una planimetria); – lunghezza della perforazione; – modalità di esecuzione della perforazione: utensile, fluido, rivestimenti; – caratteristiche dell'armatura; – volume dell'iniezione di guaina; – tabelle delle iniezioni selettive indicanti, per ogni valvola e per ogni fase:- data;- pressioni di apertura;- volumi di assorbimento;- pressioni raggiunte. – caratteristiche della miscela utilizzata: - composizione;- peso specifico;- viscosità Marsh;- rendimento volumetrico o decantazione;- dati di identificazione dei campioni prelevati per le successive prove di compressione a rottura.

c) Micropali a semplice cementazione

Le fasi esecutive devono essere le seguenti:- perforazione;- allestimento del micropalo;- cementazione;- controlli e documentazione.

Perforazione

Nella conduzione della perforazione ci si atterrà alle prescrizioni di cui all'articolo precedente.

Allestimento del micropalo

Completata la perforazione e rimossi i detriti, in accordo alle prescrizioni cui all'articolo precedente, si provvederà a inserire entro il foro l'armatura, che dovrà essere conforme ai disegni di progetto.

Cementazione

La cementazione può avvenire per:

– riempimento a gravità: il riempimento del foro, dopo la posa delle armature, dovrà avvenire tramite un tubo di alimentazione disceso fino a 10-15 cm dal fondo, collegato alla pompa di mandata o agli iniettori. Nel caso si adotti una miscela contenente inerti sabbiosi ovvero con peso di volume superiore a quello degli eventuali fanghi di perforazione, il tubo convogliatore sarà dotato superiormente di un imbuto o tramoggia di carico. Si potrà anche procedere al getto attraverso l'armatura, se tubolare e di diametro interno = 80 mm. Nel caso di malta con inerti fini o di miscela cementizia pura, senza inerti, si potrà usare per il getto l'armatura tubolare solo se il diametro interno è inferiore a 50 mm. In caso diverso, si dovrà ricorrere a un tubo di convogliamento separato con un diametro contenuto entro i limiti sopracitati. Il riempimento sarà proseguito fino a che la malta immessa risalga in superficie, senza inclusioni o miscele con il fluido di perforazione. Si dovrà accertare la necessità o meno di effettuare rabbocchi, da eseguire preferibilmente tramite il tubo di convogliamento;

– riempimento a bassa pressione: il foro dovrà essere interamente rivestito. La posa della malta o della miscela avverrà in un primo momento, entro il rivestimento provvisorio, tramite un tubo di convogliamento, come descritto al paragrafo precedente. Successivamente, si applicherà al rivestimento un'idonea testa a tenuta, alla quale si invierà aria in pressione (0,5÷0,6 MPa), mentre si solleverà gradualmente il rivestimento fino alla sua prima giunzione. Si smonterà allora la sezione superiore del rivestimento e si applicherà la testa di pressione al tratto residuo di rivestimento, previo rabboccamento dall'alto per riportare a livello la malta. Si procederà analogamente per le sezioni successive, fino a completare l'estrazione del rivestimento. In relazione alla natura del terreno, potrà essere sconsigliabile applicare la pressione d'aria agli ultimi 5-6 m di rivestimento da estrarre, per evitare la fatturazione idraulica degli strati superficiali.

Controlli e documentazione

Per ogni micropalo eseguito, l'appaltatore dovrà fornire una scheda contenente le seguenti indicazioni:

- numero del micropalo e data di esecuzione (con riferimento a una planimetria);
- lunghezza della perforazione;
- modalità di esecuzione della perforazione: utensile, fluido, rivestimenti;
- caratteristiche dell'armatura;
- volume della miscela o della malta;
- caratteristiche della miscela o della malta.

d) Tolleranze ammissibili

I micropali dovranno essere realizzati nella posizione e con le dimensioni di progetto esecutivo, con le seguenti tolleranze ammissibili, salvo più rigorose limitazioni indicate in progetto:

- coordinate planimetriche del centro del micropalo:  $\pm 2$  cm; - scostamento dell'inclinazione dell'asse teorico:  $\pm 2\%$ ;
- lunghezza:  $\pm 15$  cm;- diametro finito:  $\pm 5\%$ ;- quota testa micropalo:  $\pm 5$ cm.

## Art. 115 Esecuzione di strutture in acciaio

### 115.1 Composizione degli elementi strutturali

#### 115.1.1 Spessori limite

È vietato l'uso di profilati con spessore  $t < 4$  mm.

Una deroga può essere consentita fino a uno spessore  $t = 3$  mm per opere sicuramente protette contro la corrosione, quali per

esempio tubi chiusi alle estremità e profili zincati oppure opere non esposte agli agenti atmosferici.

Le limitazioni di cui sopra non riguardano gli elementi e i profili sagomati a freddo.

#### 115.1.2 Problematiche specifiche

Si può far riferimento a normative di comprovata validità, in relazione ai seguenti aspetti specifici:- preparazione del materiale;- tolleranze degli elementi strutturali di fabbricazione e di montaggio;- impiego dei ferri piatti;- variazioni di sezione;- intersezioni;- collegamenti a taglio con bulloni normali e chiodi;- tolleranze foro-bullone;- interassi dei bulloni e dei chiodi;- distanze dai margini;- collegamenti ad attrito con bulloni ad alta resistenza;- collegamenti saldati;- collegamenti per contatto.

#### 115.1.3 Giunti di tipo misto

In uno stesso giunto è vietato l'impiego di differenti metodi di collegamento di forza (per esempio, saldatura e bullonatura o chiodatura), a meno che uno solo di essi sia in grado di sopportare l'intero sforzo.

#### 115.2 Unioni ad attrito con bulloni ad alta resistenza

##### 115.2.1 Serraggio dei bulloni

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  $\pm 5\%$ .

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 far ruotare ulteriormente di  $10^\circ$  il dado;- 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.

La taratura delle chiavi dinamometriche deve essere certificata prima dell'inizio lavori da un laboratorio ufficiale di cui all'art. 59 del D.P.R. n. 380/2001 e con frequenza trimestrale durante i lavori.

##### 115.2.2 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.

#### 115.3 Unioni saldate

La saldatura degli acciai dovrà avvenire con uno dei procedimenti all'arco elettrico codificati secondo la norma **uni en iso 4063**. È ammesso l'uso di procedimenti diversi purché sostenuti da adeguata documentazione teorica e sperimentale.

I saldatori, nei procedimenti semiautomatici e manuali, dovranno essere qualificati secondo la norma **uni en 287-1** da parte di un ente terzo. A deroga di quanto richiesto nella norma **uni en 287-1**, i saldatori che eseguono giunti a T con cordoni d'angolo dovranno essere specificamente qualificati e non potranno essere qualificati soltanto mediante l'esecuzione di giunti testa-testa.

Gli operatori dei procedimenti automatici o robotizzati dovranno essere certificati secondo la norma **uni en 1418**. Tutti i procedimenti di saldatura dovranno essere qualificati secondo la norma **uni en iso 15614-1**.

Le durezza eseguite sulle macrografie non dovranno essere superiori a 350 HV30.

Per la saldatura ad arco di prigionieri di materiali metallici (saldatura ad innesco mediante sollevamento e saldatura a scarica di condensatori a innesco sulla punta) si applica la norma **uni en iso 14555**. Valgono perciò i requisiti di qualità di cui al progetto A1 dell'appendice A della stessa norma.

Le prove di qualifica dei saldatori, degli operatori e dei procedimenti dovranno essere eseguite da un ente terzo. In assenza di prescrizioni in proposito, l'ente sarà scelto dal costruttore secondo criteri di competenza e di indipendenza.

Sono richieste caratteristiche di duttilità, snervamento, resistenza e tenacità in zona fusa e in zona termica alterata non inferiori a quelle del materiale base.

Nell'esecuzione delle saldature dovrà inoltre essere rispettata la norma **uni en 1011** (parti 1 e 2) per gli acciai ferritici e la norma **uni en 1011** (parte 3) per gli acciai inossidabili. Per la preparazione dei lembi si applicherà, salvo casi particolari, la norma **uni en iso 9692-1**.

Le saldature saranno sottoposte a controlli non distruttivi finali per accertare la corrispondenza ai livelli di qualità stabiliti dal progettista sulla base delle norme applicate per la progettazione.

In assenza di tali dati, per strutture non soggette a fatica si adatterà il livello C della norma **uni en iso 5817**. Per strutture soggette a fatica invece si adatterà il livello B della stessa norma.

L'entità e il tipo di tali controlli, distruttivi e non distruttivi, in aggiunta al controllo visivo al 100%, saranno definiti dal collaudatore e dal direttore dei lavori. Per i cordoni ad angolo o giunti a parziale penetrazione, si useranno metodi di superficie (per esempio, liquidi penetranti o polveri magnetiche). Per i giunti a piena penetrazione invece, oltre a quanto sopra previsto,

si useranno metodi volumetrici e cioè raggi x o gamma o ultrasuoni per i giunti testa a testa e solo ultrasuoni per i giunti a T a piena penetrazione.

Per le modalità di esecuzione dei controlli e i livelli di accettabilità si potrà fare utile riferimento alle prescrizioni della norma **uni en 12062**.

Tutti gli operatori che eseguiranno i controlli dovranno essere qualificati, secondo la norma **uni en 473**, almeno di secondo livello.

Il costruttore deve corrispondere a determinati requisiti. In relazione alla tipologia dei manufatti realizzati mediante giunzioni saldate, il costruttore deve essere certificato secondo la norma **uni en iso 3834** (parti 2 e 4). Il livello di conoscenza tecnica del personale di coordinamento delle operazioni di saldatura deve corrispondere ai requisiti della normativa di comprovata validità, riassunti nella tabella 65.1. La certificazione dell'azienda e del personale dovrà essere operata da un ente terzo, scelto, in assenza di prescrizioni, dal costruttore, secondo criteri di indipendenza e di competenza.

**Tabella 65.1. Tipi di azione sulle strutture soggette a fatica in modo più o meno significativo**

Tipo di azione sulle strutture	Strutture soggette a fatica in modo non significativo			Strutture soggette a fatica in modo significativo
	A	B	C	
Riferimento				<b>D</b>
Materiale base: spessore minimo delle membrature	S235, $s \leq 30\text{mm}$ S275, $s \leq 30\text{mm}$	S355, $s \leq 30\text{mm}$ S235 S275	S235 S275 S355 S460, $s < 30\text{mm}$	S235 S275 S355 S460 Acciai inossidabili e altri acciai non esplicitamente menzionati <sup>1</sup>
Livello dei requisiti di qualità secondo la norma uni en iso 3834	Elementare EN ISO 3834-4	Medio EN ISO 3834-3	Medio EN ISO 3834-3	Completo EN ISO 3834-2
Livello di conoscenza tecnica del personale di coordinamento della saldatura secondo la norma uni en 719	Di base	Specifico	Completo	Completo
<sup>1</sup> Vale anche per strutture non soggette a fatica in modo significativo.				

### 115.3.1 Raccomandazioni e procedure

**uni en 288-3** – *Specificazione e qualificazione delle procedure di saldatura per materiali metallici. Prove di qualificazione della procedura di saldatura per la saldatura ad arco di acciai;*

**uni en iso 4063** – *Saldatura, brasatura forte, brasatura dolce e saldobrasatura dei metalli. Nomenclatura dei procedimenti e relativa codificazione numerica per la rappresentazione simbolica sui disegni;*

**uni en 1011-1** – *Saldatura. Raccomandazioni per la saldatura dei materiali metallici. Parte 1. Guida generale per la saldatura ad arco;*

**uni en 1011-2** – *Saldatura. Raccomandazioni per la saldatura di materiali metallici. Parte 2. Saldatura ad arco per acciai ferritici;*

**uni en 1011-3** – *Saldatura. Raccomandazioni per la saldatura di materiali metallici. Parte 3. Saldatura ad arco di acciai inossidabili;*

**uni en 1011-4** – *Saldatura. Raccomandazioni per la saldatura dei materiali metallici. Parte 4: Saldatura ad arco dell'alluminio e delle leghe di alluminio;*

**uni en 1011-5** – *Saldatura. Raccomandazioni per la saldatura di materiali metallici. Parte 5: Saldatura degli acciai placcati.*

### 115.3.2 Preparazione dei giunti

**uni en 29692** – *Saldatura ad arco con elettrodi rivestiti, saldatura ad arco in gas protettivo e saldatura a gas. Preparazione dei giunti per l'acciaio.*



### 115.3.3 Qualificazione dei saldatori

**uni en 287-1** – Prove di qualificazione dei saldatori. Saldatura per fusione. Parte1: Acciai;

**uni en 1418** – Personale di saldatura. Prove di qualificazione degli operatori di saldatura per la saldatura a fusione e dei preparatori di saldatura a resistenza, per la saldatura completamente meccanizzata e automatica di materiali metallici.

### 115.4 Apparecchi di appoggio

La concezione strutturale deve prevedere facilità di sostituzione degli apparecchi di appoggio, nel caso in cui questi abbiano vita nominale più breve di quella della costruzione alla quale sono connessi.

### 115.5 Verniciatura e zincatura

Gli elementi delle strutture in acciaio, a meno che siano di comprovata resistenza alla corrosione, devono essere adeguatamente protetti mediante verniciatura o zincatura, tenendo conto del tipo di acciaio, della sua posizione nella struttura e dell'ambiente nel quale è collocato. Devono essere particolarmente protetti i collegamenti bullonati (precaricati e non precaricati), in modo da impedire qualsiasi infiltrazione all'interno del collegamento.

Anche per gli acciai con resistenza alla corrosione migliorata (per i quali può farsi utile riferimento alla norma **uni en 10025-5**) devono prevedersi, ove necessario, protezioni mediante verniciatura.

Nel caso di parti inaccessibili o profili a sezione chiusa non ermeticamente chiusi alle estremità, dovranno prevedersi adeguati sovrassessori.

Gli elementi destinati a essere incorporati in getti di calcestruzzo non devono essere verniciati ma possono essere invece zincati a caldo.

#### 115.5.1 Norme di riferimento

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. Parte 1. Introduzione generale;

**uni en iso 12944-2** – Pitture e vernici. Protezione dalla corrosione di strutture di acciaio mediante verniciatura. Parte 2. Classificazione degli ambienti;

**uni en iso 12944-3** – Pitture e vernici. Protezione dalla corrosione di strutture di acciaio mediante verniciatura. Parte 3. Considerazioni sulla progettazione;

**uni en iso 12944-4** – Pitture e vernici. Protezione dalla corrosione di strutture di acciaio mediante verniciatura. Parte 4. Tipi di superficie e loro preparazione;

**uni en iso 12944-6** – Pitture e vernici. Protezione dalla corrosione di strutture di acciaio mediante verniciatura. Parte 6. Prove di laboratorio per le prestazioni;

**uni en iso 12944-7** – Pitture e vernici. Protezione dalla corrosione di strutture di acciaio mediante verniciatura. Parte 7. Esecuzione e sorveglianza dei lavori di verniciatura.

## Art. 116 Esecuzione di strutture composte di acciaio e calcestruzzo

### 116.1 Dettagli costruttivi della zona di connessione a taglio

Il copriferro al di sopra dei connettori a piolo deve essere almeno 20 mm. Lo spessore del piatto a cui il connettore è saldato deve essere sufficiente per l'esecuzione della saldatura e per un'efficace trasmissione delle azioni di taglio. La distanza minima tra il connettore e il bordo della piattabanda cui è collegato deve essere almeno 20 mm.

L'altezza complessiva del piolo dopo la saldatura deve essere almeno tre volte il diametro del gambo del piolo  $d$ . La testa del piolo deve avere diametro pari ad almeno  $1,5 d$  e spessore pari ad almeno  $0,4 d$ . Quando i connettori a taglio sono soggetti ad azioni che inducono sollecitazioni di fatica, il diametro del piolo non deve eccedere 1,5 volte lo spessore del piatto a cui è collegato. Quando i connettori a piolo sono saldati sull'ala, in corrispondenza dell'anima del profilo in acciaio il loro diametro non deve essere superiore a 2,5 volte lo spessore dell'ala.

Quando i connettori sono utilizzati con le lamiere grecate per la realizzazione degli impalcati negli edifici, l'altezza nominale del connettore deve sporgere non meno di due volte il diametro del gambo al di sopra della lamiera grecata. L'altezza minima della greca che può essere utilizzata negli edifici è di 50 mm.

### 116.2 Spessori minimi

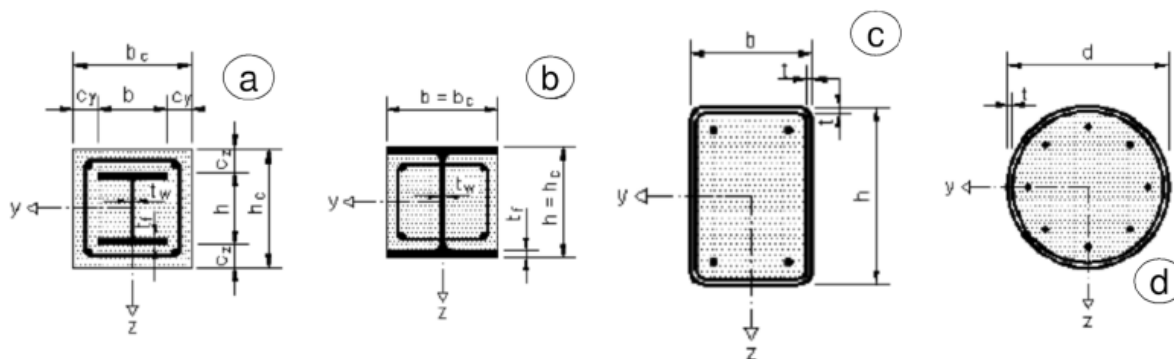
Nelle travi composte da profilati metallici e soletta in cemento armato lo spessore della soletta collaborante non deve essere inferiore a 50 mm e lo spessore della piattabanda della trave di acciaio cui è collegata la soletta non deve essere inferiore a 5 mm.

### 116.3 Colonne composte

#### 116.3.1 Generalità e tipologie

Si considerano colonne composte soggette a compressione centrata, presso-flessione e taglio, costituite dall'unione di profili metallici, armature metalliche e calcestruzzo, con sezione costante (si veda la figura 66.1):

- sezioni completamente rivestite di calcestruzzo;
- sezioni parzialmente rivestite di calcestruzzo;
- sezioni scatolari rettangolari riempite di calcestruzzo;
- sezioni circolari cave riempite di calcestruzzo.



**Figura 66.1 Tipi di sezioni per colonne composte**

#### 116.3.2 Copriferro e minimi di armatura

Si devono rispettare le seguenti limitazioni:

- il copriferro dell'ala deve essere non minore di 40 mm né minore di 1/6 della larghezza dell'ala;
- il copriferro delle armature deve essere in accordo con le disposizioni relative alle strutture in cemento armato ordinario.

Le armature devono essere realizzate rispettando le seguenti indicazioni:

- l'armatura longitudinale, nel caso che venga considerata nel calcolo, non deve essere inferiore allo 0,3% della sezione in calcestruzzo;
- l'armatura trasversale deve essere progettata seguendo le regole delle strutture in cemento armato ordinario;
- la distanza tra le barre e il profilo può essere inferiore a quella tra le barre oppure nulla; in questi casi, il perimetro efficace per l'aderenza acciaio-calcestruzzo deve essere ridotto alla metà o a un quarto, rispettivamente;
- le reti elettrosaldate possono essere utilizzate come staffe nelle colonne rivestite ma non possono sostituire l'armatura longitudinale.

Nelle sezioni riempite di calcestruzzo generalmente l'armatura non è necessaria.

#### 116.3.3 Solette composte con lamiera grecata

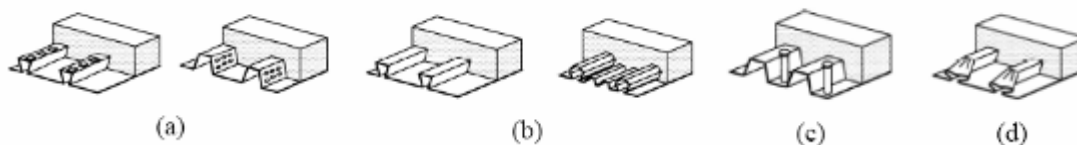
Si definisce *composta* una soletta in calcestruzzo gettata su una lamiera grecata, in cui quest'ultima, ad avvenuto indurimento del calcestruzzo, partecipa alla resistenza dell'insieme, costituendo interamente o in parte l'armatura inferiore.

La trasmissione delle forze di scorrimento all'interfaccia fra lamiera e calcestruzzo non può essere affidata alla sola aderenza, ma si devono adottare sistemi specifici, che possono essere:

- a ingranamento meccanico fornito dalla deformazione del profilo metallico o a ingranamento ad attrito nel caso di profili sagomati con forme rientranti (figura 66.2a-b);
- con ancoraggi di estremità costituiti da pioli saldati o altri tipi di connettori, purché combinati a sistemi a ingranamento (figura 66.2c);
- con ancoraggi di estremità ottenuti con deformazione della lamiera, purché combinati con sistemi a ingranamento per attrito

(figura 66.2d).

Occorre in ogni caso verificare l'efficacia e la sicurezza del collegamento tra lamiera grecata e calcestruzzo.



**Figura 66.2** Tipiche forme di connessione per ingranamento delle solette composte

a) Spessore minimo delle lamiere grecate

Lo spessore delle lamiere grecate impiegate nelle solette composte non deve essere inferiore a 0,8 mm. Lo spessore della lamiera potrà essere ridotto a 0,7 mm quando in fase costruttiva vengano studiati idonei provvedimenti atti a consentire il transito in sicurezza dei mezzi d'opera e del personale.

b) Spessore minimo della soletta

L'altezza complessiva  $h$  del solaio composto non deve essere minore di 80 mm. Lo spessore del calcestruzzo  $h_c$  al di sopra dell'estradosso delle nervature della lamiera non deve essere minore di 40 mm.

Se la soletta realizza con la trave una membratura composta, oppure è utilizzata come diaframma orizzontale, l'altezza complessiva non deve essere minore di 90 mm e  $h_c$  non deve essere minore di 50 mm.

c) Dimensione nominale degli inerti

La dimensione nominale dell'inerte dipende dalla più piccola dimensione dell'elemento strutturale nel quale il calcestruzzo deve essere gettato.

d) Appoggi

Le solette composte sostenute da elementi di acciaio o calcestruzzo devono avere una larghezza di appoggio minima di 75 mm, con una dimensione di appoggio del bordo della lamiera grecata di almeno 50 mm.

Nel caso di solette composte sostenute da elementi in diverso materiale, tali valori devono essere portati rispettivamente a 100 mm e 70 mm.

Nel caso di lamiere sovrapposte o continue che poggiano su elementi di acciaio o calcestruzzo, l'appoggio minimo deve essere 75 mm e, per elementi in altro materiale, 100 mm.

I valori minimi delle larghezze di appoggio riportati in precedenza possono essere ridotti, in presenza di adeguate specifiche

## Art. 117 Confezionamento e posa in opera del calcestruzzo

### 117.1 Calcestruzzo per calcestruzzo semplice e armato

#### 117.1.1 Studio e accettazione della composizione del calcestruzzo

L'impresa, a seguito dello studio di composizione del calcestruzzo effettuato in laboratorio ufficiale sulla base delle prescrizioni progettuali, indicherà alla direzione dei lavori i risultati delle prove fisiche e di resistenza meccanica realizzate su una o più combinazioni di materiali granulari lapidei utilizzabili per il lavoro in questione, specificando in modo preciso la provenienza e granulometria di ogni singola pezzatura.

Per ogni combinazione provata, verrà indicata dall'impresa la granulometria, la quantità d'acqua utilizzata, il rapporto acqua/cemento ( $a/c$ ) in condizioni sature superficie asciutta, il tipo e dosaggio del cemento, il contenuto percentuale di aria inclusa, la lavorabilità e la relativa perdita nel tempo della medesima (almeno fino a due ore dal confezionamento), nonché le resistenze meccaniche alle scadenze prescritte.

Una volta definita la formulazione della miscela, le prove di accettazione della miscela stessa dovranno essere eseguite presso un laboratorio ufficiale con i materiali componenti effettivamente usati in cantiere, tenendo conto dei procedimenti di impasto e di vibrazione adottati nello studio, i quali a loro volta avranno preso in considerazione le procedure di impasto e posa in opera adottati in cantiere. Per motivi di rapidità, le verifiche potranno essere svolte dalla direzione dei lavori direttamente in cantiere. In questo caso, dovrà essere assicurata da parte dell'impresa la massima collaborazione. L'accettazione della miscela stessa avvenuta sulla base dei valori delle resistenze meccaniche a 2, 3 e 28 giorni di maturazione, determinate su provini di forma cubica, prismatica (travetti e spezzoni) e cilindrica, dovrà essere convalidata dalle prove allo stato fresco e indurito eseguite, sempre da un laboratorio ufficiale, sul calcestruzzo prelevato durante la prova di impianto, nonché su carote prelevate dall'eventuale getto di prova.

A giudizio della direzione dei lavori, qualora l'impianto di confezionamento e l'attrezzatura di posa in opera siano stati già utilizzati con risultati soddisfacenti in altri lavori dello stesso committente, l'accettazione della miscela potrà avvenire sulla base dei risultati del solo studio di laboratorio.

Nel caso in cui le prove sul prodotto finito diano risultato negativo, fatto salvo il buon funzionamento dell'impianto di confezionamento e delle apparecchiature di posa in opera e della loro rispondenza alle caratteristiche e ai limiti di tolleranza imposti, l'impresa provvederà a suo carico a studiare una nuova miscela e a modificarla fino a che il prodotto finito non risponda alle caratteristiche prescritte. La direzione dei lavori dovrà controllare attraverso il laboratorio ufficiale i risultati presentati.

Non appena confermata, con controlli eseguiti sul prodotto finito, la validità delle prove di laboratorio eseguite in fase di studio della miscela, la composizione del calcestruzzo diverrà definitiva.

Qualora per cause imprevedute si debba variare la composizione della miscela, l'impresa, previa autorizzazione della direzione dei lavori, dovrà effettuare un nuovo studio da sottoporre all'approvazione della direzione dei lavori stessa, seguendo le modalità sopraindicate.

L'impresa dovrà in seguito assicurare i necessari controlli sul calcestruzzo allo stato fresco e indurito, affinché venga rispettata la composizione accettata e le caratteristiche fisiche e di resistenza meccanica. Le prove e i controlli saranno completamente a carico dell'impresa, la quale dovrà provvedere anche all'attrezzatura di un laboratorio idoneo a eseguire le prove ritenute necessarie dalla direzione dei lavori.

Qui di seguito verranno indicate le caratteristiche del calcestruzzo, in modo che l'impresa appaltatrice possa assumerle come riferimento nello studio della relativa miscela.

#### 117.1.2 Composizione granulometrica

La composizione dovrà essere realizzata con non meno di quattro distinte pezzature di aggregati in presenza di due tipologie di sabbia. La composizione granulometrica risultante di queste ultime potrà essere composta dalla miscela di due o più sabbie, nel caso non fosse possibile reperire un'unica sabbia di composizione idonea, senza che ciò possa dar luogo a richieste di compenso addizionale.

L'assortimento granulometrico risultante sarà ottenuto variando le percentuali di utilizzo delle frazioni granulometriche componenti, in modo da ottenere un combinato contenuto tra la curva Bolomey e quella di Fuller, calcolate tra l'altro in funzione del diametro massimo che non dovrà superare i ..... mm per i condizionamenti delle dimensioni dei tralicci di armatura.

Una volta accettata dalla direzione dei lavori una determinata composizione granulometrica, l'impresa dovrà attenersi rigorosamente a essa per tutta la durata del lavoro.

Non saranno ammesse variazioni di composizione granulometrica eccedenti in più o in meno il 5% in massa dei valori della curva granulometrica prescelta per l'aggregato grosso e variazioni eccedenti in più o in meno il 3% per l'aggregato fine.

Si precisa che le formule di composizione dovranno sempre riferirsi, come già detto, ad aggregati saturi a superficie asciutta. Pertanto, si dovranno apportare, nelle dosature previste dalla formulazione della miscela e riferentesi ad aggregati saturi a superficie asciutta, le correzioni richieste dal grado di umidità attuale degli aggregati stessi, funzione dell'acqua assorbita per saturarli e assorbita per bagnarli.

#### 117.1.3 Contenuto di cemento

Il contenuto minimo del cemento sarà di ..... kg/m<sup>3</sup> di calcestruzzo vibrato in opera e dovrà essere controllato con la frequenza di ..... con le modalità di cui alla norma uni 6393. Una volta stabilito attraverso lo studio della miscela il contenuto da adottare, questo dovrà mantenersi nel campo di tolleranza del  $\pm 3\%$  della quantità prevista.

#### 117.1.4 Contenuto di acqua di impasto

Il contenuto di acqua di impasto del calcestruzzo verrà definito, in maniera sia ponderale sia volumetrica, con la tolleranza del  $\pm 10\%$  (intervallo riferito al contenuto medio di acqua in l/m<sup>3</sup>). Il valore del contenuto da rispettare sarà quello determinato in laboratorio al momento dello studio di formulazione e approvato dalla direzione dei lavori.

L'impresa fisserà in conseguenza le quantità d'acqua da aggiungere alla miscela secca nel mescolatore, tenuto conto dell'acqua inclusa assorbita e adsorbita nei materiali granulari e delle perdite per evaporazione durante il trasporto.

Il contenuto di acqua di impasto, tenendo anche conto dell'eventuale aggiunta di additivi fluidificanti, superfluidificanti e di nuova generazione, dovrà essere il minimo sufficiente a conferire all'impasto la lavorabilità specificata compatibilmente con il raggiungimento delle resistenze prescritte, in modo da realizzare un calcestruzzo compatto, evitando al tempo stesso la formazione di uno strato d'acqua libera o di malta liquida sulla superficie degli impasti dopo la vibrazione.

Per realizzare le esigenze sopra citate, il rapporto acqua/cemento, che non dovrà superare il valore di ....., potrà ridursi, pur evitando di scendere al di sotto di ....., con taluni additivi superfluidificanti e di nuova generazione (entrambi i valori tengono conto dell'acqua adsorbita dagli inerti oltre all'acqua di impasto).

Il valore ottimo della consistenza, a cui attenersi durante la produzione del calcestruzzo, verrà scelto in funzione delle caratteristiche della macchina a casseforme scorrevoli, eventualmente dopo aver eseguito una strisciata di prova. I singoli valori dell'abbassamento alla prova del cono (*slump test*) dovranno risultare all'impianto comunque non superiori a ..... mm e i valori di lavorabilità, determinati con la prova Vebè su calcestruzzo prelevato immediatamente prima dello scarico dal ribaltabile di approvvigionamento, dovranno risultare compresi fra 6 e 10 secondi.

117.1.5 Contenuto d'aria inglobata

La percentuale di additivo aerante necessaria a ottenere nel calcestruzzo la giusta percentuale di aria inglobata sarà fissata durante lo studio dell'impasto ed eventualmente modificata dopo la stesa di prova; l'aria intrappolata deve essere: ..... + .....%.

La misura della quantità d'aria inglobata verrà effettuata volumetricamente secondo le modalità della norma **uni en 12350-7**.

117.1.6 Resistenze meccaniche

La formulazione prescelta per il calcestruzzo dovrà essere tale da garantire i valori minimi di resistenza meccanica illustrati nella tabella 44.1, rispettivamente su provini cubici o cilindrici confezionati e maturati con le modalità di cui alle norme **uni en 12390-1**, **uni en 12390-2** e **uni en 12390-3**.

**Tabella 44.1. Valori minimi di resistenza meccanica**

Stagionatura	A 3 giorni <sup>(1)</sup>	A 28 giorni
Compressione	$\geq \dots\dots \text{N/mm}^2$	$\geq \dots\dots \text{N/mm}^2$
Trazione per flessione	$\geq \dots\dots \text{N/mm}^2$	$\geq \dots\dots \text{N/mm}^2$
Trazione indiretta	$\geq \dots\dots \text{N/mm}^2$	$\geq \dots\dots \text{N/mm}^2$
<sup>(1)</sup> Potranno essere richieste, in progetto o all'inizio del cantiere, le stesse resistenze indicate, ma a due giorni.		

La resistenza a trazione per flessione verrà determinata con prove eseguite su provini di forma prismatica con le modalità di cui alla norma **uni en 12390-5**. Nella fase di studio della formulazione del calcestruzzo, i valori di resistenza da confrontare con quelli minimi richiesti dovranno risultare dalla media di non meno di tre provini distinti, i cui singoli valori non dovranno scostarsi dalla media di più del 10%. Tale media verrà calcolata ponderalmente attribuendo il coefficiente 2 al risultato intermedio.

La resistenza a trazione indiretta verrà determinata su provini di forma cilindrica con prove eseguite con modalità di cui alla norma **uni en 12390-6**. I valori della resistenza a rottura determinati sui tre tipi di provini anzidetti saranno considerati validi se non inferiori ai valori richiesti.

117.2 *Confezione, trasporto e posa in opera del calcestruzzo per strutture in calcestruzzo semplice e armato*

117.2.1 Attrezzatura di cantiere

Prima dell'inizio del lavoro, l'impresa dovrà sottoporre alla direzione dei lavori l'elenco e la descrizione dettagliata delle attrezzature che intende impiegare per il confezionamento del calcestruzzo; queste dovranno essere di potenzialità proporzionata all'entità e alla durata del lavoro e dovranno essere armonicamente proporzionate in tutti i loro componenti in modo da assicurare la continuità del ciclo lavorativo.

L'impianto di confezionamento del calcestruzzo dovrà essere fisso e di tipo approvato dalla direzione dei lavori. L'organizzazione preposta a detti impianti dovrà comprendere tutte le persone e le professionalità necessarie per assicurare la costanza di qualità dei prodotti confezionati.

I predosatori dovranno essere in numero sufficiente a permettere le selezioni di pezzature necessarie.

Il mescolatore dovrà essere di tipo e capacità approvate dalla direzione dei lavori e dovrà essere atto a produrre calcestruzzo uniforme e a scaricarlo senza che avvenga segregazione apprezzabile. In particolare, dovrà essere controllata l'usura delle lame, che verranno sostituite allorché quest'ultima superi il valore di 2 cm. All'interno del mescolatore si dovrà anche controllare giornalmente, prima dell'inizio del lavoro, che non siano presenti incrostazioni di calcestruzzo indurito.

117.2.2 Confezione del calcestruzzo

La dosatura dei materiali per il confezionamento del calcestruzzo nei rapporti definiti con lo studio di progetto e la sua accettazione da parte della direzione dei lavori, dovrà essere fatta con impianti interamente automatici, esclusivamente a massa, con bilance del tipo a quadrante, di agevole lettura e con registrazione delle masse di ogni bilancia. A spese dell'impresa andrà effettuata la verifica della taratura prima dell'inizio dei lavori e con cadenza settimanale, nonché ogni qualvolta risulti necessario, fornendo alla direzione dei lavori la documentazione relativa.

La direzione dei lavori, allo scopo di controllare la potenza assorbita dai mescolatori, si riserverà il diritto di fare installare nell'impianto di confezionamento dei registratori di assorbimento elettrico, alla cui installazione e spesa dovrà provvedere l'impresa appaltatrice. La direzione dei lavori potrà richiedere all'impresa l'installazione sulle attrezzature di dispositivi e metodi di controllo per verificarne in permanenza il buon funzionamento. In particolare, la dosatura degli aggregati lapidei, del cemento, dell'acqua e degli additivi dovrà soddisfare alle condizioni seguenti:

- degli aggregati potrà essere determinata la massa cumulativa sulla medesima bilancia, purché le diverse frazioni granulome-

triche (o pezzature) vengano misurate con determinazioni distinte;

- la massa del cemento dovrà essere determinata su una bilancia separata;

- l'acqua dovrà essere misurata in apposito recipiente tarato, provvisto di dispositivo che consenta automaticamente l'erogazione effettiva con la sensibilità del 2%;

- gli additivi dovranno essere aggiunti agli impasti direttamente nel miscelatore a mezzo di dispositivi di distribuzione dotati di misuratori.

Il ciclo di dosaggio dovrà essere automaticamente interrotto qualora non siano realizzati i ritorni a zero delle bilance, qualora la massa di ogni componente scarti dal valore prescritto oltre le tolleranze fissate di seguito e infine qualora la sequenza del ciclo di dosaggio non si svolga correttamente.

L'interruzione del sistema automatico di dosaggio e la sua sostituzione con regolazione a mano potrà essere effettuata solo previa autorizzazione della direzione dei lavori.

Nella composizione del calcestruzzo, a dosatura eseguita e immediatamente prima dell'introduzione nel mescolatore, saranno ammesse le seguenti tolleranze:- 2% sulla massa di ogni pezzatura dell'aggregato;- 3% sulla massa totale dei materiali granulari;- 2% sulla massa del cemento.

Vanno rispettate le tolleranze ammesse sulla composizione granulometrica di progetto. Tali tolleranze devono essere verificate giornalmente tramite lettura delle determinazioni della massa per almeno dieci impasti consecutivi.

#### 117.2.3 Tempo di mescolamento

Il tempo di mescolamento deve essere quello raccomandato dalla ditta costruttrice l'impianto di confezionamento del calcestruzzo e, in ogni caso, non potrà essere inferiore a un minuto. L'uniformità della miscela deve essere controllata dalla direzione dei lavori prelevando campioni di calcestruzzo all'inizio, alla metà e alla fine dello scarico di un impasto e controllando che i tre prelievi non presentino abbassamenti al cono che differiscono tra di loro di più di 20 mm né composizione sensibilmente diversa.

La direzione dei lavori potrà rifiutare gli impasti non conformi a questa prescrizione. Inoltre, qualora le differenze in questione riguardino più del 5% delle misure effettuate nel corso di una medesima giornata di produzione, le attrezzature di confezionamento saranno completamente verificate e il cantiere non potrà riprendere che su ordine esplicito della direzione dei lavori e dopo che l'impresa abbia prodotto la prova di una modifica o di una messa a punto degli impianti tale da migliorare la regolarità della produzione del calcestruzzo.

#### 117.2.4 Trasporto del calcestruzzo

Il trasporto del calcestruzzo dall'impianto di confezionamento al cantiere di posa in opera e tutte le operazioni di posa in opera dovranno comunque essere eseguite in modo da non alterare gli impasti, evitando in particolare ogni forma di segregazione, la formazione di grumi e altri fenomeni connessi all'inizio della presa.

Se durante il trasporto si manifesterà una segregazione, dovrà essere modificata in accordo con la direzione dei lavori la composizione dell'impasto, soprattutto se persiste dopo variazione del rapporto acqua/cemento. Se ciò malgrado la segregazione non dovesse essere eliminata, dovrà essere studiato nuovamente il sistema di produzione e trasporto del calcestruzzo.

#### 117.2.5 Documenti di consegna

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 metri cubi 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'aggregato.

Il direttore dei lavori potrà rifiutare il calcestruzzo qualora non rispetti le prescrizioni di legge e contrattuali, espresse almeno in termini di resistenza contrattistica e classe di consistenza.

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.*

#### 117.2.6 Esecuzione del getto del calcestruzzo per calcestruzzo semplice e armato

*Programma dei getti*

L'impresa esecutrice è tenuta a comunicare con dovuto anticipo al direttore dei lavori il programma dei getti del calcestruzzo indicando:

- il luogo di getto;- la struttura interessata dal getto;- la classe di resistenza e di consistenza del calcestruzzo.

I getti dovrebbero avere inizio solo dopo che il direttore dei lavori ha verificato:

- la preparazione e rettifica dei piani di posa;- la pulizia delle casseforme;- la posizione e corrispondenza al progetto delle armature e del copriferro;- la posizione delle eventuali guaine dei cavi di precompressione;- la posizione degli inserti (giunti, water stop, ecc.);- l'umidificazione a rifiuto delle superfici assorbenti o la stesura del disarmante.

Nel caso di getti contro terra è bene controllare che siano eseguite, in conformità alle disposizioni di progetto, le seguenti operazioni:

- la pulizia del sottofondo;- la posizione di eventuali drenaggi;- la stesa di materiale isolante e/o di collegamento.

*Modalità esecutive e verifica della corretta posizione delle armature*

L'appaltatore dovrà adottare tutti gli accorgimenti necessari affinché le gabbie mantengano la posizione di progetto all'interno delle casseforme durante il getto.

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 ad 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 e 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 proteggere le strutture appena gettate dalle condizioni atmosferiche negative o estreme, quali pioggia, freddo, caldo. La superficie dei getti deve essere mantenuta umida per almeno 15 giorni e comunque fino a 28 giorni dall'esecuzione, in climi caldi e secchi.

Non si deve mettere in opera calcestruzzo a temperature minori di 0 °C, salvo il ricorso a opportune cautele autorizzate dalla direzione dei lavori.

*Realizzazione delle gabbie delle armature per cemento armato*

Le gabbie di armatura dovranno essere, per quanto possibile, composte fuori opera. In ogni caso, in corrispondenza di tutti i nodi dovranno essere eseguite legature doppie incrociate in filo di ferro ricotto di diametro non inferiore a 0,6 mm, in modo da garantire l'invariabilità della geometria della gabbia durante il getto.

Nel caso di gabbie assemblate con parziale saldatura l'acciaio dovrà essere del tipo saldabile.

La posizione delle armature metalliche entro i casseri dovrà essere garantita utilizzando esclusivamente opportuni distanziatori in materiale plastico non deformabile oppure di malta o pasta cementizia, in modo da rispettare il copriferro prescritto.

*Ancoraggio delle barre e loro giunzioni*

Le armature longitudinali devono essere interrotte ovvero sovrapposte preferibilmente nelle zone compresse o di minore sollecitazione.

La continuità fra le barre può effettuarsi mediante:

- sovrapposizione, calcolata in modo da assicurare l'ancoraggio di ciascuna barra. In ogni caso, la lunghezza di sovrapposizione nel tratto rettilineo deve essere non minore di venti volte il diametro della barra. La distanza mutua (interfero) nella sovrapposizione non deve superare quattro volte il diametro;

- saldature, eseguite in conformità alle norme in vigore sulle saldature. Devono essere accertate la saldabilità degli acciai che vengono impiegati, nonché la compatibilità fra metallo e metallo di apporto, nelle posizioni o condizioni operative previste nel progetto esecutivo;

- giunzioni meccaniche per barre di armatura. Tali tipi di giunzioni devono essere preventivamente validati mediante prove sperimentali.

Per le barre di diametro  $\varnothing > 32$  mm occorrerà adottare particolari cautele negli ancoraggi e nelle sovrapposizioni.

L'appaltatore dovrà consegnare preventivamente al direttore dei lavori le schede tecniche dei prodotti da utilizzare per le giunzioni.

*Getto del calcestruzzo ordinario*

Lo scarico del calcestruzzo dal mezzo di trasporto nelle casseforme si deve effettuare applicando tutti gli accorgimenti atti a evitare la segregazione.

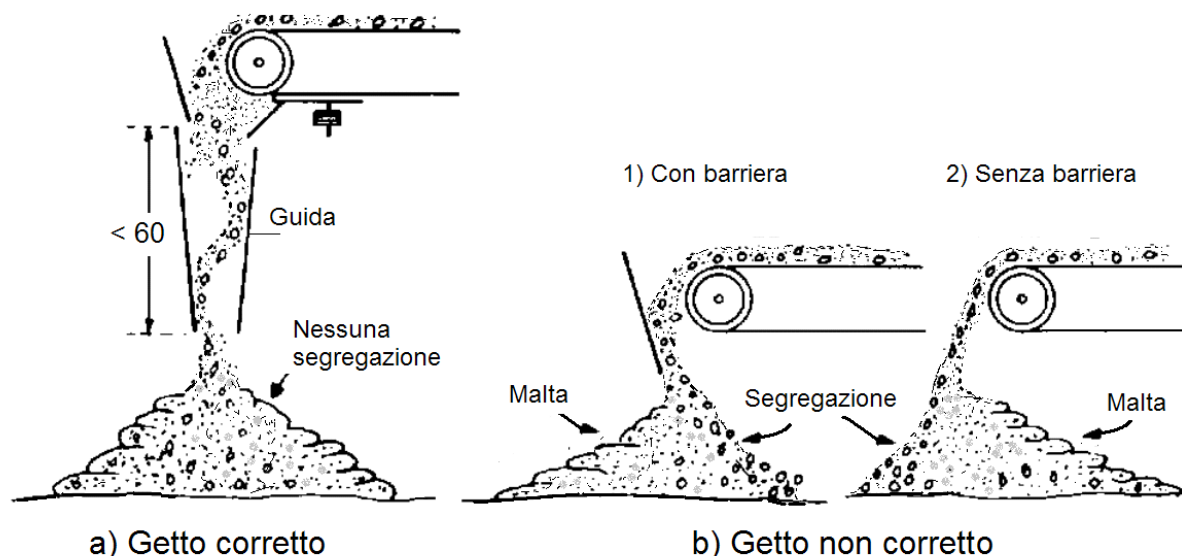
È opportuno che l'altezza di caduta libera del calcestruzzo fresco, indipendentemente dal sistema di movimentazione e getto, non ecceda 50-80 cm e che lo spessore degli strati orizzontali di calcestruzzo, misurato dopo la vibrazione, non sia maggiore di 30 cm.

Si deve evitare di scaricare il calcestruzzo in cumuli da stendere poi successivamente con l'impiego dei vibratori, in quanto questo procedimento può provocare l'affioramento della pasta cementizia e la segregazione. Per limitare l'altezza di caduta libera del calcestruzzo, è opportuno utilizzare un tubo di getto che consenta al calcestruzzo di fluire all'interno di quello precedentemente messo in opera.

Nei getti in pendenza è opportuno predisporre dei cordolini d'arresto atti a evitare la formazione di lingue di calcestruzzo tanto sottili da non poter essere compattate in modo efficace.

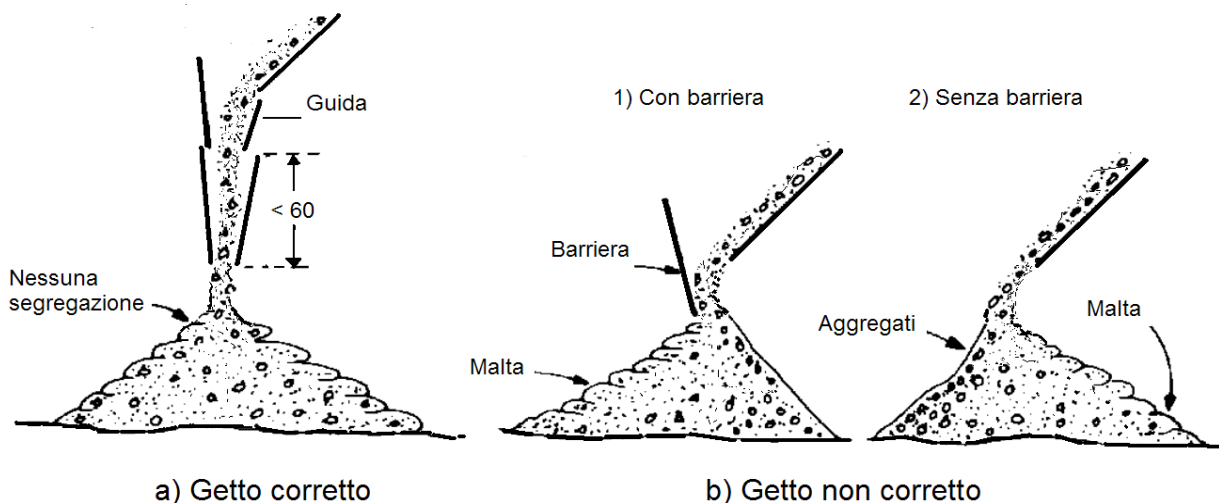
Nel caso di getti in presenza d'acqua è opportuno:

- adottare gli accorgimenti atti a impedire che l'acqua dilavi il calcestruzzo e ne pregiudichi la regolare presa e maturazione;
- provvedere, con i mezzi più adeguati, alla deviazione dell'acqua e adottare miscele di calcestruzzo, coesive, con caratteristiche antidilavamento, preventivamente provate e autorizzate dal direttore dei lavori;
- utilizzare una tecnica di messa in opera che permetta di gettare il calcestruzzo fresco dentro il calcestruzzo fresco precedentemente gettato, in modo da far rifluire il calcestruzzo verso l'alto, limitando così il contatto diretto tra l'acqua e il calcestruzzo fresco in movimento.



**Figura 44.1** Esempi di getto di calcestruzzo con nastro trasportatore: a) getto corretto e b) getto non corretto. Nel caso b) si ha la separazione degli aggregati dalla malta cementizia. La barriera comporta soltanto il cambiamento di direzione della segregazione





**Figura 44.2** Esempi di getto di calcestruzzo da piano inclinato: a) getto corretto e b) getto non corretto. Nel caso b) si ha la separazione degli aggregati dalla malta cementizia. La barriera comporta soltanto il cambiamento di direzione della segregazione

#### 44.2.6.6 Getto del calcestruzzo autocompattante

Il calcestruzzo autocompattante deve essere versato nelle casseforme in modo da evitare la segregazione e favorire il flusso attraverso le armature e le parti più difficili da raggiungere nelle casseforme. L'immissione per mezzo di una tubazione flessibile può facilitare la distribuzione del calcestruzzo. Se si usa una pompa, una tramoggia o se si fa uso della benna, il terminale di gomma deve essere predisposto in modo che il calcestruzzo possa distribuirsi omogeneamente entro la cassaforma. Per limitare il tenore d'aria occlusa è opportuno che il tubo di scarico rimanga sempre immerso nel calcestruzzo.

Nel caso di getti verticali e impiego di pompa, qualora le condizioni operative lo permettano, si suggerisce di immettere il calcestruzzo dal fondo. Questo accorgimento favorisce la fuoriuscita dell'aria e limita la presenza di bolle d'aria sulla superficie. L'obiettivo è raggiunto fissando al fondo della cassaforma un raccordo di tubazione per pompa, munito di saracinesca, collegato al terminale della tubazione della pompa. Indicativamente un calcestruzzo autocompattante ben formulato ha una distanza di scorrimento orizzontale di circa 10 m. Tale distanza dipende comunque anche dalla densità delle armature.

#### Getti in climi freddi

Si definisce *clima freddo* una condizione climatica in cui, per tre giorni consecutivi, si verifica almeno una delle seguenti condizioni:

- la temperatura media dell'aria è inferiore a 5 °C; - la temperatura dell'aria non supera 10 °C per più di 12 ore.

Prima del getto si deve verificare che tutte le superfici a contatto con il calcestruzzo siano a temperatura  $\geq +5$  °C. La neve e il ghiaccio, se presenti, devono essere rimossi immediatamente prima del getto dalle casseforme, dalle armature e dal fondo. I getti all'esterno devono essere sospesi se la temperatura dell'aria è  $\leq 0$  °C. Tale limitazione non si applica nel caso di getti in ambiente protetto o qualora siano predisposti opportuni accorgimenti approvati dalla direzione dei lavori (per esempio, riscaldamento dei costituenti il calcestruzzo, riscaldamento dell'ambiente, ecc.).

Il calcestruzzo deve essere protetto dagli effetti del clima freddo durante tutte le fasi di preparazione, movimentazione, messa in opera, maturazione.

L'appaltatore deve eventualmente coibentare la cassaforma fino al raggiungimento della resistenza prescritta. In fase di stagionatura, si consiglia di ricorrere all'uso di agenti anti-evaporanti nel caso di superfici piane, o alla copertura negli altri casi, e di evitare ogni apporto d'acqua sulla superficie.

Gli elementi a sezione sottile messi in opera in casseforme non coibentate, esposti sin dall'inizio a basse temperature ambientali, richiedono un'attenta e sorvegliata stagionatura.

Nel caso in cui le condizioni climatiche portino al congelamento dell'acqua prima che il calcestruzzo abbia raggiunto una sufficiente resistenza alla compressione ( $5 \text{ N/mm}^2$ ), il conglomerato può danneggiarsi in modo irreversibile.

Il valore limite ( $5 \text{ N/mm}^2$ ) corrisponde ad un grado d'idratazione sufficiente a ridurre il contenuto in acqua libera e a formare un volume d'idrati in grado di ridurre gli effetti negativi dovuti al gelo.

Durante le stagioni intermedie e/o in condizioni climatiche particolari (alta montagna) nel corso delle quali c'è comunque possibilità di gelo, tutte le superfici del calcestruzzo vanno protette, dopo la messa in opera, per almeno 24 ore. La protezione nei riguardi del gelo durante le prime 24 ore non impedisce comunque un ritardo, anche sensibile, nell'acquisizione delle resistenze nel tempo.

Nella tabella 44.2 sono riportate le temperature consigliate per il calcestruzzo in relazione alle condizioni climatiche ed alle dimensioni del getto.

**Tabella 44.2. Temperature consigliate per il calcestruzzo in relazione alle condizioni climatiche e alle dimensioni del getto**

Dimensione minima della sezione (mm <sup>2</sup> )			
< 300	300 ÷ 900	900 ÷ 1800	> 1800
Temperatura minima del calcestruzzo al momento della messa in opera			
13 °C	10 °C	7 °C	5 °C
Massima velocità di raffreddamento per le superfici del calcestruzzo al termine del periodo di protezione			
1,15 °C/h	0,90 °C/h	0,70 °C/h	0,45 °C/h

Durante il periodo freddo la temperatura del calcestruzzo fresco messo in opera nelle casseforme non dovrebbe essere inferiore ai valori riportati nel prospetto precedente. In relazione alla temperatura ambiente e ai tempi di attesa e di trasporto, si deve prevedere un raffreddamento di 2-5 °C tra il termine della miscelazione e la messa in opera. Durante il periodo freddo è rilevante l'effetto protettivo delle casseforme. Quelle metalliche, per esempio, offrono una protezione efficace solo se sono opportunamente coibentate.

Al termine del periodo di protezione, necessario alla maturazione, il calcestruzzo deve essere raffreddato gradatamente per evitare il rischio di fessure provocate dalla differenza di temperatura tra parte interna ed esterna. La diminuzione di temperatura sulla superficie del calcestruzzo, durante le prime 24 ore, non dovrebbe superare i valori riportati in tabella. Si consiglia di allontanare gradatamente le protezioni, facendo in modo che il calcestruzzo raggiunga gradatamente l'equilibrio termico con l'ambiente.

#### *Getti in climi caldi*

Il clima caldo influenza la qualità sia del calcestruzzo fresco che di quello indurito. Infatti, provoca una troppo rapida evaporazione dell'acqua di impasto e una velocità di idratazione del cemento eccessivamente elevata. Le condizioni che caratterizzano il clima caldo sono:

- temperatura ambiente elevata;- bassa umidità relativa;- forte ventilazione (non necessariamente nella sola stagione calda);- forte irraggiamento solare;- temperatura elevata del calcestruzzo.

I potenziali problemi per il calcestruzzo fresco riguardano:

- aumento del fabbisogno d'acqua;- veloce perdita di lavorabilità e conseguente tendenza a rapprendere nel corso della messa in opera;- riduzione del tempo di presa con connessi problemi di messa in opera, di compattazione, di finitura e rischio di formazione di giunti freddi;- tendenza alla formazione di fessure per ritiro plastico;- difficoltà nel controllo dell'aria inglobata.

I potenziali problemi per il calcestruzzo indurito riguardano:

- riduzione della resistenza a 28 giorni e penalizzazione nello sviluppo delle resistenze a scadenze più lunghe, sia per la maggior richiesta di acqua sia per effetto del prematuro indurimento del calcestruzzo;- maggior ritiro per perdita di acqua;- probabili fessure per effetto dei gradienti termici (picco di temperatura interno e gradiente termico verso l'esterno);- ridotta durabilità per effetto della diffusa micro-fessurazione;- forte variabilità nella qualità della superficie dovuta alle differenti velocità di idratazione;- maggior permeabilità.

Durante le operazioni di getto la temperatura dell'impasto non deve superare 35 °C; tale limite dovrà essere convenientemente ridotto nel caso di getti di grandi dimensioni. Esistono diversi metodi per raffreddare il calcestruzzo; il più semplice consiste nell'utilizzo d'acqua molto fredda o di ghiaccio in sostituzione di parte dell'acqua d'impasto. Per ritardare la presa del cemento e facilitare la posa e la finitura del calcestruzzo, si possono aggiungere additivi ritardanti o fluidificanti ritardanti di presa, preventivamente autorizzati dalla direzione dei lavori.

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 da impiegare nei climi caldi dovranno essere confezionati preferibilmente con cementi a basso calore di idratazione oppure aggiungendo all'impasto additivi ritardanti.

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, per 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.

#### *Riprese di getto. Riprese di getto su calcestruzzo fresco e su calcestruzzo indurito*

Le interruzioni del getto devono essere autorizzate dalla direzione dei lavori. Per quanto possibile, i getti devono essere eseguiti senza soluzione di continuità, in modo da evitare le riprese e conseguire la necessaria continuità strutturale. Per ottenere ciò, è opportuno ridurre al minimo il tempo di ricopertura tra gli strati successivi, in modo che mediante vibrazione si ottenga la monoliticità del calcestruzzo.

Qualora siano inevitabili le riprese di getto, è necessario che la superficie del getto su cui si prevede la ripresa sia lasciata quanto più possibile corrugata. Alternativamente, la superficie deve essere scalfita e pulita dai detriti, in modo da migliorare l'adesione con il getto successivo. L'adesione può essere migliorata con specifici adesivi per ripresa di getto (resine) o con tecniche diverse che prevedono l'utilizzo di additivi ritardanti o ritardanti superficiali da aggiungere al calcestruzzo o da applicare sulla superficie.

In sintesi:

- 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;
- collegando i due getti con malta di collegamento a ritiro compensato.

Quando sono presenti armature metalliche (barre) attraversanti le superfici di ripresa, occorre fare sì che tali barre, in grado per la loro natura di resistere al taglio, possano funzionare più efficacemente come elementi tesi in tralicci resistenti agli scorrimenti, essendo gli elementi compressi costituiti da aste virtuali di calcestruzzo che, come si è detto in precedenza, abbiano a trovare una buona imposta ortogonale rispetto al loro asse (questo è, per esempio, il caso delle travi gettate in più riprese sulla loro altezza).

Tra le riprese di getto sono da evitare i distacchi, le discontinuità o le differenze d'aspetto e colore.

Nel caso di ripresa di getti di calcestruzzo a vista devono eseguirsi le ulteriori disposizioni del direttore dei lavori.

#### *Compattazione del calcestruzzo*

Quando il calcestruzzo fresco è versato nella cassaforma, contiene molti vuoti e tasche d'aria racchiusi tra gli aggregati grossolani rivestiti parzialmente da malta. Il volume di tale aria, che si aggira tra il 5 e il 20%, dipende dalla consistenza del calcestruzzo, dalla dimensione della cassaforma, dalla distribuzione e dall'addensamento delle barre d'armatura e dal modo con cui il calcestruzzo è stato versato nella cassaforma.

La compattazione è il processo mediante il quale le particelle solide del calcestruzzo fresco si serrano tra loro riducendo i vuoti. Tale processo può essere effettuato mediante vibrazione, centrifugazione, battitura e assestamento.

I calcestruzzi con classi di consistenza S1 e S2, che allo stato fresco sono generalmente rigidi, richiedono una compattazione più energica dei calcestruzzi di classe S3 o S4, aventi consistenza plastica o plastica fluida.

La lavorabilità di un calcestruzzo formulato originariamente con poca acqua non può essere migliorata aggiungendo acqua. Tale aggiunta penalizza la resistenza e dà luogo alla formazione di una miscela instabile che tende a segregare durante la messa in opera. Quando necessario possono essere utilizzati degli additivi fluidificanti o talvolta superfluidificanti.

Nel predisporre il sistema di compattazione, si deve prendere in considerazione la consistenza effettiva del calcestruzzo al momento della messa in opera che, per effetto della temperatura e della durata di trasporto, può essere inferiore a quella rilevata al termine dell'impasto.

La compattazione del calcestruzzo deve evitare la formazione di vuoti, soprattutto nelle zone di copriferro.

#### *Compattazione mediante vibrazione*

La vibrazione consiste nell'imporre al calcestruzzo fresco rapide vibrazioni che fluidificano la malta e drasticamente riducono l'attrito interno esistente tra gli aggregati. In questa condizione, il calcestruzzo si assesta per effetto della forza di gravità, fluisce nelle casseforme, avvolge le armature ed espelle l'aria intrappolata. Al termine della vibrazione, l'attrito interno ristabilisce lo stato di quiete e il calcestruzzo risulta denso e compatto. I vibratorii possono essere interni ed esterni.

I vibratorii interni, detti anche *a immersione* o *ad ago*, sono i più usati nei cantieri. Essi sono costituiti da una sonda o ago, contenente un albero eccentrico azionato da un motore tramite una trasmissione flessibile. Il loro raggio d'azione, in relazione al diametro, varia tra 0,2 e 0,6 m, mentre la frequenza di vibrazione, quando il vibratore è immerso nel calcestruzzo, è compresa tra 90 e 250 Hz.

L'uso dei vibratorii 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.

Per effettuare la compattazione, l'ago vibrante deve essere introdotto verticalmente e spostato da punto a punto nel calcestruzzo, con tempi di permanenza che vanno dai 5 ai 30 secondi. L'effettivo completamento della compattazione può essere valutato dall'aspetto della superficie, che non deve essere né porosa né eccessivamente ricca di malta. L'estrazione dell'ago deve essere graduale ed effettuata in modo da permettere la chiusura dei fori da esso lasciati.

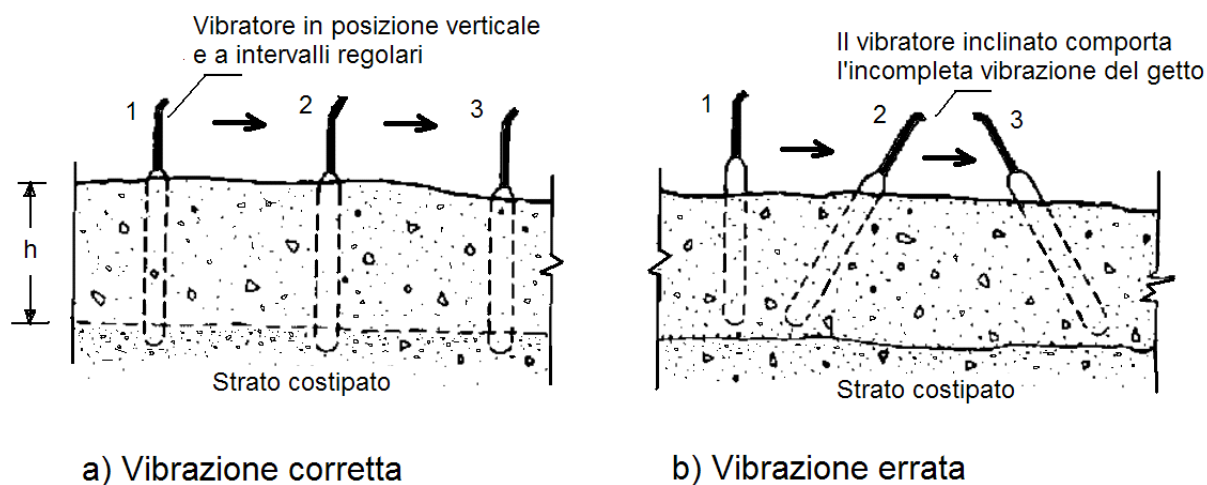
L'ago deve essere introdotto per l'intero spessore del getto fresco e per 5-10 cm in quello sottostante, se questo è ancora lavorabile. In tal modo, si ottiene un adeguato legame tra gli strati e si impedisce la formazione di un giunto freddo tra due strati di getti sovrapposti. I cumuli che inevitabilmente si formano quando il calcestruzzo è versato nei casseri devono essere livellati

inserendo il vibratore entro la loro sommità. Per evitare la segregazione, il calcestruzzo non deve essere spostato lateralmente con i vibratorii mantenuti in posizione orizzontale, operazione che comporterebbe un forte affioramento di pasta cementizia con contestuale sedimentazione degli aggregati grossi. La vibrazione ottenuta affiancando il vibratore alle barre d'armatura è tollerata solo se l'addensamento tra le barre impedisce l'ingresso del vibratore e a condizione che non ci siano sottostanti strati di calcestruzzo in fase d'indurimento.

Qualora il getto comporti la messa in opera di più strati, si dovrà programmare la consegna del calcestruzzo in modo che ogni strato sia disposto sul precedente quando questo è ancora allo strato plastico, così da evitare i giunti freddi.

I vibratorii esterni sono utilizzati generalmente negli impianti di prefabbricazione ma possono comunque essere utilizzati anche nei cantieri quando la struttura è complessa o l'addensamento delle barre d'armatura limita o impedisce l'inserimento di un vibratore a immersione.

I vibratorii superficiali applicano la vibrazione tramite una sezione piana appoggiata alla superficie del getto: in questo modo il calcestruzzo è sollecitato in tutte le direzioni e la tendenza a segregare è minima. Un martello elettrico può essere usato come vibratore superficiale se combinato con una piastra d'ideale sezione. Per consolidare sezioni sottili è utile l'impiego di rulli vibranti.



**Figura 44.5** Esecuzione del getto e modalità di costipazione mediante vibrazione interna

#### Stagionatura

##### Prescrizioni per una corretta stagionatura

Per una corretta stagionatura del calcestruzzo è necessario seguire le seguenti disposizioni:

- prima della messa in opera:- saturare a rifiuto il sottofondo e le casseforme di legno, oppure isolare il sottofondo con fogli di plastica e impermeabilizzare le casseforme con disarmante;- la temperatura del calcestruzzo al momento della messa in opera deve essere  $\leq 0\text{ }^{\circ}\text{C}$ , raffreddando, se necessario, gli aggregati e l'acqua di miscela.
- durante la messa in opera:- erigere temporanee barriere frangivento per ridurre la velocità sulla superficie del calcestruzzo;
- erigere protezioni temporanee contro l'irraggiamento diretto del sole;- proteggere il calcestruzzo con coperture temporanee, quali fogli di polietilene, nell'intervallo fra la messa in opera e la finitura;- ridurre il tempo fra la messa in opera e l'inizio della stagionatura protetta.
- dopo la messa in opera:- minimizzare l'evaporazione proteggendo il calcestruzzo immediatamente dopo la finitura con membrane impermeabili, umidificazione a nebbia o copertura;- la massima temperatura ammissibile all'interno delle sezioni è di  $70\text{ }^{\circ}\text{C}$ ;- la differenza massima di temperatura fra l'interno e l'esterno è di  $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ ;- la massima differenza di temperatura fra il calcestruzzo messo in opera e le parti già indurite o altri elementi della struttura è di  $15\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

È compito della direzione dei lavori specificare le modalità di ispezione e di controllo.

##### Protezione in generale

La protezione consiste nell'impedire, durante la fase iniziale del processo di indurimento:

- l'essiccazione della superficie del calcestruzzo, perché l'acqua è necessaria per l'idratazione del cemento e, nel caso in cui si impieghino cementi di miscela, per il progredire delle reazioni pozzolaniche; inoltre serve a impedire che gli strati superficiali

del manufatto indurito risultino porosi. L'essiccazione prematura rende il copriferro permeabile e quindi scarsamente resistente alla penetrazione delle sostanze aggressive presenti nell'ambiente di esposizione;

- il congelamento dell'acqua d'impasto prima che il calcestruzzo abbia raggiunto un grado adeguato di indurimento;
- che i movimenti differenziali, dovuti a differenze di temperatura attraverso la sezione del manufatto, siano di entità tale da generare fessure.

I metodi di stagionatura proposti dall'appaltatore dovranno essere preventivamente sottoposti all'esame del direttore dei lavori, che potrà richiedere le opportune verifiche sperimentali.

Durante il periodo di stagionatura protetta, si dovrà evitare che i getti di calcestruzzo subiscano urti, vibrazioni e sollecitazioni di ogni genere.

Il metodo di stagionatura prescelto dovrà assicurare che le variazioni termiche differenziali nella sezione trasversale delle strutture, da misurare con serie di termocoppie, non provochino fessure o cavillature tali da compromettere le caratteristiche del calcestruzzo indurito. Tali variazioni termiche potranno essere verificate direttamente nella struttura mediante serie di termocoppie predisposte all'interno del cassero nella posizione indicata dal progettista.

L'appaltatore dovrà evitare congelamenti superficiali o totali di strutture in cemento armato sottili oppure innalzamenti di temperatura troppo elevati con conseguente abbattimento delle proprietà del calcestruzzo indurito nel caso di strutture massicce.

#### *Protezione termica durante la stagionatura*

A titolo esemplificativo di seguito si indicano i più comuni sistemi di protezione termica per le strutture in calcestruzzo adottabili nei getti di cantiere, ovvero:

- cassaforma isolante;- sabbia e foglio di polietilene;- immersione in leggero strato d'acqua;- coibentazione con teli flessibili.

#### *Cassaforma isolante*

Il  $\Delta t \leq 20$  °C può essere rispettato se si usa una cassaforma isolante, ad esempio legno compensato con spessore = 2 cm o se il getto si trova contro terra.

#### *Sabbia e foglio di polietilene*

La parte superiore del getto si può proteggere con un foglio di polietilene coperto con 7-8 cm di sabbia. Il foglio di polietilene ha anche la funzione di mantenere la superficie pulita e satura d'umidità.

#### *Immersione in leggero strato d'acqua*

La corretta stagionatura è assicurata mantenendo costantemente umida la struttura messa in opera. Nel caso di solette e getti a sviluppo orizzontale, si suggerisce di creare un cordolo perimetrale che permette di mantenere la superficie costantemente ricoperta da alcuni centimetri d'acqua.

Occorre porre attenzione, in condizioni di forte ventilazione, alla rapida escursione della temperatura sulla superficie per effetto dell'evaporazione.

#### *Coibentazione con teli flessibili*

Sono ideali nelle condizioni invernali, in quanto permettono di trattenere il calore nel getto, evitando la dispersione naturale. Si deve tener conto tuttavia che nella movimentazione le coperte possono essere facilmente danneggiate.

Al fine di assicurare alla struttura un corretto sistema di stagionatura in funzione delle condizioni ambientali, della geometria dell'elemento e dei tempi di scasseratura previsti, occorre prevedere ed eseguire in cantiere una serie di verifiche che assicurino l'efficacia delle misure di protezione adottate.

#### *Durata della stagionatura*

Con il termine *durata di stagionatura* si intende il periodo che intercorre tra la messa in opera e il tempo in cui il calcestruzzo ha raggiunto le caratteristiche essenziali desiderate. Per l'intera durata della stagionatura, il calcestruzzo necessita d'attenzioni e cure affinché la sua maturazione possa avvenire in maniera corretta. La durata di stagionatura deve essere prescritta in relazione alle proprietà richieste per la superficie del calcestruzzo (resistenza meccanica e compattezza) e per la classe d'esposizione. Se la classe di esposizione prevista è limitata alle classi X0 e XC1, il tempo minimo di protezione non deve essere inferiore a 12 ore, a condizione che il tempo di presa sia inferiore a cinque ore, e che la temperatura della superficie del calcestruzzo sia superiore a 5 °C. Se il calcestruzzo è esposto a classi d'esposizione diverse da X0 o XC1, la durata di stagionatura deve essere estesa fino a quando il calcestruzzo ha raggiunto, sulla sua superficie, almeno il 50% della resistenza media, o il 70% della resistenza caratteristica, previste dal progetto.

Nella tabella 44.3 è riportata, in funzione dello sviluppo della resistenza e della temperatura del calcestruzzo, la durata di stagionatura minima per calcestruzzi esposti a classi d'esposizione diverse da X0 e XC1.

**Tabella 44.3. Durata di stagionatura minima per calcestruzzi esposti a classi d'esposizione diverse (da X0 a XC1)**

Temperatura <i>t</i> della superficie del calcestruzzo	Durata minima della stagionatura (giorni)
	Sviluppo della resistenza in base al rapporto $r = (f_{cm2}/f_{cm28})^1$

(°C)	Rapido $r \geq 0,50$	Medio $0,50 < r = < 0,30$	Lento $0,30 < r \leq 0,15$	Molto lento $r < 0,15$
$t \geq 25$	1	1,5	2	3
$25 > t \geq 15$	1	2	3	5
$15 > t \geq 10$	2	4	7	10
$10 > t \geq 5$	3	6	10	15

<sup>1</sup> La velocità di sviluppo della resistenza  $r$  è calcolata in base al rapporto sperimentale della resistenza meccanica  $f_{cm}$  alla compressione determinata alla scadenza di 2 e 28 giorni. Al tempo di maturazione specificato deve essere aggiunto l'eventuale tempo di presa eccedente le cinque ore. Il tempo durante il quale il calcestruzzo rimane a temperatura  $< 5$  °C non deve essere computato come tempo di maturazione.

L'indicazione circa la durata di stagionatura, necessaria a ottenere la durabilità e impermeabilità dello strato superficiale, non deve essere confusa con il tempo necessario al raggiungimento della resistenza prescritta per la rimozione delle casseforme e i conseguenti aspetti di sicurezza strutturale. Per limitare la perdita d'acqua per evaporazione si adottano i seguenti metodi:

- mantenere il getto nelle casseforme per un tempo adeguato (3-7 giorni);
- coprire la superficie del calcestruzzo con fogli di plastica, a tenuta di vapore, assicurati ai bordi e nei punti di giunzione;
- mettere in opera coperture umide sulla superficie in grado di proteggere dall'essiccazione;
- mantenere umida la superficie del calcestruzzo con l'apporto di acqua;
- applicare prodotti specifici (filmogeni antievaporanti) per la protezione delle superfici.

I prodotti filmogeni di protezione curing non possono essere applicati lungo i giunti di costruzione, sulle riprese di getto o sulle superfici che devono essere trattate con altri materiali, a meno che il prodotto non venga completamente rimosso prima delle operazioni o che si sia verificato che non ci siano effetti negativi nei riguardi dei trattamenti successivi, salvo specifica deroga da parte della direzione dei lavori. Per eliminare il film dello strato protettivo dalla superficie del calcestruzzo, si può utilizzare la sabbatura o l'idropulitura con acqua in pressione. La colorazione del prodotto di curing serve a rendere visibili le superfici trattate. Si devono evitare, nel corso della stagionatura, i ristagni d'acqua sulle superfici che rimarranno a vista.

Nel caso in cui siano richieste particolari caratteristiche per la superficie del calcestruzzo, quali la resistenza all'abrasione o durabilità, è opportuno aumentare il tempo di protezione e maturazione.

*Norme di riferimento per i prodotti filmogeni*

**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.*

*Controllo della fessurazione superficiale*

Per le strutture in cemento armato 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.

*Maturazione accelerata con getti di vapore saturo*

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 e il successivo raffreddamento deve avvenire con gradienti non superiori a 10 °C/h.

A titolo orientativo potranno essere eseguite le raccomandazioni del documento aci 517.2R-80 (*Accelerated Curing of Concrete at Atmospheric Pressure*).

117.2.7 Casseforme e puntelli per le strutture in calcestruzzo semplice e armato

*Caratteristiche delle casseforme*

Le casseforme e le relative strutture di supporto devono essere realizzate in modo da sopportare le azioni alle quali sono sottoposte nel corso della messa in opera del calcestruzzo e in modo da essere abbastanza rigide per garantire il rispetto delle dimensioni geometriche e delle tolleranze previste.

In base alla loro configurazione le casseforme possono essere classificate in:

- casseforme smontabili;- casseforme a tunnel, idonee a realizzare contemporaneamente elementi edilizi orizzontali e verticali;- casseforme rampanti, atte a realizzare strutture verticali mediante il loro progressivo innalzamento, ancorate al calcestruzzo precedentemente messo in opera;- casseforme scorrevoli, predisposte per realizzare in modo continuo opere che si sviluppano in altezza o lunghezza.

Per rispettare le quote e le tolleranze geometriche progettuali, le casseforme devono essere praticamente indeformabili quando, nel corso della messa in opera, sono assoggettate alla pressione del calcestruzzo e alla vibrazione. È opportuno che eventuali prescrizioni relative al grado di finitura della superficie a vista siano riportate nelle specifiche progettuali.

La superficie interna delle casseforme rappresenta il negativo dell'opera da realizzare; tutti i suoi pregi e difetti si ritrovano sulla superficie del getto.

Generalmente, una cassaforma è ottenuta mediante l'accostamento di pannelli. Se tale operazione non è eseguita correttamente e/o non sono predisposti i giunti a tenuta, la fase liquida del calcestruzzo, o boiaccia, fuoriesce provocando difetti estetici sulla superficie del getto, eterogeneità nella tessitura e nella colorazione nonché nidi di ghiaia.

La tenuta delle casseforme deve essere curata in modo particolare nelle strutture con superfici di calcestruzzo a vista e può essere migliorata utilizzando giunti preformati riutilizzabili oppure con mastice e con guarnizioni monouso.

Alla difficoltà di ottenere connessioni perfette si può porre rimedio facendo in modo che le giunture siano in corrispondenza di modanature o di altri punti d'arresto del getto.

Tutti i tipi di casseforme (con la sola esclusione di quelle che rimangono inglobate nell'opera finita), prima della messa in opera del calcestruzzo, richiedono il trattamento con un agente (prodotto) disarmante.

I prodotti disarmanti sono applicati ai manti delle casseforme per agevolare il distacco del calcestruzzo, ma svolgono anche altre funzioni, quali la protezione della superficie delle casseforme metalliche dall'ossidazione e della corrosione, l'impermeabilizzazione dei pannelli di legno e il miglioramento della qualità della superficie del calcestruzzo. La scelta del prodotto e la sua corretta applicazione influenzano la qualità delle superfici del calcestruzzo, in particolare l'omogeneità di colore e l'assenza di bolle.

Le casseforme assorbenti, costituite da tavole o pannelli di legno non trattato o altri materiali assorbenti, calcestruzzo compreso prima della messa in opera del calcestruzzo richiedono la saturazione con acqua. Si deve aver cura di eliminare ogni significativa traccia di ruggine nelle casseforme metalliche.

Nel caso in cui i ferri d'armatura non siano vincolati alle casseforme, per rispettare le tolleranze dello spessore del copriferro si dovranno predisporre opportune guide o riscontri che contrastano l'effetto della pressione esercitata dal calcestruzzo.

Nella tabella 44.4 sono indicati i principali difetti delle casseforme, le conseguenze e le possibili precauzioni per evitare o almeno contenere i difetti stessi.

**Tabella 44.4. Difetti delle casseforme, conseguenze e precauzioni**

	<b>Difetti</b>	<b>Conseguenze</b>	<b>Precauzioni</b>
<b>Per le casseforme</b>	Deformabilità eccessiva	Sulle tolleranze dimensionali	Utilizzare casseforme poco deformabili, casseforme non deformate, pannelli di spessore omogeneo
	Tenuta insufficiente	Perdita di boiaccia e/o fuoriuscita d'acqua d'impasto. Formazione di nidi di ghiaia	Connettere correttamente le casseforme e sigillare i giunti con materiali idonei o guarnizioni
<b>Per i pannelli</b>	Superficie troppo assorbente	Superficie del calcestruzzo omogenea e di colore chiaro	Saturare le casseforme con acqua. Usare un idoneo prodotto disarmante e/o impermeabilizzante
	Superficie non assorbente	Presenza di bolle superficiali	Distribuire correttamente il disarmante. Far rifluire il calcestruzzo dal basso
	Superficie ossidata	Tracce di macchie e di ruggine	Pulire accuratamente le casseforme metalliche. Utilizzare un prodotto disarmante anticorrosivo

	<b>Progetto esecutivo</b> : “ Adeguamento Regola Tecnica di prevenzione incendi Poliambulatorio Palma di Montechiaro sito in via Maccacaro”
--	---

<b>Per i prodotti disarmanti</b>	Distribuzione in eccesso	Macchie sul calcestruzzo Presenza di bolle d'aria	Utilizzare un sistema idoneo a distribuire in modo omogeneo un film sottile di disarmante. Pulire accuratamente le casseforme dai residui dei precedenti impieghi
	Distribuzione insufficiente	Disomogeneità nel distacco	Curare l'applicazione del prodotto disarmante

#### *Casseforme speciali*

Le casseforme speciali più frequentemente utilizzate sono quelle rampanti e quelle scorrevoli orizzontali e verticali.

Le casseforme rampanti si sorreggono sul calcestruzzo indurito dei getti sottostanti precedentemente messi in opera. Il loro fissaggio è realizzato mediante bulloni o barre inserite nel calcestruzzo. L'avanzamento nei getti è vincolato al raggiungimento da parte del calcestruzzo di una resistenza sufficiente a sostenere il carico delle armature, del calcestruzzo del successivo getto, degli uomini e delle attrezzature.

Questa tecnica è finalizzata alla realizzazione di strutture di notevole altezza, quali pile di ponte, ciminiere, pareti di sbarramento (dighe), strutture industriali a sviluppo verticale.

La tecnica delle casseforme scorrevoli consente di mettere in opera il calcestruzzo in modo continuo. La velocità di avanzamento della cassaforma è regolata in modo che il calcestruzzo formato sia sufficientemente rigido da mantenere la propria forma, sostenere il proprio peso e le eventuali sollecitazioni indotte dalle attrezzature e, nel caso di casseforme scorrevoli verticali, anche il calcestruzzo del getto successivo.

Le casseforme scorrevoli orizzontali scivolano conferendo al calcestruzzo la sezione voluta, avanzano su rotaie e la direzione e l'allineamento sono mantenuti facendo riferimento a un filo di guida. Sono utilizzate, ad esempio, per rivestimenti di gallerie, condotte d'acqua, rivestimenti di canali, pavimentazioni stradali, barriere spartitraffico.

Le casseforme scorrevoli verticali invece sono utilizzate per realizzare strutture, quali sili, edifici a torre, ciminiere.

L'utilizzo delle casseforme scorrevoli comporta dei vincoli per le proprietà del calcestruzzo fresco. Nel caso delle casseforme scorrevoli orizzontali, è richiesta una consistenza quasi asciutta (S1-S2). Il calcestruzzo deve rendersi plastico sotto l'effetto dei vibratori, ma al rilascio dello stampo deve essere sufficientemente rigido per autosostenersi. Con le casseforme scorrevoli verticali invece il tempo d'indurimento e la scorrevolezza del calcestruzzo sono parametri vincolanti e devono essere costantemente controllati.

Nel caso di cassetatura a perdere, inglobata nell'opera, occorre verificare la sua funzionalità, se è elemento portante, e che non sia dannosa, se è elemento accessorio.

#### *Casseforme in legno*

Nel caso di utilizzo di casseforme in legno, si dovrà curare che le stesse siano eseguite con tavole a bordi paralleli e ben accostate, in modo che non abbiano a presentarsi, dopo il disarmo, sbavature o disuguaglianze sulle facce in vista del getto. In ogni caso, l'appaltatore avrà cura di trattare le casseforme, prima del getto, con idonei prodotti disarmanti. Le parti componenti i casseri devono essere a perfetto contatto per evitare la fuoriuscita di boiaccia cementizia.

**Tabella 44.5. Legname per carpenteria**

<b>Tavolame</b>	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
<b>Legname segato</b>	Travi (sostacchine)	Sezione quadrata da 12 x 12 a 20 x 20 cm lunghezza 4 m
<b>Legname tondo</b>	Antenne, candele	Diametro min 12 cm Lunghezza > 10-12 cm
	Pali, ritti	Diametro 10-12 cm Lunghezza > 6-12 cm
<b>Residui di lavorazioni precedenti</b>	Da tavole (mascelle) Da travi (mozzature)	Lunghezza > 20 cm



### *Pulizia e trattamento*

I casseri devono essere puliti e privi di elementi che possano in ogni modo pregiudicare l'aspetto della superficie del conglomerato cementizio indurito.

Dove e quando necessario, si farà uso di prodotti disarmanti disposti in strati omogenei continui. I disarmanti non dovranno assolutamente macchiare la superficie in vista del conglomerato cementizio. Su tutte le casseforme di una stessa opera dovrà essere usato lo stesso prodotto.

Nel caso di utilizzo di casseforme impermeabili, per ridurre il numero delle bolle d'aria sulla superficie del getto, si dovrà fare uso di disarmante con agente tensioattivo in quantità controllata e la vibrazione dovrà essere contemporanea al getto.

Qualora si realizzino conglomerati cementizi colorati o con cemento bianco, l'uso dei disarmanti sarà subordinato a prove preliminari atte a dimostrare che il prodotto usato non alteri il colore.

### *Legature delle casseforme e distanziatori delle armature*

Gli inserti destinati a mantenere le armature in posizione, quali distanziali, tiranti, barre o altri elementi incorporati o annegati nella sezione come placche e perni di ancoraggio, devono:

- essere fissati solidamente in modo tale che la loro posizione rimanga quella prescritta anche dopo la messa in opera e la compattazione del calcestruzzo;- non indebolire la struttura;- non indurre effetti dannosi al calcestruzzo, agli acciai di armatura e ai tiranti di precompressione;- non provocare macchie inaccettabili;- non nuocere alla funzionalità o alla durabilità dell'elemento strutturale;- non ostacolare la messa in opera e la compattazione del calcestruzzo.

Ogni elemento annegato deve avere una rigidità tale da mantenere la sua forma durante le operazioni di messa in opera del calcestruzzo.

I dispositivi che mantengono in posto le casseforme, quando attraversano il conglomerato cementizio, non devono essere dannosi a quest'ultimo. In particolare, viene prescritto che dovunque sia possibile gli elementi delle casseforme vengano fissati nell'esatta posizione prevista usando fili metallici liberi di scorrere entro tubi di pvc o simile, questi ultimi destinati a rimanere incorporati nel getto di calcestruzzo. Dove ciò non fosse possibile, previa informazione alla direzione dei lavori, potranno essere adottati altri sistemi, prescrivendo le cautele da adottare.

È vietato l'uso di distanziatori di legno o metallici; sono invece ammessi quelli in plastica, ma ovunque sia possibile dovranno essere usati quelli in malta di cemento.

La superficie del distanziatore a contatto con la cassaforma deve essere la più piccola possibile. Si preferiranno quindi forme cilindriche, semicilindriche e emisferiche.

### *Strutture di supporto*

Le strutture di supporto devono prendere in considerazione l'effetto combinato:

- del peso proprio delle casseforme, dei ferri d'armatura e del calcestruzzo;- della pressione esercitata sulle casseforme dal calcestruzzo in relazione ai suoi gradi di consistenza più elevati, particolarmente nel caso di calcestruzzo autocompattante (scc);- delle sollecitazioni esercitate da personale, materiali, attrezzature, ecc., compresi gli effetti statici e dinamici provocati dalla messa in opera del calcestruzzo, dai suoi eventuali accumuli in fase di getto e dalla sua compattazione;- dei possibili sovraccarichi dovuti al vento e alla neve.

Alle casseforme non devono essere connessi carichi e/o azioni dinamiche dovute a fattori esterni quali, ad esempio, le tubazioni delle pompe per calcestruzzo. La deformazione totale delle casseforme e la somma di quelle relative ai pannelli e alle strutture di supporto non deve superare le tolleranze geometriche previste per il getto.

Per evitare la deformazione del calcestruzzo non ancora completamente indurito e le possibili fessurazioni, le strutture di supporto devono prevedere l'effetto della spinta verticale e orizzontale del calcestruzzo durante la messa in opera e, nel caso in cui la struttura di supporto poggi anche parzialmente al suolo, occorrerà assumere i provvedimenti necessari per compensare gli eventuali assentamenti.

Nel caso del calcestruzzo autocompattante (scc) non è prudente tener conto della riduzione di pressione laterale, che deve essere considerata di tipo idrostatico agente su tutta l'altezza di getto, computata a partire dalla quota d'inizio o di ripresa di getto. Per evitare la marcatura delle riprese di getto, compatibilmente con la capacità delle casseforme a resistere alla spinta idrostatica esercitata dal materiale fluido, il calcestruzzo autocompattante deve essere messo in opera in modo continuo, programmando le riprese di getto lungo le linee di demarcazione architettoniche (modanature, segna-piano, ecc.).

### *Giunti tra gli elementi di cassaforma*

I giunti tra gli elementi di cassaforma saranno realizzati con ogni cura, al fine di evitare fuoriuscite di boiaccia e creare irregolarità o sbavature. Potrà essere prescritto che tali giunti debbano essere evidenziati in modo da divenire elementi architettonici.

### *Predisposizione di fori, tracce, cavità*

L'appaltatore avrà l'obbligo di predisporre in corso di esecuzione quanto è previsto nei disegni progettuali esecutivi, per ciò che concerne fori, tracce, cavità, incassature, ecc., per la posa in opera di apparecchi accessori quali giunti, appoggi, smorzatori sismici, pluviali, passi d'uomo, passerelle d'ispezione, sedi di tubi e di cavi, opere interruttive, sicurvia, parapetti, mensole, segnalazioni, parti d'impianti, ecc.

117.2.8 Linee generali per il disarmo delle strutture in cemento armato

Il disarmo comprende le fasi che riguardano la rimozione delle casseforme e delle strutture di supporto. Queste non possono essere rimosse prima che il calcestruzzo abbia raggiunto la resistenza sufficiente a:

- sopportare le azioni applicate;- evitare che le deformazioni superino le tolleranze specificate;- resistere ai deterioramenti di superficie dovuti al disarmo.

Durante il disarmo è necessario evitare che la struttura subisca colpi, sovraccarichi e deterioramenti.

I carichi sopportati da ogni centina devono essere rilasciati gradatamente, in modo tale che gli elementi di supporto contigui non siano sottoposti a sollecitazioni brusche ed eccessive.

La stabilità degli elementi di supporto e delle casseforme deve essere assicurata e mantenuta durante l'annullamento delle reazioni in gioco e lo smontaggio. L'appaltatore non può effettuare il disarmo delle strutture entro giorni ..... dalla data di esecuzione del getto.

Il disarmo deve avvenire gradatamente adottando i provvedimenti necessari a evitare brusche sollecitazioni e azioni dinamiche. Infatti, l'eliminazione di un supporto dà luogo, nel punto di applicazione, a una repentina forza uguale e contraria a quella esercitata dal supporto (per carichi verticali, si tratta di forze orientate verso il basso, che danno luogo a impropri aumenti di sollecitazione delle strutture). 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.

Si può procedere alla rimozione delle casseforme dai getti solo quando è stata raggiunta la resistenza indicata dal progettista e comunque non prima dei tempi prescritti nei decreti attuativi della legge n. 1086/1971. In ogni caso, il disarmo deve essere autorizzato e concordato con la direzione dei lavori.

Si deve porre attenzione ai periodi freddi, quando le condizioni climatiche rallentano lo sviluppo delle resistenze del calcestruzzo, come pure al disarmo e alla rimozione delle strutture di sostegno delle solette e delle travi. In caso di dubbio, è opportuno verificare la resistenza meccanica reale del calcestruzzo.

Le operazioni di disarmo delle strutture devono essere eseguite da personale specializzato dopo l'autorizzazione del direttore dei lavori. Si dovrà tenere conto e prestare attenzione che sulle strutture da disarmare non vi siano carichi accidentali e temporanei e verificare i tempi di maturazione dei getti in calcestruzzo.

È vietato disarmare le armature di sostegno se sulle strutture insistono carichi accidentali e temporanei.

**Tabella 44.6. Tempi minimi per del disarmo delle strutture in cemento armato dalla data del getto**

<b>Struttura</b>	<b>Calcestruzzo normale (giorni)</b>	<b>Calcestruzzo ad alta resistenza (giorni)</b>
Sponde dei casseri di travi e pilastri	3	2
Solette di luce modesta	10	4
Puntelli e centine di travi, archi e volte	24	12
Strutture a sbalzo	28	14

*Disarmanti*

L'impiego di disarmanti per facilitare il distacco delle casseforme non deve pregiudicare l'aspetto della superficie del calcestruzzo e la permeabilità né influenzarne la presa o causare la 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. La stessa cosa 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.*

117.2.9 Ripristini e stuccature

Nessun ripristino o stuccatura potrà essere eseguito dall'appaltatore dopo il disarmo delle strutture in calcestruzzo senza il preventivo controllo del direttore dei lavori.

Eventuali elementi metallici, quali chiodi o reggette che dovessero sporgere dai getti, dovranno essere tagliati almeno 1 cm sotto la superficie finita e gli incavi risultanti dovranno essere accuratamente sigillati con malta fine di cemento ad alta adesione.

Gli eventuali fori e/o nicchie formate nel calcestruzzo dalle strutture di supporto dei casseri devono essere riempiti e trattati in superficie con un materiale di qualità simile a quella del calcestruzzo circostante.

A seguito di tali interventi, la direzione dei lavori potrà richiedere, per motivi estetici, la ripulitura o la verniciatura delle superfici del getto con idonei prodotti.

*Caricamento delle strutture disarmate*

Il caricamento delle strutture in cemento armato disarmate deve essere autorizzato dalla direzione dei lavori che deve valutarne l'idoneità statica o in relazione alla maturazione del calcestruzzo e ai carichi sopportabili.

La direzione dei lavori potrà procedere alla misura delle deformazioni delle strutture dopo il disarmo, considerando l'azione del solo peso proprio.

**117.3** *Prescrizioni specifiche per il calcestruzzo a faccia vista*

Affinché il colore superficiale del calcestruzzo, determinato dalla sottile pellicola di malta che si forma nel getto a contatto con la cassaforma, risulti il più possibile uniforme, il cemento utilizzato in ciascuna opera dovrà provenire dallo stesso cementificio ed essere sempre dello stesso tipo e classe. La sabbia invece dovrà provenire dalla stessa cava e avere granulometria e composizione costante.

Le opere o i costituenti delle opere a faccia a vista, che dovranno avere lo stesso aspetto esteriore, dovranno ricevere lo stesso trattamento di stagionatura. In particolare, si dovrà curare che l'essiccamento della massa del calcestruzzo sia lento e uniforme.

Si dovranno evitare condizioni per le quali si possano formare efflorescenze sul calcestruzzo. Qualora queste apparissero, sarà onere dell'appaltatore eliminarle tempestivamente mediante spazzolatura, senza impiego di acidi.

Le superfici finite e curate – come indicato ai punti precedenti – dovranno essere adeguatamente protette, se le condizioni ambientali e di lavoro saranno tali da poter essere causa di danno in qualsiasi modo alle superfici stesse.

Si dovrà evitare che vengano prodotte sulla superficie finita scalfitture, macchie o altri elementi che ne pregiudichino la durabilità o l'estetica.

Si dovranno evitare inoltre macchie di ruggine dovute alla presenza temporanea dei ferri di ripresa. In tali casi, occorrerà prendere i dovuti provvedimenti, evitando che l'acqua piovana scorra sui ferri e successivamente sulle superfici finite del getto.

Qualsiasi danno o difetto della superficie finita del calcestruzzo dovrà essere eliminato a cura dell'appaltatore, con i provvedimenti preventivamente autorizzati dal direttore dei lavori.

Tutti gli elementi, metallici e non, utilizzati per la legatura e il sostegno dei casseri dovranno essere rimossi dopo la scassatura.

**117.4** *Difetti superficiali delle strutture, cause e rimedi*

I difetti superficiali del calcestruzzo influenzano non solo le sue caratteristiche estetiche, ma anche quelle di durabilità.

I più frequenti difetti superficiali sono riportati nelle tabelle 44.7-58.16, con le indicazioni relative alle cause e ai rimedi che devono essere adottati.

**Tabella 44.7. Nidi di ghiaia (presenza di aggregato grosso non ricoperto da malta cementizia)**

<b>Cause</b>		<b>Rimedi</b>
<b>Progettuali</b>	Sezione con forte congestione dei ferri di armatura e mancanza di spazio per l'introduzione dei vibratori	Adeguare la disposizione delle armature
<b>Casseforme</b>	Giunti non a tenuta, che permettono la fuoriuscita di acqua, boiaccia o malta	Adeguare le casseforme
<b>Proprietà del calcestruzzo fresco</b>	Carenza di fini, scarsa lavorabilità o eccesso d'acqua, indurimento anticipato, diametro massimo degli aggregati in relazione alle dimensioni del getto	Correggere la miscela
<b>Messa in opera</b>	Calcestruzzo lasciato cadere da un'altezza eccessiva, carico eccessivo di calcestruzzo nelle casseforme, tramogge di carico inesistenti o inefficaci, spostamento orizzontale del calcestruzzo	Correggere la messa in opera
<b>Compattazione</b>	Vibratori sottodimensionati per potenza, frequenza o ampiezza, tempo di vibrazione troppo breve o eccessivo, distanza eccessiva tra i punti di vibrazione, numero di vibratori insufficiente	Correggere l'uso dei vibratori

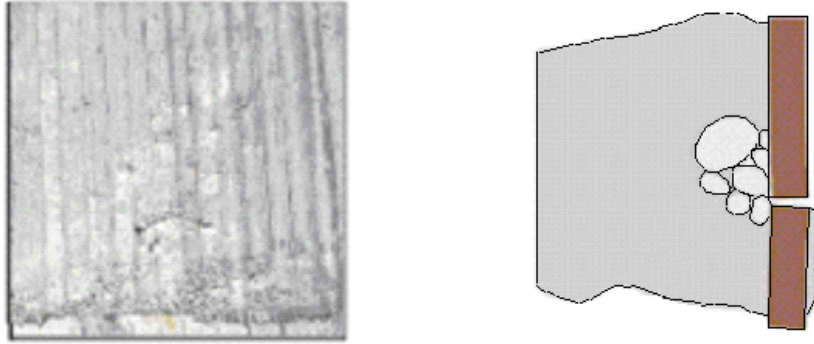


Figura 44.6 Nidi di ghiaia

Tabella 44.8. Vuoti sulla superficie del getto contro cassaforma: cavità singole sulla superficie di forma irregolare e dimensione fino a 20 mm

Cause		Rimedi
<b>Progettuali</b>	Superfici di getto in contropendenza o con interferenze	-
<b>Casseforme</b>	Superfici delle casseforme impermeabili, poco bagnabili, troppo flessibili, e con agente disarmante inadeguato	Adeguare il disarmante
<b>Condizioni operative</b>	Agente disarmante applicato in misura eccessiva o non nebulizzato, temperatura del calcestruzzo troppo elevata	Correggere l'applicazione del disarmante
<b>Proprietà del calcestruzzo fresco</b>	Sabbia troppo ricca in fini, lavorabilità inadeguata, dosaggio eccessivo in cemento o materiale pozzolanico, contenuto d'aria troppo alto, calcestruzzo troppo viscoso	Correggere la miscela
<b>Messa in opera</b>	Messa in opera del calcestruzzo discontinua o troppo lenta, portata della pompa o delle tubazioni inadeguata	Assicurare la continuità del getto
<b>Compattazione</b>	Ampiezza di vibrazione eccessiva, vibratore mantenuto fermo e/o parzialmente immerso, vibrazione esterna inadeguata	Correggere il metodo di vibrazione

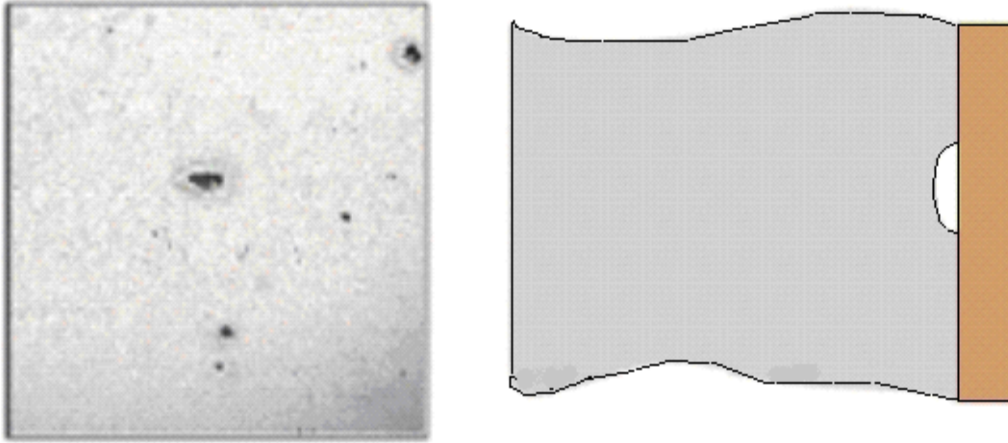


Figura 44.7 Vuoti sulla superficie del getto contro cassaforma

Tabella 44.9. Superfici dei giunti con evidenza di aggregati fini o grossi carenti in cemento, generalmente delimitati da superfici scure

Cause		Rimedi
Casseforme	Mancanza di tenuta nei giunti delle casseforme o nei raccordi di fissaggio, con sigillatura inadeguata	Adeguare le casseforme
Condizioni operative	Spostamento laterale del calcestruzzo	Correggere il metodo di messa in opera
Proprietà del calcestruzzo fresco	Eccesso di acqua, calcestruzzo troppo fluido e/o carenti in pasta cementizia	Correggere l'applicazione del disarmante e adeguare la miscela
Messa in opera	Tempo di attesa eccessivo tra la posa del calcestruzzo e la compattazione	Assicurare la continuità del getto
Compattazione	Eccessiva ampiezza o frequenza della vibrazione in relazione alla dimensione delle casseforme	Correggere la vibrazione

Tabella 44.10. Aggregati affioranti sulla superficie del calcestruzzo a vista (superfici chiazzate di chiaro o di scuro, presenza di macchie aventi dimensioni simili a quelle dell'aggregato)

Cause		Rimedi
Casseforme	Troppo flessibili	Adeguare le casseforme
Proprietà del calcestruzzo fresco	Aggregati carenti nel contenuto in fini, granulometria non corretta, aggregato leggero con calcestruzzo troppo fluido	Adeguare la miscela
Compattazione	Vibrazione esterna eccessiva, o vibrazione eccessiva di calcestruzzo leggero	Correggere il sistema di vibrazione

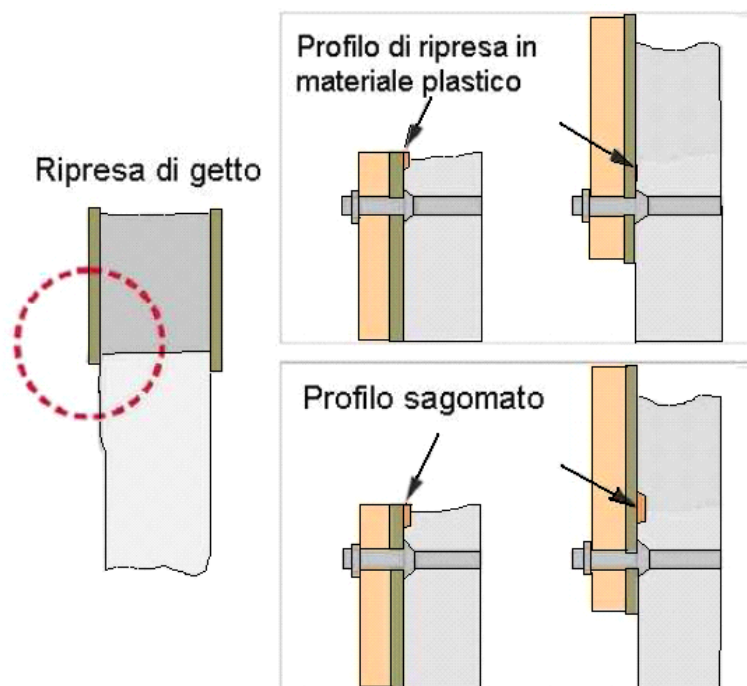


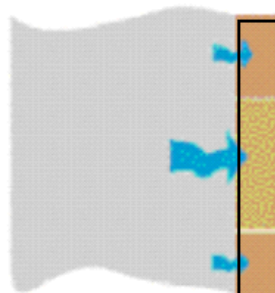
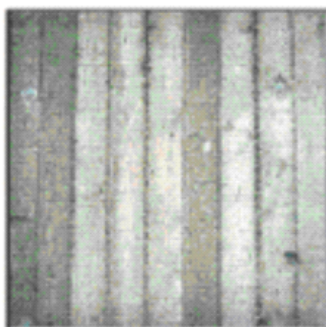
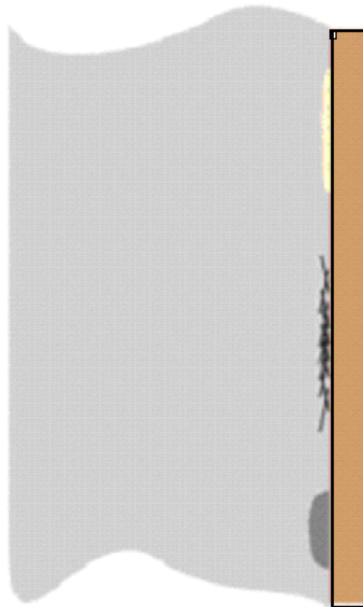
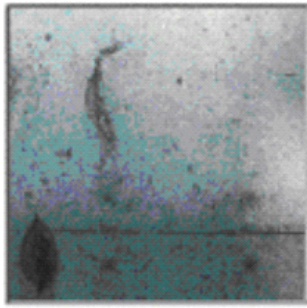
Figura 44.8 Giunti delle casseforme in evidenza

Tabella 44.11. Fessure di assestamento (anche corte, di ampiezza variabile e disposte orizzontalmente)

Cause		Rimedi
Progettuali	Elementi sottili e complessi con difficoltà di accesso per il calcestruzzo e vibrator, spessore del copri ferro inadeguato	Adeguare/verificare la geometria
Casseforme	Casseforme inadeguate e dalle superfici ruvide	Adeguare le casseforme
Condizioni operative	Discontinuità nelle operazioni di getto con tempi eccessivi durante la messa in opera del calcestruzzo (ad esempio, tra le colonne e i solai o le travi)	Assicurare la continuità del getto
Proprietà del calcestruzzo fresco	Composizione granulometrica inadeguata, calcestruzzo troppo fluido, cemento con presa troppo rapida	Verificare la miscela
Messa in opera	Discontinua	Assicurare la continuità del getto
Compattazione	Vibrazione ad immersione troppo prossima alle casseforme, vibrazione a cassaforma eccessiva	Adeguare la vibrazione

**Tabella 44.12. Variazioni di colore (variazioni di colore sulla superficie in evidenza poche ore dopo la rimozione delle casseforme)**

Cause		Rimedi
<b>Progettuali</b>	Ferri di armatura molto vicini alle casseforme	Adeguare il copriferro
<b>Casseforme</b>	Variazioni nelle proprietà di assorbimento superficiale, reazione fra il calcestruzzo e la superficie della cassaforma, reazione con l'agente disarmante, perdita di boiaccia in corrispondenza dei giunti	Correggere le casseforme
<b>Proprietà del calcestruzzo fresco</b>	Granulometria inadeguata degli aggregati, miscelazione non completa, calcestruzzo troppo scorrevole, vibrazione eccessiva	Adeguare la miscela
<b>Messa in opera</b>	Segregazione dei costituenti, consistenza troppo fluida	Aggiustare la consistenza
<b>Compattazione</b>	Vibrazione ad immersione troppo prossima alle casseforme, vibrazione a cassaforma eccessiva	Correggere la vibrazione



**Figura 44.9** Variazioni di colore sulla superficie in evidenza poche ore dopo la rimozione delle casseforme

**Tabella 44.13.** Striature di sabbia e acqua (variazioni di colore o di ombre dovute alla separazione di particelle fini)

Cause		Rimedi
<b>Casseforme</b>	Mancanza di tenuta delle casseforme, acqua in eccesso sul fondo della cassaforma risalente durante il getto	Adeguare le casseforme, drenare e asciugare l'acqua
<b>Condizioni operative</b>	Temperatura bassa, calcestruzzo con eccesso di acqua	Adottare una protezione per le casseforme
<b>Proprietà del calcestruzzo fresco</b>	Scarso o eccessivamente ricco di fini, miscela arida, con insufficiente contenuto di pasta	Adeguare la miscela
<b>Messa in opera</b>	Troppo veloce	Correggere la messa in opera
<b>Compattazione</b>	Vibrazione e/o ampiezza di vibrazione eccessive	Adeguare la vibrazione

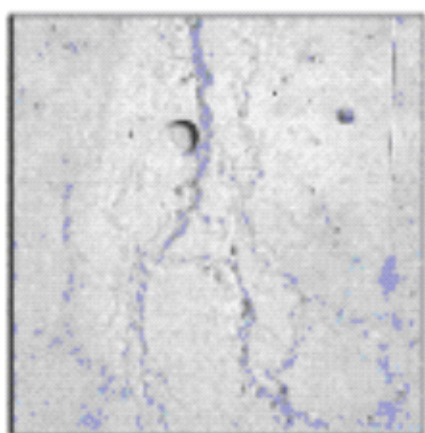


Figura 44.10 Striature di sabbia e acqua

Tabella 44.14. Delimitazione degli strati (zone di colore scuro tra gli strati nel calcestruzzo)

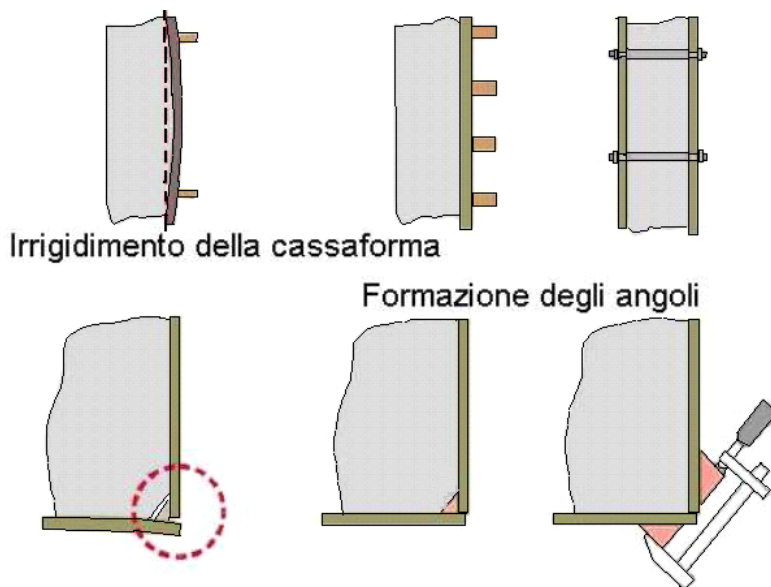
Cause		Rimedi
<b>Casseforme</b>	Troppo deformabili	Irrigidire le casseforme
<b>Condizioni operative</b>	Temperatura troppo elevata, mancanza di continuità nella posa del calcestruzzo e riprese di getto a freddo	Adeguare il mantenimento della lavorabilità
<b>Proprietà del calcestruzzo fresco</b>	Troppo bagnato con tendenza all'esudamento, presa rapida	Adeguare la miscela
<b>Messa in opera</b>	Troppo lenta, attrezzature o mano d'opera inadeguate	Correggere la messa in opera
<b>Compattazione</b>	Carenze nella vibrazione, difetto di penetrazione dei vibratorii attraverso gli strati	Adeguare la vibrazione

Tabella 44.15. Giunti freddi (vuoti, nidi di ghiaia, variazioni di colore ai bordi delle riprese, bordo superiore del calcestruzzo)



non connesso allo strato inferiore)

Cause		Rimedi
<b>Progettuali</b>	Spazio insufficiente per inserire il vibratore	Adeguare i sistemi di vibrazione
<b>Condizioni operative</b>	Mancanza di coordinamento fra la messa in opera e la compattazione o sistema di vibrazione inadeguato, messa in opera nel momento in cui lo strato inferiore del calcestruzzo ha già iniziato a indurire	Continuità della messa in opera e della vibrazione
<b>Proprietà del calcestruzzo fresco</b>	Elevata perdita di lavorabilità e indurimento troppo rapido	Migliorare la miscela
<b>Messa in opera</b>	Strati troppo profondi, tempi di attesa eccessivi nella messa in opera dei vari strati	Adeguare le procedure di esecuzione
<b>Compattazione</b>	Vibrazione insufficiente, impossibilità di conferire continuità al getto inserendo il vibratore negli strati contigui, mancato inserimento dei vibratorii nello strato sottostante	Adeguare la vibrazione



**Figura 44.11** Marcatura delle casseforme

**Tabella 44.16.** Marcatura delle casseforme (irregolarità sulla superficie in corrispondenza delle giunzioni delle casseforme o come conseguenza di difetti delle casseforme)

Cause		Rimedi
<b>Progettuali</b>	Spazio insufficiente per inserire il vibratore	Adeguare i sistemi di vibrazione
<b>Condizioni operative</b>	Mancanza di coordinamento fra la messa in opera e la compattazione o sistema di vibrazione inadeguato, messa in opera nel momento in cui lo strato inferiore del calcestruzzo ha già iniziato a indurire	Continuità della messa in opera e della vibrazione
<b>Proprietà del calcestruzzo fresco</b>	Elevata perdita di lavorabilità e indurimento troppo rapido	Migliorare la miscela

<b>Messa in opera</b>	Strati troppo profondi, tempi di attesa eccessivi nella messa in opera dei vari strati	Adeguare le procedure di esecuzione
<b>Compattazione</b>	Vibrazione insufficiente, impossibilità di conferire continuità al getto inserendo il vibratore negli strati contigui, mancato inserimento dei vibratori nello strato sottostante	Adeguare la vibrazione

#### 117.5 Tolleranze dimensionali

##### Pilastri

lunghezza  $\pm 1$  cm ;dimensione esterna  $\pm 0,5$  cm; fuori piombo per metro di altezza 1/500; incavo alloggiamento travi $\pm 0,5$  cm

##### Travi

lunghezza  $\pm 2$  cm; larghezza  $\pm 0,5$  cm; altezza  $\pm 1$  cm; svergolature per metro di lunghezza 1/1000

### Art. 118 Esecuzione di strutture in cemento armato precompresso

#### 118.1 Compattazione dei getti

Il getto di calcestruzzo per strutture precomprese deve essere costipato per mezzo di vibratori ad ago o a lamina ovvero con vibratori esterni, facendo particolare attenzione a non deteriorare le guaine dei cavi.

#### 118.2 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.

#### 118.3 Testate di ancoraggio dell'armatura di precompressione

Dietro gli apparecchi di ancoraggio deve disporsi un'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.

#### 118.4 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 intagli, 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 devono misurare contemporaneamente lo sforzo applicato e l'allungamento conseguito. I due dati devono 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 deve essere accuratamente controllato prima del getto.

##### 118.4.1 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 devono essere tarati con frequenza almeno mensile.

Si deve, inoltre, effettuare preventivamente una misura degli attriti che si sviluppano all'interno del martinetto.

All'atto del tiro, devono essere confrontati gli allungamenti rilevati con quelli previsti dal calcolo.

Un'insufficienza di allungamento, conseguenza di un attrito superiore a quello previsto, richiederà l'adozione di idonei accorgimenti come l'assorbimento della tensione iniziale fino al massimo consentito e, se necessari, l'attuazione di procedure specifiche, quali la lubrificazione, che non deve alterare la successiva aderenza tra armatura e la malta delle iniezioni.

Un'eccedenza di allungamento, quando non sia dovuta al cedimento dell'ancoraggio opposto o all'assestamento iniziale del cavo, tratto che deve essere accertato con particolare attenzione, indica un attrito inferiore a quello previsto. In tal caso, si deve ridurre la tensione, per evitare che quella finale lungo il cavo sia superiore a quella ammessa.

#### 118.4.2 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 cemento armato precompresso a cavi e, pertanto, di seguito vengono fornite apposite indicazioni.

L'iniezione nelle strutture a cavi scorrevoli deve:- prevenire la corrosione dell'acciaio di precompressione;- garantire un'efficace aderenza fra l'acciaio e il conglomerato.

##### *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 (per 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 devono 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 sette giorni deve essere maggiore o uguale a  $4 \text{ N/mm}^2$ .

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.

##### *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 deve contenere bolle d'aria; una volta chiusi gli sfiati, si manterrà una pressione di 500 kPa fin tanto che la pressione permane senza pompare per almeno un 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.

##### *Condotti*

I punti di fissaggio dei condotti devono essere frequenti ed evitare un andamento serpeggiante.

Per evitare sacche d'aria devono essere disposti sfiati nei punti più alti del cavo.

I condotti devono avere forma regolare, preferibilmente circolare. In ogni caso l'area libera del condotto dovrà risultare non minore di  $4 \text{ cm}^2$ .

Si devono evitare per quanto possibile brusche deviazioni o cambiamenti di sezione.

##### *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 devono 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 un periodo di gelo bisogna assicurarsi che i condotti siano completamente liberi da ghiaccio o brina. È vietato il lavaggio a vapore.

## Art. 119 **Armature minime e limitazioni geometriche delle sezioni degli elementi strutturali in cemento armato**

### 119.1 *Dettagli costruttivi per le zone non sismiche*

Le armature di elementi strutturali in cemento armato devono rispettare le dimensioni minime stabilite dal punto 4.1.6.1.1 delle Norme tecniche per le costruzioni emanate con D.M. 14 gennaio 2008.

#### 119.1.1 Armatura minima delle travi

L'area dell'armatura longitudinale  $A_{s,min}$  in zona tesa non deve essere inferiore a:

$$A_{s,min} = 0,0013 \cdot b_t \cdot d$$

dove

$b_t$  rappresenta la larghezza media della zona tesa (per una trave a T con piattabanda compressa, nel calcolare il valore di  $b_t$  si considera solo la larghezza dell'anima)

$d$  è l'altezza utile della sezione.

Negli appoggi di estremità all'intradosso deve essere disposta un'armatura efficacemente ancorata, calcolata per uno sforzo di trazione pari al taglio.

Al di fuori delle zone di sovrapposizione, l'area di armatura tesa o compressa non deve superare individualmente  $A_{s,max} = 0,04 A_c$ , essendo  $A_c$  l'area della sezione trasversale di calcestruzzo.

Le travi devono prevedere armatura trasversale costituita da staffe con sezione complessiva non inferiore a  $A_{st} = 1,5 b \text{ mm}^2/\text{m}$ , essendo  $b$  lo spessore minimo dell'anima in millimetri, con un minimo di tre staffe al metro e comunque con passo non superiore a 0,8 volte l'altezza utile della sezione.

In ogni caso, almeno il 50% dell'armatura necessaria per il taglio deve essere costituita da staffe.

#### 119.1.2 Armatura minima dei pilastri

Nel caso di elementi sottoposti a prevalente sforzo normale, le barre parallele all'asse devono avere diametro maggiore o uguale a 12 mm e non potranno avere interassi maggiori di 300 mm. Inoltre, la loro area non deve essere inferiore a:

$$A_{s,min} = 0,003 A_c$$

dove  $A_c$  è l'area di calcestruzzo.

Le armature trasversali devono essere poste a interasse non maggiore di dodici volte il diametro minimo delle barre impiegate per l'armatura longitudinale, con un massimo di 250 mm. Il diametro delle staffe non deve essere minore di 6 mm e di 1/4 del diametro massimo delle barre longitudinali.

Al di fuori delle zone di sovrapposizione, l'area di armatura non deve superare  $A_{s,max} = 0,04 A_c$ , essendo  $A_c$  l'area della sezione trasversale di calcestruzzo.

#### 119.1.3 copriferro e interferro

L'armatura resistente deve essere protetta da un adeguato ricoprimento di calcestruzzo non inferiore a 15 mm.

Al fine della protezione delle armature dalla corrosione, lo strato di ricoprimento di calcestruzzo (copriferro) deve essere dimensionato in funzione dell'aggressività dell'ambiente e della sensibilità delle armature alla corrosione, tenendo anche conto delle tolleranze di posa delle armature.

Per consentire un omogeneo getto del calcestruzzo, il copriferro e l'interferro delle armature devono essere rapportati alla dimensione massima degli inerti impiegati.

Il copriferro e l'interferro delle armature devono essere dimensionati anche con riferimento al necessario sviluppo delle tensioni di aderenza con il calcestruzzo.

Il valore minimo dello strato di ricoprimento di calcestruzzo (copriferro) deve rispettare quanto indicato in tabella 46.1, nella quale sono distinte le tre condizioni ambientali di tabella 4.1.IV delle Norme tecniche per le costruzioni. I valori sono espressi in mm e sono distinti in funzione dell'armatura, barre da cemento armato o cavi aderenti da cemento armato precompresso (fili, trecce e trefoli) e del tipo di elemento, a piastra (solette, pareti, ecc.) o monodimensionale (travi, pilastri, ecc).

Ai valori della tabella 46.1 devono essere aggiunte le tolleranze di posa, pari a 10 mm o minore, secondo indicazioni di norme di comprovata validità.

I valori della tabella 46.1 si riferiscono a costruzioni con vita nominale di 50 anni (tipo 2 secondo la tabella 2.4.I delle Norme tecniche per le costruzioni). Per costruzioni con vita nominale di 100 anni (tipo 3 secondo la citata tabella 2.4.I) i valori della tabella 46.1 vanno aumentati di 10 mm. Per classi di resistenza inferiori a  $C_{min}$ , i valori della tabella sono da aumentare di 5 mm. Per produzioni di elementi sottoposte a controllo di qualità che preveda anche la verifica dei copriferri, i valori della ta-

bella possono essere ridotti di 5 mm.

Per acciai inossidabili o in caso di adozione di altre misure protettive contro la corrosione e verso i vani interni chiusi di solai alleggeriti (alveolari, predalles, ecc.), i copriferri potranno essere ridotti in base a documentazioni di comprovata validità.

**Tabella 46.1.** Valori minimi di copri ferro

			Barre da cemento armato		Barre da cemento armato		Cavi da cemento armato precompresso		Cavi da cemento armato precompresso	
			Elementi a piastra		Altri elementi		Elementi a piastra		Altri elementi	
$C_{min}$	$C_0$	ambiente	$C \geq C_0$	$C_{min} \leq C < C_0$	$C \geq C_0$	$C_{min} \leq C < C_0$	$C \geq C_0$	$C_{min} \leq C < C_0$	$C \geq C_0$	$C_{min} \leq C < C_0$
c25/30	c35/45	Ordinario	15	20	20	25	25	30	30	35
c28/35	c40/50	Aggressivo	25	30	30	35	35	40	40	45
c35/45	c45/55	Molto aggressivo	35	40	40	45	45	50	50	50

### 119.2 Dettagli costruttivi per le zone sismiche

Le indicazioni fornite nel seguito in merito ai dettagli costruttivi si applicano sia alle strutture in cemento armato gettate in opera sia alle strutture in cemento armato prefabbricate (paragrafo 7.4.6 ntc). I dettagli costruttivi sono articolati in termini di:

- limitazioni geometriche;- limitazioni di armatura.

#### 119.2.1 Limitazioni geometriche

##### Travi

La larghezza  $b$  della trave deve essere  $\geq 20$  cm e, per le travi basse comunemente denominate *a spessore*, deve essere non maggiore della larghezza del pilastro, aumentata da ogni lato di metà dell'altezza della sezione trasversale della trave stessa, risultando comunque non maggiore di due volte  $bc$ , essendo  $bc$  la larghezza del pilastro ortogonale all'asse della trave.

Il rapporto  $b/h$  tra larghezza e altezza della trave deve essere  $\leq 0,25$ .

Non deve esserci eccentricità tra l'asse delle travi che sostengono pilastri in falso e l'asse dei pilastri che le sostengono. Esse devono avere almeno due supporti, costituiti da pilastri o pareti. Le pareti non possono appoggiarsi in falso su travi o solette.

Le zone critiche si estendono, per CD"B" e CD"A", per una lunghezza pari rispettivamente a 1 e 1,5 volte l'altezza della sezione della trave, misurata a partire dalla faccia del nodo trave-pilastro o da entrambi i lati a partire dalla sezione di prima plasticizzazione. Per travi che sostengono un pilastro in falso, si assume una lunghezza pari a due volte l'altezza della sezione misurata da entrambe le facce del pilastro.

##### Pilastri

La dimensione minima della sezione trasversale non deve essere inferiore a 250 mm.

Se  $q$ , quale definito nel paragrafo 7.3.1 delle Norme tecniche per le costruzioni, risulta  $> 0,1$ , l'altezza della sezione non deve essere inferiore a un decimo della maggiore tra le distanze tra il punto in cui si annulla il momento flettente e le estremità del pilastro.

In assenza di analisi più accurate, si può assumere che la lunghezza della zona critica sia la maggiore tra l'altezza della sezione, 1/6 dell'altezza libera del pilastro, 45 cm, l'altezza libera del pilastro se questa è inferiore a tre volte l'altezza della sezione.

##### Nodi trave-pilastro

Sono da evitare, per quanto possibile, eccentricità tra l'asse della trave e l'asse del pilastro concorrenti in un nodo. Nel caso che tale eccentricità superi 1/4 della larghezza del pilastro, la trasmissione degli sforzi deve essere assicurata da armature adeguatamente dimensionate allo scopo.

##### Pareti

Lo spessore delle pareti deve essere non inferiore al valore massimo tra 150 mm (200 mm nel caso in cui nelle travi di collegamento siano da prevedersi, ai sensi del paragrafo 7.4.4.6 (armature inclinate) delle Norme tecniche per le costruzioni e 1/20 dell'altezza libera di interpiano.

Possono derogare da tale limite, su motivata indicazione del progettista, le strutture a funzionamento scatolare a un solo piano non destinate a uso abitativo.

Devono essere evitate aperture distribuite irregolarmente, a meno che la loro presenza non venga specificamente considerata nell'analisi, nel dimensionamento e nella disposizione delle armature.

In assenza di analisi più accurate, si può assumere che l'altezza delle zone critiche sia la maggiore tra la larghezza della parete e 1/6 della sua altezza.

### 119.2.2 Limitazioni di armatura

#### Travi

##### Armature longitudinali

Almeno due barre di diametro non inferiore a 14 mm devono essere presenti superiormente e inferiormente per tutta la lunghezza della trave.

Le armature longitudinali delle travi, sia superiori sia inferiori, devono attraversare di regola i nodi, senza ancorarsi o giuntarsi per sovrapposizione in essi. Quando ciò non risulti possibile, sono da rispettare le seguenti prescrizioni:

- le barre vanno ancorate oltre la faccia opposta a quella di intersezione con il nodo oppure rivoltate verticalmente in corrispondenza di tale faccia, a contenimento del nodo;
- la lunghezza di ancoraggio delle armature tese 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.

La parte dell'armatura longitudinale della trave che si ancora oltre il nodo non può terminare all'interno di una zona critica, ma deve ancorarsi al di là di essa.

La parte dell'armatura longitudinale della trave che si ancora nel nodo invece deve essere collocata all'interno delle staffe del pilastro.

Per nodi esterni si può prolungare la trave oltre il pilastro, si possono usare piastre saldate alla fine delle barre, si possono piegare le barre per una lunghezza minima pari a dieci volte il loro diametro, disponendo un'apposita armatura trasversale dietro la piegatura.

##### Armature trasversali

Nelle zone critiche 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 invece devono essere disposte a un passo non superiore alla minore tra le grandezze seguenti:

- 1/4 dell'altezza utile della sezione trasversale;
- 175 mm e 225 mm, rispettivamente per CD "A" e CD "B";
- sei volte e otto volte il diametro minimo delle barre longitudinali considerate ai fini delle verifiche, rispettivamente per CD "A" e CD "B";
- ventiquattro volte il diametro delle armature trasversali.

Per staffa di contenimento si intende una staffa rettangolare, circolare o a spirale, di diametro minimo 6 mm, con ganci a  $135^\circ$  prolungati per almeno 10 diametri alle due estremità. I ganci devono essere assicurati alle barre longitudinali.

#### Pilastri

Nel caso in cui i tamponamenti non si estendano per l'intera altezza dei pilastri adiacenti, l'armatura risultante deve essere estesa per una distanza pari alla profondità del pilastro oltre la zona priva di tamponamento. Nel caso in cui l'altezza della zona priva di tamponamento fosse inferiore a 1,5 volte la profondità del pilastro, devono essere utilizzate armature bi-diagonali.

Nel caso precedente, qualora il tamponamento sia presente su un solo lato di un pilastro, l'armatura trasversale da disporre alle estremità del pilastro deve essere estesa all'intera altezza del pilastro.

##### Armature longitudinali

Per tutta la lunghezza del pilastro l'interasse tra le barre non deve essere superiore a 25 cm.

Nella sezione corrente del pilastro, la percentuale geometrica  $\rho$  di armatura longitudinale, con  $\rho$  rapporto tra l'area dell'armatura longitudinale e l'area della sezione del pilastro, deve essere compresa entro i seguenti limiti: 1%  $\leq \rho \leq$  4%. Se sotto l'azione del sisma la forza assiale su un pilastro è di trazione, la lunghezza di ancoraggio delle barre longitudinali deve essere incrementata del 50%.

##### Armature trasversali

Nelle zone critiche 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, deve essere trattenuta da staffe interne o da legature;
- le barre non fissate devono trovarsi a meno di 15 cm e 20 cm da una barra fissata, rispettivamente per CD "A" e CD "B".

Il diametro delle staffe di contenimento e legature deve essere non inferiore a 6 mm e il loro passo deve essere non superiore alla più piccola delle quantità seguenti:

- 1/3 e 1/2 del lato minore della sezione trasversale, rispettivamente per CD "A" e CD "B";

- 125 mm e 175 mm, rispettivamente per CD"A" e CD"B";
- sei e otto volte il diametro delle barre longitudinali che collegano, rispettivamente per CD"A" e CD"B".

#### *Nodi trave-pilastro*

Lungo le armature longitudinali del pilastro che attraversano i nodi non confinati 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 nel caso di nodi interamente confinati.

#### *Pareti*

Le armature, sia orizzontali sia verticali, devono avere diametro non superiore a 1/10 dello spessore della parete, essere disposte su entrambe le facce della parete, a un passo non superiore a 30 cm ed essere collegate con legature, in ragione di almeno nove ogni metro quadrato. Nella zona critica si individuano alle estremità della parete due zone confinate aventi per lati lo spessore della parete e una lunghezza confinata  $l_c$  pari al 20% della lunghezza in pianta  $l$  della parete stessa e comunque non inferiore a 1,5 volte lo spessore della parete. In tale zona il rapporto geometrico  $\rho$  dell'armatura totale verticale, riferito all'area confinata, deve essere compreso entro i seguenti limiti: 1%  $\rho$   $\leq$  4%. Nelle zone confinate l'armatura trasversale deve essere costituita da barre di diametro non inferiore a 6 mm, disposti in modo da fermare una barra verticale ogni due, con un passo non superiore a otto volte il diametro della barra o a 10 cm. Le barre non fissate devono trovarsi a meno di 15 cm da una barra fissata. Le armature inclinate che attraversano potenziali superfici di scorrimento devono essere efficacemente ancorate al di sopra e al di sotto della superficie di scorrimento e attraversare tutte le sezioni della parete poste al di sopra di essa e distanti da essa meno della minore tra 1/2 altezza e 1/2 larghezza della parete. Nella rimanente parte della parete, in pianta e in altezza, vanno seguite le regole delle condizioni non sismiche, con un'armatura minima orizzontale e verticale pari allo 0,2%, per controllare la fessurazione da taglio.

#### *Travi di accoppiamento*

Nel caso di armatura a X, 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, deve essere disposta nella trave un'armatura di almeno 10 cm di diametro, distribuita a passo 10 cm in direzione sia longitudinale che trasversale e un'armatura corrente di due barre da 16 mm ai bordi superiore e inferiore. Gli ancoraggi delle armature nelle pareti devono essere del 50% più lunghi di quanto previsto per il dimensionamento in condizioni non sismiche.

### **Art. 120 Armature minime degli elementi strutturali in cemento armato precompresso**

#### *120.1 Armatura longitudinale ordinaria*

Nelle travi precomprese, anche in assenza di tensioni di trazione, la percentuale di armatura longitudinale ordinaria non dovrà essere inferiore allo 0,1% dell'area complessiva dell'anima e dell'eventuale ringrosso dal lato dei cavi. Nel caso sia prevista la parzializzazione della sezione in esercizio, le barre longitudinali di armatura ordinaria devono essere disposte nella zona della sezione che risulta parzializzata.

#### *120.2 Staffe*

Nelle travi dovranno disporsi staffe aventi sezione complessiva non inferiore a  $1,5 b \text{ mm}^2/\text{m}$ , essendo  $b$  lo spessore minimo dell'anima in millimetri, con un minimo di tre staffe al metro e comunque passo non superiore a 0,8 volte l'altezza utile della sezione. In prossimità di carichi concentrati o delle zone d'appoggio, valgono le prescrizioni di cui al paragrafo 4.1.2.1.3 delle Norme tecniche per le costruzioni. In presenza di torsione, valgono le prescrizioni di cui al paragrafo 4.1.2.1.4 delle Norme tecniche per le costruzioni. In particolare, si evidenzia che le armature longitudinali e trasversali del traliccio resistente devono essere poste entro lo spessore  $t$  del profilo periferico. Le barre longitudinali possono essere distribuite lungo detto profilo, ma comunque una barra deve essere presente su tutti i suoi spigoli.

### **Art. 121 Esecuzione di strutture prefabbricate**

#### *121.1 Programma di montaggio*

I montaggi degli elementi strutturali dovranno seguire il programma generale dei lavori e l'inizio degli stessi dovrà essere comunicato alla direzione dei lavori con almeno sette giorni di preavviso. Prima dell'inizio del montaggio l'appaltatore deve approntare il progetto degli schemi di montaggio e protezione da sottoporre alla direzione dei lavori, nonché dare comunicazione dei tempi globali di montaggio esplicitando le varie fasi di lavoro con le relative durate.

#### *121.2 Identificazione degli elementi*

Ogni elemento prefabbricato componente la fornitura dovrà essere individuabile a mezzo di piastrina incorporata nel getto, riportante la numerazione caratteristica prevista sui disegni costruttivi e quanto altro necessario per consentire il controllo da parte della direzione dei lavori.

#### *121.3 Stoccaggio*

Nella fase di stoccaggio, gli elementi prefabbricati devono essere vincolati in maniera tale che, tenuto conto del grado di maturazione del calcestruzzo, non si producano deformazioni pregiudizievoli per la stabilità dell'edificio.

#### 121.4 Verifiche preliminari

Prima di effettuare il posizionamento strutturale degli elementi, si deve controllare che gli elementi stessi, nonché le sedi che dovranno riceverli, siano conformi al progetto esecutivo, nel rispetto delle relative tolleranze.

#### 121.5 Giunti e unioni

##### a) posa e regolazione

Nella fase di posa e regolazione degli elementi prefabbricati, si devono prendere tutte le precauzioni necessarie per ridurre le sollecitazioni dinamiche, conseguenti ai movimenti per il posizionamento degli elementi e per evitare eccessive concentrazioni di sforzi. I dispositivi di regolazione devono consentire il rispetto di tutte le tolleranze stabilite dal progetto esecutivo. Gli eventuali vincoli impiegati in fase di posa e lasciati in sito devono risultare più deformabili dell'eventuale materiale di riempimento dell'unione per evitare concentrazioni di sforzi.

##### b) dispositivi provvisori di vincoli

Gli elementi prefabbricati, dopo essere stati posati e regolati, non devono subire spostamenti durante il prosieguo dei lavori.

##### c) esecuzione dei giunti e delle unioni

Gli elementi prefabbricati devono essere collegati fra loro e con le strutture già esistenti in modo da realizzare la trasmissione delle sollecitazioni e permettere i movimenti conformemente a quanto stabilito dal progetto esecutivo, senza che si producano lesioni nelle parti a contatto. In particolare, per l'appoggio di elementi inflessi, è vietato il contatto diretto tra due o più elementi in calcestruzzo. I materiali impiegati nelle unioni devono avere una durabilità almeno pari a quella degli elementi da collegare e inoltre devono avere scarsa sensibilità alle variazioni di temperatura, in particolare al fuoco.

##### c1) giunti

I giunti devono garantire l'assenza di trasmissione di sforzi. In particolare, per quelli aventi superfici affacciate si deve garantire un adeguato distanziamento delle superfici stesse per consentire i movimenti degli elementi conformemente a quanto stabilito dal progetto esecutivo. Le opere di finitura non devono compromettere la funzionalità del giunto.

##### c2) unioni

La trasmissione degli sforzi tramite le unioni deve essere immediatamente mobilitata, senza che avvengano assestamenti preventivi non espressamente previsti nel progetto esecutivo. Il calcestruzzo destinato a realizzare le unioni deve avere le stesse caratteristiche meccaniche e di confezionamento del calcestruzzo degli elementi prefabbricati. In particolare, per le unioni impieganti malta è richiesto un forte dosaggio di cemento. Prima dell'esecuzione dei getti di calcestruzzo, si deve curare la pulizia e l'umidificazione delle parti che verranno a contatto con il getto, per evitare in questo un eccessivo impoverimento d'acqua. Tutti i getti devono essere ben compattati, preferibilmente con dispositivi meccanici, evitando fughe incontrollate di materiale. L'impasto deve avere una consistenza tale da facilitare il getto, consentire il perfetto riempimento dell'unione e la successiva compattazione. Nelle unioni che impiegano elementi metallici, è necessario garantire che questi provochino lesioni locali nel calcestruzzo adiacente. In quelle che impiegano elementi da saldare *in situ*, oltre ad assicurare la mutua corrispondenza di tali elementi, occorre prendere le necessarie precauzioni per proteggere il calcestruzzo adiacente da un eccessivo riscaldamento. Nelle unioni che impiegano adesivi, le superfici degli elementi prefabbricati da collegare devono essere consistenti, pulite, lisce e ravvicinate, in maniera tale che lo strato adesivo abbia uno spessore piccolo e uniforme, secondo le indicazioni della ditta produttrice. Per tutte le unioni che impiegano adesivi, sono obbligatorie prove preventive di resistenza e di durabilità, tenendo presente che gli adesivi sono più o meno sensibili alle variazioni di temperatura.

#### 121.6 Posa in opera dei pannelli

Il trasporto di tutti i materiali dal cantiere di prefabbricazione al luogo di impiego verrà effettuato con opportuni mezzi, al fine di evitare sollecitazioni anormali, nonché possibili sbrecciature, fessurazioni e cavillature ai vari elementi. Analoghe cautele devono essere prese durante le operazioni di scarico e posa in opera. Eventuali spessoramenti, cunei, puntellature, ecc. devono essere rimossi ad avvenuto bloccaggio dei pannelli. Il montaggio deve essere iniziato dopo un controllo delle strutture portanti da parte del direttore dei lavori in contraddittorio con l'appaltatore. Tutte le superfici che formano giunti nei pannelli devono essere pulite da polvere, sporco e sostanze estranee. Ciascun pannello dovrà essere collocato nella posizione prevista dai disegni esecutivi. I pannelli danneggiati, macchiati, graffiati, ecc. devono essere rimossi e sostituiti con altri idonei.

Dopo che i pannelli siano stati montati e le giunzioni opportunamente sigillate, le superfici in vista saranno pulite accuratamente, con una soluzione di tipo approvato, per rimuovere qualsiasi macchia o materiale estraneo.

#### 121.7 Sigillature dei giunti dei pannelli

Le sigillature saranno previste sempre sulle due facce esposte del giunto per i pannelli di tamponamento. Il sigillante deve essere applicato, secondo le raccomandazioni del produttore, sotto pressione per mezzo di una pistola equipaggiata di un effusore di adeguata misura in modo da riempire tutti i vuoti. I giunti dovranno risultare lisci e continui, in particolare all'interno, dove i pannelli potranno restare a vista. La sigillatura deve essere realizzata con materiale di tipo sovraverniciabile.

#### 121.8 Tolleranze dimensionali

##### 121.8.1 Pilastri

altezza tra base pilastro ed estradosso  $\pm 0,5$  cm; fuori piombo per metro di altezza

$\pm 0,5$  cm



### 121.8.2 Travi

scostamento asse di appoggio -0; direzione longitudinale  $\pm 0,5$  cm; direzione trasversale  $\pm 0,5$  cm

### 121.8.3 Pannelli di tamponamento

scostamento ammesso dalle linee di verticalità teorica minore di 0,5 cm

scostamento delle misure di larghezza teoriche compensato campata per campata

## Art. 122 Opere di impermeabilizzazione

### 122.1 Definizioni

Si definiscono *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 contro terra, ecc.) o comunque lo scambio igrometrico tra ambienti.

Le opere di impermeabilizzazione si dividono in:

- impermeabilizzazioni costituite da strati continui (o discontinui) di prodotti;
- impermeabilizzazioni realizzate mediante la formazione di intercapedini ventilate.

### 122.2 Categorie di impermeabilizzazioni

Le impermeabilizzazioni si intendono suddivise nelle seguenti categorie:

- impermeabilizzazioni di coperture continue o discontinue;- impermeabilizzazioni di pavimentazioni;- impermeabilizzazioni di opere interrato;- impermeabilizzazioni di elementi verticali (non risalita d'acqua).

### 122.3 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:

- per le impermeabilizzazioni di coperture, si veda il relativo articolo di questo capitolato.
- per le impermeabilizzazioni di pavimentazioni, si veda l'articolo sui prodotti per pavimentazione.

#### 122.3.1 Impermeabilizzazione di opere interrato

Per l'impermeabilizzazione di opere interrato valgono le prescrizioni di seguito indicate.

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 rinterro (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, i punti di passaggio di tubazioni, ecc. siano accuratamente eseguiti, onde evitare sollecitazioni localizzate o provocare distacchi e punti di infiltrazione.

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 sopra a proposito della 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.

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.

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 ed umidità) e quelle di sicurezza – saranno quelle indicate dal produttore nella sua documentazione.

#### 122.3.2 Impermeabilizzazioni di elementi verticali

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 dovranno essere realizzati 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.

#### 122.4 *Controlli del direttore dei lavori*

Il direttore dei lavori, per la realizzazione delle opere di impermeabilizzazione, verificherà via via che i materiali impiegati e le tecniche di posa siano effettivamente quelli prescritti 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.) l'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 le resistenze ad azioni meccaniche localizzate, l'interconnessione e compatibilità con altre parti dell'edificio e con eventuali opere di completamento.

### Art. 123 **Esecuzione di intonaci**

#### 123.1 *Generalità*

L'esecuzione degli intonaci deve sempre essere preceduta da un'accurata preparazione delle superfici.

Le superfici da intonacare devono essere ripulite da eventuali grumi di malta, regolarizzate nei punti più salienti e poi accuratamente bagnate.

Nel caso di murature in blocchetti di calcestruzzo o pareti in getto di calcestruzzo, l'esecuzione degli intonaci deve essere preceduta da un rinzaffo di malta fluida di sabbia e cemento applicata a cazzuola e tirata a fretta lungo in modo da formare uno strato molto scabro dello spessore non superiore a 5 mm.

Non si può procedere all'esecuzione di intonaci, in particolare quelli esterni, quando le strutture non siano protette dagli agenti atmosferici, ossia quando vi sia la possibilità che le acque di pioggia possano imbibire le superfici da intonacare e neppure quando la temperatura minima nelle 24 ore sia tale da pregiudicare la buona presa della malta. A questa limitazione si può derogare nel caso degli intonaci interni eseguiti in ambienti provvisoriamente chiusi e provvisti di adeguate sorgenti di calore.

Nel caso dell'esecuzione di intonaci su murature appoggiate contro strutture in conglomerato di cemento armato che saranno lasciate a vista, in corrispondenza delle linee di giunzione si devono realizzare scuretti aventi larghezza di 1 cm e profondità di 50 cm – se a spigolo vivo – o a 45° se le strutture in calcestruzzo si presentano con spigoli smussati.

Se espressamente indicato nei disegni di progetto esecutivo, in corrispondenza dell'intersezione tra i piani verticali e i piani orizzontali degli intonaci interni, devono essere realizzati degli scuretti sui piani verticali aventi altezza 1 cm e profondità 50 cm.

Nel caso di intonaci da applicare su strutture di calcestruzzo di cemento armato, si prescrive l'impiego di una rete metallica (o altro materiale idoneo) fissato al supporto allo scopo di eliminare la cavillatura lungo le linee di contatto tra i due materiali di diversa costituzione.

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.

#### 123.2 *Intonaci su superfici vecchie*

Per l'esecuzione degli intonaci su superfici vecchie, mai intonacate, si deve procedere al preliminare distacco di tutti gli elementi non perfettamente solidali con la muratura sottostante e alla lavatura delle superfici, in modo da garantire l'assoluta pulizia.

#### 123.3 *Intonaci da eseguire su altri esistenti*

Per l'esecuzione di intonaci su altri già esistenti, si dovrà procedere al preliminare distacco di tutti i tratti di intonaco che non siano perfettamente solidali con la muratura sottostante, quindi si procederà a un'adeguata picconatura per creare una superficie su cui il nuovo intonaco possa aderire perfettamente e successivamente alla lavatura delle superfici in modo da garantire l'assoluta pulizia.

#### 123.4 *Intonaco grezzo o rinzaffo rustico*

L'intonaco grezzo deve essere costituito da uno strato di rinzaffo rustico, applicato con predisposte poste e guide, su pareti, soffitti e volte sia per interni sia per esterni. Ad applicazione conclusa non dovranno notarsi parti mancanti anche di piccole dimensioni e la superficie dovrà essere sufficientemente ruvida da garantire l'ancoraggio dello strato successivo.

L'applicazione può essere eseguita senza l'uso di guide, a mano con cazzuola o con macchina intonacatrice con successiva regolarizzazione dello strato di malta mediante staggatura

L'intonaco può essere composto:

- con malta di calce e pozzolana, composta da 120 kg di calce idrata per 1 m<sup>3</sup> di pozzolana vagliata;

- con malta bastarda di calce, sabbia e cemento composta da  $0,35 \text{ m}^3$  di calce spenta, 100 kg di cemento tipo 325 e  $0,9 \text{ m}^3$  di sabbia;

- con malta cementizia composta da 300 kg di cemento tipo 325 per  $1 \text{ m}^3$  di sabbia;

- con malta preconfezionata di calce naturale, costituita esclusivamente da aggregati di sabbie a polveri carbonatiche selezionate in curva granulometrica 0-4, legante di calce aerea e calce idraulica bianca.

#### 123.5 *Intonaco grezzo fratazzato o traversato*

L'intonaco grezzo fratazzato (o traversato) deve essere costituito da un primo strato di rinzafo e da un secondo strato fratazzato rustico, applicato con predisposte poste e guide (o sestii), su pareti e soffitti, sia per interni sia per esterni.

#### 123.6 *Intonaci a base di gesso per interni*

##### 123.6.1 *Intonaco rustico per interni di tipo premiscelato per applicazione manuale*

L'intonaco rustico per interni costituito da miscela di gesso emidrato (scagliola), vermiculite espansa, perlite espansa e additivi chimici, confezionato in sacchi, deve essere applicato manualmente su superfici in laterizio o calcestruzzo, tirato in piano a fratazzo, finitura idonea a ricevere l'eventuale incollaggio di piastrelle in ceramica.

##### 123.6.2 *Intonaco rustico per interni di tipo premiscelato, biprodotto per applicazione a macchina*

L'intonaco rustico per interni di tipo premiscelato e riprodotto, costituito da miscela di gesso emidrato (scagliola), vermiculite espansa, perlite espansa e additivi chimici, confezionato in sacchi, deve essere applicato a macchina su superfici in laterizio o calcestruzzo, tirato in piano a fratazzo, finitura idonea a ricevere l'eventuale incollaggio di piastrelle di ceramica.

I giunti di elementi diversi devono essere armati con una rete in fibra di vetro alcali resistente. La rete portaintonaco non deve essere fissata direttamente alla muratura, ma va immersa nella parte superficiale. Gli eventuali fori o lesioni nella muratura devono essere precedentemente chiusi. Per rispettare la piombatura delle pareti, è consigliabile predisporre paraspigoli o staggie negli angoli e guide verticali nelle pareti.

Non è possibile interrompere la spruzzatura dell'intonaco per un periodo di tempo maggiore di 30 minuti. Si applica in unico strato sino a spessori di 5-30 mm spruzzando dal basso verso l'alto e successivamente si raddrizza con staggia ad H o coltello con passaggi in senso orizzontale e verticale, sino a ottenere una superficie piana. Dopo l'irrigidimento (circa due ore), il materiale va spianato con la lama o il rabot. Per una finitura a civile, può essere successivamente applicata una malta fina a base di calce, senza l'aggiunta di cemento.

L'intonaco deve essere applicato su fondi asciutti con umidità non superiore al 2,5%. L'intonaco fresco deve essere protetto dal gelo e da una rapida essiccazione.

Le pitture, i rivestimenti, le tappezzerie, ecc. devono essere applicati solo dopo la completa essiccazione e la stagionatura degli intonaci.

##### 123.6.3 *Intonaco completo per interni di tipo premiscelato, monoprodotta, per applicazione a macchina*

L'intonaco completo per interni di tipo premiscelato, monoprodotta, costituito da miscela di gesso emidrato (scagliola), perlite espansa e additivi chimici, confezionato in sacchi, deve essere applicato a macchina su superfici in laterizio o calcestruzzo, spianatura con riga e lisciatura a fratazzo. Per sottofondi speciali, bisogna osservare le istruzioni del fornitore. In locali umidi (bagni, cucine, garage), l'uso di questo tipo di intonaco è da evitare e si consiglia l'applicazione di intonaci a base di calce e cemento.

I giunti di elementi diversi devono essere armati con una rete in fibra di vetro alcali resistente. La rete portaintonaco non deve essere fissata direttamente alla muratura, ma va immersa nella parte superficiale. Gli eventuali fori o lesioni nella muratura devono essere precedentemente chiusi. Per rispettare la piombatura delle pareti è consigliabile predisporre paraspigoli o staggie negli angoli e guide verticali nelle pareti.

Non è possibile interrompere la spruzzatura dell'intonaco per un periodo di tempo maggiore di 30 minuti. Si applica in un unico strato sino a spessori di 5-30 mm spruzzando dal basso verso l'alto e, successivamente, si raddrizza con staggia ad H o coltello con passaggi in senso orizzontale e verticale sino a ottenere una superficie piana. Dopo l'irrigidimento (circa due ore), il materiale va spianato con la lama o il rabot. Per una finitura a civile, può essere successivamente applicata una malta fina a base di calce, senza l'aggiunta di cemento.

L'intonaco deve essere applicato su fondi asciutti con umidità non superiore al 2,5%. L'intonaco fresco deve essere protetto dal gelo e da una rapida essiccazione.

Le pitture, i rivestimenti, le tappezzerie, ecc. devono essere applicati solo dopo la completa essiccazione e la stagionatura degli intonaci.

##### 123.6.4 *Intonaco completo per interni di tipo monoprodotta a base di gesso emidrato e anidrite, applicazione a mano*

L'intonaco completo per interni di tipo monoprodotta a base di gesso emidrato 60% e anidrite 40%, confezionato in sacchi, deve essere applicato a mano su superfici in laterizio o calcestruzzo, tirato in piano a fratazzo, rasata con strato di finitura dello stesso prodotto.

**123.6.5** Intonaco completo per interni di tipo monoprodotto a base di gesso emidrato e anidrite, applicazione a macchina

L'intonaco completo per interni di tipo monoprodotto a base di gesso emidrato 60% e anidrite 40%, confezionata in sacchi, deve essere applicato a macchina su superfici di laterizio o calcestruzzo, spianato con staggia e lisciato a frattazzo. Su intonaci a base cemento, è necessaria l'applicazione di primer.

**123.6.6** Rasatura per interni di tipo monoprodotto per applicazione a mano

La rasatura per interni di tipo monoprodotto di miscela di gesso emidrato (scagliola) e additivi chimici, confezionata in sacchi, deve essere applicata a mano con cazzuola americana o frattazzo metallico. Su intonaci a base cemento, è necessaria l'applicazione di primer.

L'applicazione consta di due fasi ben distinte:

- 1<sup>a</sup> fase (carica): l'intonaco impastato viene steso sulla parete o sul soffitto, fino allo spessore desiderato, con un opportuno numero di passate successive, utilizzando la tradizionale talocchia di legno. Lo spessore totale minimo è di 5 mm;

- 2<sup>a</sup> fase (finitura): dopo circa 30 minuti, l'intonaco deve essere lamato con la spatola americana grande per togliere le eventuali ondulazioni e successivamente, utilizzando lo stesso impasto lasciato a riposo nel gabasso, si effettuano le operazioni di ricarica. La lisciatura speculare finale si ottiene passando la superficie a vista con la spatola americana piccola, bagnando leggermente la superficie. L'intonaco così finito è idoneo a ricevere pitture all'acqua e carte da parati a superficie completamente asciutta.

Nel periodo invernale si deve evitare che la temperatura ambiente scenda sotto i + 5 °C nelle prime 24 ore. Per ottenere un asciugamento ottimale è necessario arieggiare i locali, in modo da permettere la fuoriuscita dell'umidità.

Nel periodo estivo la temperatura dell'ambiente durante il periodo d'applicazione non dovrà superare i + 35 °C.

Il sottofondo, prima dell'applicazione del rivestimento, dovrà essere perfettamente asciutto. Sono idonei solo i collanti sintetici. La posa deve essere eseguita secondo il metodo del giunto aperto, riempito in seguito con il coprifughe.

Eventuali ferri d'armatura a filo murature devono essere trattati con idonea protezione antiruggine, così come le piattabande metalliche, che devono essere ricoperte con rete metallica in filo zincatofissata alla muratura.

**123.6.7** Lisciatura per interni di tipo monoprodotto per applicazione a mano

La lisciatura per interni di tipo monoprodotto deve essere applicata a mano con cazzuola americana o frattazzo metallico. Su intonaci a base di cemento, è necessaria l'applicazione di primer.

Le modalità di applicazione del gesso scagliola per lisciatura, quando viene usata come rasatura, sono identiche a quelle descritte per l'applicazione a spessore. Si tenga conto che, a causa dello spessore sottile, minimo di 3 mm, vengono automaticamente ridotti i tempi di lavorabilità, specialmente se l'applicazione viene effettuata su sottofondo perfettamente asciutto.

**123.7** *Intonaco per interni per trattamento acustico dei locali, di tipo premiscelato, a base di vermiculite, applicazione a spruzzo*

L'intonaco per interni per trattamento acustico dei locali, di tipo premiscelato, a base di vermiculite e leganti inorganici, resine e additivi chimici, confezionato in sacchi, deve essere applicato a spruzzo direttamente su sottofondi in calcestruzzo, laterizio e laterocemento.

Prima dell'applicazione dell'intonaco su superfici di calcestruzzo, si dovranno eliminare tutte le eventuali sporgenze di elementi metallici per evitare la fuoriuscita di macchie di ruggine e stendere una mano di imprimitura a base di resina.

Prima dell'applicazione dell'intonaco su superfici miste di calcestruzzo e laterizio, per rendere uniformi le superfici dovrà essere steso uno strato sottile di intonaco grezzo.

La finitura verrà realizzata come previsto nei disegni di progetto, secondo una delle tipologie sotto indicate:

- lisciato, con sovrapposizione di finitura speciale a base di vermiculite (spessore 2 mm), colorata in pasta;
- non lisciato, con sovrapposizione di finitura speciale a base di perlite fine (spessore 1 mm), colorata in pasta;
- non lisciato (naturale).

**123.8** *Intonaco per interni per protezione antincendio*

L'intonaco resistente alla fiamma deve essere costituito da miscela di vermiculite, leganti speciali e additivi chimici, dovrà essere applicato su pareti e soffitti aventi superficie rasata o rustica, per lo spessore minimo di 20 mm, e comunque adeguati a quanto richiesto dalle norme antincendio.

Deve essere applicato a spruzzo sia direttamente sulle superfici da proteggere sia sull'eventuale inscatolamento eseguito con l'impiego di un'adeguata rete porta intonaco.

Nel caso di applicazione su superfici in acciaio, le stesse dovranno essere preventivamente trattate con vernici antiruggine e liberate da polvere, grasso, olio e altre sostanze estranee.

### 123.9 Intonaco isolante termico a base di leganti idraulici e polistirene, applicazione a spruzzo

L'intonaco isolante, miscela di granule di polistirene, leganti idraulici e additivi, confezionata in sacchi, si deve applicare a spruzzo nello spessore previsto sui disegni di progetto seguendo la procedura seguente:

- applicazione sul sottofondo grezzo di uno strato dello spessore di 10 mm di intonaco avente funzione di aggrappante;
- applicazione di strati successivi di intonaco, ciascuno dello spessore non superiore a 20 mm, sino al raggiungimento dello spessore previsto.

Eventuali altri strati di finitura, se previsti, dovranno essere posati a distanza di almeno quattro settimane dalla posa dell'intonaco.

### 123.10 Intonaco civile per esterni tipo *Li Vigni*

L'intonaco tipo *Li Vigni* è un intonaco a finitura lamata, colorato, a base di calce grassa in pasta (grassello) stagionata, aggregato con sabbia dolomitica, a granulometria calibrata, con l'aggiunta di terre coloranti, in proporzioni variabili.

L'impasto deve essere applicato su supporto stagionato. Gli intonaci di fondo preferibili, per una maggiore durata dell'intonaco, possono essere:

- intonaco di fiore di calce e pozzolana;
- intonaco di calce idraulica bianca;
- malta predosata a grassello di calce;
- pozzolana e cocchiopesto.

L'impasto deve essere applicato su sottofondi preventivamente bagnati, con frattone di legno. Un primo strato dell'impasto deve essere dello spessore di circa 5 mm e, non appena quest'ultimo sarà in fase di presa, si dovrà applicare un secondo strato, per lo spessore di altri 5 mm, spianandolo col frattone, al fine di livellarlo e rendere la superficie planare.

A crosta indurita, si eseguirà la lamatura, che consiste nel raschiamento dello strato superficiale dell'impasto, utilizzando una lama a denti piccoli, al fine di rompere l'impasto fresco, togliendone qualche millimetro, assicurandosi di lamare sempre in orizzontale al fine di ottenere l'uniformità della superficie. È necessario, non appena l'intonaco sarà indurito, spazzolare la parete con una pennellessa, al fine di eliminare i granelli rotti non più aderenti.

### 123.11 Intonaco civile per esterni tipo *Terranova*

L'intonaco con lana minerale, detto intonaco *Terranova*, consiste nell'applicazione di una miscela di legante, inerti quarziferi e coloranti minerali.

La finitura deve essere applicata esclusivamente su supporti minerali assorbenti quali intonaci a calce o a calce-cemento, di cantiere o premiscelati, e vecchi intonaci tipo *Terranova*, purché stabili e consistenti, con coefficiente di permeabilità al vapore  $\alpha < 12$ , e conduttività termica  $\lambda = 0,4$  W/mK.

Il supporto deve essere regolare e assorbente, privo di grassi e di parti solubili in acqua, solido, omogeneo, perfettamente stagionato e non soggetto a movimenti. Eventuali rappezzi devono accordarsi con il tipo di materiale esistente. Tutte le superfici devono essere preventivamente bagnate a rifiuto. In caso di sottofondi molto assorbenti o di temperature elevate, occorre bagnare il supporto anche la sera precedente l'applicazione.

Il prodotto deve essere impastato mantenendo costante il rapporto acqua/materiale. Il supporto deve essere bagnato a rifiuto e l'applicazione deve iniziare quando l'acqua è stata completamente assorbita.

L'impasto deve essere applicato con cazzuola, comprimendo bene la superficie con cazzuola e frattazzo, sino a ottenere uno spessore di circa 8 mm. All'inizio della presa occorre lamare con lama o spazzola a chiodi e successivamente spazzolare con spazzola di crine asciutta. L'operazione di lamatura deve ridurre lo spessore a circa 5÷6 mm.

L'intonaco non deve essere eseguito in presenza di sole, vento o pioggia battente. In caso di pioggia la facciata deve essere protetta durante il tempo necessario alla presa del prodotto.

Il prodotto non deve essere assolutamente applicato su supporti gelati, in fase di disgelo o con rischio di gelo nelle 24 ore successive l'applicazione.

L'aspetto cromatico può variare in funzione dell'assorbimento del supporto e delle condizioni ambientali. Occorre evitare l'applicazione in facciata in tempi diversi, su supporti disomogenei e su supporti assorbenti non bagnati.

Per superfici estese devono essere previste le opportune interruzioni in prossimità di giunti o pluviali oppure bisogna creare opportuni tagli tecnici.

Le superfici di intonaco non devono essere bagnate nelle 48 ore successive all'applicazione.

### 123.12 Intonaco per esterno di tipo plastico

L'intonaco sarà costituito da un rinzaffo in malta di cemento tirato in piano a frattazzo dello spessore di 15 mm e successiva applicazione di un intonaco plastico a base di inerti minerali e leganti polimerici plastici, colorato, dato a frattazzo metallico, previa preparazione dello strato di ancoraggio.

L'intonaco plastico può essere applicato su intonaco grezzo, civile, di malta bastarda, tonachino e su elementi prefabbricati in conglomerato cementizio.

Prima dell'applicazione dovranno essere asportate tutte le zone inconsistenti di intonaco. Occorre eliminare la polvere con una spazzolatura manuale e primerizzare i fondi con idoneo fissativo.

L'applicazione del prodotto deve essere eseguita manualmente in doppio strato, applicando un primo strato con un normale frattone in acciaio. Appena quest'ultimo sarà asciutto, con lo stesso sistema si applicherà un secondo strato di prodotto. L'effetto rustico può essere immediatamente ottenuto con un rullo di caucciù o con rullo di spugna forata.

La maggiore o minore intensità dei rilievi è esclusivamente determinata dalla quantità di prodotto che si impiega.

#### 123.13 *Intonaco risanante ad azione deumidificante*

L'intonaco deumidificante è impiegato per il risanamento di murature umide e saline, di ogni genere e spessore.

L'esecuzione dell'intonaco risanante ad azione deumidificante deve assicurare uno spessore minimo finito di 25 mm, realizzato in almeno due strati con malte premiscelate ad alta resistenza ai sali, composte da calci idrauliche naturali, pozzolana, marmi macinati in curva granulometrica 0-4 mm, terre colorate naturali e additivi areanti naturali.

L'intonaco deve essere applicato sulla muratura preventivamente liberata dalle parti di intonaco preesistenti per almeno 70 cm oltre la fascia d'umidità, previo lavaggio ripetuto mediante idropulitrice o getto d'acqua a pressione e spazzolatura, al fine di asportare polveri e incrostazioni saline, nel rispetto della seguente metodologia:

- applicare lo strato di rinzafo a completa copertura del supporto per uno spessore minimo di 5 mm. Ad applicazione conclusa non dovranno notarsi parti mancanti anche di piccole dimensioni e la superficie dovrà essere sufficientemente ruvida da garantire l'ancoraggio dello strato successivo. Attendere l'asciugatura dello strato ed eventualmente ripetere l'applicazione nei punti che dovessero rimanere umidi;
- applicare in due mani lo strato di intonaco risanante ad azione deumidificante, livellando e portando in piano il supporto con finitura frattazzata per uno spessore totale minimo finito di 200 mm. Al prodotto in fase di indumento non deve essere aggiunta acqua per ripristinarne la lavorabilità.

Le finiture devono essere compatibili con il risanamento effettuato, preferibilmente traspiranti e a base di calce.

#### 123.14 *Rivestimento cementizio flessibile per l'impermeabilizzazione di calcestruzzo e di intonaci*

Il rivestimento cementizio flessibile per l'impermeabilizzazione di calcestruzzo e di intonaci deve essere impermeabilizzante, bicomponente, elastoplastico. Il primo componente è un premiscelato in polvere a base di leganti idraulici, inerti selezionati e additivi che migliorano la lavorabilità e l'impermeabilità. Il secondo componente è un lattice a base di speciali polimeri sintetici in dispersione acquosa. La miscela dei due componenti deve produrre un impasto facilmente applicabile e avente un'ottima adesione su ogni tipo di supporto e realizzare un'impermeabilizzazione elastica capace di assecondare e assorbire i movimenti strutturali del calcestruzzo senza lesionarsi e risultando nel contempo impermeabile ai gas aggressivi dell'atmosfera, quali CO<sub>2</sub>-SO<sub>2</sub>.

Per l'applicazione, i supporti in calcestruzzo devono essere preparati per garantire un'ottima adesione del rivestimento impermeabile. È quindi necessario asportare tutte le parti incoerenti e prive di consistenza mediante scalpellatura, spazzolatura, idrolavaggio. Le tracce di oli, disarmani, ruggine e sporco in genere devono essere rimosse e le superfici devono essere prive di ristagni d'acqua. Le parti degradate e i vespai devono essere preventivamente ripristinati con malta idonea e compatibile, in modo da ottenere una superficie uniforme.

La preparazione dell'impasto del rivestimento deve evitare l'inglobamento d'aria e deve essere omogeneo e privo di grumi, con buone caratteristiche di scorrevolezza e di tissotropia e di facile applicabilità.

L'applicazione può essere fatta meccanicamente con pompa spruzzatrice o manualmente con spatola inox, rasando uniformemente l'impasto sia in orizzontale che in verticale, fino a uno spessore massimo di 2 mm per mano. In zone particolarmente sollecitate deve essere applicata l'armatura del rivestimento con rete apposita e compatibile con il rivestimento.

Nella stagione calda, per evitare l'essiccazione rapida, è consigliato di bagnare il sottofondo di applicazione senza creare veli d'acqua.

#### 123.15 *Impermeabilizzante antiumido trasparente silossanico per intonaci*

L'impermeabilizzazione dell'intonaco deve essere ottenuta con l'applicazione di un impregnante a forte capacità di penetrazione ed elevato effetto idrorepellente, anche per il trattamento di supporti compatti e poco porosi. Il prodotto non deve creare pellicole e deve lasciare inalterata la traspirazione dei supporti. Inoltre, deve prevenire la formazione di efflorescenze, muffe e salnitro. Il prodotto non deve essere usato su ceramica o superfici non assorbenti.

Le superfici da trattare devono essere pulite, asciutte in profondità e prive di residui di trattamenti precedenti. Eventuali fessure o cavità devono essere otturate.

#### 123.16 *Paraspigoli in lamiera zincata*

I paraspigoli devono essere applicati prima della formazione degli intonaci e devono essere costituiti da profilati in lamiera zincata dell'altezza minima di 170 cm e dello spessore di 1 mm.

### 123.17 Giunti di dilatazione

I giunti di dilatazione possono essere realizzati con profili in polivinilcloruro, in acciaio galvanizzato, in alluminio o in lamiera verniciata, con interposto elemento elastico, resistente agli agenti atmosferici. Il profilo deve avere la superficie di appoggio in neoprene o con caratteristiche tali da compensare le eventuali irregolarità della superficie d'appoggio. Le modalità di applicazione devono essere quelle indicate dal produttore, come riportato nella scheda tecnica del prodotto.

### 123.18 Protezione degli intonaci realizzati

Le superfici intonacate non ancora stagionate, specie se esterne, devono risultare protette dagli agenti atmosferici (pioggia battente, vento, sole, gelo, ecc.), nelle modalità indicate dal produttore, soprattutto per evitare la repentina essiccazione per effetto dell'azione vento e del sole.

## Art. 124 Opere di vetratura e serramentistica

### 124.1 Definizioni

Per *opere di vetratura* si intendono 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.

Per *opere di serramentistica* si intendono quelle relative alla collocazione di serramenti (infissi) nei vani aperti delle parti murarie destinate a riceverli.

### 124.2 Realizzazione

La realizzazione delle opere di vetratura 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 di vento e neve, delle sollecitazioni dovute a eventuali sbalzi 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 e di sicurezza, sia ai fini antinfortunistici sia di resistenza alle effrazioni, agli 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 en 12758 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 alle dimensioni delle scanalature (o battente aperto con ferma vetro) per quanto riguarda lo spessore e le dimensioni in genere, la capacità di adattarsi alle deformazioni elastiche dei telai fissi e ante apribili; la 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 ed 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. La sigillatura deve comunque 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.

### 124.3 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 devono essere 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 dei 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 (antieffrazione), acustiche, termiche o di comportamento al fuoco, si rispetteranno inoltre le istruzioni per la posa date dal fabbricante e accettate dalla direzione dei lavori.

#### 124.4 Controlli del direttore di lavori

Il direttore dei lavori, 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, l'esecuzione dei fissaggi per le lastre non intelaiate e il rispetto delle prescrizioni di progetto, del capitolato e del produttore per i serramenti con altre prestazioni. A conclusione dei lavori, il direttore eseguirà verifiche visive della corretta messa in opera e della completezza di giunti, sigillature, ecc., nonché i controlli orientativi circa la forza di apertura e chiusura dei serramenti (stimandole con la forza corporea necessaria) e l'assenza di punti di attrito non previsti. Eseguirà quindi prove orientative di tenuta all'acqua, con spruzzatori a pioggia e all'aria, con l'uso di fumogeni, ecc.

### Art. 125 Esecuzione di gabbioni e materassi metallici zincati riempiti con pietrame

I gabbioni a scatola sono manufatti di forma parallelepipedica, costituiti da rete metallica avente maglia esagonale a doppia torsione, che vengono riempiti di ciottoli o di pietrame di cava di idonea pezzatura.

Il filo utilizzato sarà di acciaio dolce ricotto e zincato con zincatura forte, conforme alle norme UNI 8018 per quanto riguarda le caratteristiche della maglia, alle norme UNI 3598 per il filo di ferro, alla Circolare del Consiglio Superiore LL.PP. N° 2078 del 27.8.62.

Per gabbioni lavoranti in ambiente marino, oppure in ambienti particolarmente inquinati il filo zincato, prima di essere tessuto, sarà rivestito per estrusione con una guaina continua in PVC di spessore  $0.4 \div 0.6$  mm.

Per il riempimento dei gabbioni saranno utilizzabili solo materiali lapidei purché il loro peso e le loro caratteristiche soddisfino alle esigenze statiche, funzionali e di durata dell'opera. Il materiale più comunemente usato sarà costituito da ciottoli o da pietrame di cava. Saranno da preferire i materiali di maggiore massa volumica, soprattutto se è predominante il comportamento a gravità della struttura o se la stessa è immersa o soggetta alla forza viva dell'acqua. Ai fini di una lunga durata dell'opera, il pietrame dovrà, inoltre, essere non friabile, non dilavabile e di buona durezza.

La pezzatura del pietrame sarà variabile tra 1.5 e 2.5 volte la dimensione D della maglia della rete, tale cioè da evitare fuoriuscite del pietrame.

I gabbioni potranno essere suddivisi in celle mediante l'inserimento di diaframmi pannelli di rete con le stesse caratteristiche di quella delle pareti esterne, posti alla distanza di 1,0 m l'uno dall'altro e aventi la funzione di irrobustire la struttura e di facilitare le operazioni di assemblaggio.

Per la posa in opera dei gabbioni si procederà come segue: si legheranno gli spigoli dei singoli gabbioni e si fisseranno gli eventuali diaframmi alle pareti laterali, poi si riuniranno più gabbioni vuoti fra di loro e successivamente si porranno in opera e si cuciranno saldamente a quelli adiacenti lungo tutti gli spigoli di contatto, sia in direzione orizzontale che verticale. Qualora i gabbioni fossero senza diaframmi, all'interno saranno apposti dei tiranti tra pareti opposte.

La disposizione dei gabbioni dipenderà dai tipi adottati e dalle caratteristiche strutturali dell'opera.

Il riempimento verrà effettuato con mezzi meccanici sistemando il materiale all'interno dei gabbioni in modo tale da ottenere la minor percentuale di vuoti; l'indice di porosità del gabbione dovrà essere compreso tra 0,3 e 0,4.

Ultimato il riempimento si procederà alla chiusura del gabbione, effettuando le legature lungo i bordi perimetrali del coperchio e lungo il bordo superiore degli eventuali diaframmi, passando il filo in modo continuo in tutte le maglie con un doppio giro ogni 2 maglie.

Quando la posa in opera debba avvenire in presenza d'acqua, l'allestimento potrà essere effettuato a riva oppure in acqua, su pontoni galleggianti; in questo caso ultimo l'allestimento degli elementi avverrà sul pianale del pontone stesso, in posizione orizzontale.

Qualora fosse richiesta la sigillatura del gabbione, la penetrazione deve essere completa per una profondità di 25 cm di un mastice bituminoso con sabbia e filler applicato a caldo mediante colatura in ragione di 200 kg per m<sup>2</sup>.

*Materassi in pietrame*



Il materasso in pietrame è costituito da una struttura metallica, avente forma parallelepipedica di notevole ampiezza e piccolo spessore, divisa in più celle, costituita da una rete metallica a maglia esagonale a doppia torsione, fortemente zincata ed eventualmente protetta con rivestimento in materiale plastico; tale elemento viene riempito in opera con ciottoli o pietrisco di idonee dimensioni.

Il materasso sarà realizzato da un telo continuo di rete sul quale, alla distanza di 1,0 m l'uno dall'altro, verranno inseriti i diaframmi dello stesso tipo di rete in modo tale da formare una struttura cellulare di larghezza da 2,0 m a 3,0 m; il telo continuo servirà per formare sia la base che le pareti laterali dell'elemento. Il coperchio sarà costituito da un telo di rete separato da quello di base. I teli di rete saranno delimitati, esternamente lungo i bordi, da fili di diametro più grosso di quello usato per fabbricare la rete, che rinforzeranno la struttura e faciliteranno, durante la messa in opera, le legature di chiusura delle tasche e di unione degli elementi fra di loro.

La rete metallica a maglia esagonale e doppia torsione sarà realizzata in accordo alle norme UNI 8018, tessuta con trafilato di ferro in accordo alle norme UNI 3598, a forte zincatura, in accordo a quanto previsto dalla Circolare del Consiglio Superiore LL.PP. n° 2078 del 27.8.62.

Per materassi lavoranti in ambiente marino, oppure in ambienti particolarmente inquinati il filo zincato, prima di essere tessuto, sarà rivestito per estrusione con una guaina continua in PVC di spessore  $0,4 \div 0,6$  mm.

La pezzatura varierà tra 1 e 1,5-2 volte la dimensione D della maglia della rete. L'indice di porosità sarà contenuto tra 0,3 e 0,4. Non è richiesto l'impiego di materiale con caratteristiche particolari, purché non si tratti di materiale gelivo o di marne friabili; è opportuno che il pietrame sia di natura compatta e con massa volumica non inferiore a  $2000 \text{ kg/m}^3$ .

Prima della posa in opera il singolo materasso verrà allestito effettuando le sole legature di unione fra i diaframmi ed i lembi laterali del telo base che costituiscono le pareti dell'elemento.

La linea di piegatura delle pareti laterali sarà ben definita, nella posizione voluta, da un filo metallico di diametro maggiore.

E' preferibile che i singoli elementi di materasso siano allestiti fuori opera, anche quando la scarpata sulla quale si debba eseguire il rivestimento non sia molto inclinata, e ciò per maggiore comodità e per non danneggiare il terreno già livellato.

Dopo aver predisposto sul piano di posa un certo numero di elementi, già assemblati nella loro forma cellulare, si dovrà procedere a collegarli fra di loro con solide cuciture lungo tutti gli spigoli che si vengono a trovare a contatto.

Le legature saranno eseguite passando il filo in modo continuo in tutte le maglie, con un doppio giro ogni due maglie, e il collegamento in opera dei materassi sarà eseguito ad elementi vuoti per rendere più facile tale operazione.

Qualora i materassi fossero senza diaframmi, all'interno saranno apposti dei tiranti tra parti opposte. Quindi si procederà alle operazioni di riempimento. Ultimate tali operazioni si procederà alla chiusura degli elementi utilizzando il singolo coperchio, oppure rete in rotoli ed effettuando le dovute legature di unione sia lungo i bordi laterali che lungo quelli dei diaframmi interni. Si eseguiranno prima le legature che fissano il coperchio ai bordi laterali dell'elemento, poi quelle che lo collegano ai diaframmi trasversali.

Normalmente le scarpe di appoggio si faranno inclinate di 1:1,5 o di 1:2 secondo la natura del terreno, tenendo la pendenza massima in casi di terre vegetali di media consistenza e la minima con quelle argillose.

Qualora si stia procedendo ad un rivestimento d'alveo, il materasso verrà disposto sulle sponde trasversalmente al corso d'acqua e cioè secondo la massima inclinazione delle sponde e perpendicolarmente al filo della corrente. Questa disposizione non è tassativa; potrà a volte convenire disporre gli elementi in senso longitudinale alla corrente come ad esempio nei rivestimenti del fondo, e, nel caso di corsi d'acqua con notevole velocità, anche nei rivestimenti di sponda; a determinare la scelta fra i due sistemi suddetti interverranno anche la maggior facilità di posa in opera o ragioni costruttive di varia natura.

La posa in opera direttamente in acqua sarà eseguita come per i gabbioni.

## Art. 126 **Esecuzione delle pavimentazioni**

### 126.1 *Definizioni*

Le pavimentazioni si intendono convenzionalmente suddivise nelle seguenti categorie:

- pavimentazioni su strato portante;- pavimentazioni su terreno (dove cioè la funzione di strato portante del sistema di pavimentazione è svolta dal terreno).

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 dagli strati funzionali di seguito descritti.

#### 126.1.1 **Pavimentazione su strato portante**

La pavimentazione su strato portante avrà come 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 la funzione di trasmettere allo strato portante le sollecitazioni meccaniche impresse dai carichi ester-

ni, qualora gli strati costituenti la pavimentazione abbiano comportamenti meccanici sensibilmente differenziati;

- lo strato di collegamento, con la 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 la funzione di dare alla pavimentazione una prefissata impermeabilità ai liquidi e ai vapori;
- strato di isolamento termico, con la 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 (spesso questo strato ha anche funzione di strato di collegamento).

#### 126.1.2 Pavimentazione su terreno

La pavimentazione su terreno avrà come elementi o strati funzionali:

- il terreno (suolo), con funzione di resistere alle sollecitazioni meccaniche trasmesse dalla pavimentazione; - lo strato impermeabilizzante (o drenante); - lo strato ripartitore; - gli strati di compensazione e/o pendenza; - il rivestimento.

A seconda delle condizioni di utilizzo e delle sollecitazioni, possono essere previsti altri strati complementari.

#### 126.1.3 Realizzazione degli strati portanti

La realizzazione degli strati portanti sarà effettuata utilizzando i materiali indicati nel progetto. In caso contrario, si rispetteranno le prescrizioni seguenti e quelle fornite dalla direzione dei lavori.

Per lo strato portante, a seconda della soluzione costruttiva adottata, si farà riferimento alle prescrizioni già date nel presente capitolato sulle strutture di calcestruzzo, sulle strutture metalliche, sulle strutture miste acciaio e calcestruzzo, sulle strutture di legno, ecc.

Per lo strato di scorrimento, finalizzato a consentire eventuali movimenti differenziati tra le diverse parti della pavimentazione, a seconda della soluzione costruttiva adottata si farà riferimento alle prescrizioni già date per i prodotti quali 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 di bordi, risvolti, ecc.

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.

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 di altro tipo. Durante la realizzazione si curerà l'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.

Per lo strato di rivestimento, a seconda della soluzione costruttiva adottata, si farà riferimento alle prescrizioni già date per i 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 e delle zone di interferenza (bordi, elementi verticali, ecc.), 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.

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. In generale, lo strato a protezione del sottofondo deve essere realizzato con guaine con giunti sovrapposti.

Per lo strato di isolamento termico, finalizzato a contenere lo scambio termico tra le superfici orizzontali, possono impiegarsi calcestruzzi additivati con inerti leggeri, come argilla espansa o polistirolo espanso. In alternativa, possono impiegarsi lastre in polistirene o poliuretano espansi, lastre in fibre minerali e granulari espansi e tra tali elementi deve essere eventualmente interposto uno strato di irrigidimento.

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 di giunti/sovrapposizioni, la realizzazione attenta 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). Nei casi dell'utilizzo di supporti di gomma, sughero, ecc., sarà verificato il corretto posizionamento di questi elementi e i problemi di compatibilità meccanica, chimica, ecc. con lo strato sottostante e con quello sovrastante.

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 di 20 mm).

#### *Materiali per pavimentazioni su terreno*

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 a suo complemento si rispetteranno le prescrizioni di seguito indicate.

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, limite plastico, indice di plasticità, massa volumica, ecc. si procederà alle operazioni di costipamento con opportuni mezzi meccanici e alla formazione di eventuale correzione e/o sostituzione (trattamento) dello strato superiore per conferirgli le necessarie caratteristiche meccaniche, di deformabilità, ecc. In caso di dubbio o contestazioni si farà riferimento alla norma **uni 8381** e/o alle norme sulle costruzioni stradali CNR b.u. n. 92, 141 e 146, **uni cnr 10006**.

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), alle norme cnr sulle costruzioni stradali, e alle norme uni e/o cnr per i tessuti nontessuti (geotessili). Per l'esecuzione dello strato si adatteranno opportuni dosaggi granulometrici di sabbia, ghiaia e pietrisco, in modo da conferire allo strato resistenza meccanica, resistenza al gelo e 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 norma **uni 8381** e/o alle norme cnr sulle costruzioni stradali.

Per lo strato ripartitore dei carichi, si farà riferimento alle norme cnr sulle costruzioni stradali e/o alle prescrizioni contenute – sia per i materiali sia per la loro realizzazione con misti cementati, solette di calcestruzzo e conglomerati bituminosi – nella norma **uni 8381**. In generale, si curerà la corretta esecuzione degli spessori, la continuità degli strati, la realizzazione dei giunti dei bordi e dei punti particolari.

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 di scarsa aderenza dovuta ai tempi di presa, maturazione e/o alle condizioni climatiche al momento dell'esecuzione.

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 eseguiranno, a seconda della soluzione costruttiva prescritta dal progetto, le indicazioni fornite dal progetto stesso e comunque si presterà attenzione in particolare alla continuità e alla regolarità dello strato (planarità, deformazioni locali, pendenze, ecc.) e 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.

#### *126.2 Esecuzione delle pavimentazioni interne con collante*

Le operazioni di posa in opera di pavimentazioni interne o esterne con strato collante si articolano nelle seguenti fasi:

- preparazione della superficie di appoggio;- preparazione del collante;- stesa del collante e collocazione delle piastrelle;- stuccatura dei giunti e pulizia.

##### *Preparazione della superficie di appoggio*

La superficie di fissaggio deve essere ben pulita e perfettamente piana, senza fessurazioni e screpolature. In caso contrario, devono essere eliminate le eventuali deformazioni utilizzando specifici materiali rasanti. Le parti non bene attaccate devono essere rimosse con molta cura.

##### *Preparazione del collante*

Le caratteristiche del collante devono rispettare le prescrizioni progettuali ed essere compatibili con il tipo di piastrella da fissare, ferme restando le eventuali indicazioni del direttore dei lavori.

L'impasto del collante deve essere perfettamente omogeneo, sufficientemente fluido e di facile applicazione.

Nella stesa e nella preparazione devono essere rispettate le istruzioni dei fornitori, per quanto concerne non solo il dosaggio, ma anche il tempo di riposo (normalmente 10-15 minuti).

Si evidenzia che, dal momento dell'impasto, la colla è utilizzabile per almeno tre ore. Anche per questo dato, che può dipendere dalle condizioni ambientali e in particolare dalla temperatura, conviene comunque fare riferimento alle specifiche tecniche dei fornitori.

##### *Stesa del collante e collocazione delle piastrelle*

Il collante deve essere applicato con un'apposita spatola dentellata che consente di regolare lo spessore dello strato legante e di realizzare una superficie con solchi di profondità appropriata a delimitare le zone di primo contatto fra lo strato legante e le piastrelle.

Quando la piastrella viene appoggiata e pressata sulla superficie del collante, tale zona si allarga, fino a interessare, aderendovi, gran parte della faccia della piastrella. Occorre, quindi, applicare il collante, volta per volta, in superfici limitate, controllando ogni tanto che l'adesivo non abbia ridotto il proprio potere bagnante. Questo controllo si può effettuare staccando una piastrella subito dopo l'applicazione e verificando l'adesione del collante alla superficie d'attacco oppure appoggiando i polpa-

strelli della mano al collante. Se tale controllo non è soddisfacente, è necessario rinnovare la superficie dell'adesivo mediante applicazione di uno strato fresco.

#### Stuccatura dei giunti e pulizia

L'operazione di stuccatura dei giunti, con cemento bianco specifico per fughe, deve essere effettuata mediante una spatola di gomma o di materiale plastico, in modo da ottenere un riempimento completo dei giunti.

Una prima pulizia della pavimentazione deve essere effettuata mediante spugna umida. Successivamente si può procedere ad una pulizia più accurata usando prodotti per la pulizia dei pavimenti.

#### 126.3 *Soglie e davanzali*

Tutti i davanzali e le soglie di finestre e porte-finestre saranno in marmo (o pietra naturale) tipo ....., colore ....., spessore non inferiore a 3 cm e larghezza non inferiore allo spessore del vano nel quale devono essere collocate. Le soglie interne ed esterne, per luci fino a 150 cm, dovranno essere costituite da un unico elemento.

Le soglie dovranno essere lucidate nella parte a vista e poste in opera con malta cementizia.

Le soglie esterne dovranno essere dotate di intagli per mazzette e listello per battuta serramento in alluminio o in pvc rigido.

La parte ammorsata delle soglie esterne non dovrà essere inferiore a 3 cm, mentre dovrà essere di almeno 2 cm per quella delle porte interne.

#### 126.4 *Zoccolino battiscopa*

Gli zoccolini battiscopa, nella forma e nel materiale (legno, plastica, marmo, gres, ceramica, ecc.) dipendente dal tipo di pavimentazione, possono essere fissati alle pareti con:

- malta cementizia;- colla utilizzata per l'esecuzione delle pavimentazioni;- viti ad espansione.

Gli zoccolini dovranno avere le seguenti caratteristiche dimensionali:

- altezza ..... cm (8-10 cm per il marmo e 10-15 per gli elementi in plastica);- spessore .....;- finitura superiore .....

La posa in opera degli zoccolini battiscopa in gres, ceramica, marmo con malta cementizia (o colla) deve essere completata con la stuccatura, la stilatura e la suggellatura dei giunti con cemento bianco specifico per fughe.

#### 126.5 *Rivestimento dei gradini*

I gradini e i sottogradini delle scale dovranno essere rivestiti con lastre di marmo ..... colore ....., di spessore non inferiore a 3 cm per le pedate e a 2 cm per i sottogradini.

Le pedate dovranno essere collocate con malta cementizia, accuratamente battuta in tutta la superficie per fare defluire la malta. Le lastre devono essere leggermente inclinate in avanti per evitare il ristagno dell'acqua, soprattutto se si tratta di gradini di scale esterne. Il profilo esterno della pedata deve essere .....

Le pareti delle rampe delle scale saranno rivestite con battiscopa alti quanto le alzate e spessi almeno 2 cm.

I pianerottoli saranno pavimentati con lastre di marmo ..... dello spessore di 3 cm.

#### 126.6 *Soglie di delimitazione delle pavimentazioni dei balconi*

Le soglie di delimitazione delle pavimentazioni dei balconi dovranno essere in marmo (o pietra naturale) tipo ....., colore ....., di spessore di non inferiore a 3 cm e larghezza non inferiore a 20 cm. La posa in opera dovrà essere effettuata con malta cementizia o colla per pavimenti. Le fughe dovranno essere sigillate con specifico cemento bianco. La parte sporgente verso l'esterno della lastra di marmo dovrà essere dotata di gocciolatoio.

#### 126.7 *Esecuzione di pavimentazioni esterne in piastrelle segate regolari in quarzite*

Le piastrelle regolari in quarzite di vario spessore (variabile da 1 a 4 cm) potranno essere impiegate per la pavimentazione di:

- marciapiedi, strade, piazze;- sottoportici, giardini, patii, marciapiedi.

Le piastrelle, fino a spessori di 4 cm, non devono essere posate su sabbia, ma su sottofondo preferibilmente in calcestruzzo (massetto spesso almeno 3-4 cm), il quale dovrà essere posizionato a una quota più bassa del livello di superficie di circa 6-10 cm, a seconda dello spessore delle piastrelle.

Infine, prima di iniziare una pavimentazione in piastrelle, si deve procedere a un lavaggio delle stesse con getto d'acqua per eliminare eventuali residui terrosi e impurità di cava e facilitare il processo di fissaggio della piastrella al letto di malta.

Per la posa in opera, si deve procedere come segue:

- tracciamento dei piani con appositi spaghi (livelle), tenendo conto che le pendenze da rispettare per lo smaltimento delle acque possono essere inferiori a quelle dei cubetti, ma in ogni caso non possono scendere sotto l'1%;- preparazione di una malta con sabbia e cemento (250 kg di cemento per m<sup>3</sup>);- stesa della malta sul sottofondo;- posa delle piastrelle, che devono distare l'una dall'altra almeno 3-4 mm. La consistenza della malta deve essere abbastanza pastosa in modo che la stessa, sotto la pressione della piastrella battuta (con martelli, possibilmente gommati), possa rifluire dai bordi della piastrella che ha aderito completamente al suo letto di posa.

Un'altra soluzione, soprattutto per le pavimentazioni con fuga superiore ai 5 mm, è quella di posare le piastrelle su una malta normale (magari dopo aver cosparso di polvere di cemento la faccia inferiore della piastrella stessa), eseguire una modesta pressione sulle stesse, far seccare il tutto e successivamente riempire le fughe con malta più liquida, avendo la precauzione di pulire le stesse dopo tale operazione con uno straccio bagnato, prima che la malta stessa faccia completamente presa.

Il sistema di sigillatura delle fughe, quando richiesto (e comunque sempre consigliato), può essere eseguito nelle seguenti maniere:

- versando nelle fughe una boiaccia fluida e ricca di cemento, in modo che le giunture siano riempite oltre il limite, ma ovviamente senza che la boiaccia stessa vada a sporcare il pavimento. Dopo qualche tempo e cioè quando la malta ha acquistato già una certa consistenza, si ripuliscono le stuccature con la cazzuola e si segna leggermente la fuga con riga o ferro. Questa operazione deve essere eseguita con molta accuratezza, essendo questo l'ultimo e spesso il più importante tocco estetico della pavimentazione. Eventuali sbavature dovranno essere immediatamente pulite con stracci o meglio ancora con spugne inumidite;
- versando della biacca sull'intera pavimentazione con lo stesso procedimento utilizzato per i cubetti e distribuendola con l'aiuto delle spazzole, in modo da ottenere il riempimento regolare di tutte le fughe. La pulizia deve essere effettuata con segatura prima bagnata e poi asciutta. Il procedimento è particolarmente indicato per le fughe strette.

Nell'esecuzione di ampie superfici, come ad esempio quelle delle piazze, devono essere previsti dei giunti di dilatazione, per evitare la parziale rottura delle piastrelle o l'allargamento delle fughe.

Le considerazioni su esposte sono applicabili anche alle pavimentazioni ad opera incerta.

#### 126.8 Controlli del direttore dei lavori

Il direttore dei lavori per la realizzazione delle pavimentazioni verificherà:

- il collegamento tra gli strati;- la realizzazione dei giunti/sovrapposizioni per gli strati realizzati con pannelli, fogli e in genere prodotti preformati;- l'esecuzione accurata dei bordi e dei punti particolari.

Ove sono richieste lavorazioni in sito, il direttore dei lavori verificherà, con semplici metodi da cantiere:

- le resistenze meccaniche (portate, punzonamenti, resistenze a flessione); - le adesioni fra strati (o, quando richiesto, l'esistenza di completa separazione);- le tenute all'acqua, all'umidità, ecc.

A conclusione dei lavori infine 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.

### Art. 127 Opere di rifinitura varie

#### 127.1 Verniciature e tinteggiature

##### 127.1.1 Attrezzatura

Tutta l'attrezzatura che si prevede di usare per le operazioni di verniciatura o di tinteggiatura deve essere sottoposta all'approvazione della direzione dei lavori.

I pennelli e i rulli devono essere del tipo, della superficie e delle dimensioni adatte alle vernici che si impiegheranno e al tipo di lavoro che si sta eseguendo e non dovranno lasciare impronte.

L'attrezzatura per la verniciatura a spruzzo (*air-less*) deve essere corredata da pistole di tipo idoneo a ogni singolo impiego.

Tutta l'attrezzatura infine deve essere mantenuta sempre in ottime condizioni di funzionamento. Si raccomanda perciò la pulizia più accurata per il successivo riutilizzo.

##### 127.1.2 Campionature

L'appaltatore dovrà predisporre dei campioni dei supporti, possibilmente dello stesso materiale, sul quale saranno applicati i prodotti vernicianti o pitture con i trattamenti secondo i cicli previsti in più tonalità di tinte, per consentire alla direzione dei lavori di operare una scelta.

Secondo le disposizioni impartite, si dovrà completare un pannello, un tratto di muratura o un locale completo. La totalità del lavoro potrà procedere solo dopo l'approvazione della direzione dei lavori.

L'elemento scelto come campione servirà come riferimento al quale si dovrà uniformare l'intera opera da eseguire.

##### 127.1.3 Preparazione delle superfici

Le operazioni di tinteggiatura o di verniciatura devono essere precedute da un'accurata preparazione delle superfici interessate (asportazione di carta da parati, asportazione di tempere, carteggiatura, lavaggio sgrassante, lavatura, neutralizzazione, rasatura, raschiature, maschiettatura, sabbiatura e/ scrostatura, spolveratura, spazzolatura, stuccature, levigature, ecc.), con sistemi idonei ad assicurare la perfetta riuscita del lavoro.

##### 127.1.4 Stato delle superfici murarie e metalliche

Le superfici murarie nuove devono essere prive di qualsiasi residuo di lavorazione precedente a quello del rivestimento protettivo o decorativo.

Le superfici metalliche nuove devono essere prive di calamina, ruggine, incrostazioni di malta, grassi, residui oleosi o untuosi e non essere trattati con pitture di fondo antiruggine o wash primer.

Le superfici dei manufatti lignei devono essere prive di tracce di residui untuosi o di pitture di fondo, nonché prive di fessurazioni e irregolarità trattate con mastici o stucchi non idonei.

#### 127.1.5 Preparazione dei prodotti

La miscelazione e la posa in opera di prodotti monocomponenti e bicomponenti deve avvenire nei rapporti, nei modi e nei tempi indicati dalle schede tecniche rilasciate dal produttore onde evitare alterazioni del prodotto.

#### 127.1.6 Esecuzione

##### *Tinteggiatura di pareti*

La tinteggiatura deve essere eseguita, salvo altre prescrizioni, a pennello, a rullo, a spruzzo, ecc., in conformità con i modi fissati per ciascun tipo di lavorazione e nei modi indicati dal produttore.

##### *Tinteggiatura con pittura alla calce*

Le pareti da tinteggiare devono essere preventivamente trattate con una mano di latte di calce. La tinta a calce, prima dell'impiego, deve essere passata attraverso un setaccio molto fine, onde eliminare granulosità e corpi estranei. Per ottenere il fissaggio deve essere mescolata alla tinta, nelle proporzioni indicate dal fabbricante, colla a base di acetato di polivinile.

Successivamente deve essere applicata a pennello la prima mano di tinta, mentre la seconda mano deve essere data a mezzo di pompa.

Le tinteggiature a calce non devono essere applicate su pareti con finitura a gesso.

Le pareti tinteggiate non devono presentare, neppure in misura minima, il fenomeno di sfarinamento e spolverio.

##### *Tinteggiatura a colla e gesso*

La tinteggiatura di pareti a colla e gesso comprende le seguenti fasi:

- spolveratura e ripulitura delle superfici;- prima stuccatura a gesso e colla;- levigamento con carta vetrata;- spalmatura di colla temperata;- rasatura dell'intonaco e ogni altra idonea preparazione;- applicazione di due mani di tinta a colla e gesso.

La tinteggiatura può essere eseguita a mezze tinte oppure a tinte forti e con colori fini.

##### *Tinteggiatura a tempera*

La tinteggiatura a tempera, in tinta unica chiara, su intonaco civile, a calce o a gesso, richiede:

- la preparazione accurata del supporto mediante spazzolatura con raschietto e spazzola di saggina, per eliminare corpi estranei quali grumi, scabrosità, bolle, alveoli, difetti di vibrazione;- la preparazione accurata del supporto mediante spazzolatura con stuccatura di crepe e cavillature, per ottenere omogeneità e continuità delle superfici da imbiancare e tinteggiare;- l'imprimitura a uno strato di isolante a base di resine acriliche all'acqua data a pennello;- il ciclo di pittura costituito da strato di fondo e strato di finitura con pittura a tempera, dati a pennello o a rullo.

##### *Tinteggiatura con idropittura a base di cemento*

Questo tipo di tinteggiatura deve essere eseguito direttamente sull'intonaco o su calcestruzzo, previa accurata pulizia delle superfici.

La tinteggiatura deve essere eseguita a due mani.

L'applicazione non può essere eseguita su superfici già tinteggiate a calce se non previa rimozione di questa.

##### *Tinteggiatura con idropittura a base di resine sintetiche*

Deve essere anzitutto applicata, sulle superfici da trattare, una mano di fondo isolante, impiegando il prodotto consigliato dal produttore.

Dopo la completa essiccazione della mano di preparazione, si deve procedere all'applicazione delle due mani di tinta, intervallate l'una dall'altra di almeno 12 ore. L'applicazione può essere eseguita sia a pennello che a rullo.

Lo spessore minimo dello strato secco per ciascuna mano deve essere di 20 microns per gli interni e di 35 microns per gli esterni.

##### *Tinteggiatura con pittura acrilica monocomponente in dispersione acquosa. Applicazione a rullo di lana o pennello.*

La tinteggiatura con pittura acrilica monocomponente in dispersione acquosa deve rispettare le seguenti fasi:

- eventuale raschiatura delle vecchie superfici mediante spazzola metallica, asportazione dell'eventuale muffa presente e residui persistenti di precedenti pitture;- eventuale lavaggio delle superfici con soluzioni di ipoclorito di sodio o soda. Qualora le superfici si presentassero particolarmente invase da funghi e muffe, occorrerà trattare le stesse con una soluzione disinfettante data in due mani;- eventuale applicazione di una mano di primer acrilico al solvente ad alta penetrazione sulle superfici fortemente sfarinanti;- applicazione di una prima mano diluita in dispersione acquosa al 15%;- applicazione di mano a finire diluita in dispersione acquosa al 15%. Lo spessore del film essiccato (due mani) dovrà essere di minimo 50 microns.

#### *Tinteggiatura con idropittura opaca coprente naturale per interni*

La tinteggiatura con idropittura opaca coprente naturale per interni, altamente traspirante, adatta per tutte le superfici murali, vecchie e nuove, composta da albume, latte, carbonati di calcio e altre polveri naturali, deve essere effettuata mediante preparazione del supporto con spazzolatura e pulizia della superficie. Prima dell'applicazione, se l'intonaco è asciutto, è necessario inumidire la superficie con acqua. Infine, occorre applicare minimo due mani a pennello, diluendo con circa il 15-25% di acqua.

#### *Tinteggiatura con pittura a base di silicati di potassio*

La tinteggiatura con pittura a base di silicati di potassio e pigmenti selezionati, per esterni, a due strati in tinta unita chiara su intonaco civile esterno richiede:

- la preparazione del supporto mediante spazzolatura con raschietto e spazzola di saggina per eliminare corpi estranei quali grumi, scabrosità, bolle, alveoli e difetti di vibrazione;- la preparazione del supporto mediante spazzolatura con stuccatura di crepe e cavillature, per ottenere omogeneità e continuità delle superfici da imbiancare e tinteggiare;- l'imprimatura a uno strato di isolante a base di resine acriliche all'acqua dato a pennello;- il ciclo di pittura con pittura a base di silicati, costituito da strato di fondo dato a pennello e strato di finitura dato a rullo.

#### *Applicazione di idrorepellente protettivo su intonaco civile esterno*

L'applicazione di idrorepellente protettivo – a uno strato dato a pennello – del tipo vernice siliconica in solvente o soluzione di strato di alluminio in solvente – data su intonaco civile esterno – su rivestimento in laterizio e simili e su calcestruzzo a vista, per renderli inattaccabili agli agenti atmosferici e stabilizzarne sia il colore che la resistenza superficiale allo sbriciolamento, richiede:

- la preparazione del supporto con spazzolatura, per eliminare i corpi estranei e la polvere. - il ciclo di pittura idrorepellente, costituito da uno o più strati dati a pennello.

#### *Verniciatura*

##### *Generalità*

L'applicazione dei prodotti vernicianti non deve essere effettuata su superfici umide. L'intervallo di tempo fra una mano e la successiva deve essere – salvo diverse prescrizioni – di 24 ore, la temperatura ambiente non deve 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 generale, ogni strato di pittura deve essere applicato dopo l'essiccazione dello stato precedente e comunque secondo le esigenze richieste dagli specifici prodotti vernicianti impiegati. La verniciatura, soprattutto per le parti visibili, non deve presentare colature, festonature e sovrapposizioni anormali.

Le modalità di applicazione possono essere a pennello e a spruzzo.

Nell'applicazione a pennello ciascuna mano deve essere applicata pennellando in modo che aderisca completamente alla superficie. La vernice deve essere tirata in maniera liscia e uniforme, senza colature, interruzioni, bordi sfuocati o altri difetti e in modo da risultare compatta e asciutta prima che venga applicata la seconda mano. Bisognerà osservare il tempo minimo indicato dal produttore per l'applicazione fra una mano e l'altra.

L'applicazione a spruzzo deve essere effettuata prima in un senso e quindi nel senso opposto, fino a coprire tutta la superficie. La vernice che deve essere impiegata dovrà essere solo del tipo a spruzzo. Si dovranno ricoprire opportunamente le superfici circostanti, perché non si abbiano a sporcare altri manufatti.

Le opere di verniciatura su manufatti metallici devono essere precedute da accurate operazioni di pulizia (nel caso di elementi esistenti) e rimozione delle parti ossidate. Deve quindi essere applicata almeno una mano di vernice protettiva e un numero non inferiore a due mani di vernice del tipo e del 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 deve attendere un adeguato periodo, fissato dalla direzione dei lavori, di stagionatura degli intonaci, trascorso il quale si può procedere all'applicazione di una mano di imprimatura (eseguita con prodotti speciali) o di una mano di fondo più diluita alla quale seguiranno altre due mani di vernice del colore e delle caratteristiche fissate.

##### *Verniciatura a smalto (tradizionale)*

Prima di applicare lo smalto, si deve procedere alla stuccatura, per eliminare eventuali difetti che, pur essendo di limitatissima entità e rientranti nelle tolleranze, possono essere presenti sulle superfici dei manufatti.

Le parti stuccate, dopo accurata scartavetratura, devono essere ritoccate con lo smalto.

Si applica successivamente la prima mano di smalto e, dopo la completa essiccazione di questa, la seconda mano.

La tonalità di colore di ciascuna mano deve essere differente, in modo da permettere l'agevole accertamento del numero delle passate applicate.

Lo spessore dello strato secco di ciascuna mano non deve essere inferiore a 25 micron.

Deve essere evitato ogni danneggiamento alle superfici verniciate dipendente da distacchi di lembi dello strato di vernice, in conseguenza di aderenza delle varie superfici fra loro, come, ad esempio, fra i battenti mobili e i telai fissi di serramenti.

*Verniciatura con smalto epossidico su pareti in blocchi di calcestruzzo o su superfici di calcestruzzo lisce o intonacate*

La verniciatura con smalto epossidico deve rispettare le seguenti fasi:

- applicazione a pennello di prodotto passivante del cemento;- rasatura di tutte le superfici con stucco compatibile alle resine epossidiche impiegate;- applicazione a pennello di una mano di fondo epossidico di colore neutro e per uno spessore di 30 micron;- applicazione ad air-less o a pennello di una prima mano di smalto epossidico per uno spessore di 35 micron;- applicazione ad air-less di una mano a finire di smalto epossidico, del colore stabilito dai disegni, a finitura lucida e per uno spessore minimo di 30 micron.

*Verniciatura con smalto a base di caucciù ciclizzata delle superfici di calcestruzzo lisce o intonacate*

La verniciatura con smalto a base di caucciù delle superfici di calcestruzzo lisce o intonacate deve rispettare le seguenti fasi:

- applicazione a pennello di prodotto passivamente;- rasatura parziale dei fori di evaporazione sulle superfici in calcestruzzo;- applicazione ad air-less o a pennello di una mano di fondo di colore neutro di vernice base pliolite, per uno spessore di 25 micron;- applicazione ad air-less o a pennello di una mano di vernice a base pliolite a finitura opaca, nei colori indicati sui disegni e per uno spessore di 35 micron;- applicazione ad air-less o a pennello di una mano a finire di vernice a base pliolite a finitura opaca, nei colori indicati sui disegni e per uno spessore di 35 micron.

*Verniciatura protettiva di serramenti, telai metallici e tutte le esistenti opere in ferro che non siano preverniciate o trattate con antiruggine*

La verniciatura protettiva di serramenti, telai metallici e tutte le esistenti opere in ferro che non siano preverniciate o trattate con antiruggine deve rispettare le seguenti fasi:

- spazzolatura con spazzole metalliche per asportare ruggine, calamina, sporcizia e sostanze grasse, malte, calcestruzzo o vecchie verniciature;- applicazione a pennello di un primo strato di antiruggine al minio oleofenolico o cromato di zinco;- applicazione di un secondo strato di antiruggine al minio oleofenolico o cromato di zinco, a 48 ore di distanza, sempre a pennello (in totale, le due mani dovranno dare una pellicola di minimo 50 micron);- applicazione di una prima mano di smalto sintetico, dato a pennello per uno spessore minimo di 30 micron;- applicazione di una mano a finire di smalto sintetico, dato a pennello per uno spessore minimo di 30 micron.

Per le opere in ferro che sono fornite con la prima mano di antiruggine già applicata, il ciclo di verniciatura deve essere limitato all'applicazione della seconda mano di antiruggine e di stuccatura e di due mani di smalto sintetico.

*Verniciatura di opere in ferro, prezincate o comunque zincate a bagno*

La verniciatura di opere in ferro, prezincate o comunque zincate a bagno, deve rispettare le seguenti fasi:

- decapaggio delle opere eseguite con panni imbevuti di solvente approvato;- asportazione con panno asciutto della patina lasciata dal solvente, da eseguire dopo due ore;- applicazione a pennello di una mano di wash-primer passivante della zincatura;- applicazione a pennello di una prima mano di copertura con smalto sintetico per uno spessore minimo di 30 micron;- applicazione a pennello di una mano a finire di smalto sintetico per uno spessore minimo di 30 micron.

*Opere in ferro inserite nelle murature e opere varie in acciaio (già trattate con una mano di zincante inorganico) verniciate con smalto poliuretano*

La verniciatura di opere in ferro inserite nelle murature e opere varie in acciaio deve rispettare le seguenti fasi:

- accurata pulizia delle opere eseguita con panno imbevuto di solvente approvato;- asportazione con panno asciutto della patina lasciata dal solvente, da eseguire dopo due ore;- applicazione a pennello di una mano di primer senza alcuna diluizione;- applicazione, a pennello o con spruzzo di air-less, di una prima mano di smalto poliuretano per uno spessore minimo di 30 micron;- applicazione a pennello di una mano a finire di smalto poliuretano per uno spessore minimo di 30 micron.

*Serramenti in ferro zincato interni ed esterni (già forniti con una mano di wash-primer) verniciati con smalto poliuretano*

La verniciatura di serramenti in ferro zincato interni ed esterni deve rispettare le seguenti fasi:

- pulizia della superficie zincata eseguita con panno imbevuto di prodotto non solvente del wash-primer;- ritocchi a pennello con wash-primer passivante della zincatura, dove questa risulti deteriorata;- applicazione a pennello di una prima mano di smalto poliuretano per uno spessore minimo di 30 micron;- applicazione a pennello di una mano a finire di smalto poliuretano per uno spessore minimo di 30 micron.

*Solai in lamiera grecata verniciati con smalto acrilico*

La verniciatura di solai in lamiera grecata deve rispettare le seguenti fasi:

- decapaggio della superficie zincata eseguito con panno imbevuto di solvente approvato;- asportazione con panno asciutto della patina lasciata dal solvente, da eseguire dopo due ore;- applicazione ad *airless* di una mano di wash-primer passivante della zincatura;- applicazione ad *airless* di una prima mano di smalto acrilico a finitura satinata per uno spessore minimo di 40 micron;- applicazione ad *air-less* di una mano a finire di smalto acrilico a finitura satinata per uno spessore minimo di 40 micron.

*Sola applicazione dell'antiruggine*

La prima mano di antiruggine, a base di minio oleofenolico o cromato di zinco, deve essere applicata dopo aver preparato adeguatamente le superfici da verniciare.



Sulle parti non più accessibili dopo la posa in opera, deve essere preventivamente applicata anche la seconda mano di antiruggine.

La seconda mano di antiruggine deve essere applicata dopo la completa essiccazione della prima mano, previa pulitura delle superfici da polvere e altri imbrattamenti, e l'esecuzione di ritocchi agli eventuali danneggiamenti verificatisi durante la posa in opera.

Lo spessore dello strato secco di ciascuna mano non deve essere inferiore a 25 micron.

La tonalità di colore di ciascuna mano deve essere differente, in modo da permettere l'agevole accertamento dell'effettivo numero delle passate applicate.

*Opere esterne in ferro e profilati in genere annegati in getti di calcestruzzo (ferri Bauer o Alfen o similari, comprese tubazioni)*

La verniciatura di opere esterne in ferro e profilati, in genere annegati in getti di calcestruzzo, deve rispettare le seguenti fasi:

- spazzolatura con spazzole metalliche per asportare ruggine, calamina, sporcizia, sostanze grasse, calcestruzzo;- applicazione a pennello di un primo strato di antiruggine al minio di piombo;- applicazione di un secondo strato di antiruggine al minio di piombo a 48 ore di distanza, sempre a pennello;- applicazione di una prima mano di smalto sintetico, dato a pennello, per uno spessore minimo di 30 micron;- applicazione di una mano a finire di smalto sintetico, dato a pennello, per uno spessore minimo di 30 micron.

*Protezione con vernice intumescente delle strutture metalliche portanti in acciaio*

Se richiesto, le strutture metalliche portanti in acciaio dovranno essere rivestite con vernice intumescente resistente al fuoco secondo le seguenti fasi:

– preparazione delle superfici con sabbiature sa 2 1/2;- applicazione di strato zincante inorganico dello spessore di 70-75 micron. L'applicazione deve essere effettuata in ambienti con umidità relativa non superiore all'80% e temperature comprese tra + 5 °C e + 40 °C;- applicazione di vernice intumescente negli spessori necessari tali da garantire la classe di resistenza prescritta, in relazione al tipo di struttura da proteggere. Gli spessori da utilizzare dovranno essere quelli dichiarati dal produttore nelle schede tecniche. In linea di massima, si dovranno avere i seguenti spessori di film secco per le seguenti classi:- classe rei 30/45: 500 micron;- classe rei 60: 750 micron;- classe rei 120: 1000 micron.

– applicazione di una mano finale impermeabilizzante costituita da strato di pittura in emulsione acrilica pigmentata dello spessore di 30-40 micron, data a pennello, rullo o airless.

L'appaltatore deve fornire appropriata certificazione riguardante i materiali e le modalità di posa, relativamente alla capacità di resistenza al fuoco della protezione realizzata.

#### 127.1.7 Protezione

Le opere verniciate devono essere protette, fino al completo essiccamento, dalla polvere, dall'acqua e da ogni altra fonte di degradazione. La pitturazione deve essere eseguita sempre in ambiente protetto dagli agenti atmosferici che possono pregiudicare l'essiccamento della vernice e nelle condizioni di umidità e di temperatura dell'ambiente indicate dal produttore della vernice o della pittura.

#### 127.1.8 Controllo

Il direttore dei lavori potrà controllare lo spessore degli strati di vernice con apposita strumentazione magnetica. È ammessa una tolleranza di  $\pm 10\%$ . Deve essere controllato anche che il consumo a metro quadro del prodotto corrisponda a quanto indicato dal produttore.

Per l'esecuzione delle prove si citano le seguenti norme uni di riferimento:

**uni 8754** – Edilizia. Verniciature, pitturazioni, rpac, tinteggiature, impregnazioni superficiali. Caratteristiche e metodi di prova;

**uni 8755** – Edilizia. Prodotti per sistemi di verniciatura, pitturazione, rpac, tinteggiatura, impregnazione superficiale e misti. Caratteristiche di attitudine all'immagazzinamento e all'applicazione;

**uni 8756** – Edilizia. Prodotti per sistemi di verniciatura, pitturazione, rpac, tinteggiatura, impregnazione superficiale e misti. Caratteristiche di identificazione e metodi di prova.

Un'altra norma di riferimento è data dall'ultima edizione del capitolato tecnico d'appalto per opere di pitturazione edile-industriale, edito dalla Associazione nazionale imprese di verniciatura, decorazione e stuccatura (anvides).

#### 127.1.9 Smaltimento rifiuti

L'appaltatore ha l'obbligo di non scaricare in fognatura e di non disperdere nell'ambiente il prodotto e/o il contenitore.

In caso di spargimenti occorre assorbire con sabbia. I rifiuti derivanti, classificabili come speciali, devono essere smaltiti in apposite discariche autorizzate rispettando le normative locali e nazionali in vigore e ottenendo preventivamente l'autorizzazione degli enti preposti.

#### 127.2 Esecuzione di decorazioni

Per l'esecuzione delle decorazioni, sia nelle pareti interne sia nei prospetti esterni, la direzione dei lavori può fornire all'appal-

tatore, qualora non compresi tra i disegni di contratto o a integrazione degli stessi, i necessari particolari costruttivi e modalità esecutive.

Le campionature devono essere sottoposte all'accettazione del direttore dei lavori.

### 127.3 Rivestimenti per interni ed esterni

#### 127.3.1 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.

#### 127.3.2 Sistemi realizzati con prodotti rigidi

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, 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 (o ancoraggio), costituito da adesivi aventi adeguate compatibilità chimiche e termiche 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 alla parte muraria e/o su tralici o simili. I sistemi di fissaggio devono comunque garantire un'adeguata resistenza meccanica per sopportare il peso proprio e quello del rivestimento, per resistere alla corrosione e 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 un comportamento termico accettabile, nonché evitare di essere sorgente di rumore inaccettabile dovuto al vento, alla pioggia, ecc. e assolvere alle altre funzioni loro affidate quali tenuta all'acqua e così via. Durante la posa del rivestimento si devono verificare gli effetti estetici previsti, l'allineamento o comunque la 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 per le lastre.

In base alle funzioni attribuite dal progetto al rivestimento, si cureranno l'esecuzione dei fissaggi e la collocazione rispetto agli strati sottostanti, onde evitare incompatibilità termiche, chimiche o elettriche. Saranno considerate le possibili vibrazioni o rumori indotti da vento, pioggia, ecc. Verranno, inoltre, verificati i motivi estetici, l'esecuzione dei giunti, la loro eventuale sigillatura, ecc.

#### 127.3.3 Sistemi realizzati con prodotti flessibili

I sistemi con prodotti flessibili devono essere realizzati secondo le prescrizioni date nel progetto esecutivo, con prodotti costituiti da carte da parati (a base di carta, tessili, fogli di materie plastiche o loro abbinamenti) aventi le caratteristiche riportate nell'articolo loro applicabile.

#### 127.3.4 Sistemi realizzati con prodotti fluidi

I sistemi con prodotti fluidi devono rispondere alle indicazioni seguenti:

- su pietre naturali e artificiali:- impregnazione della superficie con siliconi o oli fluorurati, non pellicolanti, resistenti ai raggi uv, al dilavamento e agli agenti corrosivi presenti nell'atmosfera.
- su intonaci esterni:- tinteggiatura della superficie con tinte alla calce o ai silicati inorganici;- pitturazione della superficie con pitture organiche.
- 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.
- su prodotti di legno e di acciaio:- si seguiranno le indicazioni del produttore e del direttore dei lavori.

I sistemi si intendono realizzati secondo le prescrizioni del progetto e, in loro mancanza (o 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 e umidità) del momento della realizzazione e del periodo di maturazione e le condizioni per la successiva operazione;- criteri e materiali per realizzare l'eventuale strato intermedio, ivi comprese le condizioni precedentemente citate per la realizzazione e maturazione;- criteri e materiali per lo strato di finiture, ivi comprese le condizioni sopra citate.

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 (essicca-

zione, maturazione, assenza di bolle, ecc.), nonché le prescrizioni relative alle norme di igiene e sicurezza.

#### 127.4 Applicazione di tappezzerie

L'applicazione di tappezzerie (del tipo carta, vinilica con supporto in carta, vinilica con supporto telato, tessuto con supporto in carta, tessuto murale apprettato, paglia, laminato, sughero, agugliato, ecc.) deve essere 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.

I rivestimenti devono essere applicati in un solo pezzo per tutta l'altezza della parete, con giunti realizzati secondo le indicazioni del fabbricante e le ulteriori prescrizioni della direzione dei lavori.

##### 127.4.1 Superfici e supporti

Le superfici murali idonee per la posa di tappezzerie possono essere:

- l'intonaco civile;- la rasatura a gesso;- il cemento liscio.

##### 127.4.2 Stato delle superfici e dei supporti murali

I supporti murali nuovi per l'applicazione delle tappezzerie devono possedere i seguenti requisiti:

- essere privi di residui delle precedenti lavorazioni e soprattutto di residui untuosi;
- possedere un grado di umidità relativa inferiore al 55%;
- avere un pH compreso tra 6 e 7.

I suddetti requisiti devono essere preventivamente controllati dal direttore dei lavori.

##### 127.4.3 Preparazione del supporto

Il supporto deve essere preventivamente preparato dall'appaltatore prima dell'applicazione della tappezzerie.

La preparazione deve consistere nella pulizia da tutti gli elementi estranei che possano pregiudicare l'adesione delle tappezzerie. A seconda del supporto (intonaco, legno, ecc.), si procederà alla sua pulizia e all'asportazione dei materiali esistenti, nonché al riempimento di fessure e 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. In generale, le tecniche di preparazione (carteggiatura, spazzolatura, stuccatura, rasatura, ecc.) devono rispettare le precise indicazioni del produttore.

##### 127.4.4 Tecnica di applicazione

La tecnica di applicazione deve rispettare le indicazioni contenute nelle schede tecniche fornite dal produttore e le ulteriori indicazioni del direttore dei lavori.

Durante l'applicazione, si deve curare 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.

Nel caso di supporti molto irregolari e nella posa di rivestimenti particolarmente sottili e lisci (ad esempio tessili), si deve provvedere ad applicare uno strato intermedio di carta fodera o prodotto simile, allo scopo di ottenere la levigatezza e la continuità volute. Si deve applicare 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.

##### 127.4.5 Norme di riferimento

**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;

**uni en 12781** – Rivestimenti murali in rotoli. Specifiche per pannelli di sughero;

**uni en 12956** – Rivestimenti murali in rotoli. Determinazione delle dimensioni, rettilineità, spugnabilità e lavabilità;

**uni en 13085** – Rivestimenti murali in rotoli. Specifiche per rivestimenti in rotoli di sughero;

**uni en 15102** – Rivestimenti murali decorativi. Prodotti in rotoli e pannelli;

**uni en 233** – Rivestimenti murali in rotoli. Specifiche per carte da parati finite e per rivestimenti di vinile e di plastica;

**uni en 234** – Rivestimenti murali in rotoli. Specifiche per i rivestimenti murali da decorare successivamente;

**uni en 235** – Rivestimenti murali. Vocabolario e simboli;

**uni en 259-1** – Rivestimenti murali in rotoli. Rivestimenti murali per uso intenso. Specifiche;

**uni en 259-2** – Rivestimenti murali in rotoli. Rivestimenti murali per uso intenso. Determinazione della resistenza agli urti;

**uni en 266** – Rivestimenti murali in rotoli. Specifica per i rivestimenti murali tessili.

### 127.5 Applicazione di moquette

L'applicazione di moquette deve essere 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.

I rivestimenti devono essere applicati in un solo pezzo per tutta l'altezza della parete con giunti realizzati secondo le prescrizioni della direzione dei lavori e le indicazioni del fabbricante.

#### 127.5.1 Superfici e supporti

Le superfici idonee per la posa di moquette possono essere:

- magrone di cemento liscio fine;- pavimentazioni di piastrelle di ceramica;- pavimentazioni di marmo, legno, ecc.

#### 127.5.2 Stato delle superfici e dei supporti murali

I supporti murali nuovi per l'applicazione di moquette devono possedere i seguenti requisiti:

- essere privi di residui delle precedenti lavorazioni e soprattutto di residui untuosi;- possedere un grado di umidità relativa inferiore al 55%;- avere un pH compreso tra 6 e 7.

I suddetti requisiti devono essere preventivamente controllati dal direttore dei lavori.

#### 127.5.3 Preparazione del supporto

Il supporto deve essere preventivamente preparato dall'appaltatore prima dell'applicazione della moquette.

La preparazione deve consistere nella pulizia da tutti gli elementi estranei che possano pregiudicare l'adesione delle moquette. A seconda del supporto, si procederà alla sua pulizia e all'asportazione dei materiali esistenti, nonché al riempimento di fessure e 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. In generale, le tecniche di preparazione (carreggiatura, spazzolatura, stuccatura, rasatura, ecc.) devono rispettare le precise indicazioni del produttore.

#### 127.5.4 Tecnica di applicazione

La tecnica di posa in opera della moquette deve rispettare le indicazioni contenute nelle schede tecniche fornite dal produttore e le ulteriori indicazioni del direttore dei lavori.

Durante l'applicazione, si deve curare la realizzazione dei giunti, la quantità di collante applicato, l'esecuzione dei punti particolari quali angoli, ecc., facendo le opportune riprese in modo da garantire la continuità dei disegni e comunque la scarsa percepibilità dei giunti.

#### 127.5.5 Norme di riferimento

**uni 7956** – Prove sui tessili. Determinazione del comportamento alla combustione dei rivestimenti tessili per pavimenti, pareti e soffitti;

**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. Parte 1. Prelievo, numero e dimensioni delle provette;

**uni 8014-2** – Rivestimenti tessili del pavimento fabbricati a macchina. Metodi di prova. Parte 2. Determinazione della massa areica totale;

**uni 8014-3** – Rivestimenti tessili del pavimento fabbricati a macchina. Metodi di prova. Parte 3. Determinazione della massa areica dell'intero strato di utilizzazione;

**uni 8014-5** – Rivestimenti tessili del pavimento fabbricati a macchina. Metodi di prova. Parte 5. Determinazione dello spessore totale;

**uni 8014-6** – Rivestimenti tessili del pavimento fabbricati a macchina. Metodi di prova. Parte 6. Determinazione dello spessore della parte utile dello strato di utilizzazione;

**uni 8014-7** – Rivestimenti tessili del pavimento fabbricati a macchina. Metodi di prova. Parte 7. 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. Parte 8. 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. Parte 9. Determinazione della perdita di spessore dopo applicazione di carico dinamico;

**uni 8014-10** – Rivestimenti tessili del pavimento fabbricati a macchina. Metodi di prova. Parte 10. Determinazione della massa volumica del pelo utile;

**uni 8014-12** – Rivestimenti tessili del pavimento fabbricati a macchina. Metodi di prova. Parte 12. Determinazione della tendenza all'accumulo di cariche elettrostatiche generate dal calpestio;

**uni 8014-13** – Rivestimenti tessili del pavimento fabbricati a macchina. Metodi di prova. Parte 13. Determinazione del nume-

ro di fiocchetti per unità di lunghezza e per unità di area;

**uni 8014-14** – Rivestimenti tessili del pavimento fabbricati a macchina. Metodi di prova. Parte 14. Determinazione della forza di strappo dei fiocchetti;

**uni sperimentale 8014-15** – Rivestimenti tessili del pavimento fabbricati a macchina. Metodi di prova. Determinazione della resistenza allo sporco;

**uni 8014-16** – Rivestimenti tessili del pavimento fabbricati a macchina. Metodi di prova. Determinazione della resistenza elettrica orizzontale (superficiale) e verticale (trasversale);

**uni 9946:1992** – Rivestimenti tessili del pavimento fabbricati a macchina. Terminologia e classificazione;

**uni cen/ts 14472-1** – Rivestimenti resilienti, tessili e laminati per pavimentazioni. Progettazione, preparazione e installazione. Generalità;

**uni cen/ts 14472-2** – Rivestimenti resilienti, tessili e laminati per pavimentazioni. Progettazione, preparazione e installazione. Rivestimenti tessili per pavimentazioni;

**uni cen/ts 14472-3** – Rivestimenti resilienti, tessili e laminati per pavimentazioni. Progettazione, preparazione e installazione - Rivestimenti laminati per pavimentazioni;

**uni cen/ts 14472-4** – Rivestimenti resilienti, tessili e laminati per pavimentazioni. Progettazione, preparazione e installazione. Rivestimenti resilienti per pavimentazioni;

**uni en 1269** – Rivestimenti tessili per pavimentazioni. Valutazione delle impregnazioni nei rivestimenti agugliati mediante una prova di sporatura;

**uni en 1307** – Rivestimenti tessili per pavimentazioni. Classificazione dei tappeti a pelo;

**uni en 1318** – Rivestimenti tessili per pavimentazioni. Determinazione dello spessore utile apparente dei fondi;

**uni en 13297** – Rivestimenti tessili per pavimentazioni. Classificazione delle pavimentazioni tessili a pelo agugliate;

**uni en 13893** – Rivestimenti resilienti, laminati e tessili per pavimentazioni. Misura del coefficiente dinamico di attrito su superfici di pavimenti asciutte;

**uni en 14041** – Rivestimenti resilienti, tessili e laminati per pavimentazioni. Caratteristiche essenziali;

**uni cen/ts 14159** – Rivestimenti tessili per pavimentazioni. Requisiti concernenti le tolleranze sulle dimensioni (lineari) dei tappeti a misura, passatoie, quadrotti e rivestimenti tessili per pavimentazioni da parete a parete e le tolleranze sul rapporto di disegno;

**uni en 14215** – Rivestimenti tessili per pavimentazioni. Classificazione dei rivestimenti e passatoie a pelo fabbricati a macchina;

**uni en 14499** – Rivestimenti tessili per pavimentazioni. Requisiti minimi per i riversi dei tappeti;

**uni en 1470** – Rivestimenti tessili per pavimentazioni. Classificazione dei rivestimenti tessili per pavimentazioni agugliati ad eccezione dei rivestimenti agugliati a pelo;

**uni en 1471** – Rivestimenti tessili per pavimentazioni. Valutazione dei cambiamenti di aspetto;

**uni en 14900** – Rivestimenti tessili per pavimentazioni. Determinazione della massa volumica del supporto (textile fleecé backing);

**uni en 15114** – Rivestimenti tessili per pavimentazioni. Classificazione dei rivestimenti tessili per pavimentazioni senza pelo;

**uni en 15115** – Rivestimenti tessili per pavimentazioni. Determinazione della sensibilità all'acqua versata;

**uni cen/ts 15398** – Rivestimenti resilienti, tessili e laminati per pavimentazioni. Simboli normalizzati per pavimentazioni;

**uni en 1813** – Rivestimenti tessili per pavimentazioni. Determinazione dell'integrità delle fibre di lana mediante un abrasimetro;

**uni en 1814** – Rivestimenti tessili per pavimentazioni. Determinazione della resistenza al danneggiamento dei bordi tagliati, mediante la prova con il tamburo Vettermann modificato;

**uni en 1815** – Rivestimenti resilienti e tessili per pavimentazioni. Valutazione della propensione all'accumulo di elettricità statica;

**uni en 1963** – Rivestimenti tessili per pavimentazioni. Prove mediante la macchina Lisson Tretrad;

**uni en 685** – Rivestimenti resilienti, tessili e laminati per pavimentazioni. Classificazione;

**uni en 984** – Rivestimenti tessili per pavimentazioni. Determinazione della massa areica dello strato di utilizzazione dei rivestimenti delle pavimentazioni agugliate;

**uni en 985** – Rivestimenti tessili per pavimentazioni. Prova della sedia a rotelle;

**uni en 986** – Rivestimenti tessili per pavimentazioni. Piastrelle. Determinazione delle variazioni dimensionali e dell'incurva-

mento per effetto della variazione delle condizioni di umidità e di temperatura;

**uni en 994** – Rivestimenti tessili per pavimentazioni. Determinazione della lunghezza dei lati, dell'ortogonalità e della rettilineità delle piastrelle;

**uni en 995** – Rivestimenti tessili per pavimentazioni. Valutazione della deformabilità sotto carico dei fondi;

**uni en iso 105-X10** – Tessili. Prove di solidità del colore. Parte X10: Valutazione della migrazione dei colori dei tessili nei rivestimenti di policloruro di vinile;

**uni en iso 11378-2** – Rivestimenti tessili per pavimentazioni. Prove di sporcatrice in laboratorio. Prova del tamburo;

**uni en iso 11857** – Rivestimenti tessili per pavimentazioni. Determinazione della resistenza alla delaminazione.

#### 127.6 Verifiche del direttore dei lavori

Il direttore dei lavori per la realizzazione del sistema di rivestimento, nel corso dell'esecuzione dei lavori e con riferimento ai tempi e alle procedure, verificherà via via che i materiali impiegati e le tecniche di posa siano effettivamente quelli prescritti e inoltre almeno per gli strati più significativi, accerterà 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 in precedenza, verificando la loro completezza, ecc., specialmente delle parti difficilmente controllabili al termine dei lavori.

A conclusione dei lavori, il direttore eseguirà prove (anche solo localizzate) con facili mezzi da cantiere, creando sollecitazioni compatibili con quelle previste dal progetto o comunque simulanti 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, verificherà l'effetto finale e l'adesione al supporto. Per quelli fluidi infine accerterà la completezza, l'assenza di difetti locali e l'aderenza al supporto.

## Art. 128 Impianti elettrici

### 128.1 Qualità dei materiali e marcatura dei materiali

I materiali e gli apparecchi relativi agli impianti elettrici devono essere rispondenti alle prescrizioni progettuali e devono avere le caratteristiche tali da resistere alle azioni meccaniche, corrosive, termiche e all'umidità, alle quali potranno essere esposti durante l'esercizio.

I componenti elettrici previsti da specifiche direttive europee devono riportare il marchio ce.

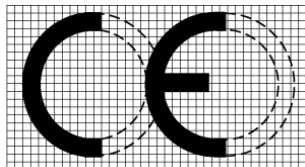


Figura 55.1 Marchio CE

I componenti elettrici previsti dalla legge n. 791/1977 e per i quali esista una specifica norma, possono essere muniti di marchio imq o di altro marchio di conformità (rilasciato da un laboratorio riconosciuto o da organismi competenti) oppure di dichiarazione di conformità alla norma rilasciata dal costruttore.



Figura 55.2 Marchio imq

I componenti elettrici non previsti dalla legge n. 791/1977 o senza norme di riferimento dovranno essere comunque conformi alla legge n. 186/1955.

Tutti gli apparecchi devono riportare dati di targa ed eventuali indicazioni d'uso utilizzando la simbologia del cei e la lingua italiana.

Norme di riferimento

I materiali elettrici devono essere conformi alle leggi e regolamenti vigenti, in particolare:

**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 ad 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 9 gennaio 1989, n. 13** – *Disposizioni per favorire il superamento e l'eliminazione delle barriere architettoniche negli edifici privati;*

**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 ad essere utilizzato in atmosfera esplosiva;*

**D.M. 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;*

**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.M. 22 febbraio 1992** – *Modello di dichiarazione di conformità;*

**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 ad 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;*

**D.P.R. 22 ottobre 2001, n. 462** – *Regolamento di semplificazione del procedimento per la denuncia di installazioni e dispositivi di protezione contro le scariche atmosferiche, di dispositivi di messa a terra di impianti elettrici e di impianti elettrici pericolosi;*

**D.M. 10 marzo 2005** – *Classi di reazione al fuoco per i prodotti da costruzione da impiegarsi nelle opere per le quali è prescritto il requisito della sicurezza in caso d'incendio;*

**D.M. 15 marzo 2005** – *Requisiti di reazione al fuoco dei prodotti da costruzione installati in attività disciplinate da specifiche disposizioni tecniche di prevenzione incendi in base al sistema di classificazione europeo;*

**D.M. 28 aprile 2005** – *Approvazione della regola tecnica di prevenzione incendi per la progettazione, la costruzione e l'esercizio degli impianti termici alimentati da combustibili liquidi;*

**D.M. 22 gennaio 2008, n. 37** – *Regolamento concernente l'attuazione dell'articolo 11-quaterdecies, comma 13, lettera a) della legge n. 248 del 2005, recante riordino delle disposizioni in materia di attività di installazione degli impianti all'interno degli edifici.*

#### 128.2 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 alla conclusione del collaudo tecnico-amministrativo o all'emissione del certificato di regolare esecuzione, prevenendo eventuali danneggiamenti durante l'esecuzione dei lavori.

Le eventuali difformità degli impianti rispetto alle prescrizioni progettuali esecutive dovranno essere segnalate tempestivamente al direttore dei lavori.

L'appaltatore dovrà fornire al direttore dei lavori tutta la documentazione integrativa per l'aggiornamento del piano di manutenzione dell'opera.

#### 128.3 Modalità di esecuzione degli impianti elettrici

Gli impianti elettrici dovranno essere realizzati secondo le prescrizioni contrattuali e la corretta tecnica da personale adeguato alla tipologia degli impianti, addestrato e dotato delle necessarie attrezzature.

Gli impianti elettrici devono essere realizzati in conformità alla legge n. 186 del 1° marzo 1955.

La rispondenza alle vigenti norme di sicurezza deve essere attestata con la procedura di cui al **D.M. 22 gennaio 2008, n. 37**.

Al termine dell'esecuzione degli impianti l'appaltatore dovrà rilasciare l'apposito certificato di conformità dell'impianto, come previsto dal D.M. n. 37/2008.

#### 128.4 Cavi e conduttori

##### 128.4.1 Definizioni

Si premettono le seguenti definizioni:

- con il termine *cavo* si indicano tutti i tipi di cavo con o senza rivestimento protettivo;
- con il termine *condutture* si indicano i prodotti costituiti da uno o più cavi e dagli elementi che ne assicurano il contenimento, il sostegno, il fissaggio e la protezione meccanica.

In relazione al tipo di funzione nella rete di alimentazione, le condutture in partenza dal quadro generale B.T. nella rete di distribuzione, si possono suddividere nelle seguenti categorie:

- condutture di distribuzione attraverso montante, a sviluppo prevalentemente verticale;
- condutture di distribuzione attraverso dorsali, a sviluppo prevalentemente orizzontale;
- condutture di distribuzione diretta agli utilizzatori.

##### 128.4.2 Tipologie

I cavi delle linee di energia possono essere dei seguenti tipi:

- tipo A: cavi con guaina per tensioni nominali con  $U_o/U = 300/500, 450/750$  e  $0,6/1$  Kv;
- tipo B: cavi senza guaina per tensione nominale  $U_o/U = 450/750$  V;
- tipo C: cavi con guaina resistenti al fuoco;
- tipo D: cavi con tensioni nominali  $U_o/U = 1,8/3 - 3,6/6 - 6/10 - 8,7/15 - 12/20 - 18/30 - 26/45$  kV.

##### 128.4.3 Distinzione dei cavi attraverso i colori

I cavi per energia elettrica devono essere distinguibili attraverso la colorazione delle anime e attraverso la colorazione delle guaine esterne.

Per la sequenza dei colori delle anime (fino a un massimo di cinque) dei cavi multipolari flessibili e rigidi, rispettivamente con e senza conduttore di protezione, si deve fare riferimento alla norma **cei unel 00722 (hd 308)**.

Per tutti i cavi unipolari senza guaina sono ammessi i seguenti monocolori: nero, marrone, rosso, arancione, giallo, verde, blu, viola, grigio, bianco, rosa, turchese. Per i cavi unipolari con e senza guaina deve essere utilizzata la combinazione:

- bicolore giallo/verde per il conduttore di protezione;- colore blu per il conduttore di neutro.

Per i circuiti a corrente continua si devono utilizzare i colori rosso (polo positivo) e bianco (polo negativo).

Per la colorazione delle guaine esterne dei cavi di bassa e media tensione in funzione della loro tensione nominale e dell'applicazione, si deve fare riferimento alla norma **cei unel 00721**.

Nell'uso dei colori devono essere rispettate le seguenti regole:- il bicolore giallo-verde deve essere riservato ai conduttori di protezione e di equipotenzialità;- il colore blu deve essere riservato al conduttore di neutro. Quando il neutro non è distribuito, l'anima di colore blu di un cavo multipolare può essere usata come conduttore di fase. In tal caso, detta anima deve essere contraddistinta, in corrispondenza di ogni collegamento, da fascette di colore nero o marrone;- sono vietati i singoli colori verde e giallo.

##### 128.4.4 Comportamento al fuoco

I cavi elettrici, ai fini del comportamento al fuoco, possono essere distinti nelle seguenti categorie:

- cavi non propaganti la fiamma, conformi alla norma **cei 20-35 (en 60332)**, che tratta la verifica della non propagazione della fiamma di un cavo singolo in posizione verticale;
- cavi non propaganti l'incendio, conformi alla norma **cei 20-22 (en 50266)**, che tratta la verifica della non propagazione dell'incendio di più cavi raggruppati a fascio e in posizione verticale, in accordo alla quantità minima di materiale non metallico combustibile prescritta dalla parte 2 (10 kg/m oppure 5 kg/m) o dalla parte 3 (1,5 l/m);
- cavi non propaganti l'incendio a bassa emissione di fumi opachi, gas tossici e corrosivi ls0h, rispondenti alla norma **cei 20-22 (en 50266)** per la non propagazione dell'incendio e alle norme **cei 20-37 (en 50267 e en 61034)** per quanto riguarda l'opacità dei fumi e le emissioni di gas tossici e corrosivi;
- cavi ls0h resistenti al fuoco conformi alle norme della serie **cei 20-36 (en 50200- 50362)**, che tratta la verifica della capacità di un cavo di assicurare il funzionamento per un determinato periodo di tempo durante l'incendio. I cavi resistenti al fuoco sono anche non propaganti l'incendio e a bassa emissione di fumi opachi gas tossici e corrosivi.



L'appaltatore deve utilizzare esclusivamente cavi non propaganti l'incendio e a bassissima emissione di fumi e di gas tossici e corrosivi anche nelle situazioni installative non obbligatoriamente previste dalla norme.

#### 128.4.5 Posa in opera delle condutture

Per la scelta del tipo di cavo in relazione alle condizioni ambientali e di posa, ai fini di una corretta installazione si rimanda alle indicazioni delle norme **cei 11-17**, **cei 20-40**, **cei 20- 67** e **20-xx** (in preparazione).

La posa in opera delle condutture può essere in:

- tubo, ovvero costituita da cavi contenuti in un tubo protettivo, il quale può essere incassato, in vista o interrato;
- canale, ovvero costituita da cavi contenuti entro un contenitore prefabbricato con coperchio;
- vista, nella quale i cavi sono fissati a parete o soffitto per mezzo di opportuni elementi (per esempio, graffette o collari);
- condotto, ovvero costituita da cavi contenuti entro cavità lisce o continue ottenute dalla costruzione delle strutture murarie o entro manufatti di tipo edile prefabbricati o gettati in opera;
- cunicolo, ovvero costituita da cavi contenuti entro cavità o altro passaggio non praticabile con chiusura mobile;
- su passerelle, ovvero costituita da cavi contenuti entro un sistema continuo di elementi di sostegno senza coperchio;
- galleria, ovvero costituita da cavi contenuti entro cavità o altro passaggio praticabile.

#### 128.4.6 Prescrizioni relative a condutture di impianti particolari

I cavi di alimentazione dei circuiti di sicurezza devono essere indipendenti da altri circuiti.

I cavi dei circuiti a selv devono essere installati conformemente a quanto indicato negli art. 411.1.3.2 e 528.1.1 della norma **cei 64-8**.

I cavi dei circuiti felv possono essere installati unitamente ai cavi di energia.

I cavi di circuiti separati, derivati o meno dal trasformatore di isolamento devono essere indipendenti da altri circuiti.

#### 128.4.7 Norme di riferimento generali e per tipologie dei cavi

I cavi e le condutture per la realizzazione delle reti di alimentazione degli impianti elettrici utilizzatori devono essere conformi alle seguenti norme:

a) requisiti generali:

**cei-unel 00722** – *Colori distintivi delle anime dei cavi isolati con gomma o polivinilcloruro per energia o per comandi e segnalazioni con tensioni nominali  $U_0/U$  non superiori a 0,6/1 kV;*

**cei UNEL 00721** – *Colori di guaina dei cavi elettrici;*

**cei UNEL 00725-(EN 50334)** – *Marchatura mediante iscrizione per l'identificazione delle anime dei cavi elettrici;*

**cei-unel 35024-1** – *Cavi elettrici isolati con materiale elastomerico o termoplastico per tensioni nominali non superiori a 1000 V in c.a. e 1500 V in c.c. Portate di corrente in regime permanente per posa in aria;*

**cei-unel 35024-2** – *Cavi elettrici ad isolamento minerale per tensioni nominali non superiori a 1000 V in c.a. e a 1500 in c.c. Portate di corrente in regime permanente per posa in aria;*

**cei-unel 35026** – *Cavi di energia per tensione nominale  $U$  sino ad 1 kV con isolante di carta impregnata o elastomerico o termoplastico. Portate di corrente in regime permanente. Posa in aria e interrata;*

**cei unel 35027** – *Cavi di energia per tensione nominale  $U$  superiore ad 1 kV con isolante di carta impregnata o elastomerico o termoplastico. Portate di corrente in regime permanente. Generalità per la posa in aria e interrata;*

**cei 16-1** – *Individuazione dei conduttori isolati;*

**cei 20-21 (serie)** – *Cavi elettrici. Calcolo della portata di corrente;*

**cei 11-17** – *Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione pubblica di energia elettrica. Linee in cavo;*

**cei 20-40 (hd 516)** – *Guida per l'uso di cavi a bassa tensione;*

**cei 20-67** – *Guida per l'uso dei cavi 0,6/1 kV;*

**cei 20-XX** – *Guida all'uso e all'installazione dei cavi elettrici e degli accessori di media tensione.*

b) cavi tipo A (I categoria) = cavi con guaina per tensioni nominali  $U_0/U = 300/500, 450/750$  e  $0,6/1$  kV:

**cei 20-13** – *Cavi con isolamento estruso in gomma per tensioni nominali da 1 a 30 kV;*

**cei-unel 35375** – *Cavi per energia isolati in gomma etilenpropilenica, alto modulo di qualità G7, sotto guaina di pvc, non propaganti l'incendio e a ridotta emissione di gas corrosivi. Cavi unipolari e multipolari con conduttori flessibili per posa fissa. Tensione nominale  $U_0/U: 0,6 / 1$  kV;*

**cei-unel 35376** – *Cavi per energia isolati in gomma etilenpropilenica, alto modulo di qualità G7, sotto guaina di pvc, non*

*propaganti l'incendio e a ridotta emissione di gas corrosivi. Cavi unipolari e multipolari con conduttori rigidi. Tensione nominale  $U_0/U$ : 0,6/ 1 kV;*

**cei-unel 35377** – *Cavi per comandi e segnalazioni isolati in gomma etilenpropilenica, alto modulo di qualità G7, sotto guaina di pvc, non propaganti l'incendio e a ridotta emissione di gas corrosivi. Cavi multipolari per posa fissa con conduttori flessibili con o senza schermo. Tensione nominale  $U_0/U$ : 0,6 / 1 kV;*

**cei unel 35382** – *Cavi per energia isolati in gomma etilenpropilenica ad alto modulo di qualità G7, sotto guaina termoplastica di qualità M1, non propaganti l'incendio senza alogeni. Cavi unipolari e multipolari con conduttori flessibili per posa fissa con o senza schermo (treccia o nastro). Tensione nominale  $U_0/U$ : 0,6/1 kV – LSOH;*

**cei unel 35383** – *Cavi per energia isolati in gomma etilenpropilenica ad alto modulo di qualità G7, sotto guaina termoplastica di qualità M1, non propaganti l'incendio senza alogeni.*

c) cavi unipolari e multipolari con conduttori rigidi. Tensione nominale  $U_0/U$ : 0,6/1 kV – Isoh:

**cei unel 35384** – *Cavi per comandi e segnalamento in gomma etilenpropilenica ad alto modulo di qualità G7, sotto guaina termoplastica di qualità M1, non propaganti l'incendio senza alogeni - Cavi multipolari con conduttori flessibili per posa fissa, con o senza schermo (treccia o nastro) – Tensione nominale  $U_0/U$ : 0,6/1 kV – Isoh;*

**cei 20-14** – *Cavi isolati con polivinilcloruro per tensioni nominali da 1 a 3 kV;*

**cei-unel 35754** – *Cavi per energia isolati con pvc non propaganti l'incendio e a ridotta emissione di gas corrosivi. Cavi multipolari rigidi con o senza schermo, sotto guaina di pvc. Tensione nominale  $U_0/U$ : 0,6 / 1 kV;*

**cei-unel 35755** – *Cavi per comandi e segnalamento isolati con polivinilcloruro non propaganti l'incendio e a ridotta emissione di gas corrosivi. Cavi multipolari per posa fissa con conduttori flessibili con o senza schermo, sotto guaina di pvc. Tensione nominale  $U_0/U$ : 0,6/1 kV;*

**cei-unel 35756** – *Cavi per energia isolati con pvc non propaganti l'incendio e a ridotta emissione di gas corrosivi. Cavi multipolari per posa fissa con conduttori flessibili con o senza schermo, sotto guaina di PVC. Tensione nominale  $U_0/U$ : 0,6/1 kV;*

**cei-unel 35757** – *Cavi per energia isolati con pvc non propaganti l'incendio e a ridotta emissione di gas corrosivi. Cavi unipolari per posa fissa con conduttori flessibili, sotto guaina di pvc. Tensione nominale  $U_0/U$ : 0,6 / 1 kV;*

**cei 20-19** – *Cavi isolati con gomma con tensione nominale non superiore a 450/750 V;*

**cei 20-20** – *Cavi isolati in pvc con tensione nominale non superiore a 450/750 V;*

**cei 20-38** – *Cavi isolati con gomma non propaganti l'incendio e a basso sviluppo di fumi e gas tossici e corrosivi. Isoh;*

**cei-unel 35369** – *Cavi per energia isolati con mescola elastomerica non propaganti l'incendio e a bassa emissione di fumi e gas tossici e corrosivi. Cavi unipolari senza guaina con conduttori flessibili. Tensione nominale 0,6 / 1 kV. Isoh;*

**cei-unel 35370** – *Cavi per energia isolati con mescola elastomerica non propaganti l'incendio e a basso sviluppo di fumi e gas tossici e corrosivi. Cavi con conduttori rigidi. Tensione nominale 0,6 / 1 kV. Isoh;*

**cei-unel 35371** – *Cavi per comandi e segnalazioni, isolati con mescola elastomerica non propaganti l'incendio e a bassa emissione di fumi e gas tossici e corrosivi. Cavi multipolari con conduttori flessibili per posa fissa. Tensione nominale 0,6/1 kV. Isoh;*

**imq cpt 007** – *Cavi elettrici per energia e per segnalamento e controllo isolati in pvc, sotto guaina di pvc, non propaganti l'incendio e a ridotta emissione di gas alogenidrici. Tensione nominale di esercizio 450/750 e 300/500 V – fror 450/750 V;*

**imq cpt 049** – *Cavi per energia e segnalamento e controllo isolati con mescola termoplastica non propaganti l'incendio e esenti da alogeni (Isoh). Tensione nominale  $U_0/U$  non superiore a 450/750 V – FM9OZ1 – 450/750 V – Isoh.*

d) cavi tipo B = cavi senza guaina per tensione nominale  $U_0/U = 450/750$  V:

**cei 20-20/3** – *Cavi isolati con pvc con tensione nominale non superiore a 450/750 V. Cavi senza guaina per posa fissa;*

**cei-unel 35752** – *Cavi per energia isolati con pvc non propaganti l'incendio. Cavi unipolari senza guaina con conduttori flessibili. Tensione nominale  $U_0/U$ : 450/750 V;*

**cei-unel 35753** – *Cavi per energia isolati con pvc non propaganti l'incendio. Cavi unipolari senza guaina con conduttori rigidi. Tensione nominale  $U_0/U$ : 450/750 V;*

**cei-unel 35368** – *Cavi per energia isolati con mescola elastomerica non propaganti l'incendio e a bassa emissione di fumi e gas tossici e corrosivi. Cavi unipolari senza guaina con conduttori flessibili. Tensione nominale  $U_0/U$ : 450/750 V;*

**imq cpt 035** – *Cavi per energia isolati con mescola termoplastica non propaganti l'incendio e a bassa emissione di fumi e gas tossici e corrosivi. Tensione nominale  $U_0/U$  non superiore a 450/750 V;*

e) cavi tipo C = cavi resistenti al fuoco:

**cei 20-39** – *Cavi per energia ad isolamento minerale e loro terminazioni con tensione nominale non superiore a 750 V;*

**cei 20-45** – Cavi isolati con mescola elastomerica, resistenti al fuoco, non propaganti l'incendio, senza alogeni (Isoh) con tensione nominale  $U_0/U$  di 0,6/1 kV. Isoh.

f) cavi tipo D (II categoria) = cavi con tensioni nominali  $U_0/U = 1,8/3 - 3,6/6 - 6/10 - 8,7/15 - 12/20 - 18/30 - 26/45$  kV:

**cei 20-13** – Cavi con isolamento estruso in gomma per tensioni nominali da 1 a 30 kV;

**iec 60502** – IEC 60502-1, Ed. 2: Power cables with extruded insulation and their accessories for rated voltages from 1 kV ( $U_m = 1,2$  kV) up to 30 kV ( $U_m = 36$  kV).

128.4.8 Norme di riferimento per il comportamento al fuoco

**cei en 60332 (cei 20-35)** – Prove su cavi elettrici e ottici in condizioni d'incendio. Prova per la propagazione verticale della fiamma su un singolo conduttore o cavo isolato;

**cei en 50266 (cei 20-22)** – Metodi di prova comuni per cavi in condizioni di incendio. Prova di propagazione della fiamma verticale di fili o cavi montati verticalmente a fascio;

**cei en 50267 (cei 20-37)** – Metodi di prova comuni per cavi in condizione di incendio. Prove sui gas emessi durante la combustione dei materiali prelevati dai cavi;

**cei en 61034 (cei 20-37)** – Misura della densità del fumo emesso dai cavi che bruciano in condizioni definite.

128.4.9 Sezioni minime dei conduttori

Il dimensionamento dei conduttori attivi (fase e neutro) deve essere effettuato in modo da soddisfare soprattutto le esigenze di portata e resistenza ai corto circuiti e i limiti ammessi per caduta di tensione. In ogni caso, le sezioni minime non devono essere inferiori a quelle di seguito specificate:

– conduttori di fase:  $1,5 \text{ mm}^2$  (rame) per impianti di energia;

– conduttori per impianti di segnalazione:  $0,5 \text{ mm}^2$  (rame);

– conduttore di neutro: deve avere la stessa sezione dei conduttori di fase, sia nei circuiti monofase, qualunque sia la sezione dei conduttori, sia nei circuiti trifase, quando la dimensione dei conduttori di fase sia inferiore o uguale a  $16 \text{ mm}^2$ . Il conduttore di neutro, nei circuiti trifase con conduttori di sezione superiore a  $16 \text{ mm}^2$ , può avere una sezione inferiore a quella dei conduttori di fase, se sono soddisfatte contemporaneamente le seguenti condizioni:- la corrente massima, comprese le eventuali armoniche, che si prevede possa percorrere il conduttore di neutro durante il servizio ordinario, non sia superiore alla corrente ammissibile corrispondente alla sezione ridotta del conduttore di neutro;- la sezione del conduttore di neutro sia almeno uguale a  $16 \text{ mm}^2$ .

– conduttori di protezione: devono avere sezioni di: .....

Se il conduttore di protezione non fa parte della stessa conduttura dei conduttori attivi, la sezione minima deve essere:

-  $2,5 \text{ mm}^2$  (rame) se protetto meccanicamente;

-  $4 \text{ mm}^2$  (rame) se non protetto meccanicamente.

Per il conduttore di protezione di montanti o dorsali (principali), la sezione non deve essere inferiore a  $6 \text{ mm}^2$ .

– conduttore di terra:- protetto contro la corrosione ma non meccanicamente e non inferiore a  $16 \text{ mm}^2$  in rame o ferro zincato;- non protetto contro la corrosione e non inferiore a  $25 \text{ mm}^2$  (rame) oppure  $50 \text{ mm}^2$  (ferro);- protetto contro la corrosione e meccanicamente: in questo caso le sezioni dei conduttori di terra non devono essere inferiori ai valori della tabella **cei-unel 3502**. Se dall'applicazione di questa tabella risulta una sezione non unificata, deve essere adottata la sezione unificata più vicina al valore calcolato.

– conduttore pen (solo nel sistema tn): non inferiore a  $10 \text{ mm}^2$  (rame);

– conduttori equipotenziali principali: non inferiori a metà della sezione del conduttore di protezione principale dell'impianto, con un minimo di  $6 \text{ mm}^2$  (rame). Non è richiesto che la sezione sia superiore a  $25 \text{ mm}^2$  (rame);

– conduttori equipotenziali supplementari:- fra massa e massa, non inferiore alla sezione del conduttore di protezione minore; - fra massa e massa estranea, sezione non inferiore alla metà dei conduttori di protezione;- fra due masse estranee o massa estranea e impianto di terra non inferiore a  $2,5 \text{ mm}^2$  (rame) se protetto meccanicamente, e a  $4 \text{ mm}^2$  (rame) se non protetto meccanicamente.

Questi valori minimi si applicano anche al collegamento fra massa e massa, e fra massa e massa estranea.

### 128.5 Tubazioni e accessori per installazioni elettriche

Tutte le tubazioni di protezione dei cavi elettrici dovranno essere di tipo flessibile in pvc nella serie pesante antischiacciamento, di tipo e caratteristiche contemplate nelle vigenti norme unel e cei.

In generale, i sistemi di protezione dei cavi devono essere scelti in base a criteri di resistenza meccanica e alle sollecitazioni che si possono verificare sia durante la posa sia durante l'esercizio.

#### 128.5.1 Posa in opera in generale e in condizioni particolari

L'installazione o posa in opera delle tubazioni di protezione potrà essere del tipo:

- a vista;- sottotraccia nelle murature o nei massetti delle pavimentazioni;- annessamento nelle strutture in calcestruzzo prefabbricate;- interramento (**cei en 50086-2-4**).

In condizioni particolari, devono essere rispettate le seguenti norme e materiali:

- sottotraccia nelle pareti o in murature:- pvc flessibile leggero (**cei 23-14**);- pvc flessibile pesante (**cei 23-14**).

- sottotraccia nel massetto delle pavimentazioni:- pvc flessibile pesante (**cei 23-14**);- pvc rigido pesante (**cei 23-8**).

- tubo da collocare in vista (ambienti ordinari):- pvc flessibile pesante (**cei 23-14**);- pvc rigido pesante (**cei 23-8**);- tubo pvc rigido filettato (**cei 23-25 e cei 23-26**);- guaine guida cavi (**cei 23-25**).

- tubo da collocare in vista (ambienti speciali):- pvc rigido pesante (**cei 23-8**);- in acciaio (**cei 23-28**);- in acciaio zincato (**uni 3824-74**);- tubo pvc rigido filettato (**cei 23-25 e cei 23-26**);- guaine guida cavi (**cei 23-25**).

- tubo da interrare:- pvc rigido pesante (**cei 23-8**);- pvc flessibile pesante (**cei 23-14**);- cavidotti (**cei 23-29**);- guaine guida cavi (**cei 23-25**).

Il tracciato dei tubi protettivi sulle pareti deve avere un andamento rettilineo orizzontale o verticale. Nel caso di andamento orizzontale, deve essere prevista una minima pendenza per favorire lo scarico di eventuale condensa. Le curve devono essere effettuate con raccordi o con piegature che non danneggino il tubo e non pregiudichino la sfilabilità dei cavi.

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 essere saldamente fissati sul fondo della scanalatura e collocati in maniera tale che non siano totalmente accostati, in modo da realizzare un interstizio da riempire con la malta cementizia.

#### 128.5.2 Maggiorazione del diametro interno dei tubi

Il diametro interno dei tubi per consentire variazioni impiantistiche deve:

- negli ambienti ordinari: essere almeno 1,3 volte maggiore del diametro del cerchio circoscritto ai cavi che deve contenere, con un minimo di 10 mm;

- negli ambienti speciali: essere almeno 1,4 volte maggiore del diametro del cerchio circoscritto ai cavi che devono essere contenuti, con un minimo di 16 mm.

#### 128.5.3 Componenti del sistema di canalizzazione

Il sistema di canalizzazione, per ogni tipologia, deve prevedere i seguenti componenti:

a) sistemi di canali metallici e loro accessori a uso portacavi e/o portapparecchi:

- canale; - testata; - giunzioni piana lineare; - deviazioni; - derivazione; - accessori complementari; - elementi di sospensione; - elementi di continuità elettrica.

b) sistemi di canali in materiale plastico isolante e loro accessori a uso portacavi e/o portapparecchi:

- canale; - testata; - giunzioni piana lineare; - deviazioni; - derivazione; - accessori complementari; - elementi di sospensione.

c) sistemi di canali in materiale plastico isolante e loro accessori a uso battiscopa:

- canale battiscopa portacavi; - canale cornice per stipite; - giunzioni piana lineare; - deviazione: - angolo; - terminale.

d) sistemi di condotti a sezione non circolare in materiale isolante sottopavimento:

- condotto; - elementi di giunzione; - elementi di derivazione; - elementi di incrocio; - cassette e scatole a più servizi; - torrette.

e) sistemi di passerelle metalliche e loro accessori a uso portacavi:

- canale; - testata; - giunzioni piana lineare; - deviazioni; - derivazione; - accessori complementari; - elementi di sospensione; - elementi di continuità elettrica.

#### 128.5.4 Indicazioni per la sicurezza dei canali metallici e loro accessori

Il sistema di canali metallici e loro accessori a uso portacavi e/o portapparecchi deve prevedere le seguenti misure di sicurezza:

- i coperchi dei canali e degli accessori devono essere facilmente asportabili per mezzo di attrezzi (**cei 64-8**);

- il canale e le scatole di smistamento e derivazione a più vie devono poter garantire la separazione di differenti servizi;
- le masse dei componenti del sistema devono potersi collegare affidabilmente al conduttore di protezione e deve essere garantita la continuità elettrica dei vari componenti metallici del sistema.

#### 128.5.5 Indicazioni per la sicurezza in materiale plastico isolante e loro accessori

Il sistema di canali in materiale plastico e loro accessori a uso portacavi e/o portapparecchi deve prevedere le seguenti misure di sicurezza:

- i coperchi dei canali e degli accessori devono essere facilmente asportabili per mezzo di attrezzi (**cei 64-8**);
- il canale e le scatole di smistamento e derivazione a più vie devono poter garantire la separazione di differenti servizi.

#### 128.5.6 Indicazioni per la sicurezza in materiale plastico isolante e loro accessori ad uso battiscopa

Il sistema di canali in materiale plastico e loro accessori a uso battiscopa deve prevedere le seguenti misure di sicurezza:

- il canale battiscopa, la cornice, le scatole di smistamento e le derivazioni a più vie devono garantire la separazione di differenti servizi;
- gli accessori destinati all'installazione di apparecchi elettrici devono essere ancorati in modo indipendente dal battiscopa e dalla cornice e, comunque, esternamente ai canali stessi;
- la derivazione dei cavi dal battiscopa deve avvenire mediante canali accessori, secondo la norma **cei 23-19**, o canali portacavi rispondenti alla norma **cei 23-32**.

Il canale battiscopa installato deve assicurare che i cavi siano posizionati ad almeno 10 mm dal pavimento finito.

Le scatole destinate all'installazione delle prese di corrente devono assicurare che l'asse orizzontale si trovi ad almeno 70 mm dal pavimento finito (**cei 64-8**).

Le prese telefoniche devono essere collocate a distanza di almeno 120 mm tra l'asse orizzontale della presa e il pavimento.

#### 128.5.7 Caratteristiche alla piegatura e grado di protezione minimo

Le tubazioni di protezione secondo le caratteristiche alla piegatura potranno essere:

- rigide (**cei en 50086-2-1**);- pieghevoli (**cei en 50086-2-2**);- pieghevoli/autorinvenenti (**cei en 50086-2-2**);- flessibili (**cei en 50086-2-3**).

Il grado di protezione dovrà essere di ip xx (con un minimo ip3x).

#### 128.5.8 Norme di riferimento

Le tubazioni di protezione dovranno rispettare le seguenti norme:

**cei en 50086-1** – *Sistemi di tubi e accessori per installazioni elettriche. Prescrizioni generali*;

**cei en 50086-2-1** – *Prescrizioni particolari per sistemi di tubi rigidi e accessori*;

**cei en 50086-2-2** – *Prescrizioni particolari per sistemi di tubi pieghevoli e accessori*;

**cei en 50086-2-3** – *Prescrizioni particolari per sistemi di tubi flessibili e accessori*;

**cei en 50086-2-4** – *Prescrizioni particolari per sistemi di tubi interrati*;

**cei en 60529** – *Gradi di protezione degli involucri*.

### 128.6 Quadri elettrici

#### 128.6.1 Generalità

I quadri elettrici sono componenti dell'impianto elettrico che costituiscono i nodi della distribuzione elettrica, principale e secondaria, per garantire in sicurezza la gestione dell'impianto stesso, sia durante l'esercizio ordinario sia nella manutenzione delle sue singole parti.

Nei quadri elettrici sono contenute e concentrate le apparecchiature elettriche di sezionamento, comando, protezione e controllo dei circuiti di un determinato locale, zona, reparto, piano, ecc.

In generale, i quadri elettrici vengono realizzati sulla base di uno schema o elenco delle apparecchiature, con indicate le caratteristiche elettriche dei singoli componenti, con particolare riferimento alle caratteristiche nominali, alle sezioni delle linee di partenza e alla loro identificazione sui morsetti della morsettiera principale.

La costruzione di un quadro elettrico consiste nell'assemblaggio delle strutture e nel montaggio e cablaggio delle apparecchiature elettriche all'interno di involucri o contenitori di protezione e deve essere sempre fatta seguendo le prescrizioni delle normative specifiche.

Si raccomanda, per quanto è possibile, che i portelli dei quadri elettrici di piano o zona di uno stesso edificio siano apribili con unica chiave.

Norme di riferimento

**cei en 60439-1;cei en 60439-3;CE en 60529; cei 23-49;cei 23-51;cei 64-8.**

#### 128.6.2 Tipologie di quadri elettrici

In generale, i quadri elettrici sono identificati per tipologia di utilizzo e in funzione di questo possono avere caratteristiche diverse che interessano la forma, le dimensioni, il materiale utilizzato per le strutture e gli involucri e i sistemi di accesso alle parti attive e agli organi di comando delle apparecchiature installate.

##### *Quadro generale*

Il quadro generale è il quadro che deve essere collocato all'inizio dell'impianto elettrico e, precisamente, a valle del punto di consegna dell'energia.

I quadri generali, in particolare quelli con potenze rilevanti, devono essere installati in locali dedicati, accessibili solo al personale autorizzato. Per quelli che gestiscono piccole potenze e per i quali si utilizzano gli involucri (isolante, metallico o composto), è sufficiente assicurarsi che l'accesso alle singole parti attive interne sia adeguatamente protetto contro i contatti diretti e indiretti e gli organi di sezionamento, comando, regolazione ecc. siano accessibili solo con l'apertura di portelli provvisti di chiave o attrezzo equivalente.

Nel caso in cui sia necessario proteggere una condotta dal punto di consegna dell'ente distributore al quadro generale, si dovrà prevedere l'installazione a monte di un quadro realizzato in materiale isolante provvisto di un dispositivo di protezione.

##### *Quadri secondari di distribuzione*

I quadri secondari di distribuzione sono i quadri installati a valle del quadro generale, quando l'area del complesso in cui si sviluppa l'impianto elettrico è molto vasta, e provvedono ad alimentare i quadri di zona, piano, reparto, centrali tecnologiche, ecc.

Le caratteristiche delle strutture degli involucri di questi quadri sono generalmente simili a quelle descritte per il quadro generale.

##### *Quadri di reparto, di zona o di piano*

Installati a valle del quadro generale o dei quadri secondari di distribuzione, provvedono alla protezione, sezionamento, controllo dei circuiti utilizzatori previsti nei vari reparti, zone, ecc., compresi i quadri speciali di comando, regolazione e controllo di apparecchiature particolari installate negli ambienti.

Per la realizzazione di questi quadri devono essere utilizzati gli involucri di tipo isolante, metallico o composto. L'accesso alle singole parti attive interne deve essere protetto contro i contatti diretti e indiretti e l'accesso agli organi di sezionamento, comando, regolazione, ecc., mediante portelli provvisti di chiave o attrezzo equivalente, deve essere valutato in funzione delle specifiche esigenze.

##### *Quadri locali tecnologici*

I quadri locali tecnologici devono essere installati a valle del quadro generale o dei quadri secondari di distribuzione. Provvedono alla protezione, sezionamento, comando e controllo dei circuiti utilizzatori previsti all'interno delle centrali tecnologiche, compresi eventuali quadri speciali di comando, controllo e regolazione dei macchinari installati al loro interno.

Gli involucri e i gradi di protezione (ip 40, ip 44, ip 55) di questi quadri elettrici devono essere scelti in relazione alle caratteristiche ambientali presenti all'interno delle singole centrali.

Negli ambienti in cui è impedito l'accesso alle persone non autorizzate, non è necessario, anche se consigliabile, disporre di portelli con chiusura a chiave per l'accesso ai comandi.

##### *Quadri speciali (sale operatorie, centrale di condizionamento, centrale termica, ecc.)*

Si definiscono *quadri speciali* quelli previsti in determinati ambienti, atti a contenere apparecchiature di sezionamento, comando, controllo, segnalazione, regolazione di circuiti finalizzati a un utilizzo particolare e determinato, come ad esempio per l'alimentazione degli apparecchi elettromedicali di una sala operatoria, o per la gestione di apparecchiature necessarie alla produzione, distribuzione e controllo della climatizzazione di un complesso edilizio (riscaldamento e condizionamento).

Gli involucri e i gradi di protezione (ip 40, ip 44, ip 55) di questi quadri elettrici devono essere scelti in relazione alle caratteristiche ambientali previste nei singoli ambienti di installazione ed essere provvisti di portelli con chiusura a chiave se non installati in ambienti accessibili solo a personale addestrato.

#### 128.6.3 Grado di protezione degli involucri

Il grado di protezione (ip 20, ip 40, ip 44, ip 55) degli involucri dei quadri elettrici è da scegliersi in funzione delle condizioni ambientali alle quali il quadro deve essere sottoposto. La classificazione è regolata dalla norma **cei en 60529 (cei 70-1)**, che identifica, nella prima cifra, la protezione contro l'ingresso di corpi solidi estranei e, nella seconda, la protezione contro l'ingresso di liquidi.

I gradi di protezione più comuni sono: ip 20; ip 30; ip 40; ip 44; ip 55. In ogni caso, il grado di protezione per le superfici superiori orizzontali accessibili non deve essere inferiore a ip4x o ipxxd.

#### 128.6.4 Allacciamento delle linee e dei circuiti di alimentazione

I cavi e le sbarre in entrata e uscita dal quadro possono attestarsi direttamente sui morsetti degli interruttori. È comunque pre-

feribile, nei quadri elettrici con notevole sviluppo di circuiti, disporre all'interno del quadro stesso apposite morsettiere per facilitarne l'allacciamento e l'individuazione.

Le morsettiere possono essere a elementi componibili o in struttura in monoblocco.

#### 128.6.5 Caratteristiche degli armadi e dei contenitori per quadri elettrici

I quadri elettrici di distribuzione devono essere conformi alle norme **cei en 60439-1**, **cei en 60439-3** e **cei 23-51**.

Possono essere costituiti da un contenitore in materiale isolante, metallico o composto.

I quadri devono rispettare le seguenti dimensioni minime:

a) quadri di distribuzione di piano:

- larghezza: ..... cm; - altezza: ..... cm; - profondità: ..... cm.

b) quadri per ambienti speciali:

- larghezza: ..... cm; - altezza: ..... cm; - profondità: ..... cm.

Il portello deve essere del tipo ..... (non trasparente, trasparente) con apertura ..... (a mezzo chiave). Le eventuali maniglie dovranno essere in materiale isolante.

Sui pannelli frontali dovranno essere riportate tutte le scritte necessarie a individuare chiaramente i vari apparecchi di comando, manovra, segnalazione, ecc.

I contenitori in lamiera di acciaio devono avere lo spessore non inferiore a 1,2 mm e devono essere saldati e accuratamente verniciati a forno internamente ed esternamente con smalti a base di resine epossidiche, previo trattamento preventivo anti-ruggine. 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.

Tutte le parti metalliche del quadro dovranno essere collegate a terra. Il collegamento di quelle mobili o asportabili sarà eseguito con cavo flessibile di colore giallo-verde o con treccia di rame stagnato di sezione non inferiore a  $16 \text{ mm}^2$ , muniti alle estremità di capicorda a compressione a occhiello.

Le canalette dovranno essere fissate al pannello di fondo mediante viti autofilettanti o con dado o con rivetti. Non è ammesso l'impiego di canalette autoadesive.

#### 128.6.6 Targhe

Ogni quadro elettrico deve essere munito di un'apposita targa, nella quale sia riportato almeno il nome o il marchio di fabbrica del costruttore e un identificatore (numero o tipo) che permetta di ottenere dal costruttore tutte le informazioni indispensabili in lingua italiana.

I quadri elettrici impiegati dall'appaltatore devono avere la marcatura ce.

#### 128.6.7 Identificazioni

Ogni quadro elettrico deve essere munito di un proprio schema elettrico nel quale sia possibile identificare i singoli circuiti e i dispositivi di protezione e comando, in funzione del tipo di quadro, nonché le caratteristiche previste dalle relative norme.

Ogni apparecchiatura di sezionamento, comando e protezione dei circuiti deve essere munita di targhetta indicatrice del circuito alimentato con la stessa dicitura di quella riportata sugli schemi elettrici.

#### 128.6.8 Predisposizione per ampliamenti futuri

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 o installati.

#### 128.7 Casette di derivazione

Le cassette di derivazione devono essere di dimensioni idonee all'impiego e possono essere in materiale isolante o metallico. La tipologia deve essere idonea a essere installata a parete o a incasso (pareti piene o a sandwich o con intercapedine), con caratteristiche che consentano la planarità e il parallelismo.

Tutte le cassette di derivazione da parete dovranno essere in pvc pesante con grado di protezione di almeno ip 40 (per i modelli a parete), con nervature e fori pre-tranciati per l'inserzione delle tubazioni, completi di coperchi con idoneo fissaggio e ricoprenti abbondantemente il giunto-muratura.

Le dimensioni delle cassette di derivazione da parete sono le seguenti:

- larghezza: ..... cm; - altezza: ..... cm; - profondità: ..... cm.

Le dimensioni delle cassette di derivazione da incasso sono le seguenti:

- larghezza: ..... cm; - altezza: ..... cm; - profondità: ..... cm.

Le cassette devono essere in grado di potere contenere i morsetti di giunzione e di derivazione previsti dalle norme vigenti. Lo spazio occupato dai morsetti utilizzati non deve essere superiore al 70% del massimo disponibile.

Le cassette destinate a contenere circuiti appartenenti a sistemi diversi devono essere dotate di opportuni separatori.

I coperchi delle cassette devono essere rimossi solo con attrezzo. Sono esclusi i coperchi con chiusura a pressione, per la cui rimozione si debba applicare una forza normalizzata.

Norma di riferimento

**cei 23-48.**

#### 128.8 Giunzioni e morsetti

Le giunzioni e le derivazioni devono essere effettuate solo ed esclusivamente all'interno di quadri elettrici, cassette di derivazione o di canali e passerelle, a mezzo di apposite morsettiere e morsetti.

I morsetti componibili su guida devono rispettare le norme **en 50022** e **en 50035**.

I morsetti di derivazione volanti possono essere:

- a vite; - senza vite; - a cappuccio; - a perforazione di isolante.

Norme di riferimento

**cei en 60947-7-1;cei en 60998-1;cei en 60998-2-2;cei en 60998-2-3;cei en 60998-2-4.**

#### 128.9 Supporto, frutto e placca

Tutti i supporti portafrutti dovranno essere in resina e presentare caratteristiche meccaniche tali da resistere alle sollecitazioni dell'uso normale. Dovranno permettere il fissaggio rapido dei frutti senza vite e facile rimozione con attrezzo, nonché il fissaggio delle placche a pressione con o senza viti, e consentire eventuali compensazioni con i rivestimenti della parete.

I supporti dovranno prevedere l'alloggiamento da due a più moduli.

I frutti devono possedere le seguenti caratteristiche:

- comando: sistemi luminosi o indicazioni fluorescenti per soddisfare le esigenze del **D.P.R. n. 503/1996** e **D.M. n. 236/1989** e le norme **cei 23-9** e **cei en 60669-1**;

- interruttori unì e bipolari, deviatori e invertitori, con corrente nominale non inferiore a 10A;

- pulsanti e pulsanti a tirante con corrente nominale non inferiore a 2A (**cei en 60669-2-1**) e infrarosso passivo (ir);

- controllo: regolatori di intensità luminosa (**cei en 60669-2-1**);

- prese di corrente: 2P+T, 10A – tipo P11; 2P+T, 16A – tipo P17, P17/11, P30 (**cei 23-16** o **cei 23-50**);

- protezione contro le sovracorrenti: interruttori automatici magnetotermici con caratteristica C da 6A, 10A, 16A e potere di interruzione non inferiore a 1500A (**cei en 60898**);

- segnalazioni ottiche e acustiche: spie luminose, suonerie e ronzatori;

- prese di segnale: per trasmissione dati Rj45, tv terrestre e satellitare (**cei en 50083-4**), prese telefoniche (**cei en 60603-7**).

Gli apparecchi complementari devono presentare le seguenti caratteristiche:

- comando: .....

- prese di corrente: .....

- prese per trasmissione dati: .....

- allarmi: .....

- ricezione: .....

- controllo: .....

- interruttori differenziali: .....

#### 128.9.1 Impianto di terra

L'impianto di terra deve essere composto dai seguenti elementi:

- dispersori;- conduttori di terra;- collettore o nodo principale di terra;- conduttori di protezione;- conduttori equipotenziali.

L'impianto di messa a terra deve essere opportunamente coordinato con dispositivi di protezione (nel sistema tt sempre con interruttori differenziali) posti a monte dell'impianto elettrico, atti a interrompere tempestivamente l'alimentazione elettrica del circuito guasto in caso di eccessiva tensione di contatto.

L'impianto deve essere realizzato in modo da poter effettuare le verifiche e le misure periodiche necessarie a valutarne il grado d'efficienza.

*Impianti a tensione nominale = 1000 V corrente alternata*

L'impianto di messa a terra deve essere realizzato secondo la norma **cei 64-8**, tenendo conto delle raccomandazioni della *Gui-*



da per l'esecuzione dell'impianto di terra negli edifici per uso residenziale e terziario (cei 64-12).

In ogni impianto utilizzatore deve essere realizzato un impianto di terra unico.

All'impianto devono essere collegate tutte le masse, le masse estranee esistenti nell'area dell'impianto utilizzatore, nonché la terra di protezione e di funzionamento dei circuiti e degli apparecchi utilizzatori (ove esistenti, il centro stella dei trasformatori, l'impianto contro i fulmini, ecc.).

L'esecuzione dell'impianto di terra va correttamente programmata nelle varie fasi dei lavori e con le dovute caratteristiche. Infatti, alcune parti dell'impianto di terra, tra cui il dispersore, possono essere installate correttamente solo durante le prime fasi della costruzione, con l'utilizzazione degli elementi di fatto (ferri delle strutture in cemento armato, tubazioni metalliche, ecc.).

*Impianti a tensione nominale > 1000 V corrente alternata*

Per quanto riguarda questi impianti, la norma di riferimento è la **cei 11-1**.

*Elementi dell'impianto di terra*

*Dispersore*

Il dispersore è il componente dell'impianto che serve per disperdere le correnti verso terra ed è generalmente costituito da elementi metallici quali tondi, profilati, tubi, nastri, corde, piastre aventi dimensioni e caratteristiche in riferimento alla norma **cei 64-8**.

È economicamente conveniente e tecnicamente consigliato utilizzare come dispersori i ferri delle armature nel calcestruzzo a contatto del terreno.

Nel caso di utilizzo di dispersori intenzionali, affinché il valore della resistenza di terra rimanga costante nel tempo, si deve porre la massima cura all'installazione e alla profondità del dispersore da installarsi preferibilmente all'esterno del perimetro dell'edificio.

Le giunzioni fra i diversi elementi dei dispersori e fra il dispersore e il conduttore di terra devono essere effettuate con morsetti a pressione, saldatura alluminotermica, saldatura forte o autogena o con robusti morsetti o manicotti, purché assicurino un contatto equivalente.

Le giunzioni devono essere protette contro la corrosione, specialmente in presenza di terreni particolarmente aggressivi.

*Conduttore di terra*

Il conduttore di terra è il conduttore che collega il dispersore al collettore (o nodo) principale di terra oppure i dispersori tra loro; generalmente, è costituito da conduttori di rame (o equivalente) o ferro.

I conduttori parzialmente interrati e non isolati dal terreno devono essere considerati come dispersori per la parte interrata e conduttori di terra per la parte non interrata o isolata dal terreno. Il conduttore di terra deve essere affidabile nel tempo, resistente e adatto all'impiego. Possono essere impiegati corde, piattine o elementi strutturali metallici inamovibili. Le sezioni minime del conduttore di terra sono riassunte nella tabella 55.1.

**Tabella 55.1 - Sezioni minime del conduttore di terra**

<b>Caratteristiche di posa del conduttore</b>	<b>Sezione minima (mm<sup>2</sup>)</b>
Protetto contro la corrosione (ad esempio, con una guaina) ma non meccanicamente	16 (rame) 16 (ferro zincato)
Non protetto contro la corrosione	25 (rame) 50 (ferro zincato)

*Collettore (o nodo) principale di terra*

In ogni impianto deve essere previsto (solitamente nel locale cabina di trasformazione, nel locale contatori o nel quadro generale) in posizione accessibile (per effettuare le verifiche e le misure) almeno un collettore (o nodo) principale di terra.

A tale collettore devono essere collegati:

- il conduttore di terra;- i conduttori di protezione;- i conduttori equipotenziali principali;- l'eventuale conduttore di messa a terra di un punto del sistema (in genere il neutro);- le masse dell'impianto mt.

Ogni conduttore deve avere un proprio morsetto opportunamente segnalato e, per consentire l'effettuazione delle verifiche e delle misure, deve essere prevista la possibilità di scollegare, solo mediante attrezzo, i singoli conduttori che confluiscono nel collettore principale di terra.

*Conduttori di protezione*

Il conduttore di protezione parte del collettore di terra collega 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). Può anche essere collegato direttamente alle masse di tutti gli apparecchi da proteggere, compresi gli apparecchi di illuminazione con parti metalliche comunque accessibili. È vietato l'impiego di conduttori di protezione non protetti meccanicamente con

sezione inferiore a  $4 \text{ mm}^2$ . Nei sistemi tt (cioè nei sistemi in cui le masse sono collegate ad 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.

La sezione dei conduttori di terra e di protezione, cioè dei conduttori che collegano all'impianto di terra le parti da proteggere contro i contatti indiretti, non deve essere inferiore a quella indicata nella tabella 55.2, tratta dalle norme **cei 64-8**.

**Tabella 55.2. Sezione minima del conduttore di protezione (cei 64-8)**

Sezione del conduttore di fase che alimenta la macchina o l'apparecchio ( $\text{mm}^2$ )	Conduttore di protezione appartenente allo stesso cavo o infilato nello stesso tubo del conduttore di fase ( $\text{mm}^2$ )	Conduttore di protezione non appartenente allo stesso cavo e non infilato nello stesso tubo del conduttore di fase ( $\text{mm}^2$ )
Minore o uguale a 16 Uguale a 35	16	16
Maggiore di 35	Metà della sezione del conduttore di fase; nei cavi multipolari, la sezione specificata dalle rispettive norme	Metà della sezione del conduttore di fase; nei cavi multipolari, la sezione specificata dalle rispettive norme

#### *Conduttori di equipotenziale*

Il conduttore equipotenziale ha lo scopo di assicurare l'equipotenzialità fra le masse e/o le masse estranee ovvero le parti conduttrici non facenti parte dell'impianto elettrico e suscettibili di introdurre il potenziale di terra (norma **cei 64-8/5**).

L'appaltatore deve curare il 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.

#### *Pozzetti*

Tutti i pozzetti dovranno essere in pvc e muniti di chiusino in pvc pesante nervato.

#### *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;- zona 1;- zona 2;- zona 3.Zona 0

È il volume della vasca o del piatto doccia. Entro tale volume non sono ammessi apparecchi elettrici, come scaldacqua 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 ad 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 sia nella zona 2 non devono esserci materiali di installazione come interruttori, prese a spina o scatole di deri-

vazione. 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.).

#### *Collegamenti equipotenziali nei locali da bagno*

Nelle zone 1, 2 e 3 così come definite al paragrafo 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 gres.

#### *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 scatoletta passa-cordone.

#### *Protezioni contro i contatti diretti in ambienti pericolosi*

Negli ambienti in cui il pericolo di elettrocuzione è maggiore sia per particolari utilizzatori elettrici usati sia per determinate condizioni ambientali di umidità (si pensi a cantine, garage, portici, giardini, ecc.), le prese a spina devono essere alimentate come prescritto per la zona 3 dei bagni.

#### *Coordinamento dell'impianto di terra con dispositivi di interruzione*

Una volta realizzato l'impianto di messa a terra, la protezione contro i contatti indiretti può essere realizzata con uno dei seguenti sistemi:

- 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;

- 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.

## 128.10 Impianto di protezione contro le scariche atmosferiche

### 128.10.1 Generalità

Le misure di protezione contro le scariche atmosferiche più idonee devono essere conformi alle prescrizioni della norma **cei 81-1**. Le norme **cei 81-1** prevedono quattro livelli di protezione (tabella 55.3).

**Tabella 55.3. Livelli di protezione contro le scariche atmosferiche**

Livello di protezione	Efficienza
I	0,98
II	0,95
III	0,90
IV	0,80

### 128.10.2 Composizione dell'impianto

In generale, l'impianto di protezione contro le scariche atmosferiche si compone dei seguenti elementi:

- impianto di protezione contro le fulminazioni dirette (impianto base), costituito dagli elementi normali e naturali atti alla captazione, all'adduzione e alla dispersione nel suolo della corrente del fulmine (organo di captazione, calate, dispersore);
- impianto di protezione contro le fulminazioni indirette (impianto integrativo) costituito da tutti i dispositivi (quali connessioni metalliche e limitatori di tensione) atti a contrastare gli effetti (quali, ad esempio, tensione totale di terra, tensione di passo, tensione di contatto, tensione indotta, sovratensione sulle linee) associati al passaggio della corrente di fulmine nell'impianto di protezione o nelle strutture e masse estranee ad esso adiacenti.

### 128.10.3 Captatori

Il captatore può essere composto dalla combinazione di aste, funi e maglie. Il posizionamento dei captatori secondo il metodo dell'angolo di protezione (indicato per gli edifici di forma regolare) o il metodo della sfera rotolante (indicato per gli edifici di forma complessa) deve essere conforme al punto 2.2.2 della norma **cei 81-1** e in particolare dell'appendice B. La protezione delle superfici piane dovrà essere attuata con il metodo della maglia.

Il punto 2.2.3 della norma stabilisce che, ai fini della protezione, possono essere utilizzati come captatori naturali le seguenti parti della struttura, secondo le prescrizioni dell'art. 2.1.3 della citata norma **cei 81-1**:

- coperture metalliche dei tetti;
- componenti metalliche costruttive di tetti (capriate metalliche, ferri di armatura elettricamente continui, ecc.), al di sotto di una copertura non metallica, purché quest'ultima parte possa essere esclusa dalla struttura da proteggere;
- parti metalliche come gronde, ornamenti, ringhiere, ecc., la cui sezione trasversale non sia inferiore a quella specificata per i captatori normali;
- tubazioni e serbatoi metallici, costruiti in materiale di non meno di 2,5 mm di spessore, purché non si crei una situazione pericolosa o altrimenti inaccettabile qualora essi vengano perforati;
- tubazioni e serbatoi metallici.

Le lastre e le tubazioni metalliche devono possedere lo spessore minimo in funzione del materiale (Fe, Cu, Al) indicato nella tabella 4 della norma **cei 81-1**.

### 128.10.4 Sistemi di protezione lps

I sistemi di protezione contro i fulmini vengono definiti lps (*Lighting Protection of Structures*) e si dividono in:

- lps esterno;- lps interno.

#### lps esterno

L'impianto interno deve essenzialmente essere costituito da:

- collegamenti equipotenziali di tutti i corpi metallici esterni e interni;- collegamenti equipotenziali, tramite limitatori di tensione, di tutti gli impianti esterni e interni;- isolamenti o distanziamenti.

L'impianto esterno è principalmente costituito da captatori ad asta o a maglia. La loro funzione è quella di creare un volume protetto, ovvero una zona che non può essere colpita da fulmini.

I captatori ad asta consistono nel posizionare una o più aste metalliche in uno o più punti, sulla sommità dell'edificio con ridotto sviluppo orizzontale.

I captatori a maglia consistono nel creare una gabbia metallica intorno all'edificio, tramite piattine o tondi in ferro o in rame, per proteggerlo completamente. I percorsi devono essere preferibilmente rettilinei e i cambi di direzione devono avvenire senza spigoli o curve a piccolo raggio.

#### lps interno

L'impianto esterno deve essenzialmente essere costituito da:

- organi di captazione (normali o naturali);- organi di discesa (calate) (normali o naturali);- dispersore di tipo A o B (normali o naturali);- collegamenti diretti o tramite spd agli impianti esterni e interni e ai corpi metallici esterni e interni.

#### 128.10.5 Verifiche e dichiarazione di conformità

Dopo l'ultimazione, l'impianto di protezione contro le scariche atmosferiche deve essere verificato per accertare che:

- l'ips sia conforme al progetto; - tutti i componenti dell'ips siano in buone condizioni; - tutte le strutture aggiunte dopo siano comprese nella struttura protetta con ampliamenti dell'ips.

L'impianto deve essere soggetto a manutenzione periodica, come disposto dalla norma **cei 81-1**.

L'appaltatore, al termine dei lavori, dovrà rilasciare la prescritta dichiarazione di conformità dell'impianto secondo le disposizioni del **D.P.R. 22 ottobre 2001, n. 462** – *Regolamento di semplificazione del procedimento per la denuncia di installazioni e dispositivi di protezione contro le scariche atmosferiche, di dispositivi di messa a terra di impianti elettrici e di impianti elettrici pericolosi*.

Secondo l'art. 2 del citato decreto, la messa in esercizio degli impianti elettrici di messa a terra e dei dispositivi di protezione contro le scariche atmosferiche non può essere effettuata prima della verifica eseguita dall'installatore, che deve rilasciare la dichiarazione di conformità ai sensi della normativa vigente. La dichiarazione di conformità equivale a tutti gli effetti a omologazione dell'impianto.

Entro 30 giorni dalla messa in esercizio dell'impianto, il datore di lavoro deve inviare la dichiarazione di conformità all'ispsel e all'asl o all'arpa territorialmente competenti.

Il datore di lavoro è tenuto a effettuare regolari manutenzioni dell'impianto, secondo le indicazioni del piano di manutenzione dell'opera, nonché a far sottoporre lo stesso a verifica periodica ogni cinque anni, a esclusione di quelli installati in cantieri, in locali adibiti a uso medico e negli ambienti a maggior rischio in caso di incendio, per i quali la periodicità è biennale.

Per l'effettuazione della verifica, il datore di lavoro deve rivolgersi all'asl, all'arpa o a eventuali organismi individuati dal Ministero delle attività produttive, sulla base di criteri stabiliti dalla normativa tecnica europea uni cei.

Il soggetto che ha eseguito la verifica periodica deve rilasciare il relativo verbale al datore di lavoro, che deve conservarlo ed esibirlo a richiesta degli organi di vigilanza.

Le verifiche suddette saranno a totale carico del datore di lavoro.

Le verifiche straordinarie da parte del datore di lavoro dovranno essere, comunque, effettuate nei casi di:

- esito negativo della verifica periodica; - modifica sostanziale dell'impianto; - richiesta del datore del lavoro.

Il datore di lavoro ha l'obbligo di comunicare tempestivamente all'ufficio competente per territorio dell'ispsel e alle asl o alle arpa competenti per territorio, la cessazione dell'esercizio, le modifiche sostanziali preponderanti e il trasferimento o spostamento degli impianti.

#### 128.10.6 Norme di riferimento

**cei 81-1** – *Protezione di strutture contro i fulmini;*

**cei 81-3** – *Valori medi del numero dei fulmini a terra per anno e per chilometro quadrato dei Comuni d'Italia, in ordine alfabetico;*

**cei 81-4** – *Protezione delle strutture contro i fulmini. Valutazione del rischio dovuto al fulmine;*

**cei 81-5** – *Componenti per la protezione contro i fulmini (lpc);*

**cei 81-6** – *Protezione delle strutture contro i fulmini. Linee di telecomunicazione;*

**cei 81-7** – *Prescrizioni relative alla resistibilità per le apparecchiature che hanno un terminale per telecomunicazioni;*

**cei 81-8** – *Guida d'applicazione all'utilizzo di limitatori di sovratensioni sugli impianti elettrici utilizzatori di bassa tensione.*

#### 128.11 Protezione contro i contatti diretti e indiretti

Le misure di protezione contro i contatti diretti e indiretti devono rispettare la norma **cei 64-8**.

La protezione può essere attuata con i seguenti accorgimenti:

- protezione mediante bassissima tensione di sicurezza e di protezione (sistemi selv e pelv);- protezione mediante bassissima tensione di protezione funzionale (sistemi felv);- protezione totale;- protezione parziale;- protezione addizionale;- protezione con impiego di componenti di classe II o con isolamento equivalente;- protezione per separazione elettrica;- protezione per mezzo di locali isolanti;- protezione per mezzo di locali resi equipotenziali non connessi a terra;- protezione contro i contatti indiretti nei sistemi di I categoria senza propria cabina di trasformazione (sistema tt);- protezione con interruzione automatica del circuito;- protezione contro i contatti indiretti nei sistemi di I categoria con propria cabina di trasformazione (sistema tn).

#### 128.12 Protezione delle condutture elettriche contro le sovracorrenti e i cortocircuiti

La protezione delle condutture elettriche contro le sovracorrenti deve essere effettuata in ottemperanza alle prescrizioni della

norma **cei 64-8**.

I conduttori che costituiscono gli impianti devono essere protetti contro le sovracorrenti causate da sovraccarichi o da cortocircuiti. La protezione contro i sovraccarichi può essere prevista:

- all'inizio della condotta;- alla fine della condotta;- in un punto qualsiasi della condotta.

Nei luoghi a maggior rischio in caso d'incendio e nei luoghi con pericolo d'esplosione, le protezioni contro i sovraccarichi devono essere installate all'inizio della condotta.

La protezione contro i corto circuiti deve essere sempre prevista all'inizio della condotta.

Sono ammessi 3 m di distanza dall'origine della condotta, purché il tratto non protetto soddisfi contemporaneamente le due condizioni seguenti (con esclusione degli impianti nei luoghi a maggior rischio in caso di incendio o con pericolo di esplosione):

- venga realizzato in modo da ridurre al minimo il pericolo di corto circuito;- venga realizzato in modo che, anche in caso di corto circuito, sia ridotto al minimo il pericolo di incendio o di danno per le persone.

È possibile non prevedere la protezione contro i corto circuiti per i circuiti la cui interruzione improvvisa può dar luogo a pericoli (per esempio per taluni circuiti di misura e per le condotte che collegano batterie di accumulatori, generatori, trasformatori e raddrizzatori con i rispettivi quadri, quando i dispositivi di protezione sono posti su questi quadri).

In tali casi, bisogna verificare che il pericolo di cortocircuito sia minimo e che le condotte non siano in vicinanza di materiali combustibili.

## Art. 129 **Verifiche dell'impianto elettrico**

### 129.1 *Generalità*

Le verifiche dell'impianto elettrico devono essere eseguite dal direttore dei lavori, 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 verifica di un impianto elettrico possono così articolarsi:

- esame a vista;- rilievi strumentali;- calcoli di controllo.

Le verifiche devono essere eseguite anche nei casi di trasformazioni, ampliamenti e/o interventi che hanno alterato le caratteristiche originarie dell'impianto elettrico.

### 129.2 *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 sia alla fine dei lavori.

L'esame a vista dell'impianto elettrico 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 condotte 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.

#### 129.2.1 *Verifica qualitativa e quantitativa*

La verifica qualitativa e quantitativa dei componenti dell'impianto elettrico ha lo scopo di verificare:

- che la rispondenza qualitativa dei materiali e delle apparecchiature impiegate rispettino le prescrizioni del capitolato speciale d'appalto e i 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;

- l'accessibilità, che deve essere agevole per tutti i componenti con pannelli di comando, misura e segnalazione manovra, e 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 da altri marchi equivalenti. In caso contrario, l'impresa deve fornire apposita certificazione.

129.2.2 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.

L'analisi, in sintesi, deve riguardare:

- la sfilabilità:- estrazione di uno o più cavi dai condotti;- mantenimento della calibratura interna.
- la dimensione dei tubi: diametro interno maggiore o uguale a 10 mm;
- la rispondenza normativa dei tubi: verifica della rispondenza alle prescrizioni di progetto.

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 fornisca 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.

I tubi protettivi flessibili di materiale termoplastico a base di policloruro di vinile da collocare sotto traccia devono essere conformi alla norma **cei 23-14 V1**.

I tubi protettivi rigidi e accessori di materiale termoplastico a base di policloruro di vinile da collocare in vista devono essere conformi alle norme **unel 37118/72** e **37117-56**.

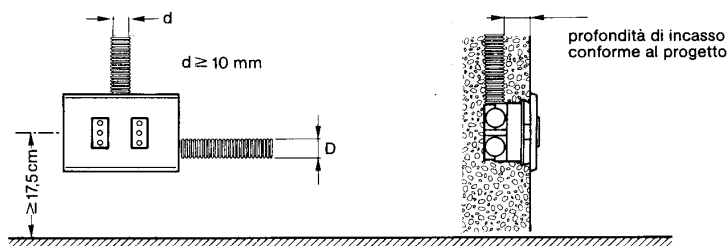
**Tabella 56.1. Dimensioni dei tubi protettivi flessibili e rigidi in pvc**

Grandezza	Tubi flessibili in pvc		Tubi rigidi in pvc	
	Diametro esterno <i>D</i> (mm)	Diametro interno min <i>d</i> (mm)	Diametro esterno <i>D</i> (mm)	Diametro interno min <i>d</i> (mm)
16	16	10,7	16	13,0
20	20	14,1	20	16,9
25	25	18,3	25	21,4
3	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

129.2.3 Verifica dei tracciati per le condutture incassate

La verifica dei tracciati per le condutture incassate deve riguardare:

- tubi incassati sotto intonaco: linearità (orizzontale o verticale) dei percorsi;
- prese a parete: altezza non inferiore a 17,5 dal pavimento.



**Figura 56.1 Criteri di installazione degli impianti incassati e similari**

#### 129.2.4 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-56.8** e **cei 70-1**. Il grado di protezione è indicato con le lettere ip (*International Protection*) seguite da due cifre indicanti il grado di protezione delle persone contro il contatto con gli elementi in tensione e la penetrazione dannosa dell'acqua (per esempio ip 55). Quando una delle due cifre è sostituita da una x (per esempio ip4x o ipx4), significa che il materiale garantisce soltanto un tipo di protezione. Lo 0 indica nessun grado di protezione (ad esempio, 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.

Devono essere oggetto di verifica:

- componenti installati in luoghi umidi (che presentano sul pavimento, sulle pareti o sul soffitto tracce di stucco da condensa o da infiltrazione d'acqua): grado di protezione = ip 21;
- componenti installati in luoghi esposti alle intemperie ma non soggetti a spruzzi di pioggia battente con stravento > 60° dalla verticale: grado di protezione = ip 23;
- componenti soggetti a spruzzi, pioggia a stravento, intemperie: grado di protezione = ip 34;
- componenti installati in locali di lavaggio o in ambienti occasionalmente polverosi: grado di protezione = ip 55;
- componenti installati in locali di lavaggio o in ambienti permanentemente polverosi: grado di protezione = ip 66;
- componenti installati in ambienti con pericolo d'inondazione occasionale e temporanea o su terreno soggetto a pozzanghere: grado di protezione = ip 67;
- materiale installato in altri ambienti speciali con temperatura elevata, vibrazioni, muffe, atmosfere corrosive, ecc.: certificazione d'idoneità rilasciata da enti autorizzati o autocertificazione del costruttore e rispondenza alle indicazioni progettuali.

#### 129.2.5 Controllo dei collegamenti a terra

Le verifiche dell'impianto di terra sono descritte nelle norme per gli impianti di messa a terra (**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 (asl) 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 di colore giallo-verde. Si intende che andranno controllate sezioni, materiali e modalità di posa, nonché lo stato di conservazione sia dei conduttori stessi sia 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 cinque 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: bisogna 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 dell'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.

#### 129.2.6 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 maggior rischio elettrico.

Nelle varie zone dei locali igienici possono essere installate 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 25 V 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 è, 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 devono 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.

Devono essere oggetto di verifica:

a) collegamenti equipotenziali delle tubazioni.

Accertamenti:

– collegamento al morsetto di terra di: - tubazione acqua calda e fredda in ingresso e/o in uscita dal locale;- tubazione gas in ingresso e/o in uscita dal locale;- tubazione termosifoni in ingresso e/o in uscita dal locale;- tubazione metallica di scarico;- masse estranee.

b) condutture equipotenziali e mezzi di connessione alle masse estranee.

Accertamenti:- sezioni =  $2,5 \text{ mm}^2$  ( $4 \text{ m}^2$  se non protette);- collari e morsetti idonei al buon collegamento;- ispezionabilità delle connessioni.

c) prese e apparecchi di comando.

Accertamenti:- ubicazione fuori dalle zone 0-1-2;- esistenza di interruttore differenziale.

d) apparecchi illuminanti.

Accertamenti:- di tipo a doppio isolamento con grado di protezione = ip X4.

e) altri apparecchi.

Accertamenti:- grado di protezione: = ip X1;- ubicazione fuori dalle zone 0-1-2.

f) scaldacqua elettrico.

Accertamenti:- rispondenza a norme cei con marchio italiano di qualità;- collegamento breve con cavo munito di guaina se ubicato nella zona 1.

g) condutture:- scatole di derivazione fuori dalle zone 0-1-2; - linee in tubo di materiale isolante se incassate a profondità = 5 cm.

#### 129.2.7 Verifica delle condutture, cavi e connessioni

La verifica ha lo scopo di accertare che nell'esecuzione dell'impianto siano state rispettate le prescrizioni minime riguardo a:

- sezioni minime dei conduttori rispetto alle prescrizioni delle norme cei del presente capitolato speciale d'appalto:-  $1,5 \text{ mm}^2$ : cavi unipolari isolati in pvc, posati in tubi o canalette;-  $0,5 \text{ mm}^2$ : 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 verificate 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 56.2. 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 ( $\text{mm}^2$ )	Flessibili ( $\text{mm}^2$ )	
0	-	1	30

Grandezza del morsetto	Conduttori serrabili		Massima forza applicabile al conduttore in estrazione (N)
	Rigidi flessibili (mm <sup>2</sup> )	Flessibili (mm <sup>2</sup> )	
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 verificato che l'asse geometrico delle spine risulti orizzontale e distante almeno 17,5 cm dal pavimento.

#### 129.2.8 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;- comando di emergenza.

La verifica dei dispositivi di sezionamento ha lo scopo di accertare la presenza e la 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 sugli impianti e sulle macchine.

In questa verifica dovranno essere controllati:

- l'interruttore generale, accertando 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 poter agire sull'alimentazione elettrica per eliminare i pericoli dipendenti dal malfunzionamento di apparecchi, macchine o impianti.

In questa verifica devono essere controllati:

- gli interruttori d'emergenza a comando manuale, accertando la loro presenza a portata di mano nei pressi di macchine o apparecchi pericolosi;- gli apparecchi d'emergenza telecomandati.

Dovranno essere oggetto di verifica:

- interruttori, prese, quadri, scatole di derivazione, apparecchi illuminanti;- condutture;- involucri protetti;- numero dei poli degli interruttori;- interruttore generale;- impianto di messa a terra.

#### 129.2.9 Verifica del tipo e dimensionamento dei componenti dell'impianto e dell'apposizione dei contrassegni di identificazione

Bisogna 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, occorre verificare che i componenti siano dotati dei debiti contrassegni di identificazione, ove prescritti.

#### 129.2.10 Verifica del rispetto delle prescrizioni del D.M. n. 236/1989, in merito alla 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, i 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.

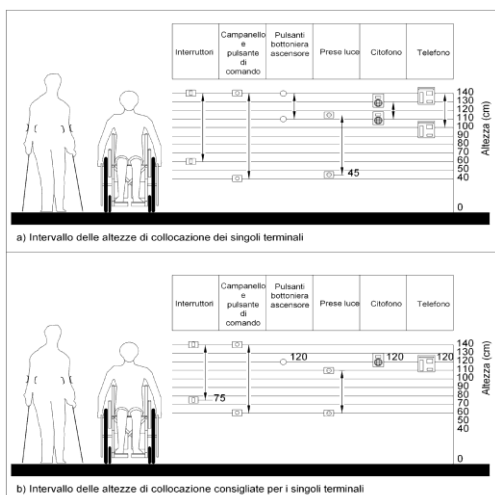
Gli interruttori, inoltre, devono essere azionabili con leggere pressioni e preferibilmente a tasto largo rispetto a quelli normali, per facilitare i portatori di handicap e i soggetti anziani.

Le indicazioni contenute nel D.M. n. 236/1989, richiamato dal D.M. n. 503/1996, consigliano che i terminali degli impianti elettrici e telefonici siano collocati a un'altezza compresa tra 40 e 140 cm dal pavimento (si veda la tabella 56.3).

**Tabella 56.3. Altezze previste e altezze consigliate per i terminali degli impianti elettrici di comando e di segnalazione**

Elemento	Altezze previste dal D.M. n. 236/1989	Altezza consigliata
Interruttori	Tra 60 cm e 140 cm	Tra 75 cm e 140 cm
Campanello e pulsante di comando	Tra 40 e 140 cm	Tra 60 cm e 140 cm
Pulsanti bottoniera ascensori	Tra 110 e 140 cm	Pulsante più alto: 120 cm
Prese luce	Tra 45 cm e 115 cm	Tra 60 cm e 110 cm
Citofono	Tra 110 cm e 130 cm	120 cm
Telefono	Tra 100 cm e 140 cm	120 cm

I terminali degli impianti elettrici, in tutti gli ambienti, devono essere collocati in una posizione facilmente percettibile visivamente e acusticamente.



**Figura 56.2** Altezze consigliate per i terminali degli impianti elettrici e telefonici

### 129.3 Prove di verifica e controlli

Le prove consistono nell'effettuazione di misure o di altre operazioni finalizzate a verificare l'efficienza dell'impianto elettrico. La misura deve essere accertata mediante idonea strumentazione.

I controlli possono riguardare:- la prova della continuità dei conduttori di protezione, compresi i conduttori equipotenziali principali e supplementari;- la misura della resistenza di isolamento dell'impianto elettrico;- la misura della resistenza di isolamento dei pavimenti e delle pareti;- la verifica della separazione dei circuiti;- la verifica della protezione mediante interruzione automatica dell'alimentazione;- la prova di polarità;- la prova di tensione applicata;- le prove di funzionamento alla tensione nominale;- la verifica della protezione contro gli effetti termici;- la verifica della caduta di tensione.

#### 129.3.1 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 dei conduttori terra (ct).

#### 129.3.2 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 sia in fase di funzionamento gravoso.

Devono essere sottoposti a misure di tensione in ingresso tutti i quadri generali, i quadri principali, i quadri di zona e di reparto, tutte le macchine con potenza superiore a 10 kVA e gli impianti di illuminazione con lampada scarica sia a catodo caldo sia a catodo freddo.

#### 129.3.3 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 ha lo scopo di 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.

#### 129.3.4 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  $0,5 I_{\Delta n}$  e il differenziale non deve intervenire. Aumentando la corrente di dispersione fino a  $1,1 I_{\Delta n}$ , invece, il differenziale deve intervenire.

#### 129.3.5 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.

#### 129.3.6 Misura della resistenza del dispersore

Per quanto riguarda il dispersore di piccola e media estensione nei sistemi tt, la misura del valore della sua resistenza di terra (norma **cei 64-8, art. 612.6.2**) ha lo scopo di accertare che esso 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  $R_T \leq 50/I_G$ ; - il dispersore principale collegato dall'impianto di protezione e dai dispersori ausiliari, accertando che  $R_T \leq 50/I_G$ ;

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.

Per ciò che concerne, invece, il dispersore di grandi dimensioni, la sua resistenza può essere misurata con il metodo del dispersore ausiliario.

#### 129.3.7 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.

#### 129.3.8 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.

#### 129.3.9 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 presente 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.

#### 129.3.10 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.

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.

### 129.4 Calcoli di controllo

#### 129.4.1 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.

#### 129.4.2 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**.

#### 129.4.3 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 ed elettrodinamiche che si verificano nel loro punto d'installazione durante un corto circuito.

## Art. 130 Impianti di antieffrazione e antintrusione

### 130.1 Norme di riferimento

Gli impianti di allarme dovranno essere realizzati a regola d'arte, in rispondenza alla **Legge 1 marzo 1968 n. 157**. 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 1000 V in corrente alternata e a 1500 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, devono essere rispettate le disposizioni della **Legge n. 818/1984**, per quanto applicabili.

#### 130.2 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 sopraddette 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 norme **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.

#### 130.3 Caratteristiche tecniche degli impianti

Per quanto attiene all'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 dei 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**).

#### 130.4 Verifiche

Le verifiche da effettuare a cura del direttore dei lavori degli impianti antieffrazione, antintrusione e antifurto sulla base della documentazione fornita sono:

– controllo dell'elenco dei materiali installati e delle relative caratteristiche tecniche;– 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;– controllo dello schema di localizzazione dei cavi e degli schemi dei collegamenti e verifica della completezza della documentazione tecnica e dei manuali d'uso e tecnici;– calcolo teorico dell'autonomia di funzionamento dell'impianto sulla base degli assorbimenti, del tipo delle batterie e del dimensionamento degli alimentatori installati;– 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.

#### 130.5 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:

- il funzionamento della centrale di gestione, con particolare riguardo alle segnalazioni ottiche e all'attivazione dei mezzi di allarme;- l'efficienza dell'alimentatore e lo stato di carica delle batterie;- la sensibilità e la portata dei rilevatori;- 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 15 COLLOCAZIONE DI TUBAZIONI PER ACQUEDOTTI E FOGNATURE**

### **Art. 131 Generalita'**

#### *131.1 Osservanza del Capitolato e delle norme e disposizioni vigenti*

Le opere di acquedotto dovranno essere studiate ed eseguite con la scrupolosa osservanza delle prescrizioni del presente Capitolato nonché delle norme e disposizioni al riguardo emanate (e vigenti) da parte dei Ministeri, Assessorati, Enti od Autorità in genere competenti in materia o comunque interessate. In particolare si richiamano le Circolari 22 dicembre 1964 n. 231 e 21 novembre 1970 n. 190 del Ministero della Sanità nonché la Delibera 4 febbraio 1977 del Comitato dei Ministri per la tutela delle acque dall'inquinamento e s.m.i..

Si richiama altresì il D.M. 12 dicembre 1985 (Norme tecniche relative alle tubazioni) con le relative istruzioni diffuse con Circolare Min. LL.PP. 20 marzo 1986, n. 27291.

Qualora dagli allegati di contratto non dovesse risultare l'esatta posizione degli apparecchi, delle derivazioni, ecc. od in generale non dovesse risultare sufficientemente chiara l'articolazione funzionale dei vari elementi dell'impianto, al fine della migliore definizione del progetto o delle verifiche, l'Appaltatore sarà tenuto a richiedere alla Direzione Lavori, per iscritto, precise indicazioni rimanendo obbligato, in difetto, ad operare le occorrenti modifiche, a propria cura e spese, ed a risarcire eventuali danni conseguenti.

#### *131.2 Campionatura*

L'Appaltatore sarà tenuto a produrre ed a depositare, negli appositi locali all'uopo designati, la campionatura di tutti i vari elementi componenti la parte impiantistica delle opere da realizzare (tubazioni, raccordi, apparecchiature di manovra, apparecchi speciali, ecc.) compresi i relativi accessori, complete di schede delle caratteristiche e certificati di provenienza e certificati di qualità, per la preventiva accettazione da parte della stessa Direzione e per i controlli che saranno ritenuti più opportuni.

Resta stabilito in ogni caso, come più volte annotato nel corso del presente testo, che l'accettazione dei campioni da parte della Direzione non pregiudica, in alcun modo, i diritti che l'Amministrazione si riserva in sede di collaudo.

### **Art. 132 Scavi delle trincee, coordinamento altimetrico e rispetto delle livellette per la posa in opera delle tubazioni**

#### *132.1 Generalità*

Gli scavi per la posa in opera delle tubazioni devono essere costituiti da tratte rettilinee (livellette) raccordate da curve. Qualora fossero necessarie deviazioni, si utilizzeranno i pezzi speciali di corrente produzione o combinazioni delle specifiche tubazioni. L'andamento serpeggiante, sia nel senso altimetrico sia in quello planimetrico, dovrà essere quanto più possibile evitato.

La larghezza degli scavi dovrà essere tale da garantire la migliore esecuzione delle operazioni di posa in opera in rapporto alla profondità, alla natura dei terreni, ai diametri delle tubazioni e ai tipi di giunti da eseguire.

In corrispondenza delle giunzioni dei tubi e dei pezzi speciali devono praticarsi, entro lo scavo, bocchette o nicchie, allo scopo di facilitare l'operazione di montaggio.

L'appaltatore ha l'obbligo di effettuare, prima dell'inizio dei lavori, il controllo e il coordinamento delle quote altimetriche delle fognature esistenti alle quali la canalizzazione da costruire dovrà eventualmente collegarsi.

Qualora, per qualunque motivo, si rendessero necessarie modifiche alle quote altimetriche di posa delle condotte o ai salti di fondo, prima dell'esecuzione dei relativi lavori, sarà necessaria l'autorizzazione della direzione dei lavori.

In caso di inosservanza a quanto prescritto e per le eventuali variazioni non autorizzate della pendenza di fondo e delle quote altimetriche, l'appaltatore dovrà, a propria cura e spese, apportare tutte quelle modifiche alle opere eseguite che, a giudizio della direzione dei lavori, si rendessero necessarie per garantire la funzionalità delle opere in appalto.

Non sono ammesse contropendenze o livellette in piano. Eventuali errori d'esecuzione della livelletta che, a giudizio insinda-

cabile della direzione dei lavori o del collaudatore, siano giudicati accettabili in quanto non pregiudicano la funzionalità delle opere, non daranno luogo all'applicazione di oneri a carico dell'appaltatore.

Qualora, invece, detti errori di livelletta, a giudizio insindacabile della direzione dei lavori o del collaudatore, dovessero pregiudicare la funzionalità delle opere, si applicheranno le penali previste dal presente capitolato.

Le radici degli alberi in corrispondenza della trincea nella zona interessata all'attraversamento della condotta devono essere accuratamente eliminate.

#### 132.2 *Interferenze con edifici*

Quando gli scavi si sviluppano lungo strade affiancate da edifici esistenti, si dovrà operare in modo da non ridurre la capacità portante dell'impronta delle fondazioni. Gli scavi devono essere preceduti da un attento esame delle loro fondazioni, integrato da sondaggi tesi ad accertarne natura, consistenza e profondità, quando si possa presumere che lo scavo della trincea risulti pericoloso per la stabilità dei fabbricati. Verificandosi tale situazione, l'appaltatore dovrà ulteriormente procedere, a sue cure e spese, a eseguire i calcoli di verifica della stabilità nelle peggiori condizioni che si possano determinare durante i lavori e a progettare le eventuali opere di presidio, provvisorie o permanenti, che risulti opportuno realizzare.

Le prestazioni relative all'esecuzione dei sondaggi e alla realizzazione delle opere di presidio alle quali – restando ferma ed esclusiva la responsabilità dell'appaltatore – si sia dato corso, secondo modalità consentite dalla direzione dei lavori, faranno carico alla stazione appaltante e verranno remunerate secondo i prezzi d'elenco.

Qualora, lungo le strade sulle quali si devono realizzare le opere, qualche fabbricato presenti lesioni o, in rapporto al suo stato, induca a prevederne la formazione in seguito ai lavori, sarà obbligo dell'appaltatore redigerne lo stato di consistenza in contraddittorio con le proprietà interessate, corredandolo di un'adeguata documentazione fotografica e installando, all'occorrenza, idonee spie.

#### 132.3 *Attraversamenti di manufatti*

Nel caso si debbano attraversare dei manufatti, si deve assolutamente evitare di murare le tubazioni negli stessi, in quanto ciò potrebbe provocare la rottura dei tubi agli incastri in dipendenza degli inevitabili, anche lievi, assestamenti delle tubazioni e del manufatto. Bisogna, invece, provvedere alla creazione di un certo spazio fra muratura e tubo, fasciando quest'ultimo per tutto lo spessore del manufatto con cartone ondulato o cemento plastico.

Ad ogni modo, è sempre buona norma installare un giunto immediatamente a monte e uno immediatamente a valle del tratto di tubazione che attraversa la parete del manufatto; eventuali cedimenti saranno così assorbiti dall'elasticità dei giunti più vicini.

#### 132.4 *Interferenze con servizi pubblici sotterranei*

Prima dell'inizio dei lavori di scavo, sulla scorta dei disegni di progetto e/o mediante sopralluoghi con gli incaricati degli uffici competenti, bisogna determinare con esattezza i punti dove la canalizzazione interferisce con servizi pubblici sotterranei (condutture per acqua e gas, cavi elettrici, telefonici e simili, nonché manufatti in genere).

Nel caso di intersezione, i servizi interessati devono essere messi a giorno e assicurati solo alla presenza di incaricati degli uffici competenti. In ogni caso, se dovesse essere scoperto un condotto non in precedenza segnalato, appartenente a un servizio pubblico sotterraneo, o dovesse verificarsi un danno allo stesso durante i lavori, l'appaltatore dovrà avvertire immediatamente l'ufficio competente.

I servizi intersecati devono essere messi a giorno mediante accurato scavo a mano, fino alla quota di posa della canalizzazione, assicurati mediante un solido sistema di puntellamento nella fossa e – se si tratta di acquedotti – protetti dal gelo nella stagione invernale, prima di avviare i lavori generali di escavazione con mezzi meccanici.

Le misure di protezione adottate devono assicurare stabilmente l'esercizio dei servizi intersecati. Qualora ciò non sia possibile, su disposizione della direzione dei lavori, sentiti gli uffici competenti, si provvederà a deviare dalla fossa i servizi stessi.

Saranno a carico della stazione appaltante esclusivamente le spese occorrenti per quegli spostamenti dei pubblici servizi che, a giudizio della direzione dei lavori, risultino strettamente indispensabili. Tutti gli oneri che l'impresa dovrà sostenere per le maggiori difficoltà derivanti ai lavori a causa dei servizi stessi, si intendono già remunerati dai prezzi stabiliti dall'elenco per l'esecuzione degli scavi.

#### 132.5 *Realizzazione delle trincee*

##### 132.6 *Opere provvisionali*

Le opere provvisionali in presenza di scavi e/o sbancamenti devono essere realizzate secondo quanto previsto dal piano di sicurezza e di coordinamento (psc) o del piano operativo di sicurezza (pos), secondo le disposizioni del **D.Lgs. n. 81/2008**.

##### 132.7 *Tipologie di scavi*

In base agli elementi geometrici degli scavi normalmente utilizzati, si potranno presentare le seguenti tipologie:

- trincea stretta;- trincea larga;- terrapieno (posizione positiva); - terrapieno (posizione negativa).

Trincea stretta

È la migliore sistemazione nella quale collocare, ad esempio, un tubo di pvc, in quanto viene alleggerito dal carico sovrastan-



te, riuscendo a trasmettere parte di esso al terreno circostante in funzione della deformazione per schiacciamento alla quale il manufatto è sottoposto.

Trincea larga

Il carico sul tubo è sempre maggiore di quello relativo alla sistemazione in trincea stretta. Per questo motivo, in fase di progettazione, si consiglia di partire, per questioni di sicurezza, da questa ipotesi.

Terrapieno (posizione positiva)

La sommità del tubo sporge sul livello naturale del terreno. L'assenza di fianchi (anche naturali) nello scavo e il relativo cedimento del terreno impediscono normalmente la possibilità di impiegare questo metodo nel caso di carichi pesanti.

Terrapieno (posizione negativa)

La tubazione è sistemata a un livello inferiore a quello naturale del terreno. A motivo di una frizione piuttosto modesta in atto fra il materiale di riempimento sistemato a terrapieno e i fianchi naturali dello scavo, il tubo può sopportare carichi leggermente superiori a quelli della posizione positiva, ma in ogni caso inferiori a quelli sopportabili nelle sistemazioni a trincea stretta e a trincea larga.

La larghezza del fondo della trincea dovrà essere non inferiore a  $(D + 0,40 \cdot D)$  m.

## Art. 133 **Letto di posa per le tubazioni**

### 133.1 *Appoggio su suoli naturali*

Il supporto può essere realizzato dallo stesso suolo naturale affiorante sul fondo della fossa, purché questo abbia densità almeno pari a quella del supporto in sabbia o ghiaia-sabbia di riporto.

Questa soluzione sarà adottata preferibilmente quando il suolo ha natura non legante, con granulometria massima inferiore a 20 mm. Con tubi rigidi, sarà ammesso l'appoggio diretto anche su suoli costituiti da ghiaia grossa, purché la dimensione non superi la metà dello spessore della parete del condotto.

La superficie di posa sul fondo della fossa sarà accuratamente presagomata secondo la forma esterna dei condotti, in modo tale che questi appoggino esattamente per l'intera superficie corrispondente all'angolo di supporto, evitando appoggi in punti singoli o lungo linee.

Potrà essere, altresì, prescritto il ricalzo della condotta sopra la sella d'appoggio sagomata, con materiale non legante costipato a strati, in modo tale da fargli acquisire una compattezza almeno pari a quella del suolo naturale sottostante. In questo modo di regola dovrà essere aumentato l'angolo di supporto.

In alternativa, la condotta potrà essere posata sul fondo della fossa piana, ossia non presagomata e ricalzata con materiale non legante costipato come nel caso precedente.

Come materiale per il ricalzo si possono usare sabbia e ghiaietto naturale fortemente sabbioso (percentuale di sabbia > 15%) con granulometria massima pari a 20 mm ovvero sabbia di frantumazione e pietrischetto con granulometria massima pari a 11 mm.

Nel caso di tubi con piede, l'angolo del supporto è prefissato dalla forma del piede. Di norma, peraltro, questi tubi saranno posati su uno strato di calcestruzzo magro, senza particolari prescrizioni sulla classe di resistenza e sullo spessore, previa interposizione di malta cementizia liquida.

### 133.2 *Appoggio su materiale di riporto*

Nel caso in cui sul fondo della fossa affiorino suoli inadatti per l'appoggio diretto (fortemente leganti o a granulometria troppo grossa), la suola deve essere approfondita per introdurre uno strato di supporto artificiale, costituito da terra adatta o calcestruzzo.

Come materiali di riporto sono adatti sabbia naturale, ghiaia fortemente sabbiosa (parte sabbiosa > 15%) con dimensione massima 20 mm, sabbia di frantumazione e pietrischetto con dimensione massima pari a 1/5 dello spessore minimo dello strato di supporto in corrispondenza della generatrice inferiore del condotto.

Con i suoli di compattezza media è sufficiente uno spessore minimo del supporto pari a  $100 \text{ mm} + 1/10 D$ . Con suoli molto compatti (per esempio rocciosi), per contrastare concentrazioni di carico sul fondo del condotto, quando questo ha diametro superiore a 500 mm, lo spessore minimo del supporto deve essere pari a  $100 \text{ mm} + 1/5 D$  ovvero si deve prevedere un supporto in calcestruzzo.

### 133.3 *Appoggio su calcestruzzo*

Lo strato di supporto dei tubi rigidi dovrà essere realizzato in calcestruzzo quando il fondo della fossa ha forte pendenza o è possibile il dilavamento della sabbia per effetto drenante o il sottofondo è roccioso.

Lo spessore del supporto in calcestruzzo lungo la generatrice inferiore dei tubi senza piede sarà pari a  $50 \text{ mm} + 1/10 D$  in mm, con un minimo di 100 mm. Inizialmente, si realizzerà una soletta piana in calcestruzzo, sulla quale verranno sistemati i tubi, completando poi il supporto fino al previsto angolo di appoggio. Oppure il supporto in calcestruzzo verrà realizzato integralmente, con una sagoma corrispondente alla superficie esterna del tubo e questo verrà successivamente posato su malta fresca.

Per i tubi con piede ci si limiterà a realizzare una soletta piana in calcestruzzo con uno spessore minimo uguale a quello del caso precedente.

Per i condotti flessibili, qualora per ragioni costruttive sia necessaria una soletta in calcestruzzo, tra condotto e soletta si deve prevedere uno strato intermedio in sabbia e ghiaietto costipabile, con uno spessore minimo pari a  $100 \text{ mm} + 1/10 D$  in mm.

In ogni caso, fino all'indurimento del calcestruzzo, la fossa deve essere tenuta libera da acque di falda.

#### 133.4 *Camicia in calcestruzzo*

In particolari condizioni statiche, la direzione dei lavori potrà prescrivere un'incamiciatura del condotto in calcestruzzo semplice o armato, parziale o totale, suddivisa mediante giunti trasversali.

Nel caso di incamiciatura in calcestruzzo di tubi flessibili, occorre fare attenzione che la camicia costituisca l'unica struttura portante, senza la collaborazione del tubo. Pertanto, lo spessore minimo deve essere aumentato in funzione delle esigenze statiche.

Nelle zone rocciose, quando non fosse possibile rendere liscio il fondo dello scavo o laddove la natura dei terreni lo rendesse opportuno e, in ogni caso, su disposizione della direzione dei lavori, le tubazioni saranno poste in opera con l'interposizione di apposito letto di sabbia (o di materiale arido a granulometria minuta) dell'altezza minima di  $D/10 + 10 \text{ cm}$  (essendo  $D$  il diametro del tubo in cm) esteso a tutta la larghezza del cavo.

Qualora fosse prescritta la posa su massetto delle tubazioni, lo stesso sarà realizzato con conglomerato cementizio magro, in sezioni non inferiori a quelle riportate nella tabella 59.1.

**Tabella 59.1. Tubazioni interrato. Dimensioni minime del massetto di posa**

Parametri	Diametro esterno del tubo (cm)												
	15	20	25	30	35	40	45	50	60	70	80	90	100
Altezza platea ( $h$ )	8	8	8	10	10	10	12	12	12	14	14	14	16
Altezza rinfiango ( $H$ )	10	14	18	25	27	30	36	40	46	55	63	68	78
Larghezza massetto ( $L$ )	40	45	50	55	65	70	75	80	95	105	115	130	140

La norma **uni 7517** indica le diverse modalità di posa e i coefficienti di posa  $K$  da adottare in funzione dell'angolo d'appoggio, del grado di costipamento del rinfiango e del tipo di trincea.

### Art. 134 **Modalità esecutive per la posa in opera di tubazioni**

#### 134.1 *Controllo e pulizia dei tubi*

Prima di procedere alla loro posa in opera, i tubi devono essere controllati uno ad uno per scoprire eventuali difetti o danni. Le code, i bicchieri e le guarnizioni devono essere integre.

Prima di essere posto in opera, ciascun tubo, giunto e/o pezzo speciale dovrà essere accuratamente controllato per scoprire eventuali rotture dovute a precedenti ed errate manipolazioni (trasporto, scarico, sfilamento) e pulito dalle tracce di ruggine o di qualunque altro materiale estraneo.

Quelli che dovessero risultare danneggiati in modo tale da compromettere la qualità o la funzionalità dell'opera devono essere scartati e sostituiti. Nel caso in cui il danneggiamento abbia interessato soltanto l'eventuale rivestimento, si dovrà provvedere al suo ripristino.

Deve essere lubrificata l'estremità maschio per tutta la circonferenza, soprattutto nella zona dell'estremità arrotondata. Il lubrificante dovrà essere compatibile con la qualità della gomma.

#### 134.2 *Nicchie in corrispondenza dei giunti*

Il sottofondo deve essere sagomato e avere nicchie per l'alloggiamento delle giunzioni dei bicchieri, in corrispondenza dei giunti, onde evitare che la tubazione resti poggiata sui giunti stessi.

Le nicchie devono essere costruite dopo avere ultimato lo scavo a fondo livellato e devono avere la profondità minima indispensabile per consentire l'operazione di montaggio e incasso del giunto.

#### 134.3 *Continuità del piano di posa*

Il piano di posa dovrà garantire un'assoluta continuità d'appoggio e, nei tratti in cui si temano assestamenti, si devono adottare particolari provvedimenti, quali impiego di giunti adeguati, trattamenti speciali del fondo della trincea o, se occorresse, appoggi discontinui stabili, quali selle o mensole. In quest'ultimo caso, la continuità di contatto tra tubo e selle sarà assicurata dall'interposizione di materiale idoneo.

#### 134.4 *Protezione catodica delle tubazioni metalliche*

Nel caso specifico di tubazioni metalliche, devono essere inserite, ai fini della protezione catodica e in corrispondenza dei punti d'appoggio, membrane isolanti.

#### 134.5 *Tubi danneggiati durante la posa in opera*

I tubi che nell'operazione di posa avessero subito danneggiamenti devono essere riparati in modo da ripristinarne la completa integrità ovvero saranno definitivamente scartati e sostituiti.

Nell'operazione di posa dovrà evitarsi che nell'interno delle condotte penetrino detriti o corpi estranei di qualunque natura e che venga comunque danneggiata la loro superficie interna.

Qualora, durante le operazioni di accostamento dei tubi, penetrasse terra o altri materiali estranei tra le superfici frontali o nei giunti, si dovrà provvedere a sfilare l'ultimo tubo per effettuare le necessarie pulizie e a posarlo nuovamente dopo aver ripristinato la suola.

#### 134.6 *Piano di posa*

Per la corretta esecuzione delle livellette di posa, la direzione dei lavori si riserva di prescrivere l'uso di un'apparecchiatura a raggio laser, corredata di indicatori di pendenza, di dispositivo elettronico di autolivellamento, di spostamento della direzione destra/sinistra, di inclinazione laterale, di spia batteria, munita di livello a bolle d'aria e protetta contro l'inversione della polarità.

Ove si rendesse necessario costituire il letto di posa o impiegare per il primo rinterro materiali diversi da quelli provenienti dallo scavo, dovrà accertarsi la possibile insorgenza di fenomeni corrosivi adottando appropriate contromisure.

La posa della condotta, sul fondo piano della fossa, è possibile solo mediante introduzione a strati e accurato costipamento del materiale di rinalzo.

La condotta si poserà su un letto di sabbia di spessore  $(0,10 + D/10)$  m e comunque maggiore di 15 cm e di larghezza pari allo scavo.

Il supporto deve essere eseguito con l'angolo minimo corrispondente al calcolo statico.

Per i tubi rigidi senza piede, l'angolo di appoggio deve essere di regola  $90^\circ$ ; esso può essere realizzato mediante accurato rinalzo e compattazione a mano o con attrezzi leggeri. Angoli di appoggio superiori ( $120^\circ$ ) possono essere realizzati con tubi rigidi, solo se gli interstizi del supporto vengono costipati a strati in modo intensivo e si assicura che la densità del materiale nell'ambito del supporto sia maggiore della densità sotto il tubo. Angoli di appoggio inferiori a  $90^\circ$  possono essere realizzati previo controllo statico. Con tubi rigidi aventi diametro = 200 mm, l'angolo di appoggio non può comunque essere inferiore a  $60^\circ$ .

Per i tubi flessibili, di regola il calcolo statico è basato su un angolo di appoggio di  $180^\circ$ , realizzato mediante compattazione intensiva del materiale di supporto fino all'altezza delle imposte.

Per i condotti con rivestimento protettivo esterno, il materiale del supporto e le modalità esecutive saranno tali da non danneggiare il rivestimento.

Se il supporto si trova immerso permanentemente o temporaneamente nella falda acquifera sotterranea, si dovrà prevenirne il dilavamento nei terreni circostanti o nel sistema di drenaggio. È costituito da materiale riportato (normalmente sabbia), in modo da costituire un supporto continuo alla tubazione. Si sconsigliano, in quanto possibile, fondi costituiti da gettate di cemento o simili.

Il letto di posa non dovrà essere costituito prima della completa stabilizzazione del fondo della trincea. In pratica, il materiale più adatto sarà costituito da ghiaia o da pietrisco con diametro massimo di 20 mm. Il materiale impiegato dovrà essere accuratamente compatto fino ai prescritti valori dell'indice di Proctor (cfr B.U. n. 69-aasho mod.).

#### 134.7 *Modalità di posa in opera*

La posa in opera dei tubi sarà effettuata sul fondo della trincea spianato e livellato, eliminando ogni asperità che possa danneggiare tubi e rivestimenti.

I tubi si poseranno procedendo da valle verso monte e con i bicchieri disposti in senso contrario alla direzione del flusso.

In nessun caso si dovrà regolarizzare la posizione dei tubi nella trincea utilizzando pietre o mattoni e altri appoggi discontinui.

Nessun tratto di tubazione dovrà essere disposto in orizzontale.

Per le operazioni di posa in opera, si devono osservare le raccomandazioni e le istruzioni del fornitore dei tubi.

I tubi verranno calati nello scavo solamente dopo aver controllato che il letto di posa in sabbia dello spessore di almeno 10 cm sia perfettamente piano e che siano state eseguite le nicchie per l'alloggiamento dei giunti.

## Art. 135 Rinterro delle tubazioni

### 135.1 Generalità

Non si procederà in alcun caso al rinterro se prima non sia stata controllata la corretta posizione della canalizzazione mediante esami condotti con funi, traguardi, tabelle di mira, apparecchi di livellazione o mediante altri mezzi idonei.

### 135.2 Esecuzione del rinterro

Il materiale già usato per la costituzione del letto di posa verrà sistemato attorno al tubo e costipato a mano per formare strati successivi di 20-30 cm fino alla mezzera del tubo, avendo la massima cura nel verificare che non rimangano zone vuote sotto il tubo e che il rinfianco tra tubo e parete dello scavo sia continuo e compatto. Durante tali operazioni verranno recuperate le eventuali impalcature poste per il contenimento delle pareti dello scavo. La compattazione dovrà eseguirsi preferibilmente con vibratorii a piastra regolabili di potenza media o con altri mezzi meccanici.

Le nicchie precedentemente scavate per l'alloggio dei bicchieri devono, se necessario, essere accuratamente riempite con lo stesso materiale costituente il letto di posa, in modo da eliminare eventualmente spazi vuoti sotto i bicchieri stessi, quindi si procederà a riempire la trincea con il materiale di risulta.

Il rinfianco dovrà essere eseguito apportando, in un primo tempo, il materiale su entrambi i lati della tubazione fino al piano diametrale della stessa e, quindi, spingendo il materiale sotto il tubo con l'aiuto di una pala e costipandolo a mano o con idonei compattatori leggeri meccanici (avendo cura di non danneggiare il tubo). L'ulteriore riempimento sarà effettuato con il materiale proveniente dallo scavo, depurato degli elementi con diametro superiore a 10 cm e dai frammenti vegetali e animali. Il rinfianco delle tubazioni e il primo riempimento dello scavo, fino a 20 cm al di sopra dell'estremità superiore del tubo, devono essere effettuati con sabbia avente un peso in volume secco minimo di 1,9 t/m<sup>3</sup>. Il massimo contenuto di limo è limitato al 10%. Il massimo contenuto di argilla, invece, è limitato al 5%.

La compattazione dovrà effettuarsi esclusivamente sulle fasce laterali, al di fuori della zona occupata dal tubo, fino a ottenere che la densità relativa del materiale di rinterro raggiunga il 90% del valore ottimo determinante con la prova di Proctor modificata.

Gli inerti con diametro superiore a 2 cm, presenti in quantità superiore al 30%, devono essere eliminati, almeno per l'aliquota eccedente tale limite. Le terre difficilmente comprimibili (torbose, argillose, ghiacciate) sono da scartare. Il riempimento va eseguito per strati successivi di spessore pari a 30 cm, che devono essere compattati ed eventualmente bagnati per lo spessore di 1 m (misurato dalla generatrice superiore del tubo). L'indice di Proctor risultante deve essere superiore a quello previsto dal progettista.

Infine, verrà lasciato uno spazio libero per l'ultimo strato di terreno vegetale.

Il rinterro deve avvenire secondo le prescrizioni della norma **uni en 1295-1**, che distingue:

- zona di rinterro, che deve essere eseguita secondo le caratteristiche della condotta (rigida, semirigida o flessibile), i carichi esterni e la tipologia dei terreni attraversati;
- zona di rinterro accurato, costituita:
  - o da letto di posa e rinfianco fino a 10 cm almeno al di sopra della generatrice superiore dell'accoppiamento per le condotte flessibili;
  - o letto di posa e base d'appoggio fino al diametro orizzontale per le condotte rigide.
- terreno.

In generale, le condizioni di posa devono tenere conto dei seguenti fattori:

- mantenimento della condotta al riparo dal gelo;- attraversamento ad alta sicurezza (passaggi di ferrovie, autostrade, ecc.);- regolamenti locali relativi alla viabilità.

L'esecuzione della base d'appoggio e del rinterro sarà effettuata con materiali compatibili con le condizioni di costipamento necessarie e previa accettazione della direzione dei lavori.

La ricopertura minima della condotta per qualsiasi materiale deve risultare di 80-100 cm in zone soggette a traffico leggero e di almeno 150 cm in zone soggette a traffico pesante. Per altezze del rinterro inferiori a quelle sopra stabilite, il riempimento dovrà essere eseguito con interposizione di un diaframma rigido di protezione e ripartizione dei carichi, collocato sullo strato superiore del materiale incoerente e calcolato tenendo conto delle caratteristiche dei terreni di posa, dello scavo e della resistenza meccanica del tubo impiegato.

Per i tubi in ghisa sferoidale potranno ammettersi altezze minime inferiori, previa adeguata verifica e parere favorevole della direzione dei lavori.

Se è previsto il riutilizzo del materiale di scavo, questo sarà privato di tutti quegli elementi suscettibili di danneggiare le condotte. Quando è previsto il costipamento della base d'appoggio, questo sarà realizzato con strumenti leggeri da tutte e due le parti della condotta, al fine di non provocare deviazioni del piano e del livello della condotta.

Per il ricoprimento, la scelta degli strumenti di costipamento (a vibrazione o costipanti), sarà realizzata in funzione della qualità del terreno, dei dispositivi di palancolaggio e dell'altezza di rinterro al di sopra dell'estradosso, previo parere favorevole della direzione dei lavori e del progettista.

Il materiale di rinterro dovrà appartenere ai gruppi A1, A2 e A3 della classificazione cnr **uni 10006** e rispettare le metodologie di calcolo delle norme atv 127 e **uni 7517**.

Resta comunque facoltà della direzione dei lavori, eseguiti i necessari accertamenti, prescrivere, se è il caso, il ricorso ad altro materiale di riporto.

Il rinfianco e il ricoprimento devono essere realizzati con terra vagliata a maglia grossa o liberata (a mano) dagli elementi più grossolani che possono danneggiare la tubazione.

Nel caso di tubi installati in trincea, la profondità minima del rinterro sarà  $1,2 \cdot d_H$  (mm) e non saranno ammessi in alcun caso rinterri inferiori alla metà del diametro esterno del tubo, con minimo assoluto di 350 mm.

Nel caso fosse necessario un rinterro minore, si dovrà realizzare un rinfianco in calcestruzzo e, sopra la superficie esterna del tubo, un getto di cemento armato le cui caratteristiche saranno determinate dal progettista della condotta.

Durante le operazioni di rinterro e di costipamento bisogna evitare che carichi pesanti transitino sulla trincea.

### 135.3 *Raccomandazioni per la compattazione*

Considerato che un'eccessiva compattazione o una compattazione con apparecchiature non appropriate possono far deformare il tubo o farlo sollevare dal letto di posa, devono essere rispettate le seguenti raccomandazioni per ottenere il massimo valore pratico della densità del materiale.

La compattazione può essere eseguita usando un compattatore a impulsi o altro sistema idoneo. Durante la compattazione del rinterro, sarà cura dell'appaltatore e del direttore dei lavori controllare la forma della sezione del tubo. I controlli della deflessione dei tubi si eseguiranno quando siano stati posati e ricoperti i primi tubi. Controlli periodici si effettueranno durante lo svolgimento dei lavori.

Quando è possibile, occorre eseguire sul posto la misura della densità del materiale compattato della zona primaria, per verificarne l'accordo con le assunzioni progettuali esecutive.

Per quanto riguarda i terreni a grana grossolana con il 5% di fini, la massima densità si otterrà con la compattazione, la saturazione e la vibrazione. Il rinterro sarà posato in strati compresi fra 0,15 e 0,30 m. Si dovrà evitare il galleggiamento della tubazione durante la saturazione del terreno. Non è consigliato l'uso del getto d'acqua, in quanto potrebbe comportare il dilavamento del terreno di supporto laterale del tubo. La posa del rinterro al di sopra del tubo dovrà evitarsi nel momento in cui viene saturata la zona di materiale attorno al tubo, in quanto questa condizione caricherebbe il tubo prima che abbia inizio la reazione di assestamento.

La compattazione dei terreni che presentano una quantità di fini compresa tra il 5 e il 12% si dovrà eseguire mediante costipamento o saturazione e vibrazione.

Infine, i terreni a grana grossolana che presentano una quantità di fini maggiore del 12% si compattano meglio per costipazione meccanica in strati compresi fra 0,10 e 0,15 m.

Il direttore dei lavori deve effettuare il controllo di deflessione dopo l'installazione e il ricoprimento dei primi tratti di tubo. L'appaltatore potrà proseguire i lavori soltanto dopo tale controllo.

Il rinfianco con terreni, quali quelli di natura organica, torbosi, melmosi, argillosi, ecc., è vietato, perché detti terreni non sono costipabili a causa del loro alto contenuto d'acqua. Esso potrà essere consentito dalla direzione dei lavori, in via eccezionale, solo se saranno prescritte speciali modalità di posa o maggiori spessori.

## Art. 136 **Serbatoi - Pozzetti**

### 136.1 *Serbatoi*

I serbatoi dovranno essere realizzati secondo gli esecutivi di progetto, nel rispetto comunque delle norme generali di cui al del presente Capitolato. Per gli stessi inoltre, in quanto manufatti strutturali di particolare rilievo, si richiamano le norme relative al manufatti in c.a.

La prova di carico delle vasche in cemento armato verrà effettuata non prima che siano trascorsi almeno 60 giorni dall'ultimazione dei getti.

Per l'effettuazione della prova i serbatoi dovranno essere riempiti fino alla capacità prevista in progetto, in modo da sollecitare al massimo le strutture; nel contempo si procederà all'installazione, nei punti indicati dalla Direzione Lavori o dal Collaudatore, dei flessimetri per l'accertamento, sotto carico e successivamente a strutture scaricate, delle frecce di inflessione, che dovranno risultare non superiori a quelle desunte dai calcoli.

La prima prova di tenuta verrà effettuata contemporaneamente alla prova di carico di cui in precedenza. A tale scopo i serbatoi verranno tenuti pieni per 15 giorni consecutivi, determinando con successive osservazioni le perdite eventualmente verificate che non dovranno in alcun caso superare il limite di 4,00 l/m<sup>2</sup> di superficie bagnata per ogni 24 ore di immersione per quelli in cemento armato e le quantità afferenti all'evaporazione naturale per quelli in acciaio. In difetto, l'Appaltatore avrà l'obbligo, a sue totali cure e spese, di provvedere alle necessarie riparazioni (strutturali, dei rivestimenti o dei trattamenti

impermeabilizzanti in genere) e di ripetere la prova fino al raggiungimento dell'esito positivo.

La seconda prova di tenuta verrà effettuata dopo l'esito positivo della prima, a distanza di 90 giorni, e con le stesse modalità. Le osservazioni, effettuate in tempi successivi, dovranno accertare la impermeabilità di tutte le pareti bagnate, tenuto conto unicamente dell'evaporazione ammissibile relativa alle superfici a pelo libero. In difetto, l'Appaltatore dovrà provvedere ai necessari interventi ed alla ripetizione della prova fino ad esito positivo.

Saranno a totale carico dell'Appaltatore tutti gli oneri derivanti dalla fornitura, collocazione e smontaggio delle apparecchiature necessarie, nonché dalla fornitura dell'acqua ancorché effettuata con approvvigionamento indiretto (ove i serbatoi non risultassero allacciati).

Di tutte le suddette operazioni, da eseguirsi in contraddittorio, verrà redatto e sottoscritto dalle parti un processo verbale.

#### 136.2 *Pozzetti di ispezione o di manovra*

Saranno di norma realizzati in cls, armato o meno secondo prescrizione, gettato in opera e/o prefabbricato secondo le dimensioni e le caratteristiche previste negli specifici allegati progettuali.

I pozzetti di ispezione dovranno essere collocati in corrispondenza delle disposizioni di progetto e/o le successive disposizioni di dettaglio della D.L.

### Art. 137 **TUBAZIONI**

Le tubazioni saranno montate da personale specializzato previa preparazione del piano di posa, conformemente ai profili prescritti.

Eseguite le giunzioni si procederà al controllo della posizione altimetrica e planimetrica della condotta ed alle conseguenti eventuali rettifiche che saranno a totale carico dell'impresa.

Nell'interno ed in corrispondenza dei giunti i tubi dovranno essere perfettamente puliti; sarà evitata la loro posa in opera in presenza d'acqua o di fango e nel tubo non dovranno rimanere corpi estranei, sabbia, terra, sassi od impurità di sorta.

In qualunque deviazione o curva, anche ad ampio raggio, sarà disposto un efficace ancoraggio della condotta per evitare gli spostamenti: tali lavori dovranno effettuarsi prima delle prove di tenuta.

Durante la posa in opera dei tubi dovranno essere rispettate tutte le norme indicate nei disegni per la protezione passiva.

#### 137.1 *Tubazioni in acciaio*

I tubi in acciaio, tranne quelli zincati, saranno rivestiti internamente ed esternamente come specificato nell'elenco prezzi di contratto.

In particolare si dovranno adottare le seguenti prescrizioni:

##### 137.1.1 Scarico, maneggio, trasporto, sfilamento dei tubi.

Onde evitare danni alle testate dei tubi od al loro rivestimento, lo scarico ed il maneggio di questi, per diametri superiori al diametro 150 mm, dovranno essere eseguiti con l'impiego di fasce o di briglie atte ad agganciare il tubo alle estremità.

Detti accessori dovranno essere di tipo approvato dalla Direzione Lavori. Non è permesso lo scarico dei tubi facendoli rotolare direttamente dagli autocarri.

In caso di trasferimenti di tubi già accatastati o sfilati, il maneggio degli stessi dovrà essere effettuato con le stesse modalità di cui sopra.

Per l'accatastamento dei tubi fasciati dovranno essere impiegati, sia sul terreno che fra i diversi strati di tubi, listelli di legno di dimensioni e numero sufficienti a garantire l'integrità del rivestimento.

Per diametri uguali o superiori ai 300 mm, le catate potranno al massimo essere costituite da tre strati.

Il trasporto e lo sfilamento dovranno essere effettuati con mezzi idonei ad evitare danni alle testate, ovalizzazioni o ammaccature al tubo e lesioni al suo rivestimento.

È vietato lo slittamento e il trascinarsi dei tubi. L'appaltatore sarà responsabile dello smistamento dei tubi in relazione al loro diametro, spessore e tipo di rivestimento come precisato dal progetto o dalle particolari disposizioni emanate dalla Direzione Lavori

Ogni spostamento di tubi risultante dall'inosservanza di quanto sopra sarà a carico dell'appaltatore.

##### 137.1.2 Pulizia dei tubi, verifica e preparazione delle testate

Prima dell'allineamento per la saldatura, il tubo dovrà essere pulito internamente con scovoli atti a rimuovere tutto lo sporco

ed ogni frammento che possa disturbare o danneggiare l'installazione.

La medesima operazione di pulizia dovrà essere fatta alle valvole ed agli altri pezzi speciali.

Alla fine di ogni giorno di lavoro le estremità della linea in costruzione dovranno essere chiuse con un fondello metallico di tipo approvato dalla Direzione Lavori, tale da impedire l'entrata di acqua e di corpi estranei nella tubazione sino alla ripresa del lavoro.

Per tubi di diametro superiore a Ø 300 mm tale fondello dovrà essere applicato tutte le volte che l'estremità libera di una qualsiasi tubazione verrà lasciata incustodita e dovrà essere del tipo che esiga una apposita attrezzatura per essere rimossa (es. puntato a saldatura o bloccato a pressione).

Le testate dei tubi dovranno essere perfettamente ripulite da vernici, grassi, bave, terra, ecc. con un metodo approvato dalla Direzione Lavori, in modo da evitare difetti nell'esecuzione delle saldature.

Tutti i tagli che dovranno essere effettuati saranno fatti secondo un piano normale all'asse del tubo ed eseguiti esclusivamente con apposita apparecchiatura.

Il bordo del taglio dovrà essere rifinito ed aggiustato con l'uso di una mola o mediante lima.

#### 137.1.3 Curve

La posizione e le caratteristiche geometriche di ogni curva, prefabbricata o non, dovranno essere rispondenti al progetto.

In caso contrario prima del montaggio dovrà essere ottenuta, caso per caso, l'approvazione della DL

È ammesso il montaggio di curve costruite a freddo con idonea macchina piegatubi e rispondenti alle seguenti specifiche:

- l'ovalizzazione, intesa come differenza fra il diametro massimo e minimo, non dovrà essere superiore al 2,50% del diametro nominale;
- l'ovalizzazione potrà essere controllata mediante un calibro costituito da due dischi in lamiera di diametro uguale al 97,5% del diametro interno nominale del tubo accoppiati rigidamente ad una distanza pari ad un diametro;
- il raggio di curvatura non dovrà essere minore di 5 volte il diametro esterno della condotta;
- ogni tubo che presenterà ammaccature, rotture od altri segni evidenti di danni in seguito all'operazione di curvatura, dovrà essere sostituito a cura e spese dell'appaltatore.

#### 137.1.4 Saldatura elettrica

Specifiche delle saldature - Le saldature su tubi del diametro di 100 mm ed oltre dovranno essere fatte mediante un processo manuale ad arco secondo la regolamentazione stabilita dalle "Norme per l'esecuzione in cantiere ed il collaudo delle giunzioni circonferenziali mediante saldatura dei tubi d'acciaio per condotte d'acqua" redatte dalla Sottocommissione Saldatura Tubi in Acciaio.

Forniture ed attrezzature per le saldature - L'appaltatore sarà tenuto a fornire tutte le attrezzature per la saldatura ivi compresi gli elettrodi conformi alle specifiche. Tutti gli elettrodi impiegati dovranno essere omologati a cura del fabbricante secondo le tabelle UNI 5132, 7243 e 7244.

Nell'esecuzione della saldatura, i valori di tensione e di corrente saranno conformi a quanto raccomandato per ogni tipo di elettrodo impiegato.

Gli elettrodi verranno immagazzinati ed usati in accordo prescrizioni del fabbricante.

Verranno scartati quelli che presentino segni di deterioramento.

Procedimento di saldatura - La procedura di saldatura dovrà essere definita a soddisfazione della Direzione Lavori .

Il numero delle passate richieste dipenderà dallo spessore del tubo e dalla qualifica di procedura e non sarà minore di due; due passate contigue non dovranno essere iniziate nel medesimo punto.

Alla fine di ogni passata la saldatura dovrà essere pulita e raschiata da tutte le incrostazioni onde permettere un eventuale controllo visivo da parte della Direzione Lavori, per l'approvazione del proseguimento dei lavori relativi all'esecuzione delle passate successive.

Tale controllo verrà eseguito in modo da non pregiudicare, nei limiti del possibile, l'andamento dei lavori di montaggio. La prima passata dovrà risultare piena, con una completa penetrazione sui bordi e preferibilmente con una piccola quantità di rinforzo alla base.

Completata la saldatura, questa dovrà essere pulita da tutte le scorie e dal materiale ossidato onde permettere una ispezione visiva.

In nessun caso una saldatura dovrà essere limitata alla prima sola passata.

In caso di cattivo tempo l'esecuzione delle saldature dovrà essere protetta dalla pioggia e dal vento e nessuna saldatura verrà eseguita a tubo umido, a meno che i giunti da saldare non vengano adeguatamente preriscaldati secondo la qualifica di procedura ed il materiale utilizzato, previa autorizzazione della Direzione Lavori.

Qualora da parte di Enti od Autorità preposte al controllo dei lavori fossero imposte norme più restrittive, l'appaltatore sarà tenuto ad uniformarsi a tali prescrizioni

L'appaltatore, in nessun caso, sarà sollevato dalle responsabilità e dagli oneri derivanti da inosservanza di queste prescrizioni.

Preriscaldamento - L'appaltatore dovrà provvedere al preriscaldamento delle estremità dei tubi e dei raccordi, con le modalità fissate nella procedura per la saldatura di cui al precedente paragrafo, ogni qualvolta questo si renderà necessario per la perfetta esecuzione dei lavori ed in ogni caso quando richiesto dalla Direzione Lavori.

In particolare il preriscaldamento è richiesto quando la temperatura ambiente sia inferiore ai 4°C e per l'esecuzione delle saldature relative alla messa in opera delle valvole d'intercettazione e dei pezzi speciali aventi spessori diversi da quelli della tubazione.

Tipi e sezioni degli elettrodi - Tutti gli elettrodi saranno strettamente conformi ai requisiti specificati nelle tabelle UNI 5132, 7243 e 7244.

Il numero di classificazione del metallo di riempimento, la misura degli elettrodi usati per ciascuna passata, il numero e l'intervallo di tempo fra le passate ed il numero dei saldatori operanti simultaneamente sui vari punti, dovranno essere strettamente in accordo con la qualifica di procedura riguardante la saldatura.

Qualifica dei saldatori - Potranno effettuare giunzioni saldate solo i saldatori qualificati con i procedimenti descritti nelle norme UNI 4633 e UNI 6918. La Committente potrà richiedere che la qualifica venga esibita alla presenza di un suo rappresentante. La Direzione Lavori si riserva il diritto di prelevare, a cura e spese dell'appaltatore, una saldatura per ogni saldatore al fine di controllarne la capacità dichiarata dall'appaltatore.

L'appaltatore sosterrà tutte le spese dei tagli, delle sostituzioni e dei provini di collaudo connessi con tutte le prove di cui sopra.

Qualora Autorità ed Enti preposti per i controlli e la sicurezza delle saldature richiedessero di effettuare direttamente la qualifica dei saldatori, l'appaltatore sarà obbligato ad uniformarsi a tali disposizioni, assumendo a suo carico tutti gli oneri relativi.

Tale qualifica, a giudizio della Committente, potrà sostituire quella prevista nel presente paragrafo. Prima dell'inizio dei lavori l'appaltatore consegnerà alla Direzione Lavori l'elenco nominativo dei saldatori che verranno impiegati, assumendosi comunque ogni responsabilità riguardo la qualifica degli stessi ai sensi di quanto specificato nel presente paragrafo.

È fatto divieto di far operare in cantiere saldatori senza il preventivo benestare della Direzione Lavori

Le saldature effettuate da saldatori rifiutati dalla D.L. dovranno essere eliminate.

Ispezione e collaudo delle saldature in cantiere - La Committente, direttamente od attraverso la Direzione Lavori, avrà la facoltà di controllare che le saldature siano state eseguite in accordo con le norme esistenti e secondo le istruzioni date.

Controllo distruttivo delle saldature - La Committente o la Direzione Lavori avranno la facoltà di ordinare il prelievo di provini da sottoporre a prova distruttiva in ragione dell'1% delle saldature eseguite.

I prelievi ed il rifacimento delle saldature saranno eseguite a cura e spese dell'appaltatore.

Qualora in eccedenza a quanto sopra stabilito vengano ordinati prelievi di altri provini, l'appaltatore dovrà provvedere al taglio ed al rifacimento della saldatura.

Gli oneri relativi a tali ultime operazioni saranno a carico della Committente in caso di esito positivo della prova ed a carico invece dell'appaltatore qualora la saldatura risultasse difettosa. Le prove distruttive verranno eseguite in conformità della procedura prevista dalle norme API 1104.

Controllo non distruttivo delle saldature - Eventuali prove non distruttive, qualora richieste dalla Committente, potranno venire eseguite a cura di Ditte specializzate ed a carico dell'appaltatore, su incarico della Committente o dell'Appaltatore, sia con ultrasuoni che con metodo radiografico o con entrambi a richiesta della Committente, in relazione al tipo di giunto.

Gli esiti del controllo dovranno essere comunicati con tempestività alla Direzione Lavori, onde evitare, nei limiti del possibile, ritardi nell'avanzamento delle operazioni di saldatura.

Tutta la documentazione riguardante i controlli non distruttivi dovrà, in ogni momento, essere a disposizione della Direzione Lavori



Le saldature denunciate difettose al controllo con ultrasuoni dovranno essere sottoposte a controllo radiografico al fine di accertare la natura del difetto.

Il controllo radiografico verrà eseguito mediante raggi X od altro metodo a facoltà della Committente ed applicando i criteri di accettabilità contenuti nelle norme API 1104.

L'eventuale controllo verrà effettuato secondo le modalità stabilite dalla Direzione Lavori.

Accettabilità, taglio e riparazioni delle saldature - I criteri di accettabilità saranno, di regola, quelli contenuti nelle norme API 1104.

La Committente si riserva la facoltà di seguire eventuali altri criteri assumendo a proprio carico le relative spese.

Nel taglio delle saldature non accettabili il ricollegamento della colonna sarà fatto inserendo un tronchetto di lunghezza non inferiore a 50 cm o spostando un tronco di colonna saldata fino alla giusta posizione; le saldature ripetute dovranno essere di nuovo radiografate e le spese relative saranno a carico dell'appaltatore.

Tutte le operazioni inerenti all'eliminazione delle saldature classificate non accettabili e le riparazioni delle saldature difettose verranno eseguite a cura e spese dell'appaltatore con l'approvazione della Direzione Lavori e comunque in accordo con le norme API 1104.

#### 137.1.5 Rivestimento delle tubazioni e dei giunti

Il rivestimento di tratti di condotta eventualmente fornita nuda potrà essere eseguito sia in cantiere che in linea, e le modalità della sua esecuzione dovranno ottenere l'approvazione della Direzione Lavori.

Il rivestimento delle tubazioni nude e dei giunti sarà normalmente così' eseguito:

- sulla superficie resa preventivamente pulita ed asciutta si applicano una o più mani di vernice bituminosa (ottenibile sciogliendo 45 parti di bitume ossidato e 55 parti di toluolo); a questa viene affidato il compito di assicurare l'aderenza del successivo rivestimento alla superficie metallica, aderenza che per essere assicurata richiede un completo essiccamento della vernice;
- applicazione di uno strato di bitume fuso; questo dovrà avere uno spessore non inferiore a 2 mm, essere continuo su tutta la sua estensione ed estendersi in modo da andare a sovrapporsi alla parte estrema del rivestimento preesistente; l'applicazione del bitume potrà essere eseguita in uno o più tempi lasciando raffreddare lo strato precedente e ciò fino ad avere raggiunto almeno lo spessore sopradetto; per l'applicazione del bitume specialmente nella parte inferiore del tubo ci si potrà aiutare con pennello a spatola o batuffolo di tessuto di vetroflex legato ad un bastoncino in modo da assicurare l'applicazione dello strato voluto di ca. 2 ÷ 3 mm di spessore su tutta la superficie del tubo da rivestire;
- applicazione a caldo di due o più fasciature di nastro di tessuto di vetroflex abbondantemente imbevuto di bitume fuso; queste fasciature verranno avvolte in modo da realizzare un efficace protezione meccanica del sottostante strato di bitume e dovranno ricoprire anche le zone terminali del rivestimento adiacente alla superficie da rivestire; l'avvolgimento di nastro di vetroflex verrà eseguito esercitando una certa trazione in modo da assicurare la sua aderenza al sottostante bitume ed evitare nel modo più assoluto che si formino sacche e vuoti;
- detto rivestimento verrà applicato in modo che esso abbia uno spessore pari a quello applicato sui tubi in fabbrica. Lo spessore complessivo dovrà essere comunque pari a 5 ÷ 6 mm.

Pulizia ed ispezione - Prima dell'applicazione dello strato di bitume fuso la superficie del tubo dovrà essere pulita da qualunque incrostazione, vernice, ecc., e soprattutto dalla ruggine mediante solventi e macchine pulitrici approvate dalla Direzione Lavori e mantenute in buone condizioni di lavoro.

A seconda dei casi potrà essere richiesta dalla Direzione Lavori anche la pulizia con spazzole a mano; speciale attenzione verrà posta nella pulizia della giunzione longitudinale dei tubi saldati longitudinalmente.

Durante la pulizia verrà eseguita una accurata ispezione della superficie del tubo per accertare eventuali danneggiamenti quali incisioni, ammaccature, ecc.

I danni riscontrati dovranno essere riparati a cura e spese dell'appaltatore.

***Applicazione dello strato di bitume fuso - L'applicazione del bitume fuso sarà eseguita immediatamente dopo la pulizia della superficie della tubazione che dovrà risultare perfettamente asciutta.***

Successivamente dovranno essere eliminate le sbavature ed il bitume applicato in eccesso. L'appaltatore dovrà inoltre prendere ogni precauzione al fine di evitare che il tubo verniciato venga a contatto col terreno e comunque sporcato da olio, grasso, fango od altro.

Applicazione a caldo del nastro di tessuto di vetroflex - Il nastro di tessuto di vetroflex, imbevuto di bitume fuso, verrà appli-

cato sullo smalto bituminoso in modo che la fascia sia immersa nello smalto ed il ricoprimento delle spire avvenga per non meno di cm 2.

In caso di rottura della fascia o di cambiamento di bobina, la ripresa sarà eseguita con un ricoprimento pari ad almeno un intero avvolgimento previa spalmatura di un conveniente strato di bitume.

Controllo del rivestimento - A cura e spese dell'appaltatore ed alla presenza della Direzione Lavori verranno eseguiti controlli al rivestimento con le modalità appresso indicate.

Sistematicamente ed immediatamente prima della posa verrà effettuato su tutto il rivestimento un controllo mediante un rilevatore a scintilla (detector) munito di spazzola di tipo appropriato ed approvato dalla Direzione Lavori

La tensione di prova dovrà avere un valore compreso fra 10000-15000 Volts.

La Direzione Lavori avrà inoltre la facoltà di procedere al prelievo di campioni del rivestimento per le necessarie verifiche.

I tasselli, delle dimensioni di cm 10x10 circa, saranno prelevati dopo che il rivestimento avrà raggiunto la temperatura ambientale, mediante una netta incisione perimetrale, in ragione massima di 10 ogni km ed almeno tre di essi saranno prelevati sulla parte inferiore della condotta.

Qualora vengano riscontrati difetti la Direzione Lavori avrà la facoltà di aumentare il numero dei prelievi a sua discrezione.

L'esame dei campioni dovrà accertare che:

- lo spessore del rivestimento sia compreso entro i limiti precedentemente stabiliti;
- gli strati delle differenti componenti del rivestimento si presentino nella successione e secondo gli spessori prescritti;
- il velo di vetro si trovi completamente immerso nello smalto bituminoso e non sia mai a contatto con la tubazione;
- il tassello prelevato ed i bordi dello stesso non presentino scollature e superfici nette di separazione tra rivestimento e strato di vernice di fondo o tra questa e la superficie metallica della tubazione;
- non esistano tracce di depositi carboniosi provocati da surriscaldamento delle miscele bituminose nelle caldaie.

Riparazioni del rivestimento - Quando la natura e l'estensione dei difetti del rivestimento, riscontrati durante i controlli, siano tali da compromettere a giudizio della Direzione Lavori le sue funzioni protettive, la tratta di condotta dovrà essere interamente scorticata e ripulita accuratamente prima di procedere al rifacimento stesso; quanto sopra a cura e spese dell'Appaltatore.

In ogni altro caso, i difetti saranno riparati alla presenza della Direzione Lavori e secondo le direttive della stessa, sempre a cura e spese dell'Appaltatore, adottando tutti gli accorgimenti ritenuti necessari per ottenere la sua perfetta efficienza.

L'attività di controllo della Direzione Lavori sarà coordinata con le operazioni dell'appaltatore in modo da evitare, nei limiti del possibile, che le operazioni di fasciatura e di riparazione o rifacimento del rivestimento subiscano ritardi.

#### 137.1.6 - Rivestimento esterno in polietilene delle tubazioni in acciaio

Il rivestimento esterno in polietilene da realizzare mediante processo di estrusione a caldo deve essere del tipo a triplo strato, in conformità alla norma UNI 9099/89.

Esso deve essere composto da:

- a) Strato di fondo - costituito da primer epossidico liquido o in polvere con spessore minimo di 10 micron (0,010 mm).
- b) Strato intermedio - costituito da adesivo polietilenico, spessore 150 - 400 micron.
- c) Strato protettivo - costituito da polietilene a bassa densità additivato con nero fumo (2% - 3%) ed antiossidanti (a completamento dello spessore totale e con funzione di protezione meccanica).

Il processo di applicazione del rivestimento in polietilene in relazione al diametro ed al tipo di tubo in acciaio (senza saldatura, saldato a resistenza, saldato ad arco sommerso ecc.) può avvenire per estrusione circolare su tubo che avanza con moto rettilineo o per estrusione laterale su tubo che avanza con moto a spirale.

Continuità dielettrica - Il rivestimento di ciascun tubo deve essere sottoposto sull'intera superficie al controllo della continuità dielettrica mediante strumento Holiday Detector, tensione impulsiva 25 kV.

Finitura delle estremità - Le estremità dei tubi devono essere prive di rivestimento per una larghezza di 100 - 150 mm e trattate con protettivo temporaneo (durata protezione circa 1 anno).

La parte terminale del rivestimento deve essere smussata con angolo da 15° a 45°. Per i tubi di diametro nominale da 100 a 250 mm l'estremità del rivestimento non deve essere smussata (taglio a 90°).

a) Prove di collaudo e certificazione

- Le prove si dividono in:

Prove sistematiche e non sistematiche

Le prove sistematiche devono essere effettuate su tutti i tubi. Esse sono:

a) Esame visivo dell'aspetto

b) Controllo della continuità dielettrica

c) Controllo della finitura delle estremità.

Nel caso in cui in seguito alle suddette prove risultino dei tubi non conformi, il rivestimento degli stessi deve essere riparato secondo quanto descritto nel seguito.

Nel caso in cui le riparazioni interessino un'area superiore al 10% della superficie, il tubo in oggetto deve essere sottoposto a un secondo ciclo di lavorazione (eliminazione del rivestimento realizzato e riesecuzione dello stesso).

*Prove non sistematiche*

Le seguenti prove devono essere effettuate con la frequenza di seguito specificata:

a) Misura dello spessore

Misura effettuata con spessimetro magnetico, opportunamente tarato errore max  $\pm 10\%$ , in 12 punti simmetricamente distribuiti una prova ogni 200 tubi dell'ordinativo (Almeno una prova per ogni turno di produzione di 8 h).

b) Prova di aderenza

Prova effettuata su un tubo ogni 200 tubi dell'ordinativo o una prova per ogni turno di produzione di 8 h.

c) Resistenza all'urto

Prova effettuata su un tubo di inizio produzione dell'ordinativo.

d) Resistenza alla penetrazione

Prova effettuata all'inizio della produzione dell'ordinativo.

e) Allungamento a rottura

Prova effettuata all'inizio della produzione dell'ordinativo.

Nel caso in cui i risultati delle prove elencate non fossero conformi a quanto richiesto, i tubi sui quali sono state effettuate le prove (o i tubi dai quali sono prelevati i provini) devono essere sottoposti ad un secondo ciclo di lavorazione.

Più precisamente:

- La prova (o le prove) i cui risultati non sono conformi deve essere ripetuta su un numero doppio di tubi prodotti (scelti tra quelli prodotti subito prima e dopo i tubi sottoposti inizialmente alle prove).

- Nel caso in cui i risultati delle riprove siano positivi la produzione è dichiarata conforme, nel caso in cui i risultati non siano positivi il fornitore deve concordare con l'acquirente un piano di prove più dettagliato per definire l'accettazione o meno del prodotto.

Prove di qualificazione del rivestimento applicato

Le seguenti prove devono essere effettuate sul rivestimento applicato con periodicità max di 3 anni, per la qualificazione del polietilene utilizzato.

a) Resistenza specifica del rivestimento

b) Stabilità ai raggi U.V.

c) Stabilità termica.

*Certificazione*

I risultati delle prove di collaudo devono essere registrati e forniti come certificazione nei confronti dell'acquirente.

Tutte le materie prime utilizzate, relativamente ad ogni lotto, devono essere accompagnate all'atto della fornitura da un certificato di analisi (con le prove inerenti le caratteristiche fisico-chimiche principali). Tale certificazione deve essere trasmessa dal rivestitore all'acquirente.

137.1.7 Riparazioni sul rivestimento esterno - Le riparazioni del rivestimento si eseguono in relazione al tipo di difetto secondo le procedure di seguito descritte.

Le riparazioni realizzate mediante applicazione di pezze in polietilene o manicotti termorestringenti possono interessare al massimo il 10% della superficie esterna del tubo.

a) Riparazioni su piccoli difetti

Sono da considerarsi piccoli difetti:

- discontinuità del rivestimento di superficie max pari a 20 cm<sup>2</sup>.
- graffi, incisioni ed altri difetti causati da movimentazione che comunque non pregiudicano la continuità dielettrica del rivestimento.

La riparazione si esegue con riporto di materiale omogeneo per fusione e spatolamento.

Per la procedura dettagliata dovrà essere seguita la procedura riportata ai punti che seguono.

b) Riparazioni su difetti estesi

Sono da considerarsi difetti estesi:

- discontinuità singola del rivestimento di superficie superiore a circa 20 cm<sup>2</sup>.

La riparazione deve essere eseguita secondo le seguenti metodologie:

- applicazione di manicotto termorestringente se la superficie supera circa i 300 cm<sup>2</sup>.
- applicazione di pezze in polietilene se la superficie è inferiore a circa 300 cm<sup>2</sup>.

Nel caso di più difetti di superficie inferiore a 300 cm<sup>2</sup> vicini tra loro è consentita l'applicazione di un manicotto termorestringente. Per la procedura dettagliata circa la riparazione con pezza e per l'applicazione dei manicotti vedere i punti seguenti.

### 137.2 Procedura di applicazione di manicotti termorestringenti sulla zona di giunzione

a) Preparazione della superficie metallica

- eliminazione di eventuali sostanze inquinanti quali terra, olio, ecc.
- smerigliatura della superficie metallica con smerigliatrice o spazzola abrasiva
- leggera smerigliatura delle zone rivestite in polietilene adiacente interessata all'applicazione del manicotto

b) Preriscaldamento della superficie metallica

- riscaldamento della superficie metallica fino ad una temperatura di circa 50°C
- la temperatura del rivestimento adiacente dovrà essere di circa 30°C

c) Posizionamento del manicotto sul tubo

- rimuovere il foglio protettivo del manicotto
- centrare il manicotto ed avvolgerlo al tubo. La sovrapposizione del manicotto sul rivestimento adiacente deve essere minima di 50 mm. La sovrapposizione dei lembi del manicotto deve essere di circa 150 mm.

d) Posizionamento delle pezze di giunzione

- centrare la pezza di chiusura sulla zona di sovrapposizione dei due lembi del manicotto
- pressare la pezza sul manicotto

e) Riscaldamento della pezza di giunzione

- riscaldare uniformemente la pezza sino ad osservare un deciso viraggio del suo colore
- a viraggio avvenuto, premere sulla pezza con guanti o rullo per ottenere una intima fusione tra pezza e manicotto

f) Riscaldamento del manicotto

- riscaldamento del manicotto lungo le sezioni circolari (procedendo dalle sezioni centrali verso quelle laterali)

avendo cura che il suo restringimento avvenga senza che restino intrappolate sacche d'aria.

g) Collaudo

- ispezione visiva per controllare l'assenza di bolle d'aria, di grinze, di sdoppiature, scollamenti dei bordi e della pezza di giunzione
- verifica della continuità dielettrica mediante holiday detector tarato con una tensione di prova di 25 KV.

### 137.3 Procedura di riparazione - rivestimento esterno in polietilene

a) Riparazione su piccoli difetti

- riscaldare in modo graduale la zona da riparare con fiamma evitando di provocare la combustione del rivestimento
- applicare a caldo riscaldando con fiamma una o più strisce di polietilene di materiale idoneo nella zona da riparare, lisciando le superfici con spatola riscaldata, fino a riempire la cavità
- verificare con holiday detector (25 KV) la continuità dielettrica della zona riparata

b) Riparazione con pezze su difetti estesi

- ampliare la zona del difetto per ottenere una forma geometrica regolare e verificare la adesione del rivestimento esistente
- effettuare sulla superficie da riparare una leggera smerigliatura o spazzolatura per rimuovere i residui di rivestimento fino a ottenere una superficie metallica completamente pulita
- riscaldare in modo graduale la superficie da riparare mediante fiamma ed applicare a caldo una o più strisce di polietilene di materiale idoneo (vedi punto a) fino a riempire la cavità, lisciando la superficie con spatola riscaldata
- preparare una pezza di polietilene di materiale idoneo di dimensioni leggermente superiori a quelle della zona da riparare, con spigoli arrotondati
- applicare la pezza sulla zona da riparare e pressarla fino a ottenere una completa adesione tra la pezza ed il rivestimento (applicare un foglio di alluminio sulla pezza solo nel caso di utilizzo di materiali di riparazione che lo richiedano).
- riscaldare la zona con fiamma in modo da fondere lo strato di adesivo della pezza con la zona sottostante e battere contemporaneamente con tampone o attrezzo adatto (eliminare il foglio di alluminio se utilizzato a raffreddamento avvenuto)
- verificare con holiday detector 25 KV la continuità dielettrica della zona riparata.

### 137.4 - Rivestimento interno delle tubazioni in resina epossidica

Il rivestimento interno deve essere realizzato in resina epossidica bicomponente, mediante verniciatura, con prodotti che risultino idonei al contatto con acqua potabile, in conformità a quanto previsto dalle vigenti leggi: D.M. 21/3/73 - Circolare del Ministero della Sanità n. 102 del 02/12/1978. L'Impresa dovrà presentare alla Direzione Lavori la certificazione prodotta da un laboratorio specializzato che i materiali impiegati sono in conformità alla sopracitata legge.

Il rivestimento deve essere applicato mediante sistema air-less su una superficie asciutta ed esente da sostanze estranee (oli, grassi, ecc..), ed opportunamente sabbiata mediante proiezione di graniglia metallica, fino ad ottenere un grado di finitura Sa 2 1/2.

**Caratteristiche del rivestimento interno applicato (in resina epossidica) -**

#### *Aspetto*

Il rivestimento applicato deve presentarsi all'esame visivo come una superficie levigata e speculare, priva di difetti di verniciatura (colature, spirali, gocce, ecc..) di colore uniforme, aspetto omogeneo, e senza alcun difetto di laminazione riguardo alla superficie metallica.

#### *Spessore*

Lo spessore minimo secco del rivestimento deve risultare pari a 250 micron (0,250 mm) e lo spessore massimo può risultare pari a 400 micron (0,400 mm).

#### *Finitura estremità*

Le estremità dei tubi devono essere prive di rivestimento per una larghezza di 20-30 mm e trattate con protettivo temporaneo (durata minima 1 anno).

#### *Prova di aderenza*

La prova di aderenza si effettua sui tubi dopo il periodo necessario alla completa essiccazione del rivestimento.

Essa consiste nell'incidere mediante una lama di coltello la superficie verniciata, con due incisioni a metallo incrociate, e quindi scalzare il rivestimento nelle zone incise. L'esito della prova è positivo se il rivestimento non viene rimosso sotto forma di grosse scaglie e non presenta stratificazioni.

Prove di collaudo relative al rivestimento interno e certificazione -

Tutti i tubi devono essere ispezionati per l'esame visivo dell'aspetto del rivestimento interno.

Nel caso in cui si riscontrino dei difetti, se questi si estendono per un'area superiore al 10% della superficie rivestita, il tubo in oggetto deve essere sottoposto ad un secondo ciclo di lavorazione (eliminazione del rivestimento realizzato e riesecuzione dello stesso).

#### *Prove non sistematiche*

Le seguenti prove devono essere effettuate con la frequenza di seguito specificata:

a) Misura dello spessore

Misura effettuata ad umido con spessimetro a pettine su uno o più tubi, in un numero di punti significativo, ad ogni inizio lavorazione o dopo interruzioni della produzione superiori a 2 h.

Misura effettuata a secco con spessimetri magnetici (errore max  $\pm 10\%$ ) in un numero significativo di punti, su un tubo per ogni turno di 8 h di lavorazione.

b) Prova di aderenza

Prova effettuata su un tubo ogni 200 tubi dell'ordinativo o una prova per ogni turno di produzione di 8 h.

Nel caso in cui i risultati delle prove di cui al punto due I° e II° comma non siano conformi a quanto richiesto, i tubi sui quali sono state effettuate le prove devono essere sottoposti ad un secondo ciclo di lavorazione. Inoltre la prova i cui risultati non siano conformi deve essere ripetuta su un numero doppio di tubi prodotti (scelti tra quelli prodotti subito prima e dopo i tubi sottoposti inizialmente alle prove). Nel caso in cui i risultati delle riprove siano positivi la produzione è dichiarata conforme, nel caso in cui i risultati non siano positivi il fornitore deve concordare con l'acquirente un piano di prove più dettagliato per definire l'accettazione o meno dei tubi rivestiti.

#### *Certificazione*

I risultati delle prove di collaudo devono essere registrati e forniti come certificazione nei confronti dell'acquirente. Tutte le materie prime utilizzate, relativamente ad ogni lotto, devono essere accompagnate all'atto della fornitura da un certificato di analisi (con le prove inerenti le caratteristiche fisico-chimiche principali). Tale certificazione deve essere trasmessa dal rivenditore all'acquirente.

#### *Riparazioni sul rivestimento interno*

Le riparazioni realizzate possono interessare al massimo il 10% della superficie interna dei tubi. Per le riparazioni deve essere utilizzata la stessa resina epossidica applicata per il rivestimento interno del tubo.

La riparazione si esegue nel seguente modo:

- si effettua sulla zona da riparare una leggera smerigliatura fino ad ottenere una superficie metallica completamente pulita;
- si rimuove la polvere ed ogni altro residuo dalla zona da riparare;
- si applicano sulla zona interessata a spruzzo o pennello una o più mani di resina epossidica, precedentemente preparata, fino ad ottenere lo spessore secco di 250 micron.

#### *Operazioni da effettuare al montaggio della condotta*

Dopo aver effettuato la saldatura dei tubi è necessario procedere al rivestimento della zona di giunzione per realizzare la continuità del rivestimento.

#### *Esecuzione del rivestimento interno sulla zona di saldatura*

Dopo aver effettuato la saldatura dei tubi è necessario procedere al rivestimento interno della zona di giunzione per realizzare la continuità del rivestimento interno.

Questa operazione deve essere realizzata per tubi di diametro superiore o uguale a 400 mm; per tubi di diametro inferiore l'operazione può anche non essere effettuata.

L'operazione deve avvenire secondo la procedura di seguito indicata:

- effettuare sulle estremità non rivestite interne dei tubi (20-30 mm) una leggera smerigliatura fino ad ottenere una superficie metallica completamente pulita.
- dopo aver realizzato la saldatura rimuovere ogni residuo dalla zona interna di giunzione mediante energica spazzolatura.
- applicare sulla zona interessata a pennello o spruzzo uno strato di resina epossidica, precedentemente preparata, sino ad ottenere lo spessore secco di circa 250 micron (durante l'operazione avere cura di non danneggiare il rivestimento interno preesistente).

#### 137.4.1 Rivestimento interno delle tubazioni in malta cementizia centrifugata

Il rivestimento interno in malta cementizia centrifugata sarà eseguito in conformità alle norme DIN 2614

### Art. 138 Prove a pressione di tubazioni in opera

Le prove delle condotte in opera consisteranno nel sottoporre a pressione interna tratti di tubazione la cui lunghezza dovrà essere la massima possibile e con il maggior numero di pezzi speciali, saracinesche, attraversamenti di manufatti o strade, ecc., già inseriti nella condotta stessa.

In casi particolari o su richiesta dell'impresa o su ordine della Direzione Lavori si eseguiranno le prove con le tubazioni completamente interrata.

L'impresa non avrà diritto in nessun caso a nessun compenso per la ricerca e la individuazione di eventuali perdite che risultassero dalla prova a pressione quando anche la Direzione Lavori avesse ordinato il reinterro delle tubazioni prima di effettuare le prove a pressione.

Le testate delle tratte di condotta di prova saranno chiuse mediante apposite apparecchiature fissate su ancoraggi dimensionati per le pressioni e diametri in gioco; dette apparecchiature avranno dimensioni e forme scelte dall'impresa che è responsabile della loro perfetta inamovibilità e tenuta. In tutte le prove una volta raggiunta nella tratta in prova, mediante pompaggio d'acqua, la pressione prescritta verrà disinnestata la pompa in maniera che non sia più possibile il pompaggio e verrà chiuso a chiave il manometro scrivente (già messo a punto) controllato da un manometro campione precedentemente montato in parallelo.

Le spese per le prove sia in officina sia in opera saranno a totale carico dell'impresa, la quale dovrà eseguire tutti i lavori prescritti e quanti altri ne possano occorrere (chiusure di saracinesche perdenti con flange cieche, scavi, ripristini, ecc.) e mettere a disposizione della Direzione Lavori qualsiasi mezzo, strumento od altro che fosse necessario al buon andamento ed alla riuscita delle prove stesse; verificandosi rottura di tubazioni o di altre parti delle condotte queste dovranno essere cambiate, restando a carico dell'impresa gli eventuali maggiori pezzi speciali e giunti che fosse necessario installare, nonché i movimenti di terra, gli aggotamenti, i ripristini ed ogni altra qualsiasi opera fino alla completa riuscita delle prove.

L'acqua di riempimento delle condotte dovrà essere limpida e contenere una fortissima percentuale di ipoclorito od altro prodotto di analoga azione disinfettante: il tutto a cura e scelta dell'impresa responsabile della riuscita finale delle prove e della disinfezione delle condotte.

Terminate le prove l'appaltatore dovrà esibire il certificato di potabilità rilasciato dall'Autorità Sanitaria competente.

Il manometro del tipo scrivente da usare per le prove, dovrà essere inserito nel punto delle tratte in prova avente la quota media del tratto in pressione.

Prima della prova con la condotta in leggera pressione verranno ripetutamente aperti i rubinetti opportunamente installati nelle cuspidi intermedie e terminali, fino alla totale eliminazione dell'aria o gas contenuti nella condotta e ciò sino a che vi fuoriesca solo acqua.

#### 138.1.1 Tubazioni in acciaio

Saranno eseguite due prove: nella prima le tubazioni saranno provate in opera senza apparecchiature portando la pressione interna fino alla massima pressione idrostatica e aumentata del 30% .

La prima prova sarà ritenuta valida se nel periodo di 8 ore la detta pressione non sarà scesa di più del 3% (tre per cento) del valore iniziale.

Nella seconda prova, da eseguirsi a condotta interrata e completa di pezzi speciali e valvole, la pressione sarà di 3 atm superiore a quella idrostatica e sarà ritenuta valida se nel periodo di 4 ore non sarà scesa di più del 3% (tre per cento) del valore

iniziale.

#### 138.1.2 Tubazioni in PEad

La prova si intende riferita alle condotte con relativi giunti, curve, derivazioni, riduzioni, ecc., escluso qualsiasi altro accessorio idraulico (saracinesche, sfiati, scarichi di fondo, idranti, ecc.). Riempita la tratta da provare, la stessa verrà messa in pressione con gradiente di 1 bar al minuto fino a raggiungere la pressione di esercizio, pressione che verrà mantenuta per il tempo necessario a consentire l'assestamento dei giunti e l'eliminazione di eventuali perdite che non richiedano lo svuotamento della condotta. Quindi si effettuerà una prova preliminare (ad 1 ora) ed una definitiva (a 12 ore) con le seguenti modalità:

a) - Prova ad 1 ora: si porterà la tratta interessata alla pressione di prova (1,5 volte la pressione nominale a 20°C) e si isolerà il sistema della pompa di prova per il periodo di 1 ora; nel caso di calo di pressione si misurerà il quantitativo d'acqua occorrente per ripristinare la pressione di prova. Tale quantitativo non dovrà superare il valore di  $1,67 \times L \times PP \times Di / 1000$  con: L espresso in km, Pressione Prova in bar e Di in mm .

b) - Prova a 12 ore: si effettuerà subordinatamente all'esito positivo della precedente, lasciando la tratta alla pressione di prova per il tempo di 12 ore e, trascorso tale termine, nel caso di calo di pressione, misurando il quantitativo d'acqua necessario a ristabilirla che non dovrà superare il quantitativo stabilito con la precedente formula riferita a 1 ora.

### Art. 139 **Lavaggio e disinfezione delle condotte**

Ad avvenuta ultimazione di tronchi funzionali dell'acquedotto si farà luogo al lavaggio ed alla disinfezione delle tubazioni. Si procederà ad un energico lavaggio preventivo con scarico libero alle estremità delle condotte: in punti intermedi successivamente verrà introdotto ipoclorito sodico, in congrua soluzione, nella condotta medesima che resterà piena senza prelievo alcuno d'acqua per la durata minima di 24 ore.

Si passerà infine ad un ulteriore accurato lavaggio con acqua e scarichi aperti. Dopo tale procedimento la condotta potrà essere messa in esercizio, salvo le eventuali ulteriori disposizioni da parte della Direzione Lavori, nonché il prelievo di campioni d'acqua da sottoporre ad analisi chimica e batteriologica, presso gli istituti previsti dalla Legge, per l'accertamento della potabilità dell'acqua stessa. Le spese per l'acqua di lavaggio, per la disinfezione e per le analisi saranno a carico dell'Impresa.

## **CAPITOLO 16 APPARECCHIATURE IDRAULICHE**

Le apparecchiature saranno utilizzate per le reti idriche in pressione in cui l'acqua, con caratteristiche potabili, sia priva di corpi filiformi, microalghe e sostanze solide.

### Art. 140 **Flange**

#### 140.1.1 Caratteristiche funzionali e costruttive

La costruzione sarà eseguita in acciaio forgiato o stampato secondo la tabella generale delle flange UNI 2233. Per le flange di diametro o tipo non contemplato nella suddetta tabella, il concorrente alleggerà le specifiche e le normative a cui ha fatto riferimento o, in mancanza, i criteri seguiti evidenziando nei calcoli di dimensionamento, il coefficiente di sicurezza nonché la dettagliata descrizione delle caratteristiche dei materiali impiegati, spessori e relativi pesi.

#### 140.1.2 Materiali

La costruzione dovrà essere eseguita utilizzando acciaio tipo Fe 42B di cui alle norme UNI 7070 e comunque secondo le norme UNI 2223.

### Art. 141 **Valvole automatiche di sfiato**

Caratteristiche funzionali e costruttive

Le valvole dovranno consentire l'uscita e l'entrata dell'aria quando la condotta è in fase di riempimento o di scarico e spurgo dell'aria anche sotto pressione. Saranno inserite nei vertici altimetrici delle condotte ed a valle di organi di intercettazione delle stesse condotte.

Nella documentazione di offerta dovranno essere specificate le seguenti caratteristiche:

- a) Pmax pressione massima;
- b) Qr portata di riempimento della tubazione;



- c) Qmax portata massima dell'aria;
- d) D diametro della condotta su cui lo sfiato è applicato.

Attacco dalla valvola di sfiato alla condotta

Non sono ammessi attacchi filettati ma solo a mezzo flange con caratteristiche di cui alle norme UNI 2223.

Intercettazione

L'intercettazione dovrà avvenire con saracinesca manuale esterna od incorporata nell'apparecchio di sfiato, comunque di tipo flangiato. L'organo di sezionamento del tipo a saracinesca con anello di tenuta elastometrico sull'otturatore, dovrà avere ampia luce libera di passaggio di area non inferiore al 40% del diametro nominale del raccordo di ingresso per assicurare il facile deflusso in controcorrente dell'aria e dell'acqua.

Diametro flangia attacco

Il diametro e classe della flangia di attacco sarà determinato secondo le norme UNI 2223.

Tipo

Sarà a doppio galleggiante inserito in corpi separati. E' esclusa la adozione di tipologie “Siena”, “Roma”, “Idra”, “Alba”, “Ferrovia”, “Crotone”.

Saranno preferiti galleggianti sferici di materiale resistente all'usura e poco soggetto a subire incrostazioni.

141.1.1 Classe di pressione

La pressione della valvola non sarà inferiore alla corrispondente pressione idrostatica della condotta maggiorata di 0.50 volte.

**Materiali**

- Corpo /cappelli in ghisa G20 o acciaio al carbonio;
- galleggianti in acciaio inox AISI 304;
- accessori in bronzo o acciaio inox AISI 304;
- Guarnizioni in elastomeri tipo BUNA/M o Neoprene;
- bulloni in acciaio classe 8.8 UNI 3740 zincati o cadmiati.

Collaudi

I collaudi saranno effettuati secondo la normativa generale e dovranno essere finalizzati al fine di verificare:

- a) la funzionalità
- b) la pressione secondo le norme UNI.

#### **Art. 142 valvole di intercettazione**

L'apparecchiatura dovrà consentire l'interruzione della portata o la sua regolazione, per cui le parti mobili potranno assumere posizioni anche estreme (massima apertura/chiusura). L'apparecchiatura dovrà essere corredata da apposito diagramma in cui siano esplicitate, per tutto il campo delle portate ammissibili, i valori delle perdite di carico in relazione ai diversi gradi di apertura dell'organo.

Saracinesche manuali e motorizzate

Dimensioni, materiali, eventuale motorizzazione, modalità di collaudo, secondo le norme UNI 7125-72.

Per i diametri superiori a quelli previsti nella suddetta normativa UNI, il costruttore, allegherà le specifiche e le normative a cui ha fatto riferimento per la determinazione dell'apparecchiatura o, in mancanza, i dati di calcolo di dimensionamento con specificazione del coefficiente di sicurezza nonché la dettagliata descrizione dei materiali impiegati, le caratteristiche tecniche, gli spessori, i pesi, i dati tecnici dei comandi manuali e/o motorizzati, le pressioni di esercizio e di prova. Dovrà, inoltre essere chiaramente specificato il massimo sforzo in N per aprire la valvola, il rapporto di riduzione previsto, il numero di giri del volantino, il tempo di manovra, la esecuzione dei comandi eventualmente motorizzati, la lubrificazione ed il tipo di manovra.

##### 142.1.1 Valvole a farfalla

Potranno essere del tipo interflangiate o flangiate, ma comunque con flange conformi alle norme UNI 2223. L'otturatore dovrà essere del tipo a rotazione eccentrica con tenuta continua realizzata da guarnizione elastica in elastomero posta sulla lente o sulla sede e comunque ricambiabile.

La valvola a farfalla dovrà avere la possibilità della sostituzione della guarnizione di tenuta senza lo smontaggio della valvola stessa dalla sua sede di esercizio. Il dispositivo di manovra sarà preferibilmente del tipo a “glifo”, sono comunque esclusi azionamenti del tipo ad azione diretta a leva. Le valvole saranno tutte del tipo motorizzato

con indicatore del grado di apertura e dispositivo per la trasmissione a distanza del grado di apertura stesso. Dovranno inoltre essere complete di dispositivo per l'azionamento manuale di emergenza con sforzo massimo sul volantino non superiore ai 12 Kg.

Il dispositivo di manovra dovrà essere del tipo irreversibile per assicurare indefinitamente nel tempo il mantenimento della posizione dell'otturatore.

In sede di offerta, il concorrente, dovrà tenere conto che le apparecchiature potranno essere alloggiare all'interno di pozzetti interrati poco ventilati e saturi di umidità.

Per tutte le componenti elettriche dovranno essere rispettate le vigenti normative con particolare riferimento alle norme CEI nei confronti delle quali l'Impresa Appaltatrice dovrà fornire, a completamento dei lavori e prima del collaudo definitivo, apposita certificazione di conformità, anche in materia delle previste prescrizioni antinfortunistiche di cui al D.P.R. n°547.

#### Tempi di manovra

I tempi di manovra, apertura e chiusura, devono essere adeguati alle portate e pressioni onde evitare l'insorgere di sovrappressioni, depressioni o fenomeni di cavitazione.

La sovrappressione massima causata dalla manovra di apertura e chiusura della valvola, sarà definita e dichiarata in base ai dati di progetto e sulla scorta dei parametri di esercizio dovranno indicarsi:

- a) Pmax pressione massima prevista a cui la valvola a otturatore chiuso potrà essere sottoposta per carico idrostatico aumentata eventualmente delle sovrappressioni conseguenti ai transitori che derivino dalla manovra o dalle condizioni di esercizio;
- b) Qmax portata massima ammissibile;
- c) perdita di carico ammissibile;
- d) grandezza geometrica a monte della valvola.

Per diminuire il valore di sovrappressione, il tempo di manovra dovrà essere realizzato a velocità differenziate. Il 75% della corsa dell'otturatore che dalla posizione di “valvola tutta aperta” alla posizione di “valvola chiusa” dovrà essere percorsa in un tempo t1; il restante 25% che va dalla posizione di “valvola poco aperta” alla posizione di “valvola chiusa” dovrà essere percorso in un tempo t2 = t1, qualunque sia il tempo totale che si assegna per una manovra completa di chiusura o apertura.

#### Diametro delle valvole

Il diametro interno della valvola a farfalla corrisponderà a quello della tubazione e comunque non sarà mai inferiore al 90% del diametro nominale della tubazione stessa. Nei casi di riduzione ammessa, si provvederà con opportuno raccordo flangiato tra la valvola e la tubazione.

#### Pressione nominale

La pressione nominale è assunta non inferiore alla pressione massima idrostatica di esercizio, in situazione di valvola aperta o chiusa, aumentata del 50%.

#### Tenuta idraulica

La tenuta idraulica tra otturatore e corpo valvola, dovrà essere perfetta e realizzata attraverso guarnizione resistente alle abrasioni ed all'invecchiamento. In particolare le guarnizioni dovranno essere in gomma naturale o elastomeri sintetici con proprietà antiolio ed insensibili ai comuni solventi. Dovranno essere elastiche con durezza di circa 85/90 Shore e difficilmente scalfibili. Il loro carico di rottura dovrà essere non inferiore a 180 Kg/cmq ed il corrispondente allungamento a rottura non inferiore al 350%.

#### Dispositivi di montaggio

La valvola sarà collegata alle condotte mediante flange forate secondo le norme UNI ed in base alla classe di pressione. Il collegamento alla condotta avverrà mediante l'interposizione di eventuale giunto di smontaggio. Si dovrà inoltre evitare che il peso delle valvole gravi direttamente sulle tubazioni o sulle parti dell'impianto.

#### Materiali

I materiali costituenti da adottarsi per la costruzione della valvola saranno:

- a) corpo valvola in ghisa G.25 UNI 5007;
- b) lamiera e profilati in acciaio Fe 42B UNI 7070 elettrosaldate;
- c) alberi in acciaio inox AISI 420;
- d) madreviti in bronzo B14 UNI 7013;
- e) boccole e bronzine in bronzo B14 UNI 7013 o PTFE;

- f) anello fermo guarnizioni: acciaio ASI 304, in ottone OT58, bronzo BSZN4;
- g) guarnizioni in elastomeri naturali o sintetici
- h) bulloneria interna in acciaio inox ASI 304
- i) bulloneria esterna classe 8.8 UNI 3740 zincata o cadmiata.

#### Collaudi

I collaudi saranno eseguiti secondo la normativa generale vigente o per particolari in essa non specificati, secondo le norme BS 5155-74 della British Standard.

#### Art. 143 **idrovalvole**

Risultano classificate come valvole fornite di servomeccanismo di apertura e chiusura che utilizzano per il loro funzionamento il salto di pressione tra valle e monte nel fluido in movimento. Il loro impiego è previsto come organi di sezionamento periferico in corrispondenza dei nodi rete secondari.

Costruttivamente dovranno essere del tipo a flusso libero con corpo in materiale metallico e dimensionate per una pressione nominale di esercizio relativa alle caratteristiche delle condotte. La valvola senza fluido interno ed in assenza di pressione, dovrà resistere ad una temperatura di 70°C senza riportare anomalie alla ripresa delle normali condizioni di impiego.

Il costruttore dovrà specificatamente descrivere il tipo di protezione interna ed esterna utilizzate. Qualunque sia la tipologia e la forma, la valvola non dovrà creare turbolenze ed avere perdite di carico ridotte delle quali il costruttore dovrà fornire i relativi diagrammi in relazione al campo di portate di esercizio. Durante le fasi di chiusura ed apertura e, per le portate dichiarate dal costruttore, non dovrà dare luogo a vibrazioni di sorta che possano pregiudicare la vita della valvola.

La tenuta dovrà essere del tipo rigido di metallo ed elastomero (membrana) o del tipo elastomero-elastomero; è esclusa la tenuta di tipo metallico.

La valvola dovrà essere realizzata in modo da assicurare la facile manutenzione e sostituzione delle componenti deteriorate; di tale caratteristiche il costruttore dovrà fornire adeguata documentazione tecnica.

L'idrovalvola corredata di adatto dispositivo di manovra, dovrà operare una chiusura ed una apertura della luce di passaggio sufficientemente lenta e progressiva e comunque tale da prevenire pericolosi colpi di ariete.

Il circuito idraulico di comando dovrà essere protetto da filtro, con adeguata superficie filtrante, ispezionabile e di facile pulitura.

L'idrovalvola in posizione di chiusura dovrà assicurare una tenuta ermetica con una pressione di condotta  $\leq$  a 0,6 bar, con comando in posizione di apertura l'idrovalvola dovrà aprirsi con una pressione in condotta non superiore e quella indicata dal costruttore.

I dispositivi di comando dovranno essere del tipo manuale, elettrico locale o a distanza, mediante piloti di pressione, livello, portata o con una combinazione degli stessi dispositivi. Indipendentemente dal tipo di comando sul circuito idraulico, l'idrovalvola dovrà essere predisposta per l'azionamento anche manuale in caso di emergenza.

Il comando elettrico dovrà essere del tipo a bassa potenza (2,5 W) per consentire cavi di sezione limitata potendo essere le idrovalvole elettroidrauliche montate a notevole distanza dal punto di alimentazione e comando. Saranno preferite soluzioni con elettrovalvole del tipo bi-stabile, adatte per comandi ad impulso tali da richiedere energia solamente nella fase di trasmissione del segnale di comando. Saranno tassativamente scartati sistemi di azionamento che provochino chiusure contemporanee delle valvole in caso di mancanza di tensione di alimentazione. Sono ammesse tensioni di alimentazione inferiori a 48V e le bobine di azionamento saranno del tipo separato dal fluido intercettato e sostituibili senza ricorrere alla rimozione della valvola pilota ed il fluido in pressione.

##### 143.1.1 Raccordi

L'idrovalvola dovrà essere facilmente inseribile o smontabile sulle condotte e sulle apparecchiature. Le guarnizioni saranno quindi a flangia secondo le norme UNI 2223 Pn 16 atm. Le stesse potranno essere del tipo filettato con filettature gas cilindrica G UNI 338 solo se previsto particolare giunto di smontaggio.

#### Contrassegni

Ogni idrovalvola dovrà portare stampigliato sul corpo o su apposita targhetta metallica, i seguenti dati:

- a) marchio o nome della ditta costruttrice;
- b) diametro nominale DN in mm.;
- c) pressione nominale PN in bar;
- d) pressione minima Pmin di apertura in bar;
- e) numero di matricola;
- f) freccia indicante la direzione del flusso.

Ad installazione della valvola la ditta Appaltatrice dovrà provvedere ad etichettare la valvola in relazione alla numerazione e/o classificazione della stessa in seno al quadro generale di telecontrollo.

#### 143.1.2 Materiali

Le idrovalvole dovranno essere realizzate con i seguenti materiali:

- a) corpo in ghisa G20, ghisa malleabile, bronzo, ottone;
- b) molla in acciaio galvanizzato o inox;
- c) guarnizioni e membrana in elastomero resistente all'usura e all'invecchiamento.

#### Collaudi

I collaudi saranno effettuati in riferimento alla normativa generale, oltre ai punti precedenti del presente capitolato dovranno tenere conto anche delle seguenti condizioni:

a tenuta con valvola aperta e chiusa con pressioni pari a 1,5 volte la pressione nominale;

corretto funzionamento degli organi di manovra alla pressione nominale;

di portata e relative perdite di carico.

#### Art. 144 valvole di regolazione

Saranno preferibilmente del tipo a fuso. L'apparecchiatura dovrà consentire la regolazione della portata che attraversa la valvola secondo, un verso preassegnato, mediante opportune manovre della valvola stessa.

Gli organi di manovra dovranno consentire operazioni di apertura e chiusura continuamente comandate e risultanti da una successione di spostamenti unitari. La conformazione dell'otturatore e la legge del suo movimento devono garantire che, per qualsivoglia grado di apertura della valvola, non si determinino fenomeni di distacco o cavitazione della vena liquida.

Il dispositivo di regolazione della portata offerto, sarà definito nel tipo e nelle dimensioni in base al valore dei seguenti parametri di esercizio:

- a) pressione massima  $P_{max}$  a cui il dispositivo, ad otturatore chiuso, potrà essere sottoposto;
- b) pressione pari al carico idrostatico aumentato delle sovrappressioni conseguenti i transitori che ne derivino dalla manovra di apertura o da prevedibili condizioni di esercizio. In difetto di tali determinazioni, per le sovrappressioni, si assumeranno i valori massimi indicati nella tabella III allegata al D.M. LL.PP. del 12.12.85 “Normativa tecnica per le tubazioni”;
- c) portata massima  $Q_{max}$  e portata minima  $Q_{min}$ ;
- d) perdite di carico ammissibili nel dispositivo;
- e) campo di funzionamento per evitare possibili fenomeni di cavitazioni;
- f) tempo minimo per la manovra completa di chiusura o apertura.

#### 144.1.1 Perdite di carico

L'Impresa Appaltatrice dovrà specificare, mediante grafico, l'andamento delle perdite di carico della valvola in funzione al grado di apertura dell'otturatore e della portata di transito.

#### 144.1.2 Modalità di funzionamento

Dovranno essere precisate, prima dell'installazione, le caratteristiche costruttive della valvola, il principio di funzionamento, i calcoli relativi al dimensionamento, anche ai fini della resistenza meccanica, tenuto conto che l'apparecchiatura dovrà consentire frequenti e ripetute manovre di regolazione.

#### 144.1.3 Materiali

Le valvole dovranno essere realizzate con i seguenti materiali:

corpo in ghisa G25 UNI 5007, acciaio Fe 42B UNI 7070 elettrosaldato, acciaio fuso Aq 45 UNI 3158;

- a) otturatore come per il corpo valvola;
- b) sedi di tenuta sul corpo e sull'otturatore in acciaio inox AISI 304 o 316, ottone OT 58;
- c) madreviti e boccole in bronzo B 14 UNI 7013;
- d) viteria interna in acciaio inox AISI 304.

#### 144.1.4 Collaudi

Oltre a quanto indicato nella normativa generale, di cui ai punti precedenti del presente capitolato, anche delle seguenti prove:

in stabilimento: funzionalità degli organi di manovra e comando sotto carico; resistenza alla pressione con riferimento alla pressione nominale statica ed alla pressione massima di esercizio, tenuto conto anche dei fenomeni

transitori secondo le specifiche e le disposizioni cui la casa costruttrice ha fatto riferimento nella sede di progettazione della valvola;

in opera: ove possibile esecuzione di prove di portata e determinazione delle perdite di carico.

#### Art. 145 **giunti di smontaggio**

Verranno utilizzati allo scopo di consentire dilatazioni, compensare disassamenti e consentire agevoli smontaggi e rimontaggi degli organi elettroidraulici ed idraulici principali. Le caratteristiche principali saranno, per il modello a flange scorrevoli:

- a) di tipo telescopico a 3 flange, due per l'accoppiamento ed una intermedia per la pressatura e la registrazione della guarnizione;
- b) escursione massima 25 mm.;
- c) scorrimento su superfici lavorate a macchina e protette;
- d) tiranteria di regolazione escursione compressa.
- e) Per il modello a soffietto metallico, si avranno le seguenti caratteristiche:
- f) giunti in acciaio inox;
- g) biflangiato con o senza convogliatore;
- h) tiranteria di fermo in acciaio 8.8 cadmiata.
- i) Per il modello a soffietto elastico, si avranno le seguenti caratteristiche:
- j) elemento deformabile in elastomeri sintetici;
- k) armatura interna in nylon o acciaio;
- l) tiranteria di fermo in acciaio 8.8 cadmiato.

##### 145.1.1 Materiali

Le tipologie di materiali saranno:

- a) tubi Fe 42B UNI 7070;
- b) flange in Fe 42B UNI 7070;
- c) guarnizioni in elastomero sintetico o gomma naturale;
- d) tiranteria in acciaio trafilato ad alta resistenza;
- e) soffietti in acciaio inox AISI 304;
- f) soffietti in elastomeri sintetici con rinforzi metallici o fibre sintetiche.

#### Collaudo

Oltre a quanto indicato nella normativa generale, di cui ai punti precedenti del presente capitolato, anche delle seguenti prove:

- a) prova dimensionale;
- b) prova di resistenza ad una pressione pari a 1,5 volte la pressione massima di esercizio statica o dinamica.

#### Art. 146 **valvole per serbatoi**

Sono apparecchiature atte a regolare l'afflusso delle portate dei serbatoi asservendole al livello idrico di questi.

##### 146.1.1 Otturatori a disco

Gli otturatori a disco ad asse verticale, del tipo sommerso o a sottocuffia, dovranno consentire l'alimentazione delle vasche mantenendo il livello costante prefissato. L'alimentazione avverrà dal basso con comando a galleggiante con dispositivo di regolazione del grado di apertura. Allegato alla documentazione da presentare preventivamente all'installazione, dovrà essere redatto il grafico di funzionamento delle perdite di carico in funzione del grado di apertura dell'otturatore per le diverse combinazioni del valore della portata in transito.

Costruttivamente l'apparecchiatura dovrà essere realizzata con le seguenti caratteristiche generali:

- a) ugelli riportati e ricambiabili al tubo di adduzione con speciale profilo idraulico;
- b) superfici di tenuta, su augelli e piattelli, in materiale antiusura e minima scabrezza;
- c) sistemi di guida del piattello e protezione in grado di assicurare da possibili deficienze dell'autocentratura per passaggi di eventuali corpi estranei;
- d) limitazione della corsa di apertura regolabile senza dispositivi di arresto su leve o galleggianti;
- e) cuffia ampiamente dimensionata con particolare profilo deflettore smorzatore;
- f) snodi sferici sulle aste di collegamento del piattello e del galleggiante alla leva;
- g) cuscinetti di sostegno della leva previsti per carichi di fatica ed urto;
- h) galleggiante antiurto.

##### 146.1.2 Dispositivo di manovra

Le parti mobili ruotanti su assi saranno collegati ai supporti mediante cuscinetti a sfere del tipo chiuso prelubrificati.

### 146.1.3 Galleggiante

Del tipo cilindrico con guide esterne.

### 146.1.4 Ugello

Sarà collegato alla tubazione con flangia secondo le norme UNI con bulloni in acciaio zincato o cadmiato classe 8.8 UNI 3740.

### 146.1.5 Otturatore

Dovrà assicurare la perfetta tenuta sull'ugello al raggiungimento del livello prefissato. Per le portate intermedie l'apparecchio non dovrà oscillare né vibrare.

#### Materiali

I materiali costitutivi dell'apparecchiatura saranno:

- a) galleggiante in acciaio zincato;
- b) ugello in bronzo o acciaio inox;
- c) leve e supporti in acciaio zincato;
- d) parti fulcranti su cuscinetti protetti;
- e) otturatore in acciaio zincato;
- f) guarnizioni in gomma naturale o elastomeri antiusura ed anti invecchiamento con proprietà antiolio, insensibili ai solventi ed a composizione a base di neoprene con bassa carica di inerti. Elastiche con durezza in gradi Shore 85/90 e non scalfibili;
- g) bulloni in acciaio zincati o cadmiati classe 8.8 UNI 3740.

### 146.1.6 Collaudo

Oltre a quanto indicato nella normativa generale, di cui ai punti precedenti del presente capitolato, anche delle seguenti prove in officina o in opera con riferimento alle norme UNI 6884-71 per quanto applicabili:

- a) prove di funzionalità degli organi di manovra;
- b) prove di tenuta alla pressione massima statica o dinamica di esercizio;
- c) prove di portata e perdite di carico nelle condizioni nominali di esercizio.

#### Art. 147 **idrovalvole per serbatoi**

Le idrovalvole da montare a servizio del livello vasca dei serbatoi, saranno del tipo a membrana con otturatore a pistone. Il fornitore dovrà specificare, mediante grafici l'andamento delle perdite di carico della valvola in funzione del grado di apertura della stessa e della portata in transito.

Per tutte le caratteristiche relative ai Materiali, Funzionalità e Collaudi si rimanda alle prescrizioni di cui ai precedenti punti

#### Art. 148 **valvole di sicurezza e scarico anticolo di ariete**

Le valvole saranno del tipo a molla, a scarico libero e chiusura stagna, in modo da scolare le sovrappressioni in fase di moto vario. La valvola sarà costituita essenzialmente da un ugello opportunamente sagomato, da un otturatore a piattello a grande alzata, in grado di autocentrarsi sul getto idrico senza necessità di guide e da una molla di contrasto ad azione diretta. La valvola sarà dotata di due attacchi per il manometro di controllo e per la pompa a mano di taratura. Nel montaggio la valvola dovrà essere preceduta da un opportuno organo di sezionamento a saracinesca con tenuta stagna. L'apparecchiatura sarà caratterizzata da:

- a) massima sensibilità con risposta immediata alle sovrappressioni;
- b) assenza di pendolazioni o battimenti a qualsiasi regime di deflusso;
- c) massima capacità di scarico con minimo incremento di pressione sopra il valore di taratura (chiusura);
- d) ampio campo di regolazione della pressione di taratura;
- e) tenuta assicurata tra superfici metalliche particolarmente resistenti all'ossidazione, all'usura ed alle caratteristiche dell'acqua.

Sull'organo dovranno essere chiaramente indicate su targhetta o sul corpo valvola le seguenti dicitura:

- a) nominativo del costruttore;
- b) pressione nominale;
- c) massima pressione ammissibile di taratura (chiusura);
- d) massima pressione ammissibile a valvola totalmente aperta;
- e) campo di regolazione della pressione di taratura;
- f) diametro nominale;
- g) numero di matricola.

Dovrà essere inoltre allegato diagramma indicante la portate scaricate in funzione delle sovrappressioni rispetto alla pressione di taratura.

#### 148.1.1 Materiali

La valvola sarà realizzata con i seguenti materiali:

- a) corpo in ghisa G20, ghisa malleabile o acciaio elettrosaldato;
- b) ugello interscambiabile in acciaio inox AISI 304, bronzo BZ 14 UNI 7013;
- c) otturatore in acciaio inox AISI 304;
- d) sedi di tenuta con riporto a spessore di cromo rettificato e lappato;
- e) molla in acciaio armonico ad alta resistenza;
- f) bulloneria e tiranti in acciaio inox.

#### 148.1.2 Collaudi

Oltre a quanto indicato nella normativa generale, di cui ai punti precedenti del presente capitolato anche delle seguenti prove in officina:

- dimensionale, taratura pressione inizio scarico, portate scaricate alle diverse sovrappressioni.

### Art. 149 **apparecchiature di misura idrauliche di portata e di livello serbatoi**

#### 149.1.1 Misuratori di portata

Saranno del tipo elettromagnetici induttivi magnetici con elettronica separata e come meglio specificato nelle relative voci di elenco prezzi.

#### 149.1.2 Misuratori di livello

- di tipo a galleggiante con funicella e ruotismi;
- ad ultrasuoni
- di tipo piezoresistivo

Per tutti i rilevatori di misura di tipo analogico si richiede un segnale in uscita normalizzato (0-20 mA; 4-20 mA; 1-10 V.c.c.) e per i modelli di tipo digitale un segnale ad impulsi compatibile con i computer ed i sistemi di acquisizione dati previsti in progetto.

#### 149.1.3 Collaudi

Secondo quanto indicato nella normativa generale, di cui ai punti precedenti del presente capitolato, sia in officina che in opera.

### Art. 150 **Descrizione e specifiche tecniche manufatti e apparecchiature.**

**Geotessile tessuto** con funzione prevalente di rinforzo, oltre che separazione e filtrazione, idoneo per l'impiego sotto i rilevati e bonifiche anche in terreni saturi e con scarse capacità geotecniche, idoneo per le applicazioni come previsto dalle norme EN 13249, EN 13250, EN 13251, EN 13252, EN 13253, EN 13254, EN 13255, EN 13256, EN 13257, EN 13265. Il geotessile è costituito da fibre in poliestere nella direzione della trama e dell'ordito. Il geotessile avendo funzione di rinforzo ed impiegato per opere di primaria importanza deve avere le seguenti caratteristiche prestazionali:

- resistenza a trazione longitudinale nominale (EN ISO 10319) = 400 kN/m;
- allungamento alla resistenza longitudinale (EN ISO 10319) = 12%;
- resistenza a trazione trasversale nominale (EN ISO 10319) = 50 kN/m;
- allungamento alla resistenza trasversale (EN ISO 10319) = 11%;
- resistenza caratteristica per una vita dell'opera di 100 anni (valore certificato da ente europeo indipendente e riconosciuto a livello europeo (BBA, TBU ecc.) con riferimento alle curve isocrone.
- resistenza al punzonamento statico (EN ISO 12236) = 10 kN;
- resistenza al punzonamento dinamico (EN 918) = 5 mm;
- permeabilità (EN ISO 11058) = 40 mm/s.

I teli di geotessile saranno disposti con la direzione longitudinale nel senso della massima sollecitazione (es. in un rilevato stradale il senso di posa deve essere perpendicolare all'asse del rilevato) ed in funzione delle caratteristiche del terreno, per evitare infiltrazione di terreno dal sottofondo i teli dovranno essere collocati con una sovrapposizione minima di 50 cm, o in presenza di terreni molli, cuciti tra loro con filo di idonee caratteristiche e con tecnica di cucitura tale da assicurare una resistenza a trazione della cucitura non inferiore a 30 kN/m.

Le caratteristiche devono essere accertate e documentate dalla D.L. con le relative certificazioni, determinate con le modalità stabilite dalle vigenti norme europee in materia, tutti i prodotti devono essere in possesso della marcatura CE.

**Gabbioni metallici** a scatola di qualunque dimensione, forniti e posti in opera a filari semplici e sovrapposti, fabbricati con rete metallica a doppia torsione con maglia esagonale tipo 6x8, 8x10, 10x12 cm, in accordo con la normativa UNI 8018, tessuta con trafilato di ferro a forte zincatura di diametro da 2,7 mm a 3,00 mm conforme a quanto previsto dalla Circolare del Consiglio Superiore LL.PP. del 27/8/62 vigente in materia. Le suddette caratteristiche devono essere accertate e documentate dalla D.L. Compresi i tiranti e le cuciture con filo di ferro a forte zincatura, nonché la preparazione della sede di appoggio con la sola esclusione del pietrame di riempimento, compreso quant'altro occorre per dare l'opera finita a perfetta regola d'arte.

**Pietrame in scapoli** di idonea pezzatura o ciottolame di adeguate dimensioni, provenienti da siti posti a distanza massima di 5 km dal luogo d'impiego, aventi peso specifico non inferiore a 20 N/m<sup>3</sup> e di natura non geliva per riempimento di gabbioni metallici da effettuarsi con mezzo meccanico e con la regolarizzazione a mano, in opera a qualsiasi altezza o profondità, compreso lo smaltimento o la deviazione dell'acqua e compreso quant'altro occorre per dare l'opera finita a perfetta regola d'arte.

#### **GRIGLIA MEC SUBVERTICALE L=1M Htot=3/4M**

Griglia meccanica sub-verticale a barre, con pulizia a pettine, da installarsi in canale per la grigliatura di acque di scarico, completa di :

Telaio strutturale in lamiera d'acciaio pressopiegata a freddo sp. 4 mm con guide per catene, rinforzato con robusti profilati di acciaio elettrosaldati;

Pacco grigliante costituito da sistemi di picchetti ad uncino in resina acetalica o ABS, che hanno il compito di sollevare il grigliato, sistema di lavaggio del pacco filtrante a raschiatore fisso e spazzola rotante azionata da un apposito motoriduttore con getto d'acqua in pressione; o in alternativa pettini pulitori con denti in acciaio, posti in movimento da due giri di catenaria del tipo a rulli con perni pieni con passo 50 e rullo 31; I pettini pulitori in lamiera d'acciaio sono dotati di denti sp. 5 mm che intersecano la griglia a barre d'acciaio di spessore 8 mm con apposita curvatura di raccordo immersa nel flusso di acqua da filtrare.

Albero superiore completo di corone dentate per comando catene.

Catena di trasmissione del tipo speciale a rulli con alberini cavi. Lo scorrimento dei rulli, sui supporti fissi riduce al minimo l'attrito e la natura cava degli stessi, permette l'inserimento l loro interno di barre in acciaio inox, le quali costituiscono la struttura portante grigliante.

N. 2 supporti per albero con cuscinetti lubrificati a vita e tendicateni.

Motoriduttore Bonfiglioli a bagno d'olio del tipo combinato a vite senza fine completo di limitatore di coppia elettromeccanico asservito a microinterruttore contro gli eventuali sovraccarichi del tipo pendolare .

Motore elettrico trifase 230/400 Volt, 50 Hz, isolamento classe F, 4 poli, protezione IP 55.

Dispositivo a bilanciere per scarico del materiale grigliato.

Tramoggia per il convogliamento del materiale in cassonetto tipo RSU; la tramoggia deve essere configurata per scarico a 90° rispetto la linea di flusso del canale all'esterno del canale dove viene posizionato il cassonetto.

Caratterizzazione anteriore di protezione realizzata in lamiera d'acciaio inox AISI 304.

Dati caratteristici:

Larghezza canale: 1000 mm  
Altezza canale: 800/1000 mm  
Altezza di scarico: 2000 mm dal fondo del canale  
Altezza totale griglia: 3300 mm  
Altezza zona filtrante: 1000 mm  
Portata per griglia: 850 m<sup>3</sup>/h  
Luce di filtrazione: 6-8 mm  
Potenza installata: 0,75 kW

Motoriduttore: Bonfiglioli a bagno d'olio

Inclinazione griglia: 70 gradi

Esecuzione: Acciaio inox AISI 304.

Quadro elettrico per il funzionamento della griglia e della colleea compattore realizzato in cassa stagna di vetroresina con grado di protezione IP 65. funzionamento in manuale - automatico con temporizzatore; No.2 sonde di livello capacitive; sistema di controllo automatico del fermo-avvio macchina in funzione del rigurgito a monte vena arrivo in canale.

Il fissaggio all'opera civile stessa si realizza mediante apposite staffe ancorate con tasselli ad espansione; tutte le parti rotanti che necessitano di manutenzione e lubrificazione sono poste fuori acqua.

Compreso tutti gli oneri di montaggio delle apparecchiature e dei macchinari , le opere murarie per fissaggio basamento griglia, staffe di ancoraggio con tasselli, cavo di collegamento elettrico fino al quadro di adeguata sezione e protezione, cavo trasmissione dati, tubo passacavo o passerella data in opera e quanto altro occorre per dare l'apparecchiatura in linea di funzionamento con tutti gli oneri di montaggio previsti nel C.S.A. e perfettamente funzionante a regola d'arte.



### **VALVOLA SFIORO PRES. DN 150 PN 16**

Valvola di sfioro a molla della pressione per lo sfioro dei picchi di pressione a monte mediante l'apertura di orifizio tarato e contrastato da molla a pressione regolabile, per acque reflue, avente le seguenti caratteristiche:

- corpo , cappello cappuccio in ghisa sferoidale G20 UNI 5007
- otturatore e piattelli di tenuta in acciaio Aq42+acciaio inox
- sede di tenuta acciaio X8 CN1910 UNI 4047
- Albero otturatore, stelo e premimolla in acciaio X15 C13 UNI 4047
- prigionieri e dadi acciaio A37
- molla acciaio speciale.

Compreso:

- tronchetti di allaccio alla tubazione principale, di qualsiasi tipo e diametro, compresi eventuali riduzioni e/o divergenti;
  - flange di giunzione e bulloni;
  - manometro di controllo pressione;
  - connessioni idrauliche;
  - tagli sulla tubazione di inserzione per qualsiasi diametro, tipologia di materiale e numero;
  - pezzi speciali in acciaio;
  - saldature e sfridi di qualsiasi tipo;
  - sella di appoggio della valvola in cls di idonee dimensioni;
  - la realizzazione delle prove di funzionalità richieste dalla D.L. compreso la sostituzione, a cura e spese dell'impresa, di qualsiasi componente riscontrata non funzionante e/o in anomalia;
  - il rilascio delle certificazioni di origine e qualità di tutti i materiali componenti;
  - la pulizia finale dei siti di installazione;
  - tutti gli oneri per il montaggio del sistema all'interno di pozzetti, camere di manovra, partitori e/o altri manufatti comunque posizionati interrati a qualsiasi profondità e/o fuori terra a qualsiasi altezza;
  - sistema di illuminazione, trabattelli, scale manuali, tiri in alto ed in basso dei materiali da montare per qualsiasi altezza dal piano di calpestio, opere murarie e loro ripristino, idonei sistemi di fissaggio a parete, approntamento di tutte le misure di sicurezza necessarie;
  - la pulizia finale di tutti gli ambienti di lavoro;
  - la redazione degli schemi idraulici di funzionamento;
  - il collaudo idraulico secondo le Norme UNI 1284 ;
  - il rilascio delle certificazioni di qualità e di origine di tutti i componenti compreso le certificazioni ISO 9001:2000 dello stabilimento di produzione;
- ed ogni altro onere e magistero per dare l'apparecchiatura in opera perfettamente funzionante.

### **Elettromiscelatore sommerso**

Elettromiscelatore sommerso ad elica a tre pale con sagoma anti intasamento, diametro 368 mm, direttamente accoppiate a motore elettrico sommergibile:

Motore elettrico, asincrono trifase, rotore a gabbia, 400 Volt 50 Hz 8 poli

- Flygt tipo :18 -12 - 8AA
- Isolamento/protezione :classe H IEC 85/IP 68
- Potenza nominale :2,5 kW
- Corrente nominale :7,0 A
- Cosφ a 4/4 e 3/4 :0,70 0,61
- Rendimento a 4/4 e 3/4 :74,0 75 %
- Avviamento :diretto
- Raffreddamento :dal liquido circostante
- Dispositivi di controllo incorporati :n° 3 microtermostati nello statore

Prestazioni, riferite ad acqua pulita, con inclinazione pale = 09 °

- Spinta di reazione :660 N
- Velocità di rotazione :705 giri/1
- Potenza assorbita dalla rete :2,89 kW

Materiali

- Elica : acciaio inox AISI 316
- Anello convogliatore : acciaio inox AISI 304
- Albero : acciaio inox AISI 420
- Carcassa motore : acciaio inox AISI 316
- Guida di scorrimento : acciaio inox AISI 304
- Tenuta esterna : carburo di tungsteno WCCR tipo "Plug in"

L'elettromiscelatore del peso di 60 kg è completo di Cavo elettrico sommergibile, lunghezza fino al quadro di comando, di potenza sezione 4G2,5mm<sup>2</sup> ;ausiliario sezione2x1,5 mm<sup>2</sup>.

ATTREZZATURA DI INSTALLAZIONE composta da tubo guida a sezione quadra, completa di supporti per installazione e bulloni per il fissaggio a parete

-Lunghezza attrezzatura :96 m  
-Sezione del tubo guida :50 x 50 mm

Materiali

- Tubo guida, Supporto superiore, Supporto inferiore/intermedio, Bulloneria, Mensola di supporto mixer  
::acciaio zincato.

TASCA PER ALLOGGIO attrezzatura di sollevamento completa di bulloni

-Installazione a :parete

Materiali

-Supporto :acciaio zincato  
-Bulloneria :acciaio inox AISI 316

ATTREZZATURA DI SOLLEVAMENTO composta da bandiera ed argano con marcatura CE in accordo alle Direttive Europee, costruita secondo le Norme Europee ( EN 292/1, EN 292/2 , e rispondenti alle DIN (15018, 15020, 15021), alle VBG (6, 9, 9a) ed NF (E 52110)

-Capacità argano :150 kg

Materiali

-Bandiera :acciaio zincato  
-Argano :acciaio zincato  
-Bulloneria :acciaio inox AISI 316

Compreso tutti gli oneri di montaggio delle attrezzature, apparecchiature e macchinari , le opere murarie per fissaggio elettromiscelatore e gru a bandiera, staffe di ancoraggio con tasselli, cavo di collegamento elettrico fino al quadro di adeguata sezione e protezione, cavo trasmissione dati, e quanto altro occorre per dare l'elettromiscelatore e l'attrezzatura di sollevamento in linea di funzionamento con tutti gli oneri di montaggio previsti nel C.S.A. e perfettamente funzionante a regola d'arte.

#### **PARATOIA REGOLATORE PORTATA 133 L/S**

Paratoia regolatrice di portata per acque meteoriche-acque nere, costituita da uno scudo a ghigliottina mobile collegata ad un galleggiante con braccio frontale, in acciaio inox 304L per canali, vasche, pozzetti, tenuta su 4 lati; diametro nominale 350 mm, portata di regolazione da 91 a 140 l/s con tirante a monte di 1,0-1,50 m, tenuta fino a tirante di 5m.

Costituita da :

- scudo in lamiera di acciaio inox 304L di adeguato spessore o costituito con profili rettangolari e lamiere pressopiegate a "Z continuo", inserite nei riquadri, e saldate in continuo, fino a costituire una struttura solida e piana atta a garantire la perfetta tenuta idraulica e le spinte idrauliche, completo di golfari di aggancio, sui bordi laterali, negli angoli, e di soles di strisciamento direzionali;
  - sistema di comando a braccio frontale mobile con placca di regolazione in acciaio inox aisi 304L e galleggiante tarato in polietilene;
  - Telaio in acciaio inox 304 L con fori per fissaggio, anelli golfari di sollevamento;
- costituito da una ghigliottina mobile collegata ad un galleggiante con braccio frontale, con il telaio da fissare alla parete in calcestruzzo perfettamente liscia e verticale, in grado di mantenere costante il deflusso dell'acqua da un bacino di accumulo a livello variabile.

Sulla paratoia deve essere , solidamente riportata, apposita targhetta indicante il nome dell'azienda produttrice, il codice e l'anno di produzione.

Compreso tutti gli oneri di trasporto, movimentazione merce in cantiere a mano o con l'ausilio di mezzi meccanici, all'interno di manufatti idraulici anche di modeste dimensioni, opere di scavo e/o demolizione c.a. esistenti per posizionamento gargami, getti di sigillatura anche con materiali e cementi speciali, zanche e piastre di ancoraggio, opere in ferro provvisorie e/o definitive per il posizionamento dei gargami e delle paratoie, tasselli chimici per fissaggio strutturale, sigillature con siliconi speciali per acque reflue paratoia-struttura portante, il sollevamento ed il trasporto a discarica di tutti i materiali di risulta, gli oneri per le forniture delle certificazioni e le certificazioni di tenuta, i maggiori oneri per l'approntamento e la fornitura di tutte le misure necessarie per la salvaguardia e la sicurezza del personale addetto interno ed esterno al cantiere e quanto altro occorre per dare il regolatore di portata perfettamente funzionante .

**PARTE V. ESECUZIONE DI PROVE E VERIFICHE SULLE OPERE E SUI MATERIALI**

**CAPITOLO 17 PIANO QUALITÀ E CONTROLLO DELL'OPERA**

**Art. 151 Premesse generali piano di qualità e controllo dell'opera**

L'impresa aggiudicataria – affidataria, dovrà sottoporre all'approvazione del Responsabile Unico di Progetto RUP ( Alta Sorveglianza) e alla D.L. entro e non oltre 30gg dalla consegna il **Piano Generale Controllo Qualità** (PGCQ) delle attività d'affidamento, redatto adottando un modello di sistema di gestione per la qualità avente i requisiti fissati dalla norma UNI ISO 10005:2007 “Gestione per la qualità e tecniche di supporto” - ed. aprile 2007 e s.m.i.. Il Piano dovrà essere validato da Ente Certificatore.

Il Piano Generale Controllo Qualità, ai sensi dell'art.43 comma 4 e 5 del DPR 207/2010, che l'appaltatore ha l'obbligo di redigere e sottoporre all'approvazione della D.L. e dell'ufficio del RUP o Alta Sorveglianza, dovrà contenere :

- il piano di qualità di costruzione e installazione, che prevede, pianifica e programma le condizioni, sequenze, modalità, strumentazioni, mezzi d'opera e fasi delle attività di controllo da svolgersi durante la realizzazione dell'opera. Il piano definisce i criteri di valutazione e qualifica dei fornitori e dei materiali ed i criteri di valutazione e gestione delle non conformità;
- il piano per i controlli da eseguire nel corso delle varie fasi di lavoro in cantiere, al fine di una corretta realizzazione dell'opera e delle sue parti. In particolare, il piano dei controlli di cantiere, definisce il programma delle verifiche comprendenti, ove necessario, anche quelle geodetiche, topografiche e fotogrammetriche, al fine di rilevare il livello prestazionale ( qualitativo e quantitativo).

Qualora l'appaltatore non presenti il PGCQ entro il termine stabilito, la DL ne dà comunicazione al RUP, il quale fissa una nuova data e il termine per la consegna dei documenti. Qualora sia inutilmente trascorso il nuovo termine assegnato dal responsabile del procedimento, la stazione appaltante ha facoltà di risolvere il contratto e di incamerare la cauzione.

**Art. 152 Procedura stesura e gestione dei piani qualità e di controllo qualità**

Nella redazione dei documenti di cui all'articolo precedente, l'impresa dovrà adottare i seguenti criteri, metodologie e prescrizioni procedurali, in materia di programmazione e reporting del controllo qualità di tutte le attività realizzative previste in contratto a carico dell'impresa.

In particolare dovrà porre in essere la metodologia e le azioni da svolgere con riferimento a:

- programmazione delle attività di controllo qualità;
- redazione delle schede di controllo qualità;
- redazione del quaderno qualità;
- modalità d'espletamento delle attività di controllo;
- tipologia dei documenti d'attestazione da produrre;
- costituzione e conservazione dei dati in archivio.

L'architettura del sistema dovrà soddisfare i seguenti requisiti:

- rispettare la suddivisione dell'opera in parti d'opera (secondo i capitoli del computo metrico e/o gli elementi contrattuali) e tratte operative;
- rispettare la suddivisione di ciascuna parte d'opera in lavorazioni elementari regolamentate dal Capitolato Speciale d'Appalto- norme tecniche;
- permettere un monitoraggio continuo del livello di conformità alle norme tecniche contrattuali , dei processi realizzativi, da parte dell'esecutore, del Direttore dei Lavori e del Responsabile Unico di Progetto RUP (Alta Sorveglianza);
- permettere il corretto e tempestivo flusso della documentazione sia in fase di pianificazione che in fase d'esecuzione delle attività;
- garantire l'individuazione tempestiva di non conformità e delle conseguenti azioni correttive sui processi realizzativi;
- garantire il controllo del rispetto del livello di qualità contrattuale nell'esecuzione delle opere costituenti l'oggetto dell'affidamento.

### 152.1 CAMPI DI APPLICAZIONE

La procedura dei piani di qualità e controlli dell'opera si applica tutte le opere civili ed impiantistiche relative ai lavori di cui al contratto.

Tali opere sono identificate sulla base della WBS (Work Breakdown Structure) ideata per la stesura del programma di dettaglio esecutivo per la realizzazione dei lavori che pianifica e controlla l'avanzamento fisico ed economico dei lavori eseguiti.

### 152.2 TERMINI E DEFINIZIONI

**Attestato di conformità:** documento che certifica che una parte d'impianto, opera/parte d'opera o servizio è conforme alle prescrizioni specificate;

**Benestare** : atto con cui un soggetto designato ed abilitato, attesta che il contenuto di un documento è conforme a specifiche prescrizioni;

**Certificato:** documento scritto, firmato per benestare, che riporti risultati di prove o di collaudi effettuati o dati ed informazioni sufficienti ad attestare che le operazioni di determinazione e verifica effettuate hanno dato risultati confrontabili con le prescrizioni specificate;

**collaudo:** verifica volta all'accertamento che materiali e parti d'impianto corrisponda a caratteristiche tecniche richieste dalle prescrizioni contrattuali di fornitura e costruzione

**Contratto:** Rapporto contrattuale intercorrente tra Ente Appaltante e Gestore, Affidatario, Impresa Appaltatrice o Contraente Generale;

**Controllo qualità:** L'insieme di tutte le prescrizioni ed attività che permettono di rilevare e misurare le caratteristiche di un'opera /parte d'opera, di una parte d'impianto, di un processo produttivo, di un procedimento, di un servizio, verificandola a fronte di parametri tecnici e valori in precedenza specificati, che è necessario porre in essere per consentire il raggiungimento dei requisiti di qualità delle opere, richiesti dal Progettista, in accordo con le necessità del Committente e le leggi applicabili;

**Ente Certificatore** : Società di Certificazione riconosciuta dall'Ente Unico Nazionale di Accreditamento (Accredia). L'accREDITAMENTO garantisce che i rapporti di prova e di ispezione e le certificazioni (di sistema, prodotto e personale) che riportano il marchio ACCREDIA siano rilasciate nel rispetto dei più stringenti requisiti internazionali in materia di valutazione della conformità, e dietro una costante e rigorosa azione di sorveglianza sul comportamento degli operatori responsabili (Laboratori e Organismi).

**Quaderno qualità** : Il documento di programmazione e raccolta di tutta la documentazione relativa a ciascuna opera;

**Fase vincolante** : Stadio delle attività di fabbricazione, costruzione, ispezione, prova, per il quale è imposta la presenza di un ispettore designato dall'Alta Sorveglianza, i lavori non possono proseguire senza il verificarsi degli eventi previsti nella presente procedura:

**Gestore, Affidatario, Impresa Appaltatrice o Contraente Generale** : esecutore di tutte le prestazioni, forniture e lavori oggetto del Contratto;

**Responsabile Qualità dell'Impresa** : Ingegnere incaricato dall'impresa responsabile della qualità e di tutti gli aspetti relativi alla qualità, dalla redazione di tutti i documenti richiesti alla loro attuazione in campo; responsabile verso la funzione gerarchicamente superiore dei risultati e della qualità delle attività a lui demandate;

**Non Conformità:** Scostamento riscontrato nelle caratteristiche di una parte dell'opera o nelle sue modalità esecutive rispetto alle prescrizioni date;

**Piano Controllo Qualità (PCQ):** Il documento che esplicita, per le differenti tipologie di lavorazione in forma organica, ed eventualmente sequenziale, il tipo e l'estensione dei controlli e delle prove da eseguire con riferimento ai capitolati, prescrizioni di legge, elaborati progettuali ecc, i responsabili degli stessi e le fasi vincolanti;

**Prova** :Forma di verifica cui è soggetta una parte d'opera per determinare le sue capacità a soddisfare le prescrizioni specificate;

**Qualifica** :L'insieme dei requisiti tecnici professionali che devono essere posseduti per poter espletare un'attività o assolvere un compito preassegnato;

**Responsabile** : L'incaricato di una funzione o di un'unità operativa, responsabile verso la funzione gerarchicamente superiore dei risultati e della qualità delle attività a lui demandate;

**Rintracciabilità** : Possibilità di correlare una determinata parte d'opera con la relativa documentazione da cui risultino le sue caratteristiche, la sua storia realizzativa e la sua localizzazione;

**Specifiche di CQ** : Documento che identifica le prescrizioni di controllo qualità a cui devono ottemperare le parti costituenti, l'opera;

**Taratura** : Controllo o regolazione di un'apparecchiatura di misura e di prova a fronte di un'apparecchiatura campione d'adeguata precisione, o di parametri di riferimento prefissati, al fine di assicurare la richiesta precisione dei valori misurati.

### 152.3 *Aspetti generali*

Il Piano Generale Controllo Qualità dovrà riportare tutti gli elementi necessari per individuare l'organizzazione, le responsabilità, le modalità gestionali ed operative per la realizzazione delle opere affidate.

L'impresa aggiudicataria – affidataria è responsabile del conseguimento degli obiettivi prestazionali dell'opera definiti in contratto, e del puntuale adempimento a tutti gli obblighi contenuti nei documenti contrattuali.

La Direzione Lavori è responsabile del controllo per il raggiungimento di qualità contrattuale delle opere eseguite e della raccolta della documentazione certificativa.

Il controllo del livello qualitativo dei lavori sarà effettuato per confronto con quello definito nei **Quaderni di Qualità** e nei relativi Piani Controllo Qualità (P C Q ) che si riferiscono agli standard consegnati nelle norme tecniche di capitolato contrattuale.

La documentazione che individua il livello di qualità contrattuale, è costituita da:

- Capitolato Speciale d'Appalto -norme generali;
- tutta la documentazione di progetto definitivo e/o esecutivo (disegni, relazioni specialistiche e di calcolo) ed il Capitolato Speciale d'Appalto - norme tecniche, che è stato posto dalla Stazione appaltante a base di gara o elaborata dal Contraente Generale ed approvata dal RUP - Alta Sorveglianza;
- le prescrizioni eventualmente impartite dalla DL. E dal RUP - Alta Sorveglianza;
- tutte le norme e regolamenti di legge applicabili ai lavori in oggetto, anche se non espressamente ed esaustivamente richiamate nella presente procedura;

La documentazione che definisce il livello di qualità dell'opera, è costituita da:

- le specifiche di controllo qualità, riportate nel capitolato speciale, nelle norme tecniche delle parti d'opera che costituiscono l'oggetto del contratto;
- i Piani di Controllo Qualità che saranno redatti dal responsabile della qualità dell'impresa per ogni singola opera o parte di essa ed approvati dalla D.L. e dal RUP - Alta Sorveglianza;
- i Quaderni di Qualità che saranno redatti dal responsabile della qualità dell'impresa per ogni opera o parte d'opera.

La documentazione che certifica il livello di qualità raggiunto, è costituita da:

- gli attestati di conformità relativi ai controlli eseguiti prima delle forniture di materiali ed attrezzature, a cura del RQI e sottoscritti dalla DL;
- i benestare rilasciati dal RQI sulla conformità di un documento alle prescrizioni di Capitolato, progettuale o di legge;
- i certificati dei produttori e fornitori di materiali ed attrezzature;
- i certificati delle indagini e prove eseguite prima e durante l'esecuzione delle parti d'opera costituenti il progetto;
- i certificati delle prove eseguite successivamente al completamento di ciascuna parte d'opera;
- i Piani Controllo Qualità completi in tutte le sezioni;
- i Quaderni di Qualità completi in tutte le sezioni.

Onde consentire la registrazione ordinata ed esaustiva delle prove e dei controlli che dovranno essere eseguiti nel corso dell'esecuzione dell'intervento in appalto, atti a certificare la qualità delle lavorazioni eseguite per ciascuna parte d'opera, il Responsabile della qualità dell'impresa dovrà redigere e presentare per l'approvazione :

- immediatamente dopo l'affidamento-contratto, idonei Quaderni di Qualità e piani di controllo qualità (PCQ) per ciascuna lavorazione specificata e definita nelle norme tecniche, riguardante ciascuna parte d'opera secondo le categorie di lavorazione dell'appalto contrattualmente definita.

Tali unità operative dovranno sovrintendere al controllo di qualità dei materiali acquistati, montati o costruiti e dei lavori eseguiti dall'impresa - Contraente Generale.

Conseguentemente il personale preposto deve possedere i requisiti d'esperienza richiesti per la funzione da ricoprire.

Il Direttore dei Lavori ed il RUP valuteranno tali requisiti.

Tale personale dovrà essere affiancato da un Responsabile della Qualità del Contraente Generale che abbia operato almeno 2 anni in posizione di Responsabile di Controlli qualità.

Operativamente dette unità dovranno, in attuazione alle specifiche previste nelle norme tecniche:

- individuare in modo univoco gli elaborati contrattuali pertinenti la parte d'opera da eseguire, approvati e validati dal RUP - Alta Sorveglianza;
- produrre le procedure esecutive che s'intendono attuare, le attività da controllare, e rendere disponibile, la documentazione certificativa dei materiali ed attrezzature impiegate;

- produrre una procedura per la “valutazione dei fornitori” che dettagli modalità di prequalifica, qualifica e di sorveglianza dei fornitori sia di prodotti che di servizi che influiscono direttamente sulla qualità dell’opera. Tale procedura deve essere approvata dal Direttore dei Lavori e dal RUP - Alta Sorveglianza. IL RUP - Alta Sorveglianza si riserva facoltà di compiere visite ispettive programmate o ispezione (con costi e spese a carico dell’impresa) presso i fornitori qualificati dall’impresa – Contraente Generale;
- fornire alla DL tutti gli elementi necessari per approvare i Piani di Controllo Qualità per le singole attività;
- eseguire i controlli in corso d’opera di propria competenza previsti nei PCQ;
- presenziare ai controlli in corso d’opera svolti dalla Direzione dei Lavori per fornire tutta l’assistenza necessaria allo svolgimento degli stessi;
- rilevare le non conformità; ovvero evidenziare alla Direzione dei Lavori gli scostamenti nelle caratteristiche dei materiali o dell’opera, parti d’opera, singolo elemento/lavorazione rispetto alle prescrizioni di capitolato, norme tecniche, progetto, leggi o altri documenti da questi richiamati;
- proporre le eventuali ‘azioni correttive’ da porre in atto, in relazioni ad eventuali “non conformità” riscontrate dal DL e/o dal RUP –Alta sorveglianza (AS);

Il Direttore Lavori, acquisito il programma temporale operativo dell’esecuzione dei lavori sviluppato dall’Impresa, dovrà impartire le direttive al Responsabile della qualità dell’impresa per sviluppare il Programma Qualità generale delle opere in appalto ed i Piani di Controllo Qualità (PCQ) delle singole lavorazioni.

Tenuto conto :

- della pianificazione degli approvvigionamenti materiali;
- del piano temporale di realizzazione delle singole parti d’opera costituenti il progetto da eseguire, ivi comprese le attività propedeutiche e successive alla realizzazione delle opere contenute nel Programma Operativo di dettaglio presentato dall’impresa ed approvato;

sulla base:

- delle previsioni delle quantità da eseguire per le principali tipologie di lavoro emesse su base mensile dall’impresa per ciascuna parte d’opera e per l’opera complessiva, in ottemperanza al Programma Operativo;
- delle frequenze delle prove stabilite nelle norme tecniche, per ciascuna tipologia di lavoro;

Il Direttore dei Lavori, attraverso il responsabile di qualità dell’impresa, dovrà quantificare e programmare su base mensile i controlli e le prove da eseguire nel corso dell’esecuzione del progetto.

La Direzione dei lavori dovrà, in attuazione alle specifiche previste nelle norme tecniche:

- effettuare i controlli in corso d’opera di propria competenza, ed eseguire tutte le prove prescritte avvalendosi del Laboratorio scelto dal RUP - Alta Sorveglianza;
- segnalare tempestivamente al RUP - AS tutte le “non conformità NC” ed anomalie riscontrate in fase di controllo;
- valutare caso per caso se interrompere le lavorazioni o consentire l’esecuzione di altre lavorazioni sulla stessa parte d’opera/impianto interessata dalla NC considerando in ogni caso che il proseguimento delle lavorazioni non deve pregiudicare le scelte delle modalità di risoluzione, né la possibilità d’attuazione della risoluzione proposta;
- valutare l’efficacia delle Azioni Correttive messe in atto a chiusura delle NC rilevate;
- presenziare le prove ed i collaudi effettuati da Enti ufficiali o dai sub- fornitori;
- eseguire direttamente ( o far eseguire da Ente di Certificazione accreditato) audit di parte seconda da programmare all’apertura del cantiere per accertare la corretta applicazione delle procedure di gestione e operative ;
- archiviare la documentazione di competenza;

All’archivio della documentazione prodotta per certificare il controllo sulla qualità e sul rispetto tempistica contrattuale, provvederà la Direzione Lavori che darà indicazioni al RQI circa la predisposizione di un quaderno qualità per ogni parte d’opera con i criteri nel seguito indicati.

#### **Art. 153 Programma qualità’ - criteri e modalità’ di redazione.**

Il Programma Qualità Generale dovrà essere esplicitato in modo tale da evidenziare i programmi di controllo per ciascun affidatario o tratta operativa (che dovrà essere presidiata da un Direttore Operativo) in cui il Contraente Generale/Impresa intende suddividere l’affidamento, ed i programmi di controlli e prove pertinenti le parti d’opera da realizzare, relativi a ciascun affidatario o ciascuna tratta operativa.

Il Programma Qualità Generale dovrà essere correlato, anche sotto il profilo della codifica, con il programma temporale d’esecuzione contrattuale delle opere.

Il suddetto programma delle attività di controllo qualità, dovrà essere sviluppato per ciascuna parte d’opera- sulla base dell’applicazione delle norme tecniche contrattuali.

Sarà pianificato su scala temporale giornaliera con calendario solare.

Il programma Qualità di dettaglio di ciascun affidatario/tratta operativa dovrà chiaramente individuare le parti d'opera che la costituiscono e per ciascuna parte d'opera dovrà evidenziare tipo ed estensione dei controlli da eseguire, propedeutici ed in corso d'opera, i responsabili degli stessi

#### **Art. 154 Piani controllo qualità' - criteri e modalità' di redazione**

Per ciascuna parte d'opera, il Responsabile della qualità dell'impresa (RQI) dovrà sviluppare i Piani di Controllo Qualità (PCQ), inerenti alle singole lavorazioni che, dopo approvazione da parte della D.L. e RUP - Alta Sorveglianza, diverranno i PCQ contrattuali.

Per la gestione dei PCQ il RQI redigerà un'apposita procedura che definisce le modalità operative e le responsabilità nelle fasi redazione, compilazione, archiviazione degli stessi.

Tale procedura dovrà essere approvata dalla DL e dal RUP- Alta Sorveglianza.

I PCQ dovranno essere redatti per ogni lavorazione specifica e dovranno rappresentare in forma organica e sequenziale tutti i controlli e le prove da eseguire, dovranno essere corredati di tutti i certificati e di tutte le schede di CQ pertinenti, ed essere in accordo con le prescrizioni contrattuali e di legge, in termini d'ispezioni, controlli e prove da eseguire.

Il PCQ dovrà essere redatto completo di tutti i controlli richiesti per l'accettazione anche per la fase d'approvvigionamento dei materiali che il Contraente Generale- impresa esecutrice dovrà acquistare. Dovranno essere oggetto di PCQ anche le attività propedeutiche all'esecuzione dei lavori quali, espropri e risoluzione delle interferenze ed ottenimento di eventuali permessi autorizzazioni .

Sulla base del programma settimanale la DL e RUP – AS di campo indicherà al RQI in un'apposita riunione in cantiere, le proprie fasi vincolanti sulle lavorazioni in esecuzione; le stesse saranno riportate sui relativi PCQ.

Nel caso in cui RUP-AS non si presenti, il rappresentante della Direzione Lavori, dopo aver contattato direttamente il RUP o il personale dell'AS di campo, ricevuta l'autorizzazione, potrà procedere ai controlli previsti e il proseguimento delle attività.

I Piani dei Controlli Qualità (PCQ) saranno costituiti da schede informatizzate che il responsabile qualità dell'impresa RQI dovrà elaborare e sottoporre all'approvazione della DL e RUP - Alta Sorveglianza e che dovranno contenere almeno:

- codice identificativo strutturato secondo la procedura di codifica;
- codice categoria lavoro;
- identificazione della parte d'opera: denominazione, progressiva, quota, posizione
- documenti di riferimento: progetto, capitolati, norme tecniche, specifiche tecniche, procedure operative, etc
- descrizione delle fasi di controlli e prove;
- spazio per firme d'attestazione dei controlli per esecutore / DL / RUP-AS;
- spazio per fasi vincolanti per RUP-AS;
- spazio per eventuali note;
- firma d'approvazione del RUP - AS;

#### **Art. 155 Quaderno qualità' modalita' di redazione**

Per ciascuna parte d'opera, prima dell'avvio di qualsiasi attività realizzativa, di costruzione o montaggio, l'impresa, e per esso il Responsabile Qualità dell'impresa o Direttore di Cantiere designato, deve

- redigere, ad integrazione del programma temporale (crono programma) esecutivo di dettaglio dei lavori, da elaborare secondo la procedura di cui al CSA, il programma temporale delle attività di Controllo Qualità di dettaglio di propria competenza, ovviamente inquadrato nel programma temporale operativo delle opere e delle relative parti d'opera come risulta dal crono programma operativo contrattuale approvato e sue successive modifiche, approvate dal RUP -AS.
- Impostare e redigere lo schema di quaderno qualità concernente le opere in oggetto.

Il quaderno di qualità dell'opera costituisce il documento di programmazione e di raccolta di tutta la documentazione relativa all'opera intesa come insieme di categorie- WBS.

Prima dell'inizio dell'attività relativa ad una data WBS il RQI redige il quaderno di qualità della stessa o della parte d'opera oggetto dei lavori che dovrà essere approvata dal DL e dal RUP.

Il quaderno di qualità dovrà riportare tutte le informazioni relative alla WBS ed almeno:

- Codifica del quaderno di qualità in relazione all'opera /parte d'opera cui si riferisce;
- Codice identificativo categoria- WBS;
- Progressive;
- Affidatario;

- Sub appaltatore,
- Verifica POS;
- Elaborati di riferimento;
- Controlli eventuali affidamenti in sub appalto,
- Controlli dell'avvenuta risoluzione delle interferenze;
- Controllo dell'avvenuta esecuzione della BOB;
- Elenco delle attività da eseguire con i relativi PCQ;
- Frequenza d'emissione PCQ per le singole attività;
- Responsabile dei controlli;
- Modalità d'esecuzione e/o riferimenti a procedure specifiche;
- Registrazione di PCQ emessi;
- Registrazione di non conformità emesse;

#### **Art. 156 Tipologia dei documenti di attestazione**

La documentazione che dovrà essere emessa durante le attività di controllo da parte del RQI :

- Piani di Controllo Qualità, che definiscono la sequenza qualitativa e temporale dei controlli cui deve essere soggetta ciascuna parte d'opera, le fasi vincolanti cui deve presenziare il rappresentante dell'Alta Sorveglianza, oltre che il rappresentante della Direzione dei Lavori;
- verbali dei controlli di tipo visivo o effettuati con misurazioni effettuate in cantiere, a cura degli Ispettori di Cantiere della Direzione dei Lavori;
- certificati eventualmente emessi da laboratori dell'Impresa - Contraente Generale, ove previsti nel Piano di Controllo Qualità proposto dal RQI ed approvato dalla Direzione Lavori dal RUP - Alta Sorveglianza;
- certificati di prove effettuati in laboratori ufficiali/autorizzati, scelti e/o di gradimento del RUP - Alta Sorveglianza.

La suddetta documentazione - nella forma cartacea- dovrà essere raccolta dal RQI e trasmessa al Direttore Lavori in appositi quaderni qualità e sicurezza relativamente a ciascuna parte d'opera ed all'opera cui le parti d'opera si riferiscono.

La stessa documentazione dovrà essere trasferita dal Contraente Generale su supporto informatico, secondo modalità che saranno concordate, e rese immediatamente fruibile alla DL e al RUP - Alta Sorveglianza.

Tutta la documentazione di cui sopra dovrà possedere i seguenti requisiti:

- essere correlata in modo univoco alla parte d'opera della categoria-WBS cui si riferisce, individuando la documentazione progettuale (relazioni, disegni, norme generali e tecniche pertinenti) la localizzazione dei controlli e delle prove effettuate;
- essere redatta e firmata dal personale dell'Impresa- Contraente Generale responsabile dell'esecuzione e dal RQI, dal personale della Direzione dei lavori, individuato ed approvato dall'AS in quanto in possesso dei requisiti di cui al Capitolato Speciale in funzione della specializzazione tecnica richiesta dalle prove, e dal RUP - Alta Sorveglianza ciascuno per le proprie competenze.

#### **Art. 157 Gestione dei documenti di attestazione**

I documenti di cui all'articolo precedente costituiscono parte della documentazione tecnica necessaria per documentare il “come costruito” (“as built”) e le attività di controllo qualità dell'impresa Contraente Generale cui fa carico la produzione, gestione, controllo ed archivio.

A tal fine il responsabile qualità dell'impresa elaborerà ed emetterà, in seguito ad approvazione da parte della DL, una specifica procedura che identifichi e regoli la tipologia e la gestione della suddetta documentazione.

La procedura dovrà identificare almeno quanto segue:

- tipologia della documentazione permanente, patrimonio del Contraente Generale e la rispondenza della stessa agli obblighi assunti con il presente contratto;
- chi emette, approva, controlla e revisiona la suddetta documentazione nell'ambito dell'organizzazione del Contraente generale;
- i rapporti di interfaccia tra le varie unità che utilizzano la suddetta documentazione;
- i rapporti di interfaccia con il Contraente Generale;



- i rapporti d'interfaccia con D.L. e RUP - Alta Sorveglianza;
- i criteri gestionali dei documenti contrattuali da archiviare, che dovranno rispondere a quanto stabilito in contratto e nelle presenti specifiche.

#### Art. 158 **Tempistica per l'aggiornamento dei Programmi Qualità e valutazione dei P.C.Q.**

Ai fini dell'esecuzione delle prove e dei controlli contrattuali, il Contraente Generale dovrà fornire al Direttore dei Lavori, con riferimento al data base previsionale mensile, il programma d'esecuzione settimanale per le principali tipologie di lavoro (pali, movimenti di terra, calcestruzzi ecc) e il piano d'impegno dei mezzi principali distribuiti nel tempo congruamente con lo svolgimento delle attività di realizzazione, suddivisi per lotto funzionale, per parti d'opera degli stessi e per lavorazioni relative a ciascuna parte d'opera. Tale programma dovrà essere costantemente aggiornato a livello settimanale o del caso giornaliero e trasmesso al Direttore dei Lavori al fine di consentire la programmazione dei controlli e delle prove di dettaglio, sulla base delle risultanze del/i giorno/i precedenti.

Sarà cura del Direttore Lavori inviare copia degli aggiornamenti proposti dal Contraente Generale all'Alta Sorveglianza corredandoli a livello settimanale/mensile di una relazione che:

- metterà in relazione il programma d'avanzamento di dettaglio, con il Programma Operativo contrattuale, segnalando eventuali anomalie nel rispetto del crono programma contrattuale;
- metterà in relazione i risultati delle prove con gli standard qualitativi contrattuali, segnalando all'Alta Sorveglianza eventuali non conformità e le azioni correttive che il Contraente Generale intende porre in atto.

In base alle informazioni ricevute dal Contraente Generale entro le 18 di ciascun lunedì, in relazione al programma delle lavorazioni, per ciascuna parte d'opera di ciascuna categoria-WBS di tutte le tratte operative o di tutte le affidatarie il Direttore dei Lavori produrrà il programma dei controlli e delle prove.

Tale programma costituisce la base per la programmazione per il periodo successivo dei controlli da parte della struttura di Direzione Lavori e delle prove da parte del Laboratorio.

Ai fini dell'esecuzione dei controlli di tipo qualitativo il DL si avvarrà dell'ufficio di Direzione Lavori istituito dal RUP.

Ai fini dell'esecuzione delle prove - in situ ed in laboratorio - il DL si avvarrà d'apposito/i laboratorio/i ufficiale/i/autorizzati scelti dal RUP - Alta Sorveglianza, che emetterà/anno i relativi certificati in duplice copia per l'invio al RUP - Alta Sorveglianza ed al Direttore dei Lavori e su supporto informatico coerente con i requisiti che saranno comunicati dall'Ente Appaltante – Concedente.

Mensilmente sarà effettuato un contraddittorio tra Direttore dei lavori e Impresa – Contraente Generale, alla presenza del RUP - Alta Sorveglianza, per confrontare lo standard qualitativo dei lavori eseguiti con lo standard qualitativo contrattuale. In tale occasione, ai fini del riscontro saranno evidenziate tutte le non conformità iscritte nel registro delle non conformità

Il riscontro di non conformità nella produzione rispetto agli standard qualitativi contrattuali, comporterà di considerare oggetto di procedura di non conformità tutte le opere realizzate con le stesse modalità nell'ambito del lotto funzionale o dell'intera opera. Sarà cura del Direttore Lavori determinare l'ambito del lotto funzionale o dell'opera da assoggettare al processo di non conformità.

Le non conformità dovranno essere classificate per tipologia. Dovranno inoltre essere analizzate le cause che determinano l'insorgere di non conformità della stessa tipologia e dovranno essere presi tutti gli accorgimenti, organicamente rappresentati in un piano d'azioni correttive, atte ad evitare il ripetersi delle stesse.

L'impresa - C.G. è tenuto pertanto a presentare nel termine massimo di 15 gg., dalla data di verifica mensile, la nuova previsione con l'indicazione delle migliori operative, d'attrezzature, mezzi d'opera e di tutte le azioni correttive ritenute necessarie per conseguire il recupero dello standard qualitativo, sia nelle opere già eseguite, sia in quelle da eseguire nel periodo successivo al fine di rispettare i requisiti qualitativi contrattuali.

## CAPITOLO 18

## VERICHE E CONTROLLI

#### Art. 159 **Controlli regolamentari sul conglomerato cementizio**

##### 159.1 *Resistenza caratteristica*

Agli effetti delle nuove norme tecniche emanate con **D.M. 14 gennaio 2008**, un calcestruzzo viene individuato tramite la resistenza caratteristica a compressione. Si definisce *resistenza caratteristica* la resistenza a compressione al di sotto della quale si può attendere di trovare il 5% della popolazione di tutte le misure di resistenza.

##### 159.2 *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:- valutazione preliminare di qualificazione;- controllo di accettazione;- prove complementari.

#### Valutazione preliminare di qualificazione

Consiste nella verifica della qualità dei componenti il conglomerato cementizio (ovvero aggregati, cementi, 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 conformi norma **uni en 206-1**).

Tutti i materiali forniti, se finalizzati all'esecuzione di elementi strutturali, devono essere forniti di un'attestazione di conformità di livello 2+. Tali controlli sono da considerarsi cogenti e inderogabili.

#### Controllo di accettazione

Si riferisce all'attività di controllo esercitata dalla direzione dei lavori durante l'esecuzione delle opere e si esplica attraverso la determinazione di parametri convenzionali, quali la misura della resistenza a compressione di provini cubici, la misura della lavorabilità mediante l'abbassamento al cono di Abrams del calcestruzzo fresco, ecc. Tali controlli sono da considerarsi cogenti e inderogabili.

#### Prove complementari

Comprendono tutta l'attività sperimentale che la direzione dei lavori può avviare in presenza di procedure particolari di produzione e/o ove necessario, a integrazione delle precedenti prove.

##### 159.3 Valutazione preliminare della resistenza caratteristica

L'appaltatore, prima dell'inizio della costruzione di un'opera, deve garantire, attraverso idonee prove preliminari, la resistenza caratteristica per ciascuna miscela omogenea di conglomerato che verrà utilizzata per la costruzione dell'opera. Tale garanzia si estende anche al calcestruzzo fornito da terzi.

L'appaltatore resta, comunque, responsabile della garanzia sulla qualità del conglomerato, che sarà controllata dal direttore dei lavori, secondo le procedure di cui al punto seguente.

##### 159.4 Controllo di accettazione

Il direttore dei lavori ha l'obbligo di eseguire controlli sistematici in corso d'opera, per verificare la conformità tra le caratteristiche del conglomerato messo in opera e quello stabilito dal progetto e garantito in sede di valutazione preliminare.

Il controllo di accettazione va eseguito su miscele omogenee e si articola, in funzione del quantitativo di conglomerato accettato, nelle seguenti due tipologie:- controllo tipo A;- controllo tipo B.

Il controllo di accettazione è positivo e il quantitativo di calcestruzzo accettato, se risultano verificate le due disuguaglianze riportate nella tabella 124.1.

**Tabella 124.1. Controlli di accettazione**

Controllo di tipo A	Controllo di tipo B
$R_l = R_{ck} - 3,5$	
$R_m = R_{ck} + 3,5$ (numero prelievi 3)	$R_m = R_{ck} + 1,4 s$ (numero prelievi = 15)
Dove: $R_m$ = resistenza media dei prelievi ( $N/mm^2$ ); $R_l$ = minore valore di resistenza dei prelievi ( $N/mm^2$ ); $s$ = scarto quadratico medio.	

Non sono accettabili calcestruzzi con coefficiente di variazione superiore a 0,3.

##### 159.5 Prelievo ed esecuzione della prova a compressione

###### 159.5.1 Prelievo di campioni

Il prelievo di campioni di calcestruzzo deve essere eseguito dalla direzione dei lavori, che deve provvedere a identificare i provini mediante sigle ed etichette e a custodirli in un locale idoneo prima della formatura e durante la stagionatura.

Un prelievo consiste nel prelevare da una carica di calcestruzzo, per ogni giorno di getto e per un massimo di  $100 m^3$  forniti, 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 per ciascun controllo di accettazione è di tre prelievi di due cubetti ciascuno.

La media delle resistenze a compressione dei due provini di un prelievo rappresenta la cosiddetta *resistenza di prelievo*, che costituisce il valore mediante il quale vengono eseguiti i controlli del calcestruzzo.

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.

#### 159.5.2 Dimensioni dei provini

La forma e le dimensioni dei provini di calcestruzzo per le prove di resistenza meccanica sono previste dalla norma **uni en 12390-3**. In generale, il lato dei cubetti deve essere proporzionato alla dimensione massima dell'inerte.

La norma **uni en 12390-1** indica, come dimensione del lato del provino, quella pari ad almeno tre volte la dimensione nominale dell'aggregato con cui è stato confezionato il calcestruzzo.

In generale, ora devono 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 due 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.

La tolleranza sulla planarità dei provini è di  $\pm 0,000 \cdot 6 d$  ( $b$ ).

#### 159.5.3 Confezionamento dei provini

Il calcestruzzo entro le forme o cubiere deve essere opportunamente assestato e compattato per strati, secondo le prescrizioni della norma **uni 12390-2**, utilizzando uno dei seguenti metodi:

- barra d'acciaio a sezione quadra (25 mm  $\times$  25 mm) e lunghezza di almeno 38 cm;- barra di acciaio a sezione circolare con diametro 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 casseforme 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 tavola vibrante o vibratore a immersione di dimensioni e caratteristiche riportate 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 maniera da non danneggiare il provino.

#### 159.5.4 Caratteristiche delle casseforme calibrate per provini

Le casseforme calibrate per il confezionamento dei provini di calcestruzzo cubici, cilindrici e prismatici, secondo la norma **uni en 12390-1**, devono essere a tenuta stagna e non assorbenti.

Preferibilmente devono impiegarsi casseforme in acciaio o in ghisa e 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 caratteristiche costruttive delle casseforme devono essere idonee a prevenire eventuali deformazioni durante il confezionamento dei provini. Le casseforme in commercio sono realizzate in:

- materiale composito (di tipo compatto o scomponibile nel fondo e nelle quattro pareti laterali);
- polistirolo espanso (la sformatura del provino da tali casseforme ne comporta la distruzione);
- acciaio (scomponibili e dotate di separatori a incastro nel caso di casseforme a più posti).

L'impiego di tali prodotti verrà autorizzato dal direttore dei lavori solo in presenza del certificato di qualità attestante che i requisiti prestazionali corrispondano a quelli previsti dalla norma **uni en 12390-1**.

#### 159.5.5 Marcatura dei provini

Il direttore dei lavori deve contrassegnare i provini di calcestruzzo mediante sigle, etichettature indelebili, ecc. Tali dati devono essere annotati nel verbale di prelievo ai fini dell'individuazione dei campioni e per 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 ai laboratori ufficiali. Il certificato di prova dovrà contenere tutti i dati dichiarati dal direttore dei lavori, compreso il riferimento al verbale di prelievo.

#### 159.5.6 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;- requisiti di progetto del calcestruzzo;- modalità di posa in opera;- identificazione della betoniera;- data e ora del prelievo;- 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 sulla conservazione dei provini di calcestruzzo.

Il verbale di prelievo deve essere firmato dal direttore dei lavori e da un rappresentante qualificato dell'impresa esecutrice.

#### 159.5.7 Domanda di prova al laboratorio ufficiale

La domanda di prove al laboratorio deve essere sottoscritta dal direttore dei lavori e deve contenere precise indicazioni sulla posizione delle strutture interessate da ciascun prelievo.

Le prove non richieste dal direttore dei lavori non possono fare parte dell'insieme statistico che serve per la determinazione della resistenza caratteristica del materiale.

#### 159.5.8 Conservazione e maturazione

La conservazione e la maturazione dei provini di calcestruzzo devono avvenire presso il laboratorio ufficiale prescelto, a cui devono essere inviati i provini non prima di 24 ore dopo il confezionamento in cantiere.

Le diverse condizioni di stagionatura rispetto a quelle prescritte dalla norma **uni en 12390-2** devono essere opportunamente annotate sul verbale.

I provini di calcestruzzo devono essere prelevati dall'ambiente di stagionatura almeno 2 ore prima dell'inizio della prova. I provini durante il trasporto devono essere opportunamente protetti da danni o essiccamenti. In alcuni particolari casi come nelle prove a 3 e 7 giorni o minori, è necessario l'impaccaggio 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.

#### 159.5.9 Resoconto della prova di compressione

I certificati emessi dai laboratori ufficiali prove, come previsto dalle norme tecniche, devono obbligatoriamente contenere almeno:

- l'identificazione del laboratorio che rilascia il certificato;- un'identificazione univoca del certificato (numero di serie e data di emissione) e di ciascuna sua pagina, oltre al numero totale di pagine;- l'identificazione del committente i lavori in esecuzione e del cantiere di riferimento;- il nominativo del direttore dei lavori che richiede la prova e il riferimento al verbale di prova;- la descrizione, l'identificazione e la data di prelievo dei campioni da provare; - la data di ricevimento dei campioni e la data di esecuzione delle prove;- l'identificazione delle specifiche di prova o la descrizione del metodo o procedura adottata, con l'indicazione delle norme di riferimento per l'esecuzione della stessa;- le dimensioni effettivamente misurate dei campioni provati, dopo eventuale rettifica;- le modalità di rottura dei campioni; - la massa volumica del campione;- i valori di resistenza misurati.

### Art. 160 **Controlli sul calcestruzzo fresco**

#### 160.1 *Prove per la misura della consistenza*

La consistenza, intesa come lavorabilità, non è suscettibile di definizione quantitativa, ma soltanto di valutazione relativa del comportamento dell'impasto di calcestruzzo fresco secondo specifiche modalità di prova.

I metodi sottoelencati 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.

La norma **uni en 206-1** raccomanda di interpretare con cautela i risultati delle misure quando i valori misurati cadono al di fuori dei seguenti limiti:

- abbassamento al cono:  $\geq 10$  mm e  $\leq 210$  mm;- tempo Vebè:  $\leq 30$  secondi e  $> 5$  secondi;- indice di compattabilità:  $\geq 1,04$  e  $< 1,46$ ;- spandimento:  $> 340$  mm e  $\leq 620$  mm.

**Tabella 125.1. Classi di consistenza del calcestruzzo fresco mediante la misura dell'abbassamento al cono (fonte: *Linee guida sul calcestruzzo strutturale*, 1996)**

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	-

Tabella 125.2. Classi di consistenza del calcestruzzo fresco mediante il metodo Vebè (fonte: *Linee guida sul calcestruzzo strutturale, 1996*)

Classe di consistenza	Tempo Vebè (s)
V0	$\geq 31$
V1	Da 30 a 21
V2	Da 20 a 11
V3	Da 10 a 6
V4	Da 5 a 3

Tabella 125.3. Classi di consistenza del calcestruzzo fresco mediante la misura dello spandimento (fonte: *Linee guida sul calcestruzzo strutturale, 1996*)

Classe di consistenza	Spandimento (mm)
FB1	$\leq 340$
FB2	Da 350 a 410
FB3	Da 420 a 480
FB4	Da 490 a 550
FB5	Da 560 a 620
FB6	$\geq 630$

Tabella 125.4. Classi di consistenza del calcestruzzo fresco mediante dell'indice di compattabilità (fonte: *Linee guida sul calcestruzzo strutturale, 1996*)

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

#### 160.2 Controllo della composizione del calcestruzzo fresco

La prova prevista dalla norma **uni 6393** (ritirata senza sostituzione) 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 per i calcestruzzi nei quali la dimensione massima dell'aggregato superi 31,5 mm e per il calcestruzzo indurito prelevato da getti in opera.

Per l'esecuzione della prova dovranno essere prelevati tre campioni di quantità 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 da norma **uni en 12350-1**.

Al metodo di controllo della composizione del calcestruzzo fresco è attribuita una precisione di circa il 3%.

#### 160.3 *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 dimensione massima maggiore di 40 mm.

L'esecuzione di opere di finitura e lisciatura delle superfici di calcestruzzo devono essere eseguite dopo i risultati della determinazione della quantità d'acqua d'impasto essudata.

### Art. 161 **Controlli sul calcestruzzo in corso d'opera**

#### 161.1 *Le finalità*

Le Nuove norme tecniche per le costruzioni (**D.M. 14 gennaio 2008**) prevedono esplicitamente (paragrafo 11.2.5) l'effettuazione di un controllo di accettazione del calcestruzzo in relazione alla resistenza caratteristica a compressione prescritta. Qualora i valori di resistenza a compressione dei provini prelevati durante il getto non soddisfino i criteri di accettazione della classe di resistenza caratteristica prevista nel progetto o qualora sorgano dubbi sulla qualità del calcestruzzo, è facoltà del direttore dei lavori richiedere l'effettuazione di prove direttamente sulle strutture. In questi casi, si dovrà tenere nel debito conto gli effetti che sui prelievi in opera hanno avuto la posa in opera e la stagionatura del calcestruzzo. Per tale ragione, la verifica o il prelievo del calcestruzzo indurito non possono essere sostitutivi dei controlli d'accettazione da eseguirsi su provini prelevati e stagionati in conformità alle relative norme uni.

La conformità della resistenza non implica necessariamente la conformità nei riguardi della durabilità o di altre caratteristiche specifiche del calcestruzzo messo in opera. Analogamente, la non conformità della resistenza valutata in una posizione non implica la non conformità di tutto il calcestruzzo messo in opera.

La stima della resistenza *in situ* dalla struttura può essere richiesta anche ai fini della valutazione della sicurezza di edifici esistenti, per esempio quando ricorra uno dei seguenti casi:

- riduzione evidente della capacità resistente di elementi strutturali;
- azioni ambientali (sisma, vento, neve e temperatura) che abbiano compromesso la capacità resistente della struttura;
- degrado e decadimento delle caratteristiche meccaniche dei materiali (in relazione alla durabilità dei materiali stessi);
- verificarsi di azioni eccezionali (urti, incendi, esplosioni) significative e di situazioni di funzionamento e uso anomalo;
- distorsioni significative imposte da deformazioni del terreno di fondazione;
- provati errori di progetto o esecuzione;
- cambio della destinazione d'uso della costruzione o di parti di essa, con variazione significativa dei carichi variabili;
- interventi non dichiaratamente strutturali (impiantistici, di redistribuzione degli spazi, ecc.) qualora essi interagiscano, anche solo in parte, con elementi aventi funzione strutturale.

Le modalità d'indagine, ovviamente, sanno diversificate a seconda che sia necessario:

- stimare la stabilità di un'intera struttura;- determinare la qualità di singoli elementi.

In ogni caso, il numero di campioni prelevati dipende:

- dal grado di fiducia che si intende affidare alla stima della resistenza;- dalla variabilità dei dati o risultati che si presume di ottenere.

#### 161.2 *Pianificazione delle prove in opera*

Le regioni di prova, da cui devono essere estratti i campioni o sulle quali saranno eseguite le prove sul calcestruzzo in opera, devono essere scelte in modo da permettere la valutazione della resistenza meccanica della struttura o di una sua parte interessata all'indagine secondo i criteri previsti dalla **uni en 13791**.

Le aree e i punti di prova devono essere preventivamente identificati e selezionati in relazione agli obiettivi. La dimensione e la localizzazione dei punti di prova dipendono dal metodo prescelto, mentre il numero di prove da effettuare dipende dall'affidabilità desiderata nei risultati. La definizione e la divisione in regioni di prova di una struttura, presuppongono che i prelievi o i risultati di una regione appartengano statisticamente e qualitativamente a una medesima popolazione di calcestruzzo.

Nella scelta delle aree di prova si deve tener conto che, in ogni elemento strutturale eseguito con getto continuo, la resistenza del calcestruzzo in opera diminuisce progressivamente dal basso verso l'alto. Nel caso in cui si voglia valutare la capacità portante di una struttura, le regioni di prova devono essere concentrate nelle zone più sollecitate dell'edificio. Nel caso in cui si

voglia valutare il tipo o l'entità di un danno, invece, le regioni di prova devono essere concentrate nelle zone dove si è verificato il danno o si suppone sia avvenuto. In quest'ultimo caso, per poter effettuare un confronto, è opportuno saggiare anche una zona non danneggiata.

### 161.3 Predisposizione delle aree di prova

Le aree e le superfici di prova vanno predisposte in relazione al tipo di prova che s'intende eseguire, facendo riferimento al fine cui le prove sono destinate, alle specifiche norme uni e alle indicazioni del produttore dello strumento di prova.

In linea di massima e salvo quanto sopra indicato, le aree di prova devono essere prive di evidenti difetti che possano inficiare il risultato e la significatività delle prove stesse (vespai, vuoti, occlusioni, ecc.), di materiali estranei al calcestruzzo (intonaci, collanti, impregnanti, ecc.), nonché di polvere e impurità in genere.

L'eventuale presenza di materiale estraneo e/o di anomalie sulla superficie deve essere registrata sul verbale di prelievo e/o di prova.

In relazione alla finalità dell'indagine, i punti di prelievo o di prova possono essere localizzati in modo puntuale, per valutare le proprietà di un elemento oggetto d'indagine o casuale, per valutare una partita di calcestruzzo indipendentemente dalla posizione.

In quest'ultimo caso, il campionamento dovrebbe essere organizzato in modo da stimare tutta la popolazione del calcestruzzo costituente il lotto.

Dal numero di carote estratte o di misure non distruttive effettuate dipende la significatività della stima della resistenza.

La tabella 126.1 riporta, in maniera sintetica e a scopo esemplificativo, i vantaggi e gli svantaggi dei metodi d'indagine più comuni.

**Tabella 126.1. Vantaggi e svantaggi dei metodi di indagine più comuni**

<b>Metodo di prova</b>	<b>Costo</b>	<b>Velocità di esecuzione</b>	<b>Danno apportato alla struttura</b>	<b>Rappresentatività dei dati ottenuti</b>	<b>Qualità della correlazione fra la grandezza misurata e la resistenza</b>
Carotaggio	Elevato	Lenta	Moderato	Moderata	Ottima
Indice di rimbalzo	Molto basso	Veloce	Nessuno	Interessa solo la superficie <sup>1</sup>	Debole
Velocità di propagazione di ultrasuoni	Basso	Veloce	Nessuno	Buona (riguarda tutto lo spessore)	Moderata <sup>2</sup>
Estrazione di inserti	Moderato	Veloce	Limitato	Interessa solo la superficie	Buona
Resistenza alla penetrazione	Moderato	Veloce	Limitato	Interessa solo la superficie	Moderata

<sup>1</sup> La singola determinazione è influenzata anche dallo stato della superficie dell'area di prova (umidità, carbonatazione, etc.).

<sup>2</sup> La misura si correla bene con il modulo elastico del materiale. La bontà della correlazione tra modulo elastico e resistenza meccanica può dipendere dalle caratteristiche del conglomerato.

I metodi più semplici e che arrecano il minor danno alle superfici delle strutture, quali l'indice di rimbalzo e la velocità di propagazione, richiedono, per la predizione della resistenza, calibrazioni complesse. L'indagine mediante carotaggio, invece, non richiede (quasi) correlazione per l'interpretazione dei dati ma, per contro, provoca un danno elevato e risulta lenta e costosa. Il carotaggio è, comunque, il metodo di riferimento per la calibrazione (taratura) di tutti i metodi non distruttivi o parzialmente distruttivi. Nella scelta della metodologia si deve tener conto delle specifiche capacità e caratteristiche.

L'indice di rimbalzo permette di valutare le caratteristiche anche dopo breve periodo di maturazione, ma il risultato riguarda solo la superficie esterna.

La velocità di propagazione, generalmente, operando per trasparenza, richiede l'accessibilità di due superfici opposte e fornisce indicazioni sulla qualità del conglomerato all'interno della struttura.

La misura della resistenza alla penetrazione e della forza di estrazione caratterizzano la superficie esterna (più in profondità dell'indice di rimbalzo). La prima è più idonea a saggiare elementi di grosse dimensioni, la seconda è più adatta anche per elementi di ridotte dimensioni. La numerosità dei punti di prova è un compromesso tra accuratezza desiderata, tempo d'esecuzione, costo e danno apportato alla struttura.

A titolo esemplificativo, la tabella 126.2 riporta alcune indicazioni circa i valori tipici di riferimento per la variabilità e i limiti di confidenza nella stima della resistenza ottenibili con diversi metodi di prova. La stessa tabella riporta un'indicazione di massima riguardante il numero minimo di prove da effettuare in una specifica area di prova.

**Tabella 126.2. Valori tipici di riferimento per la variabilità e i limiti di confidenza nella stima della resistenza ottenibili con diversi metodi di prova**

Metodo di prova	Coefficiente di variazione dei valori ottenuti su un elemento strutturale di buona qualità (%)	Limiti di confidenza ( $\pm\%$ ) al 95% nella stima della resistenza	Numero di prove o di campioni relativo ad un'area di prova
Carotaggio	10	10	3
Indice di rimbalzo	4	25	12
Velocità di propagazione	2,5	20	1
Resistenza alla penetrazione	4	20	3
Forza d'estrazione	15	15	9

#### 161.4 Elaborazione dei risultati

Un'indagine mirata alla stima della resistenza in opera comporta genericamente l'esame di risultati provenienti da prove di resistenza meccanica su carote e/o di dati ottenuti da metodi non distruttivi. Se la numerosità (complessiva) dei risultati relativi a un'area di prova è pari a tre, numero minimo accettabile, si può stimare solamente la resistenza media.

Si ribadisce che per stimare la resistenza caratteristica del calcestruzzo in opera bisogna fare riferimento al procedimento previsto dalla norma **uni en 13791**, paragrafi 7.3.2 e 7.3.3, nel caso di utilizzo di metodo diretto (carotaggio), o paragrafo 8.2.4, nel caso di utilizzo di metodo indiretto.

#### 161.5 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. L'ubicazione dei prelievi o carotaggi deve essere effettuata in maniera da non arrecare danno alla stabilità della struttura. I fori devono essere ripristinati con malte espansive e a ritiro compensato.

Il carotaggio può risultare improprio per verificare le caratteristiche di calcestruzzi di bassa resistenza ( $R_C = 20 \text{ N/mm}^2$ ) o alle brevi scadenze, poiché sia il carotaggio sia la lavorazione delle superfici possono sgretolare e compromettere l'integrità del conglomerato di resistenza ridotta.

Ai fini della determinazione della resistenza a compressione del calcestruzzo in situ è necessario applicare i necessari fattori di correzione poiché i risultati forniti dalla prova a compressione delle carote non corrispondono esattamente a quelli che si otterrebbero con le prove a compressione condotte su cubi confezionati durante il getto, a causa della diversità dell'ambiente di maturazione, della direzione del getto rispetto a quella di carotaggio, dei danni prodotti dall'estrazione, ecc. I fattori di influenza sono quelli descritti dall'allegato A alla norma **uni en 13791**.

##### 161.5.1 Linee generali

Si devono prendere in considerazione le seguenti avvertenze:

- il diametro delle carote deve essere almeno superiore a tre volte il diametro massimo degli aggregati (i diametri consigliati sono compresi tra 75 e 150 mm);
- le carote destinate alla valutazione della resistenza non dovrebbero contenere ferri d'armatura (si devono scartare i provini contenenti barre d'armatura inclinate o parallele all'asse);
- per ottenere la stima attendibile della resistenza di un'area di prova devono essere prelevate e provate almeno tre carote;
- il rapporto lunghezza/diametro delle carote deve essere uguale a 1 e diametro = 100 mm. Si deve evitare che i provini abbiano snellezza inferiore a uno o superiore a due;
- i campioni estratti (e i provini) devono essere protetti nelle fasi di lavorazione e di deposito rispetto all'essiccazione all'aria. Salvo diversa prescrizione, le prove di compressione devono essere eseguite su provini umidi;
- nel programmare l'estrazione dei campioni si deve tener conto che la resistenza del calcestruzzo dipende dalla posizione o giacitura del getto;
- è necessario verificare accuratamente, prima di sottoporre i campioni alla prova di compressione, la planarità e l'ortogonalità



delle superfici d'appoggio. La lavorazione o la preparazione inadeguata dei provini porta, infatti, a risultati erranei. Il semplice taglio e la molatura delle superfici di prova possono non soddisfare i requisiti di parallelismo e planarità richiesti dalle norme.

#### 161.5.2 Area di prova o di prelievo

Le carote devono essere prelevate nell'individuata regione di prova e in particolare in corrispondenza degli elementi strutturali nei quali è stato posto in opera il calcestruzzo non conforme ai controlli di accettazione o laddove il direttore dei lavori ritiene che ci sia un problema di scadente o inefficace compattazione e maturazione dei getti.

Nell'individuazione delle aree di carotaggio dovranno essere rispettati i seguenti accorgimenti e quelli indicati dalla **uni en 12504-1**:

- devono essere lontane dagli spigoli e dai giunti in cui è presente poca o nessuna armatura;
- devono riguardare zone a bassa densità d'armatura (prima di eseguire i carotaggi sarà opportuno stabilire l'esatta disposizione delle armature mediante apposite metodologie d'indagine non distruttive);
- devono essere lontane dalle parti sommitali dei getti;
- devono essere evitati i nodi strutturali.

L'estrazione dei provini di calcestruzzo indurito deve avvenire almeno dopo 28 giorni di stagionatura.

In occasione dell'estrazione dovranno essere scartati tutti quei provini danneggiati o che contengano corpi estranei e parti di armature che potrebbero pregiudicare il risultato finale.

#### 161.5.3 Norme di riferimento

Le procedure per l'estrazione, la lavorazione dei campioni estratti per ottenere i provini e le relative modalità di prova a compressione sono quelle descritte nelle norme:

**uni en 12504-1** – *Prelievo sul calcestruzzo nelle strutture. Carote. Prelievo, esame e prova di compressione;*

**uni en 12390-1** – *Prova sul calcestruzzo indurito. Forma, dimensioni e altri requisiti per provini e per casseforme;*

**uni en 12390-2** – *Prova sul calcestruzzo indurito. Confezionamento e stagionatura dei provini per prove di resistenza;*

**uni en 12390-3** – *Prova sul calcestruzzo indurito. Resistenza alla compressione dei provini;*

**uni en 13791** – *Valutazione della resistenza a compressione in sito nelle strutture e nei componenti prefabbricati di calcestruzzo.*

#### 161.5.4 Verbale di prelevamento dei campioni di calcestruzzo indurito

Il verbale di prelievo dei campioni di calcestruzzo indurito, redatto secondo la **uni en 12504-1**, deve contenere almeno le seguenti indicazioni:

- località e denominazione del cantiere; - posizione in opera del calcestruzzo da cui è stato fatto il prelievo; - forma e dimensione dei provini;- numero e sigla di ciascun campione;- data del getto; - data del prelievo delle carote; - modalità di estrazione e utensile impiegato.

#### 161.6 Metodi indiretti per la valutazione delle caratteristiche meccaniche del calcestruzzo in opera

Come metodi indiretti devono essere presi in considerazione i metodi più consolidati nella pratica dei controlli non distruttivi: indice di rimbalzo, pull-out e misura della velocità di propagazione.

I metodi indiretti (indice di rimbalzo, velocità di propagazione degli impulsi e forza di estrazione) dovranno rispettare le linee guida della stessa **uni en 13791** mediante la correlazione tra i risultati dei metodi di prova indiretti e la resistenza a compressione su carote prelevate dalla struttura in esame. Il carotaggio è il metodo di riferimento per la calibrazione (taratura) di tutti i metodi non distruttivi o parzialmente distruttivi.

La legge di correlazione deve essere determinata utilizzando un adeguato numero di campioni, ottenuti mediante carotaggio dalla struttura in esame e sottoposti a indagine non distruttiva prima della loro rottura.

Il direttore dei lavori deve condurre una preliminare campagna di analisi con metodi indiretti al fine di programmare le posizioni di prelievo delle carote, anche sulla base del grado di omogeneità del volume di calcestruzzo in esame ed eventualmente di suddividere l'area in esame in lotti entro i quali sia possibile definire statisticamente l'omogeneità del calcestruzzo.

I fattori di influenza dei risultati dei metodi indiretti sono quelli descritti dall'allegato B alla norma **uni en 13791**.

#### 161.6.1 Calibratura delle curve di correlazione tra risultati di prove non distruttive e la resistenza a compressione del calcestruzzo in opera

La stima della resistenza a compressione del calcestruzzo in opera, mediante metodi non distruttivi, si deve basare sull'impiego di correlazioni tra il parametro non distruttivo proprio del metodo impiegato e la resistenza a compressione del calcestruzzo in esame mediante prove su carote come prescritto dalla norma **uni en 13791**. I metodi indiretti, dopo la calibrazione mediante prove su carote, possono essere impiegati:

- singolarmente;- in combinazione con altri metodi indiretti;- in combinazione con altri metodi indiretti e diretti (carote).

Le curve di correlazione fornite a corredo delle apparecchiature di prova non risultano, nella generalità dei casi, del tutto adeguate, poiché il loro sviluppo è basato sull'uso di determinati tipi di calcestruzzo e su prefissate condizioni di prova. L'andamento della legge di correlazione può essere assunto predefinito per ciascun metodo di indagine, a meno di costanti che possono essere determinate utilizzando un campione di carote di adeguata numerosità, sottoposte a indagine non distruttiva prima della loro rottura. È, perciò, essenziale predisporre tavole di calibrazione per il tipo specifico di calcestruzzo da sottoporre a prova, utilizzando i risultati delle prove su carote portate a rottura dopo l'esecuzione sulle stesse di prove indirette oltre a quelle eseguite in opera nello stesso punto di estrazione della carota stessa.

È opportuno che le carote utilizzate per la calibrazione siano non meno di tre. I valori numerici delle costanti che precisano l'andamento delle leggi di correlazione possono essere ottenuti applicando tecniche di minimizzazione degli errori.

161.6.2 Determinazione di altre proprietà del calcestruzzo in opera: dimensioni e posizione delle armature e stima dello spessore del copriferro

La misurazione dello spessore del copriferro delle armature e l'individuazione delle barre di armatura può essere effettuata utilizzando dispositivi denominati *misuratori di ricoprimento* o *pacometri*.

161.7 *Stima della resistenza del calcestruzzo in opera*

La resistenza dei provini estratti per carotaggio generalmente è inferiore a quella dei provini prelevati e preparati nel corso della messa in opera del calcestruzzo e stagionati in condizioni standard.

Le Nuove norme tecniche per le costruzioni hanno quantificato l'entità di tale differenza, riconducibile alle caratteristiche del materiale, alle modalità di posa in opera, di stagionatura e di esposizione, ritenendo accettabile un calcestruzzo il cui valore medio di resistenza a compressione ( $R_{opera,m}$ ), determinato con tecniche opportune (carotaggi e/o controlli non distruttivi), sia almeno superiore all'85% del valore medio della resistenza di progetto  $R_{progetto,cm}$ :

$$R_{opera, m} >= 0,85 R_{progetto,cm} \quad \text{N/mm}^2$$

Alla necessità di effettuare correttamente la stima delle condizioni al contorno, caratteristiche di ciascuna opera, e di garantire adeguatamente la normalizzazione delle procedure di prova, indispensabili per la riproducibilità e la ripetibilità dei risultati sperimentali, si aggiunge l'esigenza di definire correttamente il valore, indicato dalle Norme tecniche, da assumere per la resistenza media di progetto  $R_{progetto,cm}$ .

Il controllo della resistenza del calcestruzzo in opera deve essere eseguito in conformità alla norma **uni en 13791**, che stabilisce il passaggio dalla resistenza caratteristica cubica di progetto  $R_{ck}$  alla resistenza caratteristica cilindrica di progetto  $f_{ck}$ , con la seguente relazione:

$$f_{ck} >= 0,85 R_{ck} \quad \text{N/mm}^2$$

Al punto 6, tabella 1, della stessa norma, sono riportati per ciascuna classe di resistenza i valori caratteristici minimi accettabili. La  $R_{opera,ck}$  deve essere determinata secondo il punto 7 della stessa norma **uni en 13791** che prevede un controllo di tipo statistico nel caso che la numerosità dei prelievi sia maggiore di 15 (Approccio A, p. 7.3.2) e un controllo alternativo nel caso di una minore numerosità dei prelievi (Approccio B, p. 7.3.3.); in sintesi si dovrà confrontare:

$$R_{opera,ck} >= 0,85 R_{progetto,ck} \quad \text{N/mm}^2$$

Il rapporto di valutazione della resistenza calcestruzzo in opera deve essere conforme al punto 10 della norma **uni en 13791**.

161.7.1 La non conformità dei controlli d'accettazione

Le indagini per la valutazione del calcestruzzo in opera, in caso di non conformità dei controlli d'accettazione dovranno rispettare i criteri previsti dal paragrafo 9 della norma **uni en 13791**:

1) In una regione di prova comprendente diversi lotti di calcestruzzo con 15 o più risultati di prove su carote, se:

$$f_{opera,m} >= 0,85 (f_{progetto,ck} + 1,48 s)$$

e

$$f_{opera, min} >= 0,85 (f_{progetto,ck} - 4)$$

dove

$f_{progetto,ck}$  = resistenza caratteristica a compressione del calcestruzzo prevista in progetto

$f_{opera,m}$  = valore medio delle resistenza a compressione delle carote

$f_{opera,min}$  = valore minimo di resistenza a compressione delle carote

$s$  = scarto quadratico medio dei risultati sperimentali. Se il valore di  $s$  è minore di  $2,00 \text{ N/mm}^2$  si assume pari a  $2,00 \text{ N/mm}^2$ .

Il calcestruzzo della regione di prova può essere considerato di resistenza sufficiente e conforme alla en 206-1.

2) In alternativa, previo accordo tra le parti, qualora fossero disponibili 15 o più risultati di prove indirette e i risultati di almeno 2 carote prelevate da elementi strutturali, per i quali i risultati sui campioni convenzionali avevano fornito valori di resistenza più bassi, se:

$$f_{opera,min} \geq 0,85 (f_{progetto,ck} - 4)$$

il calcestruzzo della regione di prova può essere considerato di adeguata resistenza.

3) In una piccola regione di prova contenente pochi lotti di calcestruzzo, al limite uno, il direttore dei lavori deve ricorrere all'esperienza per selezionare l'ubicazione dei 2 punti di prelievo delle carote e se:

$$f_{opera,min} \geq 0,85 (f_{progetto,ck} - 4)$$

il calcestruzzo della regione di prova può essere considerato di adeguata resistenza.

Se la regione di prova è ritenuta contenente calcestruzzo di resistenza adeguata, è conforme anche la popolazione calcestruzzo al quale è riferito il controllo.

## Art. 162 **Consolidamenti di edifici in cemento armato**

### 162.1 *Incamicatura in cemento armato*

Le camicie in cemento armato possono essere applicate a pilastri o a pareti per conseguire tutti o alcuni dei seguenti obiettivi:

- aumento della capacità portante verticale;- aumento della resistenza a flessione e/o taglio;- aumento della capacità deformativa;- miglioramento dell'efficienza delle giunzioni per sovrapposizione.

Lo spessore delle camicie deve essere tale da consentire il posizionamento di armature longitudinali e trasversali con un copriferro adeguato.

Nel caso che la camicia non avvolga completamente l'elemento, è necessario mettere a nudo le armature nelle facce non incamiciate e collegare a queste ultime le armature delle facce incamiciate.

Se le camicie servono ad aumentare la resistenza flessionale, le barre longitudinali devono attraversare il solaio in apposite forature continue ed essere ancorate con adeguata staffatura alle estremità del pilastro inferiore e superiore.

Se le camicie servono solo per aumentare la resistenza a taglio e la deformabilità o anche a migliorare l'efficienza delle giunzioni, esse devono fermarsi a circa 10 mm dal solaio.

Ai fini della valutazione della resistenza e della deformabilità di elementi incamiciati, sono accettabili le seguenti ipotesi semplificative:

- l'elemento incamiciato si comporta monoliticamente, con piena aderenza tra il calcestruzzo vecchio e il nuovo;
- si trascura il fatto che il carico assiale è applicato alla sola porzione preesistente dell'elemento e si considera che esso agisca sull'intera sezione incamiciata;
- le proprietà meccaniche del calcestruzzo della camicia si considerano estese all'intera sezione.

### 162.2 *Incamicatura in acciaio*

Le camicie in acciaio possono essere applicate principalmente a pilastri o a pareti per conseguire tutti o alcuni dei seguenti obiettivi:

- aumento della resistenza a taglio;- aumento della capacità deformativa;- miglioramento dell'efficienza delle giunzioni per sovrapposizione;- aumento della capacità portante verticale (effetto del confinamento).

Le camicie in acciaio applicate a pilastri rettangolari sono generalmente costituite da quattro profili angolari sui quali vengono saldate piastre continue in acciaio o bande di dimensioni e interasse adeguati oppure vengono avvolti nastri in acciaio opportunamente dimensionati. I profili angolari possono essere fissati con resine epossidiche o semplicemente resi aderenti al calcestruzzo esistente. Le bande possono essere preriscaldate prima della saldatura e i nastri presollecitati, in modo da fornire successivamente una pressione di confinamento.

#### 162.2.1 *Miglioramento della giunzioni per aderenza*

Le camicie in acciaio possono fornire un'efficace azione di serraggio nelle zone di giunzione per aderenza. Per ottenere questo risultato occorre che:

- la camicia si prolunghi per una lunghezza pari almeno al 50% della lunghezza della zona di sovrapposizione;
- nella zona di sovrapposizione la camicia è mantenuta aderente in pressione contro le facce dell'elemento mediante almeno due file di bulloni ad alta resistenza;
- nel caso in cui la sovrapposizione sia alla base del pilastro, le file di bulloni devono venire disposte una alla sommità della zona di sovrapposizione e l'altra a un terzo dell'altezza di tale zona misurata a partire dalla base.

### 162.3 Placcatura e fasciatura in materiali fibrorinforzati (frp)

L'uso del frp nel rinforzo sismico di elementi in cemento armato è finalizzato agli obiettivi seguenti:

- aumento della resistenza a taglio di pilastri e pareti mediante applicazione di fasce di frp con le fibre disposte secondo la direzione delle staffe;
- aumento della duttilità e/o della resistenza nelle parti terminali di travi e pilastri mediante fasciatura con frp con fibre continue disposte lungo il perimetro;
- miglioramento dell'efficienza delle giunzioni per sovrapposizione, sempre mediante fasciatura con frp con fibre continue disposte lungo il perimetro.

Ai fini delle verifiche di sicurezza degli elementi rafforzati con frp si possono adottare le istruzioni cnr-dt 200/04.

### 162.4 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 sia 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.

Le risarciture di lesioni localizzate di piccola entità possono essere effettuate 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 al fine di evitare eccessivi riscaldamenti prodotti dalla polimerizzazione della miscela.

Le operazioni da effettuare sono:

- pulizia della polvere o dalle altre impurità delle superfici danneggiate con l'eliminazione del materiale disgregato;
- pulizia in profondità con aria o acqua in pressione;
- sigillatura delle lesioni con stucco o intonaco e predisposizione di tubicini di ingresso della miscela, costituita generalmente da resina pura o debolmente caricata.

La tecnica descritta è, altresì, da evitare nel caso di lesioni molto piccole (per 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.

### 162.5 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 può ricorrere 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 in cui si presenti parziale disgregazione del materiale (eventualmente evidenziabile anche con debole percussione).

Eseguite le occorrenti puntellature o tirantature provvisorie, si deve procedere nella maniera seguente:

- eliminazione di tutte le parti disgregate o parzialmente espulse, ponendo attenzione a non danneggiare le armature presenti;
- eventuale iniezione della parte messa a nudo;
- pulizia della superficie con aria compressa e lavaggio. Se si rende necessario l'inserimento di nuove armature, dopo l'operazione indicata al primo punto, si prosegue con le operazioni appresso elencate;
- messa in opera di nuove armature mediante saldatura alle preesistenti e 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;
- posizionamento dei casseri e loro eventuale contrasto;

- eventuale spalmatura di adesivo tra vecchio calcestruzzo e nuovo getto;
- esecuzione del getto di calcestruzzo e di malta, prima che l'eventuale adesivo abbia iniziato la polimerizzazione. Un'analogia tecnica utilizzabile quando il danno si limita al copriferro o poco di più consiste nell'applicazione di un'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.

#### 162.6 Ripristino e rinforzo dell'armatura metallica

Ove necessario, le armature vanno integrate. Particolare cura va posta all'ancoraggio delle nuove armature e alla loro solidificazione 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 e 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, ad 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 avvolge 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 di quelle esistenti sia di quelle aggiuntive o meglio la capacità di sopportare l'unione senza divenire fragili.

#### 162.7 Provvedimenti per le strutture di fondazione

Il 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;
- la costruzione di setti in cemento armato al livello di primo interpiano, così da costruire nel suo complesso una struttura scapolare rigida;
- l'approfondimento delle strutture fondali mediante pali di piccolo o medio diametro, fortemente armati;
- l'allargamento della base d'appoggio mediante sottofondazione in cemento armato oppure mediante la costruzione di cordolature laterali in cemento armato;
- 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.

#### 162.8 *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 oggetto di prove o danneggiate dovrà essere verificata 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. 163 **Prove di carico sui pali di fondazione**

#### 163.1 *Prove di verifica in corso d'opera*

Sui pali di fondazione devono essere eseguite prove di carico statiche di verifica per:

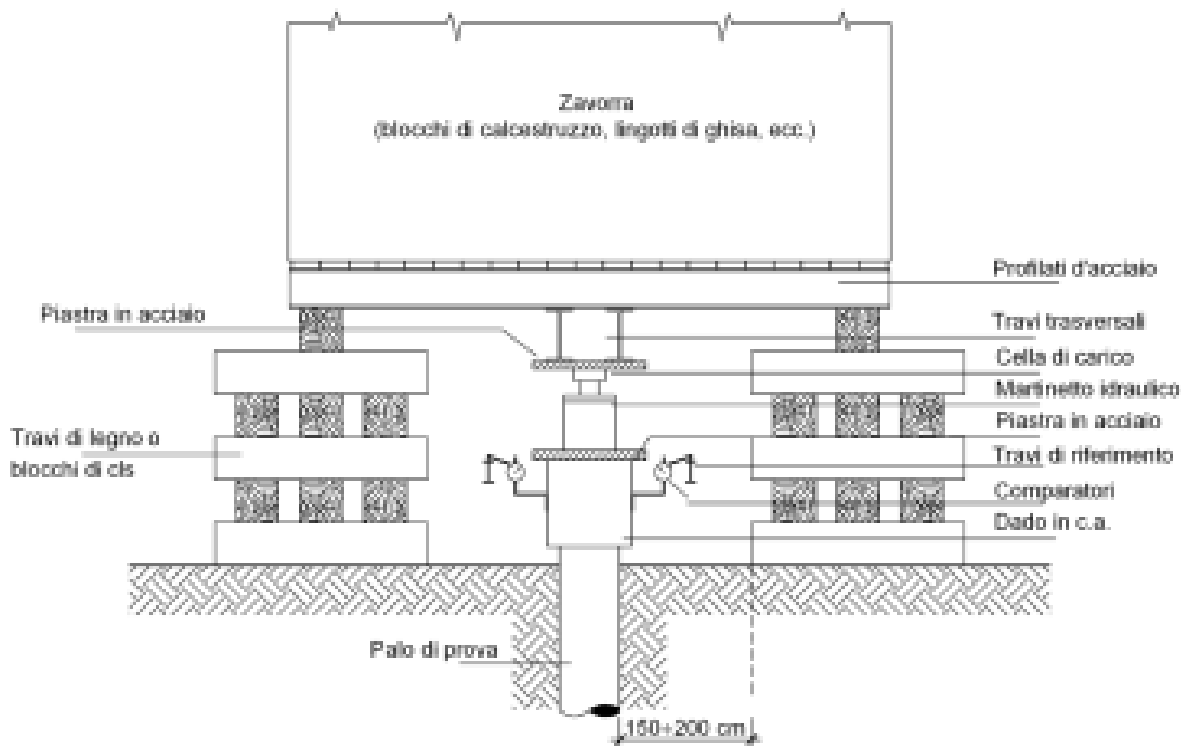
- accertare eventuali deficienze esecutive nel palo;
- verificare i margini di sicurezza disponibili nei confronti della rottura del sistema palo-terreno;
- valutare le caratteristiche di deformabilità del sistema palo-terreno.

Tali prove devono essere spinte a un carico assiale pari a 1,5 volte l'azione di progetto utilizzata per le verifiche sle.

In presenza di pali strumentati per il rilievo separato delle curve di mobilitazione delle resistenze lungo la superficie e alla base, il massimo carico assiale di prova può essere posto pari a 1,2 volte l'azione di progetto utilizzata per le verifiche sle.

Il numero e l'ubicazione delle prove di verifica devono essere stabiliti in base all'importanza dell'opera e al grado di omogeneità del terreno di fondazione. In ogni caso, il numero di prove non deve essere inferiore a:

- 1, se il numero di pali è inferiore o uguale a 20;
- 2, se il numero di pali è compreso tra 21 e 50;
- 3, se il numero di pali è compreso tra 51 e 100;
- 4, se il numero di pali è compreso tra 101 e 200;
- 5, se il numero di pali è compreso tra 201 e 500;
- il numero intero più prossimo al valore  $5 + n/500$ , se il numero  $n$  di pali è superiore a 500.



**Figura 128.1 Schema di applicazione del carico di prova su palo di fondazione con cassone zavorrato**

Il numero di prove di carico di verifica può essere ridotto, se sono eseguite prove di carico dinamiche, da tarare con quelle statiche di progetto, e siano effettuati controlli non distruttivi su almeno il 50% dei pali.

Le prove di carico dovranno essere eseguite da un laboratorio ufficiale, in contraddittorio con l'impresa esecutrice.

La direzione dei lavori dovrà, in contraddittorio con l'impresa, stabilire in anticipo su quali pali operare la prova di carico, ai fini dei controlli esecutivi. Per nessun motivo il palo potrà essere caricato prima dell'inizio della prova, che potrà essere effettuata solo quando sia trascorso il tempo sufficiente perché il palo abbia raggiunto la stagionatura prescritta per il calcestruzzo.

### 163.2 Preparazione dei pali da sottoporre a prova

L'appaltatore ha l'onere della preparazione dei pali da sottoporre a prova di carico mediante la regolarizzazione della testa previa scapitozzatura del calcestruzzo e messa a nudo del fusto per un tratto di ~ 50 cm. Successivamente, sul palo deve essere realizzato un dado di calcestruzzo armato, di sezione maggiore di quella del palo, per l'appoggio del martinetto. L'esecuzione della prova deve avere inizio dopo la stagionatura del calcestruzzo, per evitare eventuali deformazioni plastiche durante l'applicazione del carico.

L'appaltatore ha anche l'onere di predisporre la struttura di contrasto per l'esecuzione della prova di carico, secondo le indicazioni del laboratorio ufficiale incaricato.

Per la prova di carico verticale, la struttura di contrasto per il martinetto idraulico e il palo deve essere costituita da un cassone zavorrato. Le basi di appoggio del cassone devono essere sufficientemente distanti dal palo di prova (preferibilmente 2 m) per evitare spinte passive sul palo da parte del terreno caricato dagli appoggi.

### 163.3 Prove di carico verticali

Le prove di carico verticali 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 del palo, pertanto la prova deve essere limitata nel tempo dallo stabilizzarsi dei valori rilevati.

La direzione dei lavori deve individuare il numero e l'ubicazione dei pali da sottoporre a prova in conformità ai limiti stabiliti dalle Nuove norme tecniche per le costruzioni.

I pali soggetti a prova di carico assiale, a discrezione della direzione dei lavori, potranno essere sottoposti anche a controlli non distruttivi.

La determinazione del carico limite deve essere ottenuta impiegando almeno tre metodi:

- metodo Davisson; - metodo Chin;- metodo Brinch Hansen.

#### 163.3.1 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.

Ai suddetti diagrammi si aggiunge la relazione di accompagnamento del laboratorio ufficiale che ha eseguito la prova di carico.

#### 163.3.2 Verbale di prova di carico su palo di fondazione

Il verbale di prova di carico su pali di fondazione deve contenere i seguenti dati:

- individuazione e caratteristiche costruttive delle opere;- data e ora della prova;- localizzazione del palo su cui è stata effettuata la prova di carico;- descrizione della struttura di prova (struttura di contrasto, di sostegno laterale, travi portamicrometri, martinetti, celle di carico, ecc.);- descrizione dell'eventuale strumentazione collocata all'interno del palo;- curve di taratura degli strumenti utilizzati;- grafici e tabelle per la visualizzazione dei risultati della prova.

### Art. 164 Controlli d'integrità dei pali di fondazione

#### 164.1 Criteri generali

In tutti i casi in cui la qualità dei pali dipenda in misura significativa dai procedimenti esecutivi e dalle caratteristiche geotecniche dei terreni di fondazione, devono essere effettuati dei controlli di integrità diretti a verificare almeno:

- la lunghezza; - la sezione trasversale;- la discontinuità.

Il controllo dell'integrità, da effettuarsi con prove dirette o indirette di comprovata validità, deve interessare almeno il 5% dei pali della fondazione con un minimo di due pali.

Nel caso di gruppi di pali di grande diametro ( $d = 80$  cm), il controllo dell'integrità deve essere effettuato su tutti i pali di ciascun gruppo se i pali del gruppo sono in numero inferiore o uguale a quattro.

I controlli di integrità dovranno essere eseguiti da un laboratorio ufficiale, in contraddittorio con l'impresa esecutrice. Sui pali con riscontrati difetti esecutivi dovranno essere eseguiti ulteriori controlli (anche distruttivi) per le successive determinazioni della stazione appaltante.

#### 164.2 Prove di eco sonico

La prova di eco sonico (o della risposta impulsiva) è una prova a basse deformazioni che deve essere impiegata per verificare la continuità o eventuali anomalie del palo (variazioni di sezioni, cavità, interruzioni, giunzioni di prefabbricati non eseguite correttamente, ecc.).

Il controllo è applicabile a pali di fondazione isolati (specialmente di tipo prefabbricato e battuto) e a pali trivellati in terreni coerenti.

La prova consiste nel sollecitare la testa del palo – resa libera allo scopo svincolandola dalle strutture di fondazione (travi, plinti, platee, solette) o dal magrone – con una forza impulsiva assiale tale da provocare onde di compressione assiale, mediante l'impiego di un martello in nylon, valutando la risposta in termini di velocità o spostamento nel tempo. Il segnale di risposta o segnale riflesso, rilevato mediante un accelerometro posizionato anch'esso sulla testa del palo, viene depurato da eventuali componenti estranee e opportunamente amplificato per meglio interpretare i segnali di eco.

La lunghezza del palo oggetto di controllo o la distanza di una discontinuità dalla testa del palo stesso, è determinata dalla relazione:

$$2L = t \cdot V$$

dove

$L$  = lunghezza del palo

$V$  = velocità delle onde longitudinali all'interno del calcestruzzo

$t$  = tempo di ritardo rispetto all'istante in cui l'impulso viene trasmesso al palo.

#### 164.3 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.), il vincolo d'interfaccia laterale e il grado di incastro alla base, nonché la rigidità elastica del sistema palo terreno. La prova utilizza tecniche di sollecitazione dinamica applicate alla testa del palo, che dovrebbe essere libera e accessibile.

#### 164.4 Metodo Cross-hole

Per l'esecuzione del controllo cross-hole devono essere inseriti nei pali indicati dalla direzione dei lavori o dal progetto esecutivo, prima del getto di calcestruzzo, un certo numero di tubi metallici o in materiale plastico pesante (3x4 per pali di grosso diametro) del diametro interno minimo di 35x42 mm e di lunghezza pari a quella del palo, fissati alla gabbia dell'armatura metallica in modo che risultino opportunamente distanti e paralleli e in posizione verticale. I tubi di plastica non devono subire danneggiamenti durante la collocazione della gabbia d'armatura e durante il getto di calcestruzzo, per non pregiudicare il



controllo.

Il direttore dei lavori ha facoltà di eseguire la prova in pali già realizzati ma con tubi non predisposti, realizzando i fori mediante carotaggio meccanico.

Con metodo cross-hole è possibile indagare soltanto la porzione di calcestruzzo compresa tra le due sonde. Le informazioni che si ottengono riguardano le caratteristiche del getto di calcestruzzo; in particolare, la presenza di fratture, vuoti, strutture a nido d'ape, inclusioni di terreno, variazioni nette di qualità del calcestruzzo, ecc.

#### 164.5 *Carotaggio continuo meccanico*

Il carotaggio deve essere eseguito con utensili e attrezzature tali da garantire la verticalità del foro e consentire il prelievo continuo allo stato indisturbato del conglomerato e, se richiesto, del sedime d'imposta.

Allo scopo devono essere impiegati doppi carotieri provvisti di corona diamantata aventi diametro interno minimo pari a 60 mm.

Nel corso della perforazione devono essere rilevate le caratteristiche macroscopiche del conglomerato e le discontinuità eventualmente presenti, indicando in dettaglio la posizione e il tipo delle fratture, le percentuali di carotaggio e le quote raggiunte con ogni singola manovra di avanzamento.

Su alcuni spezzoni di carota devono essere eseguite anche prove di laboratorio atte a definire le caratteristiche fisico-meccaniche e chimiche del calcestruzzo rispetto alle prescrizioni contrattuali.

Al termine del carotaggio, si deve provvedere a riempire il foro mediante boiaccia di cemento immessa dal fondo foro.

Il carotaggio deve essere eseguito da un laboratorio ufficiale, quando richiesto dalla direzione dei lavori, in corrispondenza di quei pali ove si fossero manifestate inosservanze rispetto alle indicazioni riportate nel presente capitolato.

#### 164.6 *Scavi attorno al fusto del palo*

Verranno richiesti ogni qualvolta si nutrano dubbi sulla verticalità e regolarità della sezione nell'ambito dei primi 4-5 m di palo di fondazione.

Il fusto del palo dovrà essere messo a nudo e pulito con un violento getto d'acqua e reso accessibile all'ispezione visiva.

Successivamente si provvederà a riempire lo scavo con materiali e modalità di costipamento tali da garantire il ripristino della situazione primitiva.

Tali operazioni saranno eseguite, a cura e spese dell'impresa, in corrispondenza di quei pali ove si fossero manifestate inosservanze rispetto alle indicazioni riportate nel presente capitolato e alle disposizioni della direzione dei lavori.

### Art. 165 **Controlli non distruttivi sulle strutture in acciaio**

#### 165.1 *Generalità*

Il direttore dei lavori per le strutture in acciaio dovrà eseguire i seguenti controlli:

- esame visivo;- controllo chimico che accerti la composizione dei materiali;- controllo con chiave dinamometrica che accerti che i bulloni di ogni classe siano serrati secondo quanto previsto dalla norma **cnr uni 10011** (ritirata senza sostituzione); controllo della corretta esecuzione delle saldature.

Tali controlli devono essere eseguiti da laboratori ufficiali per evitare contestazioni da parte dell'appaltatore.

#### 165.2 *Qualificazioni del personale e dei procedimenti di saldatura*

I saldatori nei procedimenti semiautomatici e manuali dovranno essere qualificati secondo la norma **uni en 287-1** da parte di un ente terzo. A deroga di quanto richiesto, i saldatori che eseguono giunti a T con cordoni d'angolo non potranno essere qualificati mediante l'esecuzione di giunti testa-testa.

Gli operatori dei procedimenti automatici o robotizzati dovranno essere certificati secondo la norma **uni en 1418**. Tutti i procedimenti di saldatura dovranno essere qualificati secondo la norma **uni en 15614-1**.

Norme di riferimento

**uni en 287-1** – Prove di qualificazione dei saldatori. Saldatura per fusione. Parte 1: Acciai;

**uni en 1418** – Personale di saldatura. Prove di qualificazione degli operatori di saldatura per la saldatura a fusione e dei preparatori di saldatura a resistenza, per la saldatura completamente meccanizzata e automatica di materiali metallici;

**uni en iso 15614-1** – Specificazione e qualificazione delle procedure di saldatura per materiali metallici. Prove di qualificazione della procedura di saldatura. Parte 1: Saldatura ad arco e a gas degli acciai e saldatura ad arco del nichel e leghe di nichel.

### 165.3 Controllo di qualità delle strutture saldate

Il controllo delle saldature e il controllo di qualità deve accertare che le giunzioni saldate corrispondano alla qualità richiesta dalle condizioni di esercizio e quindi progettuali. Il direttore dei lavori potrà fare riferimento alla norma **uni en 12062**.

Il controllo delle saldature deve avvenire nelle seguenti fasi:

- verifiche e prove preliminari;- ispezione durante la preparazione e l'esecuzione delle saldature;- controllo diretto dei giunti saldati.

La prima fase è quella che viene tradizionalmente chiamata *controllo indiretto delle saldature*. Con il controllo diretto, invece, si procede alla verifica o al collaudo vero e proprio del giunto realizzato.

### 165.4 Controlli non distruttivi

Le saldature devono essere sottoposte a controlli non distruttivi finali, per accertarne la corrispondenza ai livelli di qualità stabiliti dal progettista e dalle Norme tecniche per le costruzioni.

L'entità e il tipo di tali controlli, distruttivi e non distruttivi, in aggiunta a quello visivo al 100%, devono essere eseguiti sotto la responsabilità del direttore dei lavori.

Ai fini dei controlli non distruttivi si possono usare metodi di superficie (per esempio, liquidi penetranti o polveri magnetiche) ovvero metodi volumetrici (per esempio, raggi x o gamma o ultrasuoni).

Per le modalità di esecuzione dei controlli e i livelli di accettabilità, si potrà fare riferimento alle prescrizioni della norma **uni en 12062**.

I controlli devono essere certificati da un laboratorio ufficiale ed eseguiti da operatori qualificati secondo la norma **uni en 473**.

Norme di riferimento

**uni en 12062** – *Controllo non distruttivo delle saldature. Regole generali per i materiali metallici;*

**uni en 473** – *Prove non distruttive. Qualificazione e certificazione del personale addetto alle prove non distruttive. Principi generali;*

**uni en 1713** – *Controllo non distruttivo delle saldature. Controllo mediante ultrasuoni. Caratterizzazione delle indicazioni nelle saldature;*

**uni en 1714** – *Controllo non distruttivo delle saldature. Controllo mediante ultrasuoni dei giunti saldati;*

**uni en 1289** – *Controllo non distruttivo delle saldature mediante liquidi penetranti. Livelli di accettabilità;*

**uni en 1290** – *Controllo non distruttivo delle saldature. Controllo magnetoscopico con particelle magnetiche delle saldature;*

**uni en 12062** – *Controllo non distruttivo delle saldature. Regole generali per i materiali metallici;*

**uni en 473** – *Prove non distruttive. Qualificazione e certificazione del personale addetto alle prove non distruttive. Principi generali.*

#### 165.4.1 Metodo ultrasonico

Il metodo ultrasonico consente di rilevare i difetti anche a considerevoli profondità e in parti interne dell'elemento a condizione che esso sia un conduttore di onde sonore.

Il paragrafo 11.3.4.5 delle Nuove norme tecniche stabilisce che, per giunti a piena penetrazione, si possono impiegare anche gli ultrasuoni. Per i giunti a T a piena penetrazione, invece, si può impiegare solo il controllo con gli ultrasuoni.

Per evitare contestazioni con l'appaltatore, il personale che esegue i controlli deve essere qualificato in conformità alla norma **uni en 473** e avere conoscenza dei problemi di controllo relativi ai giunti saldati da esaminare.

Il volume del giunto da esaminare. La preparazione delle superfici

Si premette che, con riferimento alla norma **uni en 1714**, il volume da esaminare deve comprendere, oltre alla saldatura, anche il materiale base, per una larghezza di almeno 10 mm da ciascun lato della stessa saldatura, oppure il controllo delle zone laterali termicamente alterate.

In generale, la scansione del fascio di onde ultrasoniche deve interessare tutto il volume in esame.

Le superfici oggetto di controllo e in particolare quelle di applicazione delle sonde, devono essere prive di sostanze che possono interferire con l'accoppiamento (tracce di ruggine, scaglie staccate, spruzzi di saldature, ecc.).

Norme di riferimento

**uni en 1712** – *Controllo non distruttivo delle saldature. Controllo mediante ultrasuoni dei giunti saldati. Livelli di accettabilità;*

**uni en 1713** – *Controllo non distruttivo delle saldature. Controllo mediante ultrasuoni. Caratterizzazione delle indicazioni nelle saldature;*

**uni en 1714** – *Controllo non distruttivo delle saldature. Controllo mediante ultrasuoni dei giunti saldati;*

**uni en 583-1** – Prove non distruttive. Esame ad ultrasuoni. Parte 1: Principi generali;

**uni en 583-2** – Prove non distruttive. Esami ad ultrasuoni. Parte 2: Regolazione della sensibilità e dell'intervallo di misurazione della base dei tempi;

**uni en 583-3** – Prove non distruttive. Esame ad ultrasuoni. Tecnica per trasmissione;

**uni en 583-4** – Prove non distruttive. Esame ad ultrasuoni. Parte 4: Esame delle discontinuità perpendicolari alla superficie;

**uni en 583-5** – Prove non distruttive. Esame ad ultrasuoni. Parte 5: Caratterizzazione e dimensionamento delle discontinuità;

**uni en 12223** – Prove non distruttive. Esame ad ultrasuoni. Specifica per blocco di taratura n. 1;

**uni en 27963** – Saldature in acciaio. Blocco di riferimento n. 2 per il controllo mediante ultrasuoni delle saldature;

**uni en 473** – Prove non distruttive. Qualificazione e certificazione del personale addetto alle prove non distruttive. Principi generali.

#### 165.4.2 Metodo radiografico

Il controllo radiografico dei giunti saldati per fusione di lamiere e tubi di materiali metallici deve essere eseguito in conformità alla norma **uni en 435**.

Il metodo radiografico deve essere usato per il controllo dei giunti saldati a piena penetrazione (paragrafo 11.3.4.5 delle Nuove norme tecniche).

Norme di riferimento

**uni en 1435** – Controllo non distruttivo delle saldature. Controllo radiografico dei giunti saldati;

**uni en 10246-10** – Prove non distruttive dei tubi di acciaio. Controllo radiografico della saldatura dei tubi di acciaio saldati in automatico ad arco sommerso per la rilevazione dei difetti;

**uni en 12517-1** – Controllo non distruttivo delle saldature. Parte 1: Valutazione mediante radiografia dei giunti saldati di acciaio, nichel, titanio e loro leghe. Livelli di accettazione.

#### 165.5 Esecuzione e controllo delle unioni bullonate

Le superfici di contatto al montaggio si devono presentare pulite, prive di olio, vernice, scaglie di laminazione e 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. Il serraggio dei bulloni può essere effettuato mediante chiave dinamometrica a mano, con o senza meccanismo limitatore della coppia applicata o mediante chiavi pneumatiche con limitatore della coppia applicata, tutte tali da garantire una precisione non minore di  $\pm 5\%$ . Le chiavi impiegate per il serraggio e nelle verifiche dovranno essere munite di un certificato di taratura emesso in data non superiore all'anno. 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  $f_{k,N}$  la tensione di snervamento.

La norma **cnr uni 10011** (ritirata senza sostituzione) detta precise regole riguardo le dimensioni che devono avere i bulloni normali e quelli ad alta resistenza, riguardo i materiali impiegati per le rosette e le piastrine, nonché il modo di accoppiare viti e dadi e il modo in cui devono essere montate le rosette.

**Tabella 130.1. Valori dell'area resistente, della forza normale e della coppia di serraggio per vari tipi di bulloni (fonte: cnr 10011)**

Diametro D (m)	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

Diametro D (m)	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
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

Il serraggio dei bulloni può, inoltre, essere effettuato anche mediante serraggio a mano o con chiave a percussione, fino a porre a contatto le lamiera fra testa e dado. Si dà, infine, una rotazione al dado compresa fra 90° e 120°, con tolleranze di 60° in più.

Durante il serraggio, la norma **cnr uni 10011** (ritirata senza sostituzione) 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° il dado;- dopo avere marcato dado e bullone per identificare la loro posizione relativa, si allenta il dado con una rotazione pari a 60° e poi si riserra, 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.

Il controllo *in situ* deve essere eseguito verniciando in verde i bulloni che risultano conformi e in rosso quelli non conformi. Le indagini devono essere condotte redigendo delle tabelle, una per ogni collegamento, nelle quali devono essere riportate le seguenti caratteristiche:

- valore della coppia di serraggio;- mancanza del bullone;- non coincidenza tra gli assi del foro e del bullone, ecc.

## Art. 166 Controlli su manufatti in rete metallica e pietrame

### *Gabbioni*

Tutti i singoli elementi di gabbioni e materassi in pietrame, dovranno essere conformi a quanto specificato nell'Art.121

La certificazione di qualità sarà allegata ai piaco controllo qualità relativi all'opera in realizzazione.

Le verifiche di controllo qualità richieste sono come di seguito elencate;

#### *Qualifica della cava*

La cava dalla quale dovrà provenire il pietrame di riempimento dovrà essere qualificato seguendo le modalità di qualificazione riportate nelle specifiche di C.Q. relative agli aggregati per calcestruzzo riportate nella Sezione “Opere di conglomerato cementizio”.

In sede di qualificazione, oltre alle verifiche sulla capacità organizzativa/operativa e di controllo della cava, si dovrà anche verificare che le caratteristiche del materiale da fornire, rispondano ai seguenti requisiti :

- non gelivo, alla prova eseguita secondo le Norme del R.D. 16/11/39 n. 2232.
- non friabile,
- non dilavabile,
- di buona durezza,
- di appropriata massa volumica (maggiore di 2000 kg/m<sup>3</sup> per i materassi)

Le prove sulle suddette caratteristiche saranno eseguite nel laboratorio di cava, approvato in sede di qualifica, o in altro laboratorio comunque approvato dalla Ente.

Le prove in corso di fornitura saranno eseguite su lotti quantitativamente definiti dalla DL o dal Responsabile di C.Q. in funzione delle caratteristiche della cava e delle dimensioni delle opere da realizzare.

E' comunque prescritta l'esecuzione delle prove per ogni lotto di fornitura di almeno 1000 m<sup>3</sup>.

Quanto sopra sarà riportato ed allegato al relativo P.C.Q.

#### *Qualifica delle reti metalliche*

I prodotti dovranno essere acquistati da fornitori qualificati dal C.G. e per ogni partita inviata il fornitore dovrà certificare

- la conformità alle norme UNI 8018, della maglia;
- la conformità alle Norme UNI 3598, del filo di ferro, fortemente zincato;
- la rispondenza alla Circ. del Cons. Sup. LL.PP. 27/8/62

Il Responsabile di C.Q. del C.G. dovrà controllare l'esistenza delle suddette certificazioni, annotare l'esito sul certificato ed allegare tutte le certificazioni al PCQ. Nel caso che il manufatto debba essere impiegato in acque particolarmente aggressive (acque marine o acque inquinate), si dovrà verificare che il filo costituente la rete sia rivestito in PVC con spessore di 0,4-0,6 mm.

Tale verifica sarà effettuata sulla base della certificazione del fornitore della rete attestante la qualità del rivestimento.

La certificazione dovrà essere allegata al P.C.Q.

**Pietrame, massi e pietrame minuto**

Questo materiale è direttamente posto in opera e deve anch'esso provenire da cava qualificata in accordo a quanto specificato al punto precedente per i materiali lapidei dei gabbioni e materassi.

Per la qualifica delle caratteristiche del materiale, in accordo a quanto richiesto dal presente Capitolato, il responsabile di C.Q. dovrà richiedere la certificazione delle seguenti prove :

- verifica di non gelività mediante prova eseguita secondo il R.D. 16/11/39 n. 2232.
- determinazione della massa volumica  $P (\geq 2,5 \text{ gr/cm}^3)$
- determinazione della massa volumica reale  $p (\geq 2,6 \text{ gr/cm}^3)$
- verifica del grado di compattezza  $C = P/p \geq 0,95$

Controllo delle caratteristiche dimensionali dei singoli massi: dovranno essere tali che il parallelepipedo inscritto nel masso non abbia il lato minore inferiore alla metà del lato maggiore.

Le prove sopradette saranno effettuate presso i laboratori di cava, qualificati dal C.G. e approvati dall'Ente..

Le prove saranno effettuate su campioni preparati in accordo alle prescrizioni della DIREZIONE LAVORI e con le modalità indicate precedentemente.

Le prove in corso di fornitura saranno eseguite su lotti quantitativamente definiti dal Responsabile di C.Q. in funzione delle caratteristiche della cava e del materiale e delle dimensioni dei massi e delle opere da realizzare.

L'Ente A. potrà richiedere l'integrazione delle suddette prove con prove di caduta massi da effettuare direttamente in cava, indicandone inoltre le modalità e le frequenze.

L'esito delle prove, comprese anche le eventuali prove integrative, sarà riportato sul certificato allegato al PCQ.

## **Art. 167 Controlli sulle strutture in legno massiccio e lamellare**

### *167.1 Legno strutturale con giunti a dita*

Il direttore dei lavori deve acquisire le certificazioni relative alle prove per il controllo di qualità effettuate dal produttore dell'elemento strutturale in legno lamellare per ciascuna partita di produzione, in particolare per:

- le prove effettuate sui giunti a dita, effettuate sottoponendo a prova l'intera sezione giuntata e in conformità alla norma **uni en 408**;
- i valori della resistenza a flessione e della resistenza a flessione caratteristica di ogni singolo giunto a dita (norma **uni en 385**, punto 7.1.4).

Norma di riferimento

**uni en 385** – *Legno strutturale con giunti a dita. Requisiti prestazionali e requisiti minimi di produzione.*

### *167.2 Legno lamellare incollato*

Il direttore dei lavori deve acquisire le certificazioni relative alle prove per il controllo di qualità effettuate dal produttore dell'elemento strutturale in legno lamellare per ciascuna partita di produzione, in particolare per i giunti di testa (norma **uni en 386**).

I giunti di testa delle lamelle devono essere sottoposte a prove di flessione di piatto in conformità alla norma **uni en 385**.

Norme di riferimento

**uni en 385** – *Legno strutturale con giunti a dita. Requisiti prestazionali e requisiti minimi di produzione;*

**uni en 386** – *Legno lamellare incollato. 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.*

#### 167.3 *Legno lamellare incollato giunti a dita a tutta sezione*

Si definisce *giunto a dita a tutta sezione* il giunto a dita che attraversa tutta la sezione dell'estremità degli elementi strutturali in legno lamellare incollati. Il giunto deve rispettare i requisiti della norma **uni en 387**.

Il direttore dei lavori deve acquisire le certificazioni relative alle prove per il controllo di qualità effettuate dal produttore dell'elemento strutturale in legno lamellare per ciascuna partita di produzione (norma **uni en 387**). In particolare, per i giunti a dita a tutta sezione deve acquisire:

- i valori di resistenza a flessione di fianco e di resistenza a flessione caratteristica di una trave diritta (**uni en 387**, punto 5.3);
- le caratteristiche dell'adesivo impiegato (**uni en 387**, punto 5.3);
- lo spessore della superficie di incollaggio;
- il gioco della punta lungo l'intera altezza del giunto dopo la pressione.

Norma di riferimento

**uni en 387** – *Legno lamellare incollato. Giunti a dita a tutta sezione. Requisiti prestazionali e requisiti minimi di produzione.*

#### 167.4 *Prove su capriate per la determinazione della resistenza e del comportamento a deformazione*

Il produttore deve fornire i risultati delle prove riguardanti il comportamento alla deformazione e la resistenza delle capriate soggette al tipo di carico prevedibilmente esercitato in opera (norma **uni en 595**). Le prove con carico uniformemente distribuito possono essere simulate applicando determinati carichi concentrati.

La strumentazione deve essere in grado di applicare e misurare in modo continuo i carichi  $F$  con un'accuratezza di  $\pm 3\%$  del carico applicato oppure, per carichi minori di  $0,1 F_{max}$ , con un'accuratezza di  $\pm 0,3\% F_{max}$ .

Le deformazioni, in tutti i punti considerati importanti ai fini dei requisiti di funzionalità della capriata, devono essere misurate con un'approssimazione di:

- 0,1 mm nella prova di deformazione;- 1 mm nella prova di resistenza.

Le procedure di carico sono illustrate nel diagramma di figura 1 della norma **uni en 595**. I carichi di prova non devono generare urti o effetti dinamici sulla capriata.

Norma di riferimento

**uni en 595** – *Strutture di legno. Metodi di prova. Prova delle capriate per la determinazione della resistenza del comportamento a deformazione.*

#### 167.5 *Prove con carico statico*

Le prove di carico statico sulle strutture di legno devono essere eseguite in conformità alla norma **uni en 380**. Nel verbale di esecuzione della prova devono essere annotate le condizioni ambientali di temperatura e di umidità relativa. Gli spostamenti lungo la linea elastica devono essere misurati nei punti stabiliti dal progetto esecutivo ovvero nei punti ritenuti necessari dal direttore dei lavori per valutare la prestazione della struttura. In ogni caso, deve essere misurato lo spostamento nel punto della struttura dove è previsto il valore massimo.

Norma di riferimento

**uni en 380** – *Strutture di legno. Metodi di prova. Principi generali per le prove con carico statico.*

## Art. 168 **Prove sugli infissi**

### 168.1 *Generalità*

Il direttore dei lavori potrà eseguire prove di accettazione su campioni di infissi prelevati casualmente in cantiere per accertare la rispondenza dei materiali forniti alle prescrizioni contrattuali.

Sui campioni devono essere effettuate almeno le seguenti prove, alcune specifiche per gli infissi esterni:

- permeabilità all'aria (norma **uni en 1026**);- tenuta all'acqua (norma **uni en 1027**);- resistenza al carico del vento (norma **uni**

**en 12211**);- resistenza all'apertura e alla chiusura ripetuta (norma **uni en 1191**); - calcolo della trasmittanza termica (norma **uni en iso 10077-1**);- isolamento termico (norma **uni en iso 12567-1**).

I campioni di prova devono essere perfettamente funzionanti e devono essere prelevati in contraddittorio con l'esecutore. La prova deve essere eseguita da un laboratorio ufficiale.

Le prove, a discrezione della direzione dei lavori, possono essere sostituite da certificati di prove effettuate su serramenti identici a quelli oggetto della fornitura.

#### 168.2 Norme di riferimento

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** – Finestre e porte. Resistenza al carico del vento. Metodo di prova;

**uni en 1191** – Finestre e porte. Resistenza all'apertura e la chiusura ripetuta. Metodo di prova.

b) prove di resistenza al fuoco:

**uni en 1634-1** – Prove di resistenza al fuoco e di controllo della dispersione del fumo per porte e sistemi di chiusura, finestre apribili e loro componenti costruttivi. Parte 1: Prove di resistenza al fuoco per porte e sistemi di chiusura e finestre apribili;

**uni en 1634-3** – Prove di resistenza al fuoco e di controllo della dispersione del fumo per porte e sistemi di chiusura, finestre apribili e loro componenti costruttive. Parte 3: Prove di controllo della dispersione del fumo per porte e sistemi di chiusura.

c) trasmittanza termica:

**uni en iso 10077-1** – Prestazione termica di finestre, porte e chiusure oscuranti. Calcolo della trasmittanza termica. Parte 1: Generalità;

**uni en iso 10077-2** – Prestazione termica di finestre, porte e chiusure. Calcolo della trasmittanza termica. Metodo numerico per i telai;

**uni en iso 12567-1** – Isolamento termico di finestre e porte. Determinazione della trasmittanza termica con il metodo della camera calda. Finestre e porte complete;

**uni en iso 12567-2** – Isolamento termico di finestre e di porte. Determinazione della trasmittanza termica con il metodo della camera calda. Parte 2: Finestre da tetto e altre finestre sporgenti.

d) resistenza all'effrazione:

**uni enV 1628** – Finestre, porte, chiusure oscuranti. Resistenza all'effrazione. Metodo di prova per la determinazione della resistenza sotto carico statico;

**uni enV 1629** – Finestre, porte, chiusure oscuranti. Resistenza all'effrazione. Metodo di prova per la determinazione della resistenza sotto carico dinamico;

**uni enV 1630** – Finestre, porte, chiusure oscuranti. Resistenza all'effrazione. Metodo di prova per la determinazione della resistenza all'azione manuale di effrazione.

e) resistenza all'esplosione:

**uni en 13123-1** – Finestre, porte e chiusure oscuranti. Resistenza all'esplosione. Requisiti e classificazione. Tubo da onda d'urto (shock-tube);

**uni en 13123-2** – Finestre, porte e chiusure oscuranti. Resistenza all'esplosione. Requisiti e classificazione. Parte 2: Prova all'aperto;

**uni en 13124-1** – Finestre, porte e chiusure oscuranti. Resistenza all'esplosione. Metodo di prova. Tubo da onda d'urto (shock-tube);

**uni en 13124-2** – Finestre, porte e chiusure oscuranti. Resistenza all'esplosione. Metodo di prova. Parte 2: Prova all'aperto.

f) 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 19    CONTROLLI PER ACQUEDOTTI FOGNATURE

### Art. 169    **Le saracinesche**

#### 169.1    *La marcatura e l'attestato di conformità*

Una fiancata del corpo della saracinesca deve riportare - in fusione o impressa - in modo facilmente leggibile e indelebile le seguenti indicazioni: marchio di fabbrica; diametro nominale; pressione nominale; sigla indicante il materiale di cui è costruito il corpo.

Sul bordo delle flange deve essere riportata l'indicazione della dima di foratura. Le saracinesche fornite devono essere accompagnate da un attestato di conformità rilasciato dal fabbricante come prescritto dalla norma UNI EN 1074-1.

#### 169.2    *Controlli di fabbricazione e le prove*

Le saracinesche devono essere fornite di certificazione relativa ai controlli effettuati dal produttore secondo la IJM EN 1074, relativi alla verifica dei getti, delle dimensioni e della massa. In riferimento alla citata norma, le saracinesche devono essere sottoposte anche alle seguenti prove: prova di pressione del corpo, eseguita ad otturatore aperto; prova di tenuta delle sedi, eseguita ad otturatore chiuso.

Entrambe le prove devono essere eseguite per una durata non inferiore a 2 minuti secondo il diametro nominale della saracinesca, applicando la pressione indicata dalla UM EN 1074. La direzione dei lavori deve riservarsi di eseguire ulteriori prove particolari previste dalla UNI

EN 1074. Le saracinesche devono essere fornite di certificato di collaudo rilasciato dal produttore come prescritto dalla UNI m. 1074; in particolare le saracinesche, prima del collaudo, non devono essere superficialmente protette: la protezione deve essere applicata soltanto dopo l'esito favorevole della prova.

Per altre informazioni si rimanda alle seguenti norme:

UNI 10269 - Valvole a saracinesca di ghisa per la distribuzione dell'acqua potabile. Materiali e requisiti per installazione sottosuolo;

UNI 1284 Tubazioni. Pressioni d'esercizio massime ammissibili per tubazioni di materiali metallici ferrosi in funzione della PN e della temperatura;

UNI 2215 - Viti per flange di tubazioni. Metodo di calcolo;

UNI EN 1092-1 - Flange e loro giunzioni-Flange circolari per tubazioni, valvole, raccordi e accessori designate mediante PN-Flange di acciaio.

Per le flange da saldare per tubazioni metalliche secondo la PN si farà riferimento alle seguenti norme:

a) per sovrapposizione: tiNi 2275, IJNT EN 1092-1;

b) saldatura di testa: UNI EN 1092-1.

Per le flange e loro giunzioni e le dimensioni e tipi delle guarnizioni per le flange designate mediante i, si farà riferimento alle seguenti norme:

UNI EN 1514-1 - Flange e loro giunzioni. Dimensioni delle guarnizioni per flange designate mediante PN. Guarnizioni piatte non metalliche con o senza inserti;

UNI EN 1514-2 - Flange e loro giunzioni. Dimensioni delle guarnizioni per flange designate mediante PN. Guarnizioni a spirale per uso con flange di acciaio;

UNI EN 1514-3 - Flange e loro giunzioni. Dimensioni delle guarnizioni per flange designate mediante PN. Guarnizioni non metalliche con involucro di PTFE;

UNI EN 1514-4 - Flange e loro giunzioni. Dimensioni delle guarnizioni per flange designate mediante PN. Guarnizioni metalliche ondulate, piatte o striate e guarnizioni metalloplastiche per flange di acciaio;

UNI EN 1515-1 - Flange e loro giunzioni. Bulloneria. Selezione della bulloneria;

UNI EN 1092-2 - Flange e loro giunzioni. Flange circolari per tubazioni, valvole, raccordi e accessori designate mediante PN. Flange di ghisa.

### Art. 170    **Dispositivi di chiusura di caditoie stradali**

#### 170.1    Prove



Tutti i dispositivi di chiusura devono essere sottoposti a prove nelle condizioni di servizio secondo le prescrizioni del punto 8 e seguenti della norma UNI EN 124, ad eccezione dei dispositivi da riempire che devono essere sottoposti a prova prima del loro riempimento:

- misura della freccia residua del coperchio o della griglia dopo l'applicazione di 2/3 del carico di prova (punto 8.3 UNI EN 124);
- applicazione del complessivo carico di prova (punto 8.3 UNI EN 124).

I carichi di prova saranno applicati con una pressa idraulica mediante punzone di prova con asse verticale applicato al centro geometrico della superficie del coperchio. Tali carichi, che dovranno essere distribuiti uniformemente su tutta la superficie del punzone applicato sul coperchio, dipenderanno dalla classe come indicato nel prospetto VI della UNI EN 124.

L'apparecchiatura di prova dovrà avere le caratteristiche prescritte dal punto 8.2. della UNI EN 124.

#### 170.2 Misura della freccia residua

Il carico di prova dovrà essere applicato, con velocità di incremento compresa fra 1kN/s e 3 kN/s, fino ai due terzi del carico di prova e rilasciandolo successivamente, ripetendo l'operazione per 5 volte.

Al termine dei cicli dovrà essere misurata la freccia residua come differenza dei valori misurati all'applicazione del primo e dopo l'ultimo incremento di carico, i valori della freccia residua non dovranno superare quelli ammissibili riportati nel prospetto VIII della UNI EN 124.

Nei coperchi in calcestruzzo armato, dopo l'esecuzione della prova, non devono manifestarsi fessurazioni, di larghezza superiore a 0,2 mm.

#### 170.3 Applicazione del carico di prova

Il carico di prova dovrà essere applicato dopo l'esecuzione della prova di misura della freccia residua con gli stessi incrementi di velocità e senza interruzioni fino al suo raggiungimento.

La prova si riterrà valida se non si manifesteranno:

- fessurazioni per i coperchi composti da ghisa e acciaio, eventualmente in associazione al calcestruzzo;
- perdite di aderenza tra il calcestruzzo e le armature.

### Art. 171 **Tubazioni: prove e verifiche varie**

#### 171.1 *Generalità*

Al termine delle operazioni di giunzione relative a ciascun tratto di condotta ed eseguiti gli ancoraggi, si procederà al rinterro parziale dei tubi sino a raggiungere un opportuno spessore sulla generatrice superiore, lasciando scoperti i giunti.

Le prove in opera non hanno lo scopo di controllare le caratteristiche dei materiali (tubi, giunti, raccordi, apparecchi vari) dato che tali caratteristiche devono essere state verificate tramite le prove d'accettazione da eseguirsi presso le fabbriche prima della spedizione. Con esse s'intende invece verificare la perfetta esecuzione delle giunzioni e controllare se qualche tubo, giunto, raccordo o apparecchio abbia subito danni durante le operazioni di trasporto e di posa.

#### 171.2 *Pressioni di prova*

Le pressioni di prova in opera,  $p_c$  per le tubazioni con funzionamento a pressione sono riferite alla pressione di esercizio  $P_e$  esse dovranno comunque risultare  $P_c = 1.5P_e$ . sempreché detto valore risulti superiore a  $P_e + 2$  (kgf/cm<sup>2</sup>), valore limite inferiore per le pressioni

Le pressioni di collaudo in campo per le tubazioni con funzionamento non a pressione (fognature) sono riferite alle pressioni realizzabili tra l'asse della condotta ed il piano stradale o di campagna, per tratte caratterizzate da dislivello non superiore a 0,50 m circa.

#### **Tabella 6.1 Freccie ammissibili secondo norma DIN 1052**

Materiale	Prova di riferimento	Modalità di prova	Rapporto tra condizioni di lavoro e condizioni di riferimento
Acciaio saldato e non saldato	Prova per pressione interna o comportamento del materiale a trazione Prova di schiacciamento o comportamento del materiale a flessione	UNI 6363/84 par. 9.7.1 UNI 6363/84 tubi saldati par. 9.7.5/6 tubi senza saldatura par. 9.7.7	
Ghisa grigia	Prova per pressione interna Prova di flessione su anello o comportamento a flessione	UNI 5336/69 par. 11.1 UNI 5336/69 par. 11.2.2 par. 11.2.3	
Ghisa a grafite sferoidale	Prova per pressione interna Comportamento del materiale a trazione	UNI ISO 2531/81 par. 16.2 UNI ISO 2531/81 par. 14	
PVC rigido non plastificato	Prova per pressione interna T = 20°C, t = 1 <sup>h</sup> T = 60°C, t = 1 <sup>h</sup> T = 60°C, t = 1000 <sup>h</sup>	UNI 7448/75 par. 3.8	UNI 7441/75 par. 7
Polietilene ad alta densità	Prova per pressione interna	UNI 7611	UNI 7611
Amianto-cemento	Prova per pressione interna (scoppio) Prova di flessione trasversale (rottura)	UNI 4372/76, 4372A/76 par. 5.2 par. A5.2 UNI 4372/76, 4372A/76, 4372A/76 par. 5.3 par. A5.3	UNI 4372/76, 4372A/76 par. 2.4 par. 2.2.A

Materiale	Prova di riferimento	Modalità di prova	Rapporto tra condizioni di lavoro e condizioni di riferimento
Cemento armato (senza lamierino) (**)	Prova di pressione interna; rottura $p_r \geq p^* + 1.5$ $p^* \leq 3 \text{ kgf/cm}^2$ ovvero $p_r \leq 1.5 p^*$ ( $p^* > 3 \text{ kgf/cm}^2$ ) Prova di flessione trasversale (fessurazione e rottura): fessurazione $N_f$ 65 D kgf/m, rottura $N_r$ 97.5 D kgf/m (D diametro interno, cm)		$p_n/p_r \leq 0.67$ $p = 1 \div 4 \text{ kgf/cm}^2$ $p_n/p_r \leq 0.75$ $p > 4 \text{ kgf/cm}^2$
Cemento precompresso senza lamierino (**)	Prova per pressione interna, fessurazione: $p_{f0} \geq 1.25 p^*$ ( $p_{f0}$ pressione fessurazione a deformazioni lente esaurite)		$p_n/p_f \leq 0.80$

(\*) per adeguarsi alle grandezze del S.I. si ricordano le seguenti uguaglianze

1 Newton = 1 kgf/9.81

1 Pascal = 1 Newton/m<sup>2</sup>

(\*\*)  $p^*$  rappresenta il maggiore dei due valori espressi da  $p_n$  pressione nominale (punto 2.1.4) e da  $p_c$  = pressione di collaudo in campo (par. 4). Le norme richiamate devono intendersi riferite all'anno indicato e ai successivi aggiornamenti.

Tabella 6.2. Fognature (D.M. 12 dicembre 1985)

Materiale	Prova di riferimento	Modalità di prova	Rapporto tra condizioni di lavoro e condizioni di riferimento
PVC rigido non plastico	Prova per pressione interna T = 20°C, t = 1 <sup>h</sup> T = 60°C, t = 1 <sup>h</sup> T = 60°C, t = 1000 <sup>h</sup>	UNI 7447/75 par. 9 UNI 7441/75 par. 10	
Polietilene ad alta densità (AD)	Prova per pressione interna T = 20°C, t = 1 <sup>h</sup> T = 80°C, t = 170 <sup>h</sup>	UNI 7613 par. 9	
Amianto-cemento	Prova per flessione trasversale (rottura)	UNI 5341/76 par. 4.2 UNI A5341/76 par. 4.2	
Gres	Prova di flessione trasversale: rottura A) Nr ≥ 3500 2500 2000 Dr 10 ÷ 35 40 50,80 B) Nr ≥ 4000D 60 ÷ 80 (A, B due serie costruttive; Nr carico minimo rottura kgf/m; D diametro interno cm)		

(\*) Per adeguarsi alle grandezze del S.I. si ricordano le seguenti uguaglianze:

1 Newton = 1 kgf/9.81;

1 Pascal = 1 Newton/m<sup>2</sup>

Le norme richiamate devono intendersi riferite all'anno indicato e ai successivi aggiornamenti.

### 171.3 La prova di tenuta idraulica

#### Compiti del direttore dei lavori

Prima della prova di tenuta idraulica il direttore dei lavori dovrà accertarsi della stagionatura degli eventuali blocchi di ancoraggio e, se occorre, predisporre i contrasti necessari. In particolare, dovrà essere verificato che i giunti adiacenti a tali blocchi risultino a accessibili ed ispezionabili, soprattutto durante il collaudo. La prova, deve essere eseguita a giunti scoperti, fatta eccezione i casi in cui lo richieda la stabilità delle trincee.

Data la delicatezza delle operazioni connesse con la esecuzione della prova idraulica e della interpretazione dei dati per giudicare della sua accettabilità, sarà opportuno che il direttore dei lavori richieda all'impresa che sia assicurata in tutte le fasi di prova, l'assistenza della ditta fornitrice dei tubi.

#### Riempimento della condotta

Il riempimento della condotta deve essere eseguito dopo averne eseguito l'accurata pulizia interna.

Prima di procedere al riempimento della linea bisognerà accertarsi che la stessa possa essere pressurizzata cioè che sia completa di sfiati, scarichi, valvole e/o di flange cieche e di quant'altro richiesto dal progetto.

Durante la prova le estremità del tronco di condotta da collaudare dovranno essere chiuse con piatti di chiusura dotati di rubinetto per il riempimento e la fuoriuscita dell'aria.

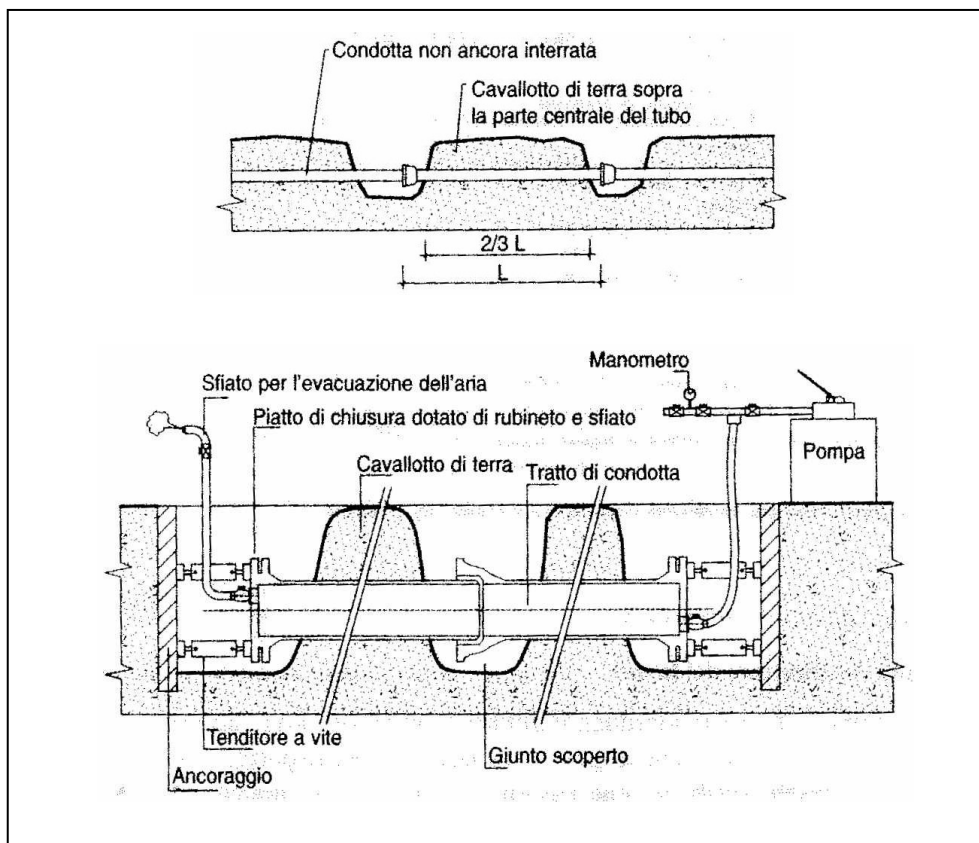
La linea deve essere riempita lentamente, preferibilmente dal basso, per facilitare la fuoriuscita dell'aria attraverso gli sfiati.

Dopo il riempimento si deve verificare che tutti gli sfiati e le valvole siano ben chiusi. Dovrà accertarsi, inoltre, che non ci siano perdite lungo il percorso della linea. In caso di perdita dovrà svuotarsi la linea ed effettuare le necessarie riparazioni.

#### Stabilizzazione della condotta

Questa fase è fondamentale per consentire la stabilizzazione termica e meccanica della condotta.

Fig.6.1. Esecuzione della prova idraulica



Se la linea è fuori terra si dovrà controllare che la supportazione sia stata eseguita correttamente e che le forze che si manifestano per la pressione idraulica interna, siano adeguatamente contrastate.

Se la linea è rinterrata bisognerà accertarsi che la stessa sia tutta stabilizzata e che le forze, che si manifestano per la pressione idraulica interna, siano tutte contrastate opportunamente mediante un idoneo sistema d'ancoraggio: sipario di palandole, tavole di legno incastrate trasversalmente nella trincea, ecc. Tarati gli strumenti di prova, prima e dopo, gli stessi dovranno essere collegati alla linea possibilmente nel punto più basso della stessa, in caso contrario, per la valutazione della pressione, bisognerà tenere conto del dislivello geodetico del manometro rispetto al punto più basso e del peso specifico del fluido utilizzato per il collaudo onde correggere la lettura dello stesso.

Ad evitare ritardi nelle operazioni di posa, che sono da eseguirsi con continuità, sarà opportuna l'interposizione di apposite scatole di prova, destinate a ricevere diaframmi di separazione delle tratte in prova e conformate in modo da consentire idoneo ancoraggio contro la spinta idrostatica.

Qualora la condotta sia stata sottoposta a prova idraulica prima del rinterro, si dovrà disporre nella parte centrale un cavallotto di terra di lunghezza pari a  $2/3$  della lunghezza del tubo, per impedire lo sfilamento e il movimento del tratto di condotta.

#### Criteri di non accettazione della prova

La prova di tenuta idraulica si considererà non valida o interrotta nei seguenti casi:

- perdita di liquido accertata; - evidenti deformazioni di supporti e cedimenti dei blocchi d'ancoraggio o del terreno, che non si stabilizzano, e che possono causare danni alle tubazioni; impossibilità di mantenere stabile la pressione dopo 12 ore senza integrazioni per almeno due ore.

Eventuali cali di pressione possono essere dovuti a variazioni di temperatura, presenza d'aria, assestamenti del terreno e blocchi d'ancoraggio, espansione dei giunti non rigidi. La fase di stabilizzazione si considera conclusa se non si manifestano apprezzabili variazioni pressione per almeno 2 ore, senza ricorrere ad integrazioni di acqua.

#### Criteri di accettazione della prova

La prova di tenuta idraulica sarà considerata positivo se alla fine del tempo stabilito per la prova, sarà conseguito almeno uno dei seguenti punti:

- durante la durata della prova idraulica la pressione si è mantenuta stabile;
- non si sono manifestate perdite visibili nella condotta, nei giunti e nella strumentazione di collaudo;
- la variazione di pressione tra l'inizio e la fine della prova di tenuta idraulica è consequenziale alla variazione di temperatura dell'acqua di collaudo;
- la variazione di pressione tra l'inizio e la fine della prova di tenuta idraulica è consequenziale alla presenza di sacche d'aria nella linea;

e) qualora i giunti della linea siano stati realizzati con elastomeri e ci sia un calo di pressione, la pressione iniziale si ripristina pompando una quantità d'acqua non superiore (AWWA M 11 — Manual of water suppli practice):  $Q = 0,0001 D \times L \times H$  dove: Q = quantità d'acqua (litri); D = diametro del tubo (mm); L = lunghezza della linea (m); H = tempo (12 ore);

J) una combinazione dei punti di cui alle lettere precedenti.

Comunque la buona riuscita di ogni prova sarà dimostrata dai concreti risultati dell'esame dei giunti e del manometro registratore. Non potrà convalidarsi una prova in base all'indicazione, ancorché buone, del solo manometro registratore, senza che sia stata effettuata la completa ispezione dei giunti. Il direttore dei lavori potrà, in particolari casi, considerare la prova con esito positivo sulla scorta delle risultanze del grafico del manometro registratore ufficialmente tarato e dell'esame visivo dei giunti. Tutte le operazioni di riparazione o sostituzione di elementi di condotta che in seguito a questa prova si siano rivelati inadatti saranno a carico dell'appaltatore.

#### *Rinterro*

Eseguita la prova di tenuta idraulica si procederà al primo rinterro dei tratti di condotta ancora scoperti con le modalità ed i materiali idonei. La prova di tenuta idraulica potrà essere ripetuta dopo il rinterro definitivo della condotta, salvo le diverse disposizioni della direzione dei lavori. A rinterro ultimato, si avrà cura di effettuare gli opportuni ricarichi laddove si potessero manifestare assestamenti

#### *171.4 La prova di isolamento sulle tubazioni metalliche con armature metalliche*

Sulle tubazioni metalliche o con armature metalliche munite di rivestimento protettivo esterno, al termine delle operazioni di completamento e di eventuale ripristino della protezione stessa, saranno eseguite determinazioni della resistenza di isolamento delle tubazioni in opera per tronchi isolati al fine di controllare la continuità del rivestimento protettivo, procedendo alla individuazione ed all'eliminazione dei punti di discontinuità del rivestimento. Qualora la determinazione, della resistenza di isolamento, eseguita ad esempio a mezzo di rilevatori a scintilla, rilevi dispersioni elettriche al di sopra dei valori ammissibili fissati dal progettista, si dovrà procedere alla riparazione dei rivestimenti lesionati con le modalità consigliate dal costruttore in relazione al tipo di rivestimento di cui la tubazione è dotata. La riuscita del restauro del rivestimento dovrà essere nuovamente controllata mediante il rilevatore originariamente utilizzato. Il ripristino del rivestimento protettivo esterno dovrà essere eseguito con ogni cura, dopo la saldatura delle giunzioni ai due lati del giunto su una larga superficie ben rinvivata e murata di invito a becco di flauto, facendo attenzione che non si creino soluzioni di continuità fra il rivestimento già esistente sui tubi e quello ripristinato in corrispondenza del giunto. Le caratteristiche dei materiali da impiegarsi nel ripristino del rivestimento e le modalità di esecuzione dovranno essere conformi alle istruzioni indicate dal costruttore.

#### *171.5 Prova di un tronco antisfilamento*

Il collaudo di un tronco antisfilamento deve essere eseguito lasciando scoperta la condotta, per consentire la messa in trazione sotto l'effetto della pressione. Durante la prova le estremità dei tubi non dovranno essere opportunamente ancorate. Il rinterro della trincea dovrà essere eseguito mantenendo in pressione il tratto di condotta.

### **Art. 172 Condotte in ghisa**

#### *172.1 Prove di durezza Brinell, resistenza a trazione e resistenza alla pressione interna*

I tubi in ghisa sferoidale devono essere sottoposti a prove di durezza Brinell, resistenza alla trazione e resistenza alla pressione interna. La divisione in lotti, l'esecuzione delle prove ed i valori di resistenza devono corrispondere alle prescrizioni delle norme UNI EN 545 e UNI EN 969.

Per le condotte d'acqua di gas, secondo il punto 4.3.2 della UNI EN 545 e della UNI EN 969, la durezza Brinell non dovrà essere maggiore di 230 HB per le tubazioni e di 250 HB per i raccordi.

#### *172.2 Tubazioni ghisa sferoidale per condotte d'acqua — Pressioni di funzionamento ammissibili (PFA)*

Le pressioni di funzionamento per tubi in ghisa sferoidale per condotte d'acqua, con giunto a bicchiere ed estremità liscia, in rapporto ai vari diametri nominali, sono quelle previste dal prospetto A1, del punto A.2 dell'appendice A, della UNI EN 545. In tale prospetto sono considerate le seguenti pressioni per le classi di spessore K9 e K10:

- PFA: pressione di funzionamento ammissibile. La pressione interna massima, non compreso il colpo d'ariete, che un componente della condotta può sopportare in modo continuo in regime idraulico permanente;
- PMA: pressione massima ammissibile. La pressione interna massima, compreso il colpo d'ariete, che un componente della condotta può sopportare in esercizio;
- PEA: pressione di prova ammissibile. La pressione idrostatica che può essere applicata in sito al componente di una condotta nuova.

Per i tubi a flangia e relativi raccordi si rimanda al prospetto A2, del punto A.4 dell'allegato A ed ai paragrafi 9.2 e 9.4 della UNI EN 545 che riporta, per le pressioni PN 10, PN 16, PN 25 e PN 40, la corrispondenza tra PN e PFA, PMA e PEA.

#### *172.3 Lunghezze ammissibili*

Per il collaudo idraulico della condotta in ghisa si raccomanda di non superare lunghezze di 500 m; in quanto l'eccessiva lunghezza del tronco di condotta renderebbe difficoltosa la ricerca di eventuali perdite. Il collaudo di tratti di condotta di lunghezze maggiori dovrà essere autorizzato dalla direzione dei lavori.

#### 172.4 Norme di riferimento

UNI EN 545- Tubi, raccordi ed accessori di ghisa sferoidale e loro assemblaggi per condotte d'acqua. Prescrizioni e metodi di prova.

UNI EN 598 - Tubi, raccordi ed accessori di ghisa sferoidale e loro assemblaggi i per fognatura. Prescrizioni e metodi di prova.

UNI EN 969 -Tubi, raccordi ed accessori di ghisa sferoidale e loro assemblaggi o per condotte di gas. Prescrizioni e metodi di prova.

UNI ISO 10802 - Tubazioni di ghisa a grafite sferoidale. Prove idrostatiche dopo posa.

UNI EN 124 - Dispositivi di coronamento e di chiusura per zone di circolazione utilizzate da pedoni e da veicoli. Principi di costruzione, prove di tipo, marcatura, controllo di qualità.

UNI EN 681-1 - Elementi di tenuta in elastomero. Requisiti dei materiali per giunti di tenuta nelle tubazioni utilizzate per aduzione e scarico dell'acqua. Gomma vulcanizzata.

### Art. 173 **Condotte in PRFV**

#### 173.1 Prove di controllo e accettazione

Ai fini dell'esecuzione delle prove la fornitura dovrà essere suddivisa in lotti di n. 200 pezzi ciascuno omogenei per DN, PN, e Rg con l'avvertenza che spezzoni di fornitura di numero superiore a 60 pezzi costituisce lotto. L'appartenenza di un tubo ad un determinato lotto deve essere chiaramente individuabile, Il singolo lotto verrà accettato se il numero dei provini previsti per la sua verifica supera la prova. Se la prova non viene superata anche da uno solo dei provini essa verrà ripetuta su un numero di provini doppio di quello previsto. Se tutti i provini superano la prova, il lotto viene definitivamente accettato; altrimenti il lotto stesso verrà rifiutato.

In particolare si precisa che: i tubi che risultassero fabbricati con materie prime non rispondenti ai requisiti richiesti saranno rifiutati indipendentemente dall'esito delle prove; tutte le prove saranno ritenute valide solo se i provini ed i tubi dai quali gli stessi provengono risulteranno avere il contenuto di stirene non reagito superiore a 0,50% in peso calcolato sulla resina del liner.

Le prove, da effettuare a temperatura ambiente su provini costituiti, secondo i casi, da tubi della lunghezza originale o da spezzoni di tubo, si possono dividere nei seguenti due tipi: prove distruttive e prove non distruttive.

#### 173.2 Prove distruttive

Le prove distruttive dovranno essere eseguite in numero di una per ogni partita omogenea di tubazioni, si intendono come prove di qualificazione e di verifica di calcolo, pertanto si eseguiranno all'inizio della fornitura su tubi di diametro e caratteristiche eguali a quelle della tubazione in collaudo, a meno delle prove di fessurazione e di tenuta del giunto, che, nel caso di tubi di diametro maggiore di 1000 mm, saranno eseguite su tubi anche di diametro differente, ma di caratteristiche tali da permettere un'agevole e sicura estrapolazione ai diametri effettivi.

Le prove distruttive comprendono: -prova di fessurazione e/o rottura per pressione interna; -prova di schiacciamento fra piatti paralleli; -percentuale di vetro e resina nel manufatto; -prova di tenuta su giunto.

#### 173.3 Prova di fessurazione e/o rottura per pressione interna

Per tubi il cui diametro arriva a 1000 mm incluso, la prova verrà eseguita secondo ASTM D 1599 a meno della termostatazione. La prova consiste nel portare il campione ad una pressione pari a 4\* PN e tenuto per 60" a questa pressione senza che si manifestino perdite. Dopo di ciò il campione sarà smontato per verificare visivamente che non si sia avuta fessurazione nel liner interno. Per i diametri maggiori di 1000 mm le caratteristiche meccaniche si potranno, in alternativa, determinare mediante trazione su provette circolari ricavate dalla parete del tubo avendo dimostrato che l'allungamento del liner supera quello dichiarato nel calcolo statico della tubazione secondo la norma UNI 9033.

#### 173.4 Prova di schiacciamento fra piatti paralleli

La prova si eseguirà secondo ASTM D 2412 a meno della termostatazione. Dalla prova si ricaverà l'indice di rigidità trasversale e la deflessione a cui avviene la lesione (rottura).

L'indice di rigidità trasversale Rg si determinerà sottoponendo il campione al 3% di deflessione, secondo la relazione:

$$Rg = EI / D^3 = (0,149/8) (F/Dy) (N/mm^2)$$

dove: F = carico esterno sulla generatrice di un tubo (N/m) ;Dy = deflessione verticale in m, corrispondente al 3%.

Il campione scelto per la prova dovrà avere la seguente tolleranza sullo spessore dichiarato: in meno 5%, in più 20%.

#### 173.5 Percentuale di vetro e resina nel manufatto

Verrà eseguita sui campioni tratti dai provizi delle prove di fessurazione e rottura per pressione interna e prova di schiacciamento fra piatti paralleli secondo ASTM D 2584. La prova dovrà essere effettuata distintamente per i vari strati componenti la parete del tubo.

### 173.6 Prova di tenuta su giunto

La prova si eseguirà secondo la norma ASTM 1) 1599, a meno della termostatazione, su un campione comprendente nella zona centrale un giunto, montato secondo le normali istruzioni di posa. Il campione si porterà ad una pressione di prova pari a 4\* PN e tenuto per 60” a tale pressione senza che si manifestino perdite nel giunto.

### 173.7 Controllo delle materie prime (resine)

Nello stabilimento di fabbricazione dei tubi si provvederà con apposite prove sistemati- che al controllo delle seguenti caratteristiche di ogni partita di resina approvvigionata: viscosità (ASTM D 2393/80); numero di acido secondo DIN-53402; curva esotermica (ASTM D 2471); durezza Barcol (ASTM D 2583); percentuale di stirolo nel liquido secondo UNI 9179.

I valori ottenuti dovranno rientrare nelle tolleranze previste nelle schede di collaudo che il fornitore della resina dovrà inviare per ogni singolo approvvigionamento al produttore dei tubi, nel rispetto dei limiti seguenti:

a) per resine poliestere del tipo isoftalico o ortoftalico di elevata resistenza all'idrolisi: temperatura di distorsione termica (HDT) secondo ASTM D 648: minima 80° C carico di rottura a trazione secondo ASTM D 638: minimo 5000 N/cm<sup>2</sup> ;allungamento a rottura a trazione secondo ASTM D 638: minimo 3% ;modulo elastico a trazione secondo ASTM D 638: minimo 300000 N/cm<sup>2</sup> ;carico di rottura a flessione secondo ASTM D 790: minimo 9000 N/cm<sup>2</sup> ;modulo elastico a flessione secondo ASTM D 790: minimo 300000 N/cm<sup>2</sup> ; assorbimento d'acqua secondo ASTM D 570: massimo 0,5% ; numero di acido secondo MN 53402: massimo 35 mg K OH/g ; viscosità a 25°C secondo ASTM 2393/80: massimo 500 cP

b) per resine poliestere del tipo isoftalico o bisfenolico o vinilestere di elevata resistenza all' idrolisi:

allungamento a trazione ASTM D 638: minimo 4%; resistenza a trazione ASTM D 638: minimo 4000 N/cm; numero acido DIN 53402: max 30 mg K OH/g ;viscosità a 25° C secondo ASTM D 2393/80: max 500 cP.

In tali schede dovrà inoltre essere chiaramente indicato il tipo di resina, il nome commerciale e la quantità in chilogrammi fornita, cui si riferisce la scheda di collaudo stessa.

### 173.8 Esame visivo

Le tubazioni dovranno risultare prive da tutti quei difetti quali scheggiature, delair iazire ni, bolle d'aria, inclusioni di corpi estranei, porosità superficiali, fessurazioni, zone, scarsamente impregnate di resina o prive di rinforzo, che, per la loro natura, grado od estrusione, possano in modo determinante inficiare la resistenza e l'affidabilità delle tubazioni. Lo strato interno, liner, dovrà avere uno spessore complessivo non inferiore a 1,3 mm.

### 173.9 Controllo dimensionale

Il controllo dimensionale si eseguirà su due tubi per ogni lotto fornito. La misura del diametro si ricaverà come media di 4 misure di diametro a 45° circa tra di loro, effettuate con tubo posato su un piano orizzontale ed in posizione fissa durante l'esecuzione dei rilievi. Le tolleranze ammesse sono quelle previste dalle norme UNI applicabili. Lo strumento usato per i rilievi dovrà avere errore non maggiore di 1/4 della tolleranza prescritta.

La misura dello spessore del tubo o di parte di esso sarà la media di 10 misure eseguite in 10 punti diversi scelti casualmente, a giudizio del collaudatore, fuori dalle zone a spessore variato per esigenze di montaggio o di altre necessità.

Gli spessori saranno misurati con qualsiasi strumento avente le seguenti precisioni: per spessori fino a 10 mm ±0,2 mm ; per spessori di 10 mm e oltre ± 0,3 mm.

Se si utilizzano comparatori, questi dovranno avere le punte con raggio di curvatura R> 12,5 mm.

### 173.10 Controllo polimerizzazione

Il controllo di polimerizzazione si deve eseguire su campioni sottoposti alle prove distruttive secondo la norma UNI 9179.

Prova di tenuta idraulica

Per la prova idraulica si utilizzerà normalmente acqua (g = 1) o in particolari casi acqua di mare (g = 1,025), si consiglia di collaudare linee o tratti di linea di lunghezza non superiore ai 1000-1500 m.

La pressione di collaudo sarà normalmente 1,5 volte la pressione idraulica di progetto che si ha nel punto più basso del tratto di linea in esame.

Il valore della pressione di collaudo sarà:  $P_p = P_m \pm DH \times \gamma$

dove: P<sub>p</sub> pressione di collaudo; P<sub>m</sub> = pressione monometrica; DH = dislivello geodetico; γ peso specifico dell'acqua

± = manometro più alto/più basso rispetto al punto più bassa della linea.

Eseguita la pulizia della linea si potrà procedere al riempimento d'acqua della linea, avendo cura di controllare che siano utilizzate pompe idonee per il riempimento della linea e per la sua pressurizzazione, che tutti gli sfiati siano aperti, che la stessa si riempia lentamente possibilmente dal basso verso l'alto, per favorire la fuoriuscita dell'aria.

### 173.11 Norme di riferimento

La normativa seguita per progetto, prove e applicazioni di tubi in PRFV è la seguente:

UNI 9032 Tubi di resine termoindurenti rinforzate con fibre di vetro (PRFV) con o senza cariche. Tipi, dimensioni e requisiti.

UNI 9033-1 -Tubi di resine termoindurenti rinforzate con fibre di vetro (PRFV) con o senza cariche. Metodi di prova. Generalità. Campionamento.

UNI 9033-2 - Tubi di resine termoindurenti rinforzate con fibre di vetro (PRFV) con o senza cariche. Metodi di prova. Controllo delle materie prime.

UNI 903 3-3 -Tubi di resine termoindurenti rinforzate con fibre di vetro (PRFV) con o senza cariche. Metodi di prova. Ispezione visiva.

UNI 9033-4 -Tubi di resine termoindurenti rinforzate con fibre di vetro (PRFV) con o senza cariche. Metodi di prova. Controllo delle dimensioni.

UNI 9033-6 - Tubi di resine termoindurenti rinforzate con fibre di vetro (PRFV) con o senza cariche. Metodi di prova. Determinazione del grado di polimerizzazione tramite il contenuto residuo di stirene monomero e del contenuto medio, in massa, di vetro.

UNI 9033-9- Tubi di resine termoindurenti rinforzate con fibre di vetro (PRFV) con o senza cariche. Metodi di prova. Determinazione della resistenza all'urto mediante caduta di un corpo percussore.

UNI 9033-10-Tubi di resine termoindurenti rinforzate con fibre di vetro (PRFV) con o senza cariche. Metodi di prova. Determinazione della resistenza al taglio della parete del tubo.

UNI 9033-11-Tubi di resine termoindurenti rinforzate con fibre di vetro (PRFV) con o senza cariche. Metodi di prova. Determinazione della resistenza all'abrasione dello strato interno.

UNI 9033-14-Tubi di resine termoindurenti rinforzate con fibre di vetro (PRFV) con o senza cariche. Metodi di prova. Determinazione della rigidità trasversale a lungo termine.

UNI 9033-16-Tubi di resine termoindurenti rinforzate con fibre di vetro (PRFV) con o senza cariche. Metodi di prova. Determinazione del rilassamento.

UNI 9033-17-Tubi di resine termoindurenti rinforzate con fibre di vetro (PRFV) con o senza cariche. Metodo di prova. Determinazione della pressione esterna o depressione interna di collasso.

UNI 1282 - Elementi di tubazione. Serie dei diametri nominali.

#### Art. 174 **Condotte in PEa.d.**

##### 174.1 *Prova idraulica*

La prova idraulica dei tubi in PE a.d. si effettuerà su tratte di opportuna lunghezza, preferibilmente non superiore a 500 m, potrà essere uguale alla distanza tra i pozzetti d'ispezione comunque fino ad un massimo di 1000 m.

##### 174.2 *Prova a 1 ora (preliminare - indicativa)*

Si porterà la tratta interessata alla pressione di prova idraulica (1,5 volte la pressione nominale a 20°C) e si isolerà il sistema dalla pompa di prova per un periodo di 1 ora; nel caso di calo di pressione si misurerà il quantitativo di acqua occorrente per ripristinare la pressione di prova.

Tale quantitativo non dovrà superare il quantitativo d'acqua ricavato con la seguente formula:  $0,125 \times l$  per ogni km di condotta, per ogni 3 bar, per ogni 25 mm di diametro interno.

##### 174.3 *Prova a 12 ore*

Effettuata la prova ad 1 ora ed avendo ottenuto risultato positivo, si procederà al collaudo a 12 ore lasciando la tratta interessata alla pressione di prova (1,5 volte la pressione nominale) per tale periodo. Trascorso tale termine, nel caso di calo di pressione, il quantitativo di acqua necessaria per ristabilire la pressione di prova non dovrà superare il quantitativo di acqua ottenuto con la precedente formula riferita a 12 ore. Solo in quest'ultimo caso, il collaudo da ritenersi positivo.

##### 174.4 *Prova di tenuta idraulica effettuata con aria*

La tenuta di condotte a gravità può essere provata a bassa pressione in accordo alla normativa finlandese SFS3114.E: Prova di tenuta effettuata con aria di condotte fognanti e di drenaggio sotterranee e pozzetti.

La pressione di prova deve essere inferiore a 4 m di colonna d'acqua.

Nel sistema di prova si inserirà una valvola di sicurezza tarata a 4 mwh.

Si inietta aria leggermente compressa all'interno di una tratta della condotta sigillata ai due estremi e si misura la caduta di pressione nel tempo.

La tenuta all'aria della sezione di condotta deve essere verificata su un certo intervallo di pressione prendendo nota della velocità con cui la pressione dell'aria diminuisce.

Se la condotta sotto prova è particolarmente lunga o i due estremi si trovano a quote molto diverse, è importante verificare che la differenza di pressione fra il punto più alto ed il punto più basso della condotta sotto prova non superi i 25 kPa (0,25 bar).



#### 174.5 *Prova di tenuta idraulica alla pressione interna dei tubi e/o dei giunti*

La prova di tenuta idraulica alla pressione interna dei tubi verrà effettuata secondo le indicazioni del punto 4.3 della UNI 7615. Tale prova potrà essere eseguita su tubi in rotoli o su tratti di condotte in opera in cui sia compreso almeno un giunto.

Per i tubi di PE a.d. tipo 312 il valore della pressione da mantenere durante la prova sarà, 5 volte la pressione normale, che dovrà essere raggiunto in circa 30 s e mantenuto per un tempo non minore di 2 mm.

Per i tubi di PEa.d. tipo 303 il valore della pressione da mantenere durante la prova sarà 0,05 MPa, che dovrà essere raggiunto in circa 30 s e mantenuto per un tempo non minore di 2 min. La prova di tenuta idraulica alla pressione interna sarà ritenuta accettabile se non ci saranno perdite, deformazioni o altre irregolarità.

#### 174.6 *Prova di tenuta idraulica di resistenza alla pressione interna*

La prova di tenuta idraulica di resistenza alla pressione interna ha lo scopo di determinare la pressione interna su provetta, applicando una data sollecitazione, mantenuta costante nel tempo, alla temperatura di 20°C o di 80°C.

La prova secondo la norma UNI 7615 vengono distinte in:

- prove di accettazione: eseguita alla temperatura di 20°C per la durata di 1 h ed alla pressione costante di 15 MPa;
- prove di tipo: eseguita alla temperatura di 80°C per la durata di 170 h ed alla pressione costante di 3 MPa.

#### 174.7 *Esame visivo*

L'esame visivo della tubazione secondo la norma UNI 7615 ha lo scopo di verificare:

- le perfette condizioni della superficie esterna ed interna;- l'assenza di ondulazioni;-l'assenza di bolle o di cavità;-l'assenza di striature.

#### 174.8 *Norme di riferimento*

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.

UNI 8321 - Tubi di polipropilene (PP). Metodi di prova.

### Art. 175 **Condotte in PVC per fognature**

#### 175.1 *Prova di tenuta idraulica*

Una pressione minima di 0,3 m d'acqua (misurata al punto più alto del tubo), sarà applicata alla parte più alta della canalizzazione e una pressione massima non superiore a 0,75 m d'acqua sarà applicata alla parte terminale più bassa. Nel caso di canalizzazioni con forti pendenze, può essere necessario effettuare la prova per sezioni, onde evitare pressioni eccessive.

Il sistema dovrà essere lasciato pieno d'acqua almeno un'ora prima di effettuare qualsiasi rilevamento. La perdita d'acqua, trascorso tale periodo, sarà accertata aggiungendo, ad intervalli regolari, con un cilindro graduato e prendendo nota della quantità necessaria per mantenere il livello originale. La perdita d'acqua non deve essere superiore a 3 l/km per ogni 25 mm di diametro interno, per 3 bar e per 24 ore. In accordo con la direzione lavori potrà essere utilizzato anche un altro, idoneo, di collaudo della tubazione.

#### 175.2 *Norme di riferimento*

UNI 7448 - Tubi di PVC rigido (no4 plastificato). Metodi di prova.

UNI 7449- Raccordi e flange di PVC rigido (non plastificato). Metodi di prova.

UNI EN 917 - Sistemi di tubazioni di materia plastica. Valvole di materiale termoplastico. Metodi di prova per la resistenza alla pressione interna ed alla tenuta.

UNI EN 921- Sistemi di tubazioni di materia plastica. Tubi di materiale termoplastico. Determinazione della resistenza alla pressione interna a temperatura costante.

### Art. 176 **Condotte in cemento armato**

#### 176.1 *Prova di tenuta Idraulica*

La prove di tenuta idraulica delle condotte in opera verranno eseguite dopo aver tenuto le stesse piene d'acqua per almeno 10 giorni.

La prova deve essere eseguita su tratti di condotta aventi lunghezza massima di 500 m. La prova verrà eseguita mantenendo il punto più depresso della tratta alla pressione PN 1 bar per 12 ore e sarà ritenuta di esito positivo se non si sarà verificata alcuna perdita concentrata e complessivamente non si sarà registrata una perdita di acqua superiore a 1 litro per ogni 5 mq di superficie interna del tubo con tolleranza 10% fino a DN 50 cm e 5% oltre.

## Art. 177 **Condotte in acciaio**

### 177.1 *Prova idraulica dei tubi in stabilimento*

Tutti i tubi, prima di essere rivestiti, saranno sottoposti in stabilimento alla prova idraulica secondo le modalità del punto 9.7.1 della UNI 6363, sottoponendoli ad una pressione di prova non minore di 1,5 PN, ma tale da non produrre una sollecitazione del materiale superiore all'80% del carico unitario di snervamento.

La pressione di prova idraulica, del diametro nominale, spessore, serie e qualità dell'acciaio, è indicata nel prospetto X della UNI 6363.

Durante la prova idraulica il tubo sarà sottoposto a martellamento in prossimità delle saldature, ad entrambe le estremità, con martelli di peso non inferiore a 500 g e per il tempo che si riterrà sufficiente onde accertare con sicurezza che non si verifichino trasudamenti, porosità, cricche ed altri difetti. La durata della prova dovrà comunque in ogni caso non essere inferiore a 10 secondi. Tubi con difetti di saldatura possono essere nuovamente saldati in maniera opportuna e dovranno essere sottoposti ad una seconda prova idraulica.

### 177.2 *Prove di controllo*

#### 177.2.1 *Lamiere*

Le lamiere devono essere soggette alle seguenti prove:

1) prova di trazione longitudinale e trasversale, prova di resilienza, da eseguirsi con le modalità definite dalle tabelle UNI 556-4713;

2) analisi chimica, da attuarsi per ogni colata, su campioni prelevati dalle lamiere. Le lamiere dovranno essere contraddistinte dal numero di colata, che dovrà essere riportato su ciascun tubo. Le prove dovranno essere eseguite dal produttore e i certificati dovranno accompagnare la fornitura per essere poi messi a disposizione del collaudatore per conto del committente dei tubi, il quale avrà la facoltà di fare eseguire prove di controllo.

#### 177.2.2 *Tubi*

Le prove devono essere eseguite, per ogni partita di tubi, contraddistinti dallo stesso numero di colata, su un tubo scelto a caso per ogni lotto di:

400 tubi o meno, per diametro esterno inferiore a 150 mm;

200 tubi o meno, per diametro esterno compreso tra 150 e 300 mm;

100 tubi o meno, per diametro esterno superiore a 300 mm.

Le prove sono riportate di seguito:

a) prova di trazione longitudinale e trasversale su provetta ricavata dal corpo del tubo in zone normali o parallele agli andamenti delle saldature: le modalità di esecuzione e la determinazione dei valori della prova devono essere conformi alle prescrizioni dalla UNI en 10002-1 con le modalità della UM EN 10224;

b) prova di curvatura: le modalità di esecuzione e la determinazione dei valori della prova dovranno essere conformi a quanto prescritto dalla UNI 564, secondo le indicazioni della UNI EN 10224;

c) prova di schiacciamento: le modalità di esecuzione e la determinazione dei valori della prova devono essere conformi a quanto prescritto dalla UNI EN 10233, secondo le indicazioni della UNI EN 10224;

d) prova di piegamento: le modalità di esecuzione e la determinazione dei valori della prova devono essere conformi a quanto prescritto dalla norma con le modalità della UNI EN 10224.

#### 177.2.3 *Controlli non distruttivi delle saldature*

Il controllo non distruttivo delle saldature deve essere eseguito sistematicamente su tutte le saldature, a tubo nudo, con gli ultrasuoni. Nei casi di risultati incerti è consigliabile provvedere al successivo controllo radiografico. Ogni imperfezione o difetto individuato con detti controlli deve essere eliminato dall'appaltatore, eventualmente anche con la sostituzione del tubo. Le norme di riferimento sono:

UNI EN 970 - Controllo non distruttivo di saldature per fissione;

UNI EN 1435 - Controllo non distruttivo delle saldature. Controllo radiografico dei giunti saldati;

UNI EN 12517- Controllo non distruttivo delle saldature. Controllo radiografico dei giunti saldati. Livelli di accettabilità;

UNI EN 25817 - Giunti saldati ad arco in acciaio. Guida sui livelli di qualità delle imperfezioni. Condotte in fibrocemento

a) Il controllo con ultrasuoni

Il controllo dei tubi senza saldatura mediante ultrasuoni impiega onde trasversali a impulsi immersi obliquamente, come illustrato dalla figura 7.2, usando la tecnica per riflessione. Da questa si può osservare la propagazione, a zig-zag, entro la sezione del tubo, del fascio di raggi sonori utile per individuare i difetti longitudinali, superficiali e interni. Questo metodo consente di identificare facilmente la presenza di cricche radiali, di sdoppiature, ecc. V'è notato che i difetti interni dei tubi aventi un rapporto diametro/spessore < 5 non possono essere individuati con gli ultrasuoni. Per la rilevazione dei difetti è importante la scelta dell'angolazione del trasduttore al variare dello spessore del tubo; sono considerati migliori gli angoli di incidenza sulla superficie interna di circa 60-80° (figura 7.4). Per tubi di diametro superiore a 400 mm, poiché il percorso a zig-zag del fascio di onde trasversali non può investire tutta la circonferenza per effetto dell'attenuazione, è necessario esaminare il tubo considerando diverse generatrici. A questo scopo devono essere impiegati dei trasduttori angolari con le angolazioni fisse di 45° ÷ 60°, in funzione dello spessore del tubo. Per l'esame dei tubi di diametro esterno di 100-400 mm si devono adottare particolari trasduttori doppi angolati. Questo sistema permette l'individuazione dei difetti (sdoppiature) particolarmente orientati e non visibili con un solo trasduttore. Il metodo utilizza due fasci di onde viaggianti in due diverse direzioni opposte. Nel diagramma il difetto è individuato due volte, simmetricamente rispetto all'eco di riferimento (figura 7,3).

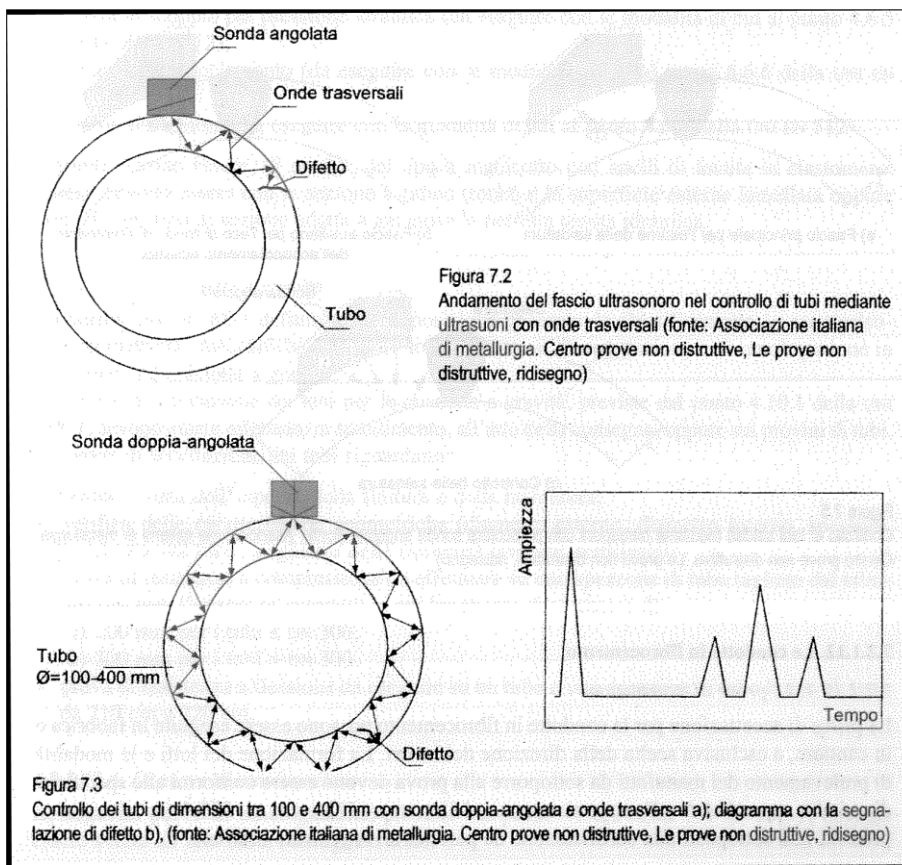
L'esame dei tubi saldati è eseguito con apposita sonda angolata che emette due fasci di onde: il fascio principale per l'esame della saldatura e il fascio ausiliario per l'eco di fondo di riferimento per l'accoppiamento acustico (figura 7.5). Le norme di riferimento sono:

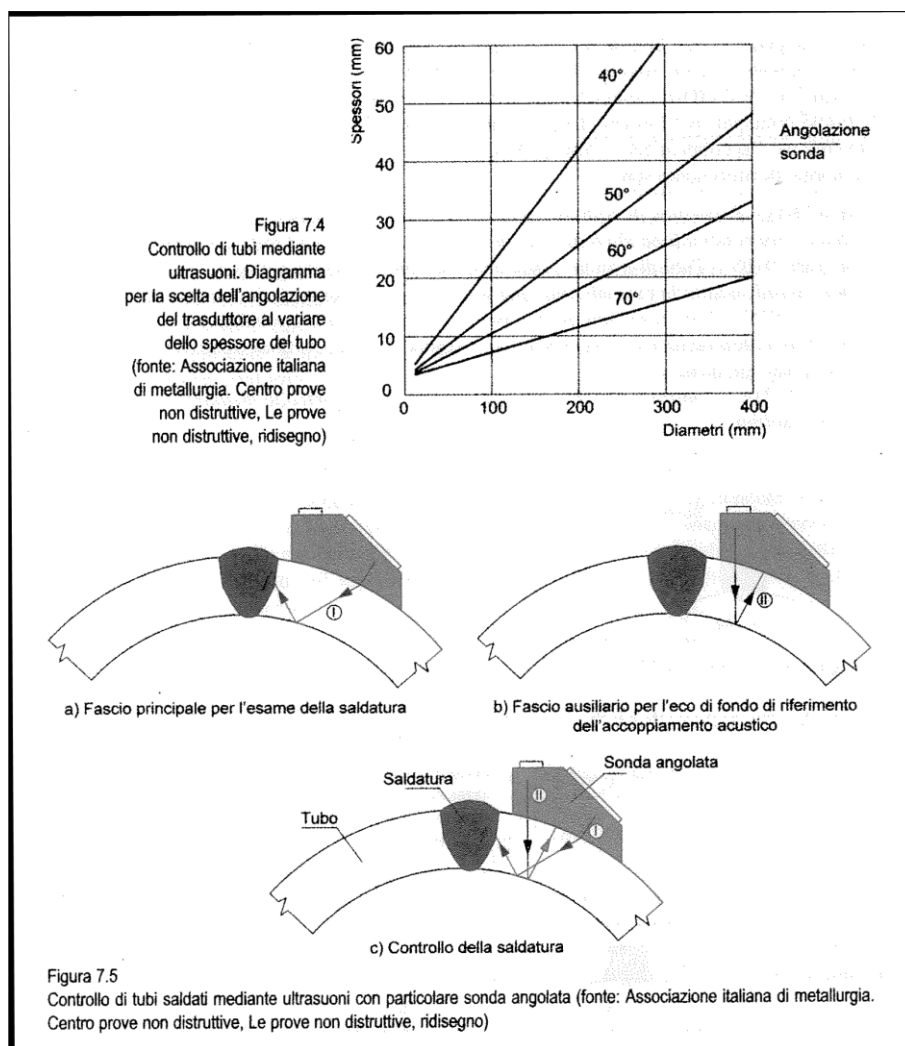
UNI 7603 — Prove non distruttive dei materiali ferrosi . Controllo con ultrasuoni delle saldature longitudinali od elicoidali dei tubi di acciaio saldati ad arco sommerso;

UNI ISO 9305 — Tubi di acciaio senza saldatura per impieghi a pressione. Controllo con ultrasuoni su tutta la circonferenza per la rilevazione di imperfezioni trasversali;

UNI ISO 9764 — 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;

UNI EN 1714— Controllo non distruttivo delle saldature. Controllo mediante ultrasuoni dei giunti saldati.





## Art. 178 **Condotte in fibrocemento**

### 178.1 *Prove di accettazione*

Le prove di accettazione potranno essere eseguite in fabbrica od in cantiere ad esclusiva scelta della direzione dei lavori. La formazione dei lotti e le modalità di prelevamento dei manufatti da sottoporre a prova saranno conformi alle specifiche di cui alle appendici A e B rispettivamente delle UNI EN 512 e UNI EN 588-1 (relativamente a prodotti non sottoposti a certificazione da parte di un organismo esterno). I giunti montati dovranno resistere senza perdite alle prove di tenuta prescritte per i tubi e rispondenti, e questo anche con la massima deviazione angolare di montaggio tra i pezzi giuntati indicata e garantita dal fabbricante. Qualora un tubo od un elemento di giunto non soddisfacesse ad una delle prove, la prova stessa dovrà essere ripetuta su un numero doppio di unità dello stesso tipo. L'eventuale esito negativo giustificherà in questo caso il rifiuto del lotto. Tutti gli oneri e le spese connesse all'esecuzione delle prove, siano esse eseguite in cantiere che in stabilimento, saranno a carico dell'appaltatore.

I tubi sono classificati in tre classi secondo la loro resistenza minima allo schiacciamento, basandosi sul carico minimo di rottura per schiacciamento per unità di superficie interna: 60, 90 e 120 KN/mq.

### 178.2 *Condotte in pressione*

Le prove che la direzione dei lavori potrà richiedere per l'accettazione dei tubi per dotte in pressione saranno le seguenti:

- prova di tenuta alla pressione idraulica (da eseguire con le modalità di cui al punto 4.6.4 della UNI EN 512);
- prova di scoppio per pressione idraulica (da eseguire con le modalità di cui al punto 4.6.5 della UNI EN 512);
- prova di schiacciamento (da eseguire con le modalità di cui al punto 4.6.6 della UNI EN 512);
- prova di flessione (da eseguire con le modalità di cui al punto 4.6.7 della UNI EN 512).

I giunti saranno di norma del tipo a manicotto con anelli di tenuta in elastomero. Questi saranno con sezione a cuneo tronco e

superficie esterna lamellata o con altro tipo di sezione idonea a garantire la perfetta tenuta idraulica della sezione.

### 178.3 Condotte a gravità

Nella norma europea EN 588-1 che definisce la composizione generale, la classificazione, le caratteristiche geometriche, meccaniche e fisiche nonché le prove di accettazione e di omologazione.

Le prove di accettazione dei tubi per le condotte a gravità previste dal punto 4.10.1 della UNI 588-1 devono essere effettuate in stabilimento all'atto della consegna, oppure su provini di tubi.

Le prove di accettazione dei tubi riguardano:- esame a vista dell'aspetto, della finitura e della marcatura;- verifica delle caratteristiche geometriche (diametro esterno, diametro interno, spessore, lunghezza del tubo, lunghezza delle estremità lavorate, rettilineità);- prova di resistenza a compressione da effettuarsi su uno spezzone di tubo tagliato dal cilindro (esclusa l'estremità lavorata), la cui lunghezza deve essere di: 200 mm per i tubi  $\leq$  DN 300; 300mm per i tubi  $>$ DN 300; - prova di resistenza a flessione da effettuarsi su un tubo o uno spezzone di tubo lungo almeno 210 cm a 220 cm.

### 178.4 Prove di omologazione

Le seguenti prove di omologazione previste dal punto 4.10.2 della UNI EN 588-1 essere svolte all'atto della consegna:

- prova di carico a lunga durata. I provini devono avere diametro nominale (DN) e classe rappresentativi della gamma media di tutti i diametri prodotti nelle stesse condizioni. La dimensione di ciascun provino deve essere quella specificata al punto 4.10.3.1.1 della UNI EN 588-1 Il numero di provini deve essere non inferiore a 10. Per la validità della prova tutti i provini devono essere prelevati da tubi diversi;

-prova di resistenza all'acqua calda. La prova deve essere eseguita su tubi di diametro nominale (DN) compreso tra 100 e 300; i provini devono avere le stesse caratteristiche della prova di resistenza alla compressione (punte 4.10.3.1.1 e appendice E. UNI 588- 1) Da un unico tubo devono ricavarsi 20 provini che devono essere numerati come illustrato nella figura 5 della UNI 588-1. I provini con lo stesso numero sono definiti provini appaiati;

-prova di tenuta: La prova deve essere eseguita su un tubo lungo almeno 50 cm. di diametro nominale (DN) e classe rappresentativi della gamma media di tutti i diametri prodotti nelle stesse condizioni;

-resistenza ai liquami domestici La prova deve essere eseguita su un tubo non rivestito di DN 1500 del più piccolo DN prodotto nelle medesime condizioni previste dalla norma. La dimensione dei provini deve essere la stessa della prova di resistenza alla compressione (punto 4.10.3.1.1 della UNI EN 588-1). Da un unico tubo dovranno ricavarsi 20 provini che devono essere numerati come illustrato nella figura 5 della UNI EN 588 1. I provini con lo stesso numero sono definiti provini appaiati.

In occasione di tali prove il prodotto deve essere sottoposto anche alle prove di accettazione al fine di assicurarne la conformità ai requisiti della norma UNI EN 588-1.

Tabella 6.3. Carico minimo per metro in kN/m secondo la norma UNI EN 588-1

DN (mm)	Classe 60	Classe 90	Classe 120
100	-	-	20*
125	-	-	21*
150	-	-	22*
200	15*	18	24
250	15	22,5	30
300	18	27	36
350	21	31,5	42
400	24	36	48
450	27	40,5	54
500	30	45	60
600	36	54	72
700	42	63	84
800	48	72	96
900	54	81	108
1000	60	90	120

\* Il carico di rottura supera il requisito minimo calcolato per soddisfare altri criteri di progetto

Oggi si utilizzano fibre sintetiche per la produzione dei tubi in fibrocemento e la produzione si spinge a partire da 100 mm fino al diametro di 2500 mm, con la consueta dotazione di pezzi speciali fino al diametro di 800 mm.

Oltre ai tubi sono prodotti i pezzi speciali normalmente usati, curve; manicotti, braghe a 45°; diramazioni a sella a 45° e 90°; manicotti di otturazione, pozzetti prefabbricati monolitici.

Per quanto riguarda la tenuta idraulica, la norma EN 588 prescrive che il sistema di giunzione debba resistere, senza alcuna perdita ad una pressione di prova di 1 bar con deviazione angolare rispettivamente di: 30 mm/m per DN < 300; 20 mm/m per 300 < DN < 600, 10 mm/m per 600 < DN < 1000 e 10000/DN per DN > 1000.

La giunzione deve sopportare, senza perdite, un carico di taglio di almeno 20 N per ogni millimetro di diametro nominale.

Sono ammissibili velocità massime occasionali dell'ordine di 3-4 m/s a seconda del materiale sabbioso trascinato dalla corrente.

Le tubazioni, per migliorare la resistenza all'aggressione chimica, sono rivestite internamente ed esternamente con polimero acrilico o con resina epossidica.

## Art. 179 **Condotte in gres**

### 179.1 *Prova di tenuta idraulica*

Per le condotte in gres con particolari giunti, secondo le indicazioni certificate del fornitore, potrà essere eseguita la prova di tenuta idraulica ad una pressione interna o esterne fino ad 1 bar, di valore doppio rispetto allo 0,5 bar indicato dalla UNI EN 295.

La prova di tenuta all'acqua ha lo scopo di verificare l'efficienza e la funzionalità idraulica di un collettore posato in opera.

La prova dovrà essere effettuata secondo le seguenti fasi:

- pulitura dell'imbocco del tubo a valle e successivo inserimento di una cieca gonfiata sino alla pressione di 1,5 bar;
- pulitura dell'imbocco del tubo a monte e successivo inserimento di una testata cieca gonfiata sino alla pressione di 1,5 bar;
- predisposizione, sui due cuscinetti, di un opportuno sistema di contrasto di spinta idraulica;
- collegamento del tubo piezometrico alla testata di prova;
- riempimento della tratto di condotta sino a superarne di qualche centimetro il colmo
- riempimento della colonna piezometrica fino ad un'altezza di 5 m.

L'altezza di riempimento da raggiungere nella colonna piezometrica deve tenere in considerazione della lunghezza e la pendenza del tratto in esame.

Dopo circa un'ora di messa a regime si deve iniziare il controllo dell'assorbimento effettuando 2 letture del livello dell'acqua nel tubo piezometrico a distanza di 15'.

Si fa rilevare che secondo la UNI EN 1610 l'integrazione ammessa per i vari diametri è 0,07 l/m<sup>2</sup> in 15'.

### 179.2 *Prova di tenuta all'acqua degli elementi complementari della condotta*

La prova di tenuta all'acqua degli elementi complementari della condotta deve essere eseguita secondo le modalità di cui al punto precedente con la differenza che l'aumento progressivo della pressione deve essere inferiore a 10 kPa fino a raggiungere la pressione di prova pari a 50 kPa, da mantenersi per almeno 5'.

### 179.3 *Resistenza allo schiacciamento*

I tubi in gres sono divisi in classi di resistenza con il carico di schiacciamento minimo (kN/m) indicati UNI EN 295-1 nei seguenti prospetti: -prospetto IV per DN 100 e 150 per le classi 22, 28 e 34 ;-prospetto V per DN  $\geq 200$  per le classi 95, 120 e 160 e 200.

Per eventuali calcoli strutturali, lo spessore delle tubazioni deve essere dichiarato dal fabbricante. Il direttore dei lavori può autorizzare l'impiego di tubi con resistenza allo schiacciamento superiore a quella minima prevista dalla citata norma UNI EN 295-1.

La resistenza a schiacciamento può essere dedotta anche da prove di resistenza a flessione e trazione tangenziale descritte dal punto 5, UNI EN 295-3.

## Art. 180 **CONTROLLI NON DISTRUTTIVI TUBAZIONI**

### 180.1 *Saldature*

Il principale metodo di esecuzione di un collegamento rigido stabile è certamente la saldatura la cui importanza è andata sempre più affermandosi col passare degli anni; capita però spesso che il progettista che prevede una giunzione saldata non dia poi quelle informazioni necessarie per l'esecuzione della stessa lasciando troppa libertà all'esecutore il quale nella generalità dei casi privilegerà l'aspetto economico a scapito della qualità e della sicurezza.

Occorre quindi che ogni giunzione saldata sia dotata per lo meno del procedimento di saldatura (che deve essere designato in conformità ISO 4063), dello schizzo quotato con l'indicazione degli angoli di cianfrinatura del tipo di materiale d'apporto (ove previsto), dell'indicazione dell'obbligo di qualificare i saldatori in conformità alla EN 287/1 per il procedimento usato, dell'indicazione dei controlli previsti per la stessa.

Le saldature verranno poi previste, finché possibile, fuori opera e per quelle in opera si terrà presente la necessità di eseguire studi esse i controlli non distruttivi (se ad esempio è previsto un controllo RX occorrerà che la saldatura sia libera da entrambi i lati per poter porre da un lato la sorgente radiogena dall'altro la lastra da impressionare).

Esistono molteplici possibilità di eseguire la saldatura; essa sarà in genere realizzata da un operatore che procederà a fondere i metalli partecipanti al processo di saldatura e cioè il materiale base che è quello preesistente ed il materiale d'apporto che è quello che aggiunge l'operatore durante il processo. Se il materiale base si fonde parleremo di saldatura autogena  
Esamineremo ora i procedimenti di saldatura più diffusi: quelli con cui è più normale venire a contatto nell'ambito della nor-

male progettazione in acciaio sono tutti autogeni. il più antico tipo di saldatura, oggi sempre meno usata, è la saldatura ossiacetilenica; tramite 2 bombole, una contenete acetilene (C<sub>2</sub>H<sub>2</sub>), ed una contenente ossigeno (O<sub>2</sub>), si fa arrivare alla punta del cannello, detto appunto ossiacetilenico, la miscela dei due gas, provocandone la combustione, si raggiunge così una temperatura superiore ai 3000 gradi centigradi; l'operatore indirizza la fiamma del cannello sui lembi da unire, facendo contemporaneamente fondere la bacchetta del metallo d'apporto in maniera da riempire lo spazio tra i lembi.

La saldatura più usata è invece quella ad arco elettrico con elettrodo rivestito: qui il calore è dato appunto dall'arco voltaico che scocca da un elettrodo collegato tramite una pinza porta-elettrodo ad una macchina che eroga corrente, ed il materiale base; la temperatura anche qui superiore ai 3.000 gradi fa fondere rapidamente il tutto; il rivestimento dell'elettrodo ha molteplici funzioni, tra cui citeremo quella di creare un'atmosfera riducente che protegge dall'ossidazione e quella di creare una scoria che venendo in superficie si solidifica proteggendo il metallo fuso da un rapido raffreddamento conglobandolo entro di sé.

I rivestimenti possono essere di vario tipo a seconda degli scopi che si prefiggono: ossidanti, acidi, al rutilio, basici, cellululosici, speciali o intermedi tra quelli già detti; si può optare per l'uso di elettrodi diversi tra una passata e l'altra. Molto usata è pure la saldatura a filo continuo con protezione dell'arco; essa può essere ad arco sommerso MIG o MAG a seconda se la protezione dell'arco è affidata ad un flusso entro il quale esso si trova o ad un gas inerte (Metal Inert Gas), o ad un elemento attivo (Metal Agent gas).

Citeremo ancora la saldatura con protezione di argo in cui l'elettrodo è infusibile, TIG (Tungsten Insert Gas), e quindi il metallo d'apporto è sotto forma di barchetta che viene via via fusa, tale procedimento è nel campo degli acciai, usato solo per gli inossidabili.

Per pezzi di notevole spessore da saldare in una sola passata si può poi usare la saldatura ad elettroscoria, che sempre una saldatura a filo continuo ove i lembi vengono fusi unitamente all'elettrodo grazie ad una corrente tenuta sufficientemente alta; i lembi da saldare sono tenuti da parti di rame raffreddati internamente che creano un'armatura entro la quale si racchiude il bagno di fusione.

Tutte queste saldature sono autogene a fusione; in rari casi, in campo civile può capitare di trovare saldature autogene a pressione, ove cioè la saldatura eseguita elettricamente a resistenza e le parti si saldano tramite una compressione che viene applicata contemporaneamente al riscaldamento del pezzo.

La scelta della saldatura da eseguire è legata a numerosissimi fattori quali, ad esempio, composizione degli acciai da saldare, rapidità del processo, possibilità pratica di esecuzione, dimensioni dei pezzi da saldare, costi, l'importanza della saldatura, ecc.; la vigente normativa richiede in ogni caso dei controlli sulle saldature eseguite e quindi sarà il caso di dilungarsi su tale argomento.

Esistono due categorie fondamentali di giunti saldati: quelli a completa penetrazione e quelli con cordone ad angolo; i giunti saldati a piena penetrazione possono a loro volta essere di testa, a croce, o a T.

Per procedimento di saldatura di giunti di testa, si distinguono due classi di giunti: giunti effettuati con elettrodi di qualità 3 o 4 secondo la normativa UNI 5132, o comunque saldati, in grado di soddisfare l'esame radiografico valutato secondo il raggruppamento B della UNI 7278; questi giunti sono detti di prima classe e comportano un'accettabilità piuttosto restrittiva (non ammesse mancanza di penetrazione al vertice, nidi di tarli, né, ovviamente, cricche); giunti effettuati con elettrodi di qualità 2, 3 o 4 secondo UNI 5132, o comunque saldati, in grado di soddisfare l'esame radiografico secondo il raggruppamento F della predetta normativa (qui tranne le cricche sono ammessi tutti i difetti, purché di estensione limitata in accordo alle dimensioni dettate dal rapporto (lunghezza-spessore).

Per giunti a croce o a T c'è per la I classe l'obbligo di eliminare ogni difetto al vertice prima della ripresa (fare la ripresa di un giunto significa arrivare alla saldatura dal lato opposto a quello su cui si è saldato, quindi in pratica la norma richiede che prima di chiudere la saldatura si proceda ad eliminare i difetti asportandoli dal lato opposto a quello della prima passata); è prevista la possibilità di sostituire l'esame RX con quello UT (ultrasonic test: esame con ultrasuoni); analoga possibilità è concessa per i giunti di II classe, ove l'accettabilità è identica a quella ricordata per i giunti di testa. Per i giunti saldati con cordone d'angolo, che vanno considerati tutti facenti parte di un'unica classe e per i quali bisogna richiedere una ragionevole assenza di difetti gravi, è il direttore dei lavori che stabilisce il tipo di controllo che, distruttivo o non, dovrà comunque essere fatto; una magnetoscopia in questo caso è un affidabile metodo di controllo.

Il campo dei difetti cui sono soggette le saldature è molto esteso; esistono difetti causati dall'imperizia dell'operatore, dalle macchine, dalle condizioni ambientali, dal comportamento dei materiali scelti in maniera non idonea, e così via; accenneremo qui ai difetti principali avvertendo però che si considerano solo quelli che si verificano durante o subito dopo la saldatura e non quelli che si verificano tempo dopo e che possono essere dovuti a condizioni di servizio o a condizioni tecniche di esercizio.

### 180.2 *difetti delle saldature*

Il difetto più grave ed inaccettabile è la cricca, cioè la frattura del materiale; anche sedi piccolissime dimensioni, essa è pericolosissima perché in qualunque momento, sotto sforzo, può ingrandirsi e portare al rapido collasso la struttura saldata. Dopo la cricca, vengono per gravità, evidentemente nei giunti progettati a piena penetrazione, la mancanza di penetrazione e la mancanza di fusione, che sono delle discontinuità tra i lembi del cianfrino, o tra un lembo e la zona fusa; si tratta quindi di vuoti all'interno del materiale da cui in esercizio potrebbero innescarsi delle cricche. Un gradino più sotto alle mancanze, stanno, per gravità, le incollature; in queste non c'è il vuoto all'interno, ma tra i materiali da saldare si forma una zona di ossido che non promette le caratteristiche meccaniche del materiale a causa di questa sua eterogeneità.

Altro difetto pericoloso è il tarlo, cioè un'inclusione gassosa di forma allungata al termine della quale può trovarsi una piccola cricca; il pericolo è maggiore quando i tarli sono più d'uno, e formano quindi un nido in cui una cricca si può facilmente propagare.

Possono esistere anche inclusioni gassose di forma tondeggianti (pori e soffiature), inclusioni solide di varie forme e dimen-

sioni, eccessi di penetrazione, incisioni ai margini della saldatura, irregolarità superficiali, lembi del giunto slivellati tra loro, ed altri difetti di profilo di vario tipo.

### 180.3 *Tipi di controllo*

Questa variegata massa di difetti può essere accertata con una serie di controlli detti “non distruttivi”, appunto perché il controllo viene fatto senza intaccare in alcun modo l’integrità della struttura in esame; tali controlli si possono suddividere in:

controlli superficiali; controlli interni; i controlli superficiali più diffusi sono l’esame visivo, l’esame con liquidi penetranti, e l’esame magnetoscopico.

L’esame visivo è il più ovvio ed il più facile da eseguire, ma è opportuno che venga fatto da un esperto, munito possibilmente di lente d’ingrandimento, e dopo una leggera pulizia della saldatura.

L’esame con liquidi penetranti svela difetti superficiali non facilmente visibili ad occhio nudo ed è utilizzata particolarmente per materiali non magnetici; è praticamente inutilizzabile quando la saldatura è piena di sporgenze ed asperità; tale controllo è normalizzato dalla UNI 7679.

L’esame magnetoscopico è applicato per rilevare difetti non affioranti, ma superficiali, e va applicato a tutti gli acciai, tranne quelli al nichel-cromo, che non sono magnetizzabili; esso è normalizzato dalla UNI 7704.

L’esame radiografico, come il gammagrafico, è in grado di far conoscere l’interno del materiale, fornendone appunto un’immagine radiografica che potrà essere conservata e catalogata. L’inconveniente di questo esame è la necessità di eseguirlo in assenza di persone vicine, quella di un discreto spazio di manovra, e soprattutto la necessità di poter accedere al giunto dai due lati opposti. Questo esame è normalizzato dalla UNI 8956; i difetti vengono valutati, come già detto, secondo la UNI 7278.

Gli inconvenienti dell’esame RX non si hanno con l’esame ultrasonico (UT), che permette di rilevare difetti posti a qualunque profondità in tempi molto più brevi di quelli necessari per le radiografie; mentre infatti l’esito dell’esame radiografico si può avere solo dopo lo sviluppo delle lastre, quello dell’esame UT può essere comunicato immediatamente a voce dall’operatore; di contro si ha che l’interpretazione dei difetti è affidata all’operatore, che deve quindi essere di provata esperienza, e non da un documento finale come la radiografia, che può essere confrontabile a distanza di anni. L’esame è normalizzato dalle norme UNI 5320 e 8387.

Va detto che qualche volta gli esami RX ed UT vanno abbinati in quanto la radiografia da un’immagine bidimensionale del difetto, mentre con gli ultrasuoni è possibile conoscerne l’estensione in tutte le direzioni.

L’accettabilità o meno dei difetti riscontrati e la conseguente non idoneità all’impiego del giunto saldato sono definite nella UNI EN 25817, la cui consultazione comunque compito dell’operatore di controlli non distruttivi, cui però va data un’indicazione sul livello di qualità (moderato, medio o elevato), che si desidera raggiungere.



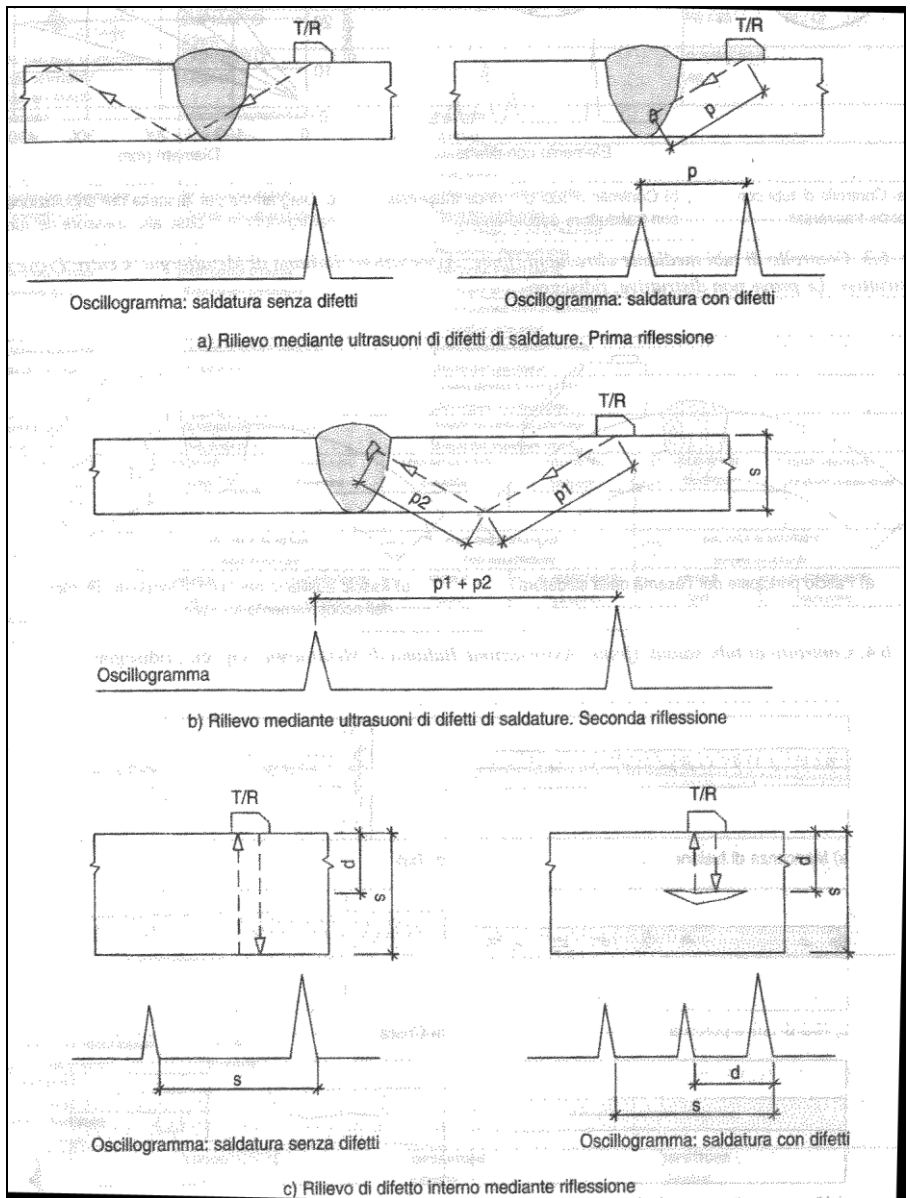


Fig.6.2 Controllo di saldature mediante ultrasuoni e relativi oscillogrammi

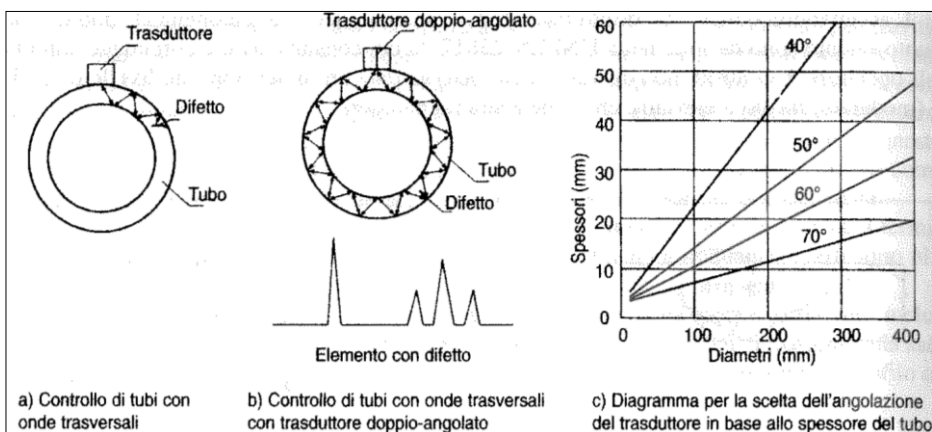


Fig.6.3 Controllo di tubi mediante ultrasuoni

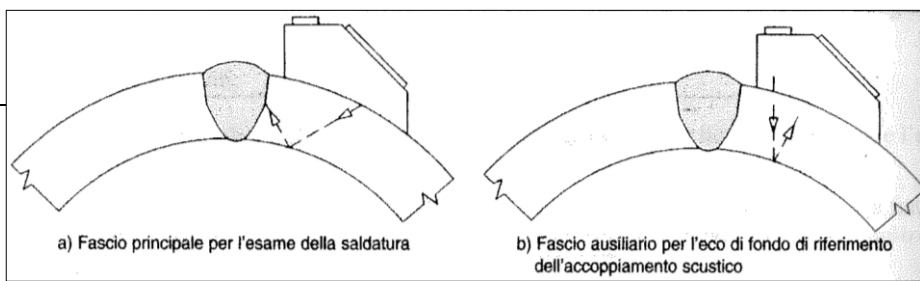


Fig.6.4 Controllo di tubi saldati

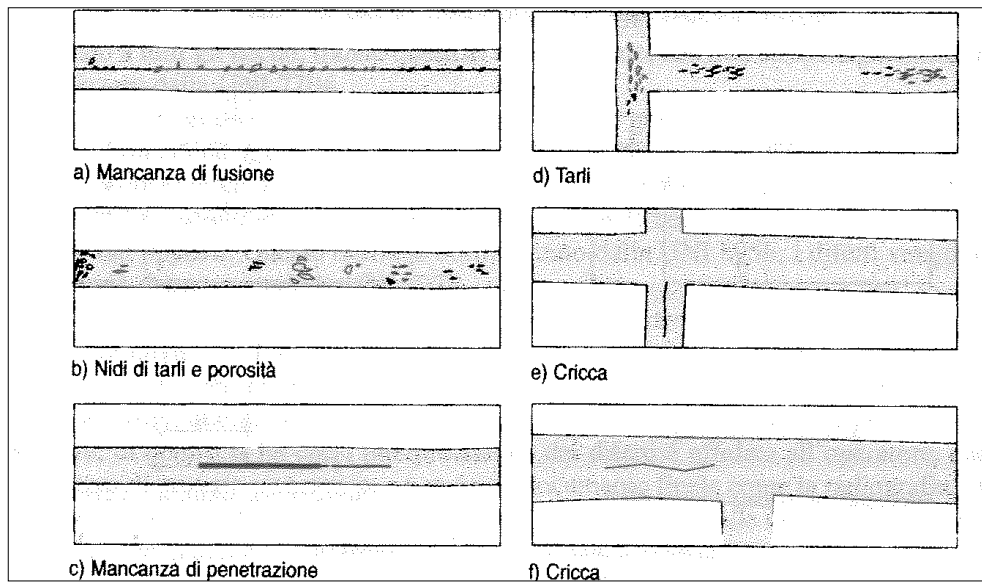


Fig.6.5 Immagini radiografiche di difetti di saldatura

## PARTE VI. NORME DI MISURAZIONE E VALUTAZIONE DEI LAVORI

### CAPITOLO 20 NORME GENERALI

#### Art. 181 **Obblighi ed oneri compresi e compensati con i prezzi di appalto**

I lavori saranno valutati esclusivamente con i prezzi in contratto al netto del ribasso od aumento contrattuale; tali prezzi devono ritenersi accettati dall'Appaltatore in base a calcoli di sua convenienza ed a tutto suo rischio.

Nei prezzi netti contrattuali sono compresi e compensati sia tutti gli obblighi ed oneri generali e speciali richiamati e specificati nel presente Capitolato e negli altri Atti contrattuali, sia gli obblighi ed oneri, che se pur non esplicitamente richiamati, devono intendersi come insiti e consequenziali nella esecuzione delle singole categorie di lavoro e del complesso delle opere, e comunque di ordine generale e necessari a dare i lavori completi in ogni loro parte e nei termini assegnati.

Pertanto l'Appaltatore, nel formulare la propria offerta, ha tenuto conto oltre che di tutti gli oneri menzionati, anche di tutte le particolari lavorazioni, forniture e rifiniture eventuali che fossero state omesse negli atti e nei documenti del presente appalto, ma pur necessarie per rendere funzionali le opere e le costruzioni in ogni loro particolare e nel loro complesso, onde dare i lavori appaltati rispondenti sotto ogni riguardo allo scopo cui sono destinati.

Nei prezzi contrattuali si intende quindi sempre compresa e compensata ogni spesa principale ed accessoria; ogni fornitura, ogni consumo, l'intera mano d'opera specializzata, qualificata e comune, ogni carico, trasporto e scarico in ascesa e discesa; ogni lavorazione e magistero per dare i lavori completamente ultimati nel modo prescritto e ciò anche quando non fosse stata fatta esplicita dichiarazione nelle norme di accettazione e di esecuzione sia nel presente Capitolato, che negli altri Atti dell'Appalto, compreso l'Elenco Prezzi; tutti gli oneri ed obblighi derivanti, precisati nel presente Capitolato; ogni spesa generale nonché l'utile dell'Appaltatore.

#### Art. 182 **Valutazione e misurazione dei lavori**

Le norme di valutazione e misurazione che seguono si applicheranno per la contabilizzazione di tutte le quantità di lavoro da compensarsi a misura e che risulteranno eseguite.

Per gli appalti effettuati a forfait le stesse norme si applicheranno per valutazione delle eventuali quantità di lavoro risultanti in un aumento od in detrazione rispetto a quelle compensate con il prezzo forfettario, a seguito di variazioni delle opere appaltate che si rendessero necessarie in corso d'opera.

Salvo le particolari disposizioni delle singole voci di Elenco, i prezzi dell'Elenco stesso facente parte del contratto si intendono applicabili ad opere eseguite secondo quanto prescritto e precisato negli Atti dell'Appalto, siano esse di limitata entità od eseguite a piccoli tratti, a qualsiasi altezza o profondità, oppure in luoghi comunque disagiati, in luoghi richiedenti l'uso di illuminazione artificiale od in presenza d'acqua (con l'onere dell'esaurimento).

L'Appaltatore sarà tenuto a presentarsi, a richiesta della Direzione Lavori, alle misurazioni e constatazioni che questa ritenesse opportune; peraltro sarà obbligato ad assumere esso stesso l'iniziativa per le necessarie verifiche, e ciò specialmente per quelle opere e somministrazioni che nel progredire del lavoro non potessero più essere accertate.

Le quantità dei lavori e delle provviste saranno determinate con metodi geometrici od a numero od a massa in relazione a quanto è previsto nell'Elenco Prezzi. I lavori saranno liquidati in base alle misure fissate dal progetto anche se in sede di controllo dovessero rilevarsi misure superiori. Soltanto nel caso che la Direzione Lavori avesse ordinato per iscritto maggiori dimensioni se ne terrà conto nella contabilizzazione; in nessun caso saranno però accettate dimensioni minori di quelle ordinate, le quali potranno essere motivo di rifacimento a carico dell'Appaltatore.

Le misure saranno prese in contraddittorio man mano che si procederà all'esecuzione dei lavori e riportate su appositi libretti; restano comunque salve, in occasione delle operazioni di collaudo, le possibilità di ulteriori verifiche e di eventuali rettifiche.

#### Art. 183 **Lavori completi**

Qualora determinate categorie di lavoro, per motivi diversi, non risultassero portate a compimento, e sempre che questo non fosse pregiudizievole per il complesso dell'appalto sotto l'aspetto della necessaria funzionalità generale, sarà facoltà della Direzione Lavori di accettarne la contabilizzazione opportunamente parzializzata o di escluderle dal conto finale. La valutazione sarà fatta caso per caso, ad insindacabile giudizio della stessa Direzione.

### CAPITOLO 21 VALUTAZIONE LAVORI A MISURA

Nel prezzo dei lavori valutati a misura dovranno intendersi comprese tutte le spese per la fornitura, carico, trasporto, scarico, lavorazione e posa in opera dei vari materiali, tutti i mezzi e la mano d'opera necessari, le imposte di ogni genere, le indennità di cava, i passaggi provvisori, le occupazioni per l'impianto dei cantieri, le opere provvisorie di ogni genere ed entità, le spese generali, l'utile dell'Appaltatore e quant'altro possa occorrere per dare le opere compiute a regola d'arte.

#### **Art. 184 Demolizioni e rimozioni**

I prezzi fissati in Elenco per le demolizioni e rimozioni si applicheranno al volume o alla superficie effettiva (secondo il tipo di misurazione prevista) delle murature e strutture da demolire o rimuovere. Tali prezzi comprendono i compensi per gli oneri ed obblighi richiesti dal presente capitolato ed in particolare i ponti di servizio, le impalcature, le armature e sbadacchiature, nonché la scelta, la pulizia, il deposito od il trasporto a rifiuto dei materiali.

La demolizione dei fabbricati, di ogni tipo e struttura, se non diversamente disposto verrà compensata a metro cubo vuoto per pieno, limitando la misura in altezza dal piano di campagna alla linea di gronda del tetto. Rimarrà comunque a carico dell'Appaltatore l'onere della demolizione delle pavimentazioni del piano terreno e delle fondazioni di qualsiasi genere.

I materiali utilizzabili che dovessero venire reimpiegati dall'Appaltatore, su richiesta od autorizzazione della Direzione Lavori, verranno addebitati allo stesso al prezzo fissato per i corrispondenti materiali nuovi diminuito del 20% ovvero, in mancanza, istituendo apposito nuovo prezzo. L'importo complessivo dei materiali così valutati verrà detratto dall'importo dei lavori.

#### **Art. 185 Scavi: oneri generali**

Oltre agli obblighi particolari emergenti dal presente articolo, con i prezzi di Elenco per gli scavi in genere l'Appaltatore dovrà ritenersi compensato per tutti gli oneri e le spese che esso dovrà incontrare per:

- l'esecuzione degli scavi con qualsiasi mezzo, i paleggi, l'innalzamento, il carico, il trasporto e lo scarico in rilevato e/o a rinterro e/o a rifiuto a qualsiasi distanza, la sistemazione delle materie di rifiuto e le eventuali indennità di deposito;
- la regolarizzazione delle scarpate o pareti, anche in roccia, lo spianamento del fondo, la formazione di gradoni, il successivo rinterro attorno alle murature o drenaggi, attorno e sopra le condotte di qualsiasi genere, secondo le sagome definitive di progetto;
- le puntellature, sbadacchiature ed armature di qualsiasi importanza e genere, secondo tutte le prescrizioni del presente Capitolato, comprese le composizioni, scomposizioni, estrazioni ed allontanamento, nonché sfridi, deterioramenti e perdite parziali o totali del legname o dei ferri;
- le impalcature, i ponti e le costruzioni provvisorie occorrenti sia per l'esecuzione dei trasporti delle materie di scavo, sia per consentire gli accessi ai posti di scavo e sia infine per garantire la continuità di passaggi, attraversamenti, ecc.

Nel caso di scavi in materie di qualsiasi natura e consistenza (con esclusione della sola roccia da mina) si intenderanno compensati nel relativo prezzo, se non diversamente disposto, i trovanti rocciosi ed i relitti di murature di volume non superiore ad 1,00 m<sup>3</sup>; quelli invece di cubatura superiore verranno compensati con i relativi prezzi di Elenco ed il loro volume verrà detratto da quello degli scavi di materie.

Per gli scavi oltre i limiti assegnati, non solo non si terrà conto del maggiore lavoro effettuato, ma l'Appaltatore dovrà a sue spese rimettere in sito le materie scavate in eccesso e comunque provvedere a quanto necessario per garantire la regolare esecuzione delle opere.

Tutti i materiali provenienti dagli scavi dovranno considerarsi di proprietà dell'Amministrazione appaltante, che ne disporrà come riterrà più opportuno. L'Appaltatore potrà usufruire dei materiali stessi, se riconosciuti idonei dalla Direzione Lavori, ma limitatamente ai quantitativi necessari all'esecuzione delle opere appaltate e per quelle categorie di lavoro per le quali è stabilito il prezzo di Elenco per l'impiego dei materiali provenienti dagli scavi.

Per il resto competerà all'Appaltatore l'onere del caricamento, trasporto e sistemazione dei materiali nei luoghi stabiliti dalla Direzione ovvero, quando di tali materiali non ne risultasse alcun fabbisogno, a rifiuto.

Agli effetti della contabilizzazione in acconto, i prezzi per i movimenti di materie si considerano riferiti per l'80% ai movimenti veri e propri e per il 20% ai lavori di finitura (profilatura delle scarpate e dei cigli, regolarizzazione dei tagli, sistemazione dei riempimenti o delle discariche, ecc.). Di conseguenza i relativi acconti, alla cui liquidazione si provvedesse prima ancora dei prescritti lavori di finitura, non potranno superare l'80% dell'acconto liquidabile a lavoro completamente eseguito. Il residuo 20% sarà accreditato all'Appaltatore negli stati di avanzamento susseguenti alla completa esecuzione di detti lavori.

#### **Art. 186 Scavi di sbancamento**

Il volume degli scavi di sbancamento verrà determinato col metodo delle sezioni ragguagliate, che verranno rilevate in contraddittorio dall'Appaltatore all'atto della consegna e, ove necessario per l'esatta definizione delle quote e delle sagome di scavo, anche ad operazioni ultimate.

Nelle sistemazioni stradali ed esterne in genere, lo scavo del cassonetto (nei tratti in trincea), delle cunette, dei fossi di guardia e dei canali sarà pagato col prezzo degli scavi di sbancamento. Altresì saranno contabilizzati come scavi di sbancamento gli scavi e tagli da praticare nei rilevati già eseguiti, per la costruzione di opere murarie di attraversamento e consolidamento, per tutta la parte sovrastante il terreno preesistente alla formazione dei rilevati stessi.

#### **Art. 187 Scavi di fondazione**

Il volume degli scavi di fondazione sarà computato come prodotto delle superficie della fondazione per la sua profondità sotto il piano di sbancamento o del terreno naturale; tale volume sarà eventualmente frazionato, in rapporto alle diverse zone di profondità previste dai prezzi di Elenco. Ove la fondazione fosse eseguita con impiego di casseforme, la larghezza dello scavo sarà maggiorata di 70 cm in direzione perpendicolare alle stesse (spazio operativo).

Per gli scavi con cigli a quota diversa, il volume verrà calcolato col metodo delle sezioni successive, valutando però in ogni

sezione come volume di fondazione la parte sottostante al piano orizzontale passante per il ciglio più depresso; la parte sovrastante sarà considerata volume di sbancamento e come tale sarà riportata nei relativi computi.

Qualora il fondo dei cavi venisse ordinato con pareti scampanate, la base di fondazione di cui in precedenza si intenderà limitata alla proiezione delle sovrastanti pareti verticali e lo scavo di scampanatura, per il suo effettivo volume, andrà in aggiunta a quello precedentemente computato.

Negli scavi occorrenti per la costruzione delle opere di sottosuolo, quali fognature, acquedotti, ecc. la larghezza massima dei cavi sarà commisurata, salvo diversa disposizione, al diametro esterno dei tubi aumentato di  $40 + D/4$  cm, con un minimo contabile di 60 cm di larghezza per profondità di scavo fino a 1,50 m, di 80 cm per profondità da oltre 1,50 a 3,00 m, e di 100 cm per maggiori profondità.

Per gli scavi di fondazione da eseguire con l'impiego di casseri, paratie e simili strutture, sarà incluso nello scavo di fondazione anche il volume occupato dalle strutture stesse.

#### **Art. 188 Scavi in trincea per sottoservizi**

Il volume degli scavi in trincea sarà valutato per la larghezza del fondo scavo e non si terrà conto delle sbadacchiature e acquintati causati da utensili di scavo se non espressamente richieste dal coordinatore della sicurezza. Non sono ammessi a pagamento gli scavi da effettuare sulla trincea ricolmata e costipata, qualora l'appaltatore provveda per sua espressa volontà a realizzare le operazioni di ricolmo, costipazione e formazione del cassonetto, in cls o conglomerato bituminoso, in tempi successivi. Le operazioni di ricolmo, costipazione e formazione debbono essere realizzate contemporaneamente.

La realizzazione di massetti in cls sulle trincee per sottoservizi va contabilizzata in relazione alla larghezza del fondo scavo, aumentata al massimo di 20 cm per lato, se non espressamente richiesta dalla DL.

#### **Art. 189 Rilevati e rinterri**

Il volume dei rilevati e dei rinterri sarà misurato col metodo delle sezioni ragguagliate, ovvero per volumi di limitata entità e/o di sagoma particolare, con metodi geometrici di maggiore approssimazione.

Il volume dei rilevati e dei rinterri eseguiti con materiali provenienti da cave di prestito, verrà ricavato come differenza tra il volume totale del rilevato o rinterro eseguito secondo le sagome ordinate ed il volume degli scavi contabilizzati e ritenuti idonei per l'impiego in rilevato. Nel computo non dovrà tenersi conto del maggior volume dei materiali che l'Appaltatore dovesse impiegare per garantire i naturali assestamenti dei rilevati o rinterri e far sì che gli stessi assumano la sagoma prescritta al cessare degli assestamenti.

Nel prezzo dei rilevati con materiali provenienti da cave di prestito si intendono compresi gli oneri relativi all'acquisto dei materiali idonei in cave di prestito private, alla sistemazione delle cave a lavoro ultimato; le spese per permessi, oneri e diritti per estrazione dai fiumi e simili e da aree demaniali e, per quanto applicabili, gli oneri tutti citati per gli scavi di sbancamento. Il prezzo relativo alla sistemazione dei rilevati comprende anche gli oneri della preparazione del piano di posa degli stessi, quali l'eliminazione di piante, erbe e radici, nonché di materie contenenti sostanze organiche.

Tutti gli scavi per la formazione del piano di posa (scoticamento, bonifica, gradonatura) saranno valutati a misura con i prezzi unitari di Elenco relativi agli scavi di sbancamento. Per i rilevati costipati meccanicamente, gli scavi per la preparazione dei piani di posa verranno valutati solo se spinti, su richiesta della Direzione, a profondità superiore a 20 cm dal piano di campagna ed unicamente per i volumi eccedenti tale profondità.

Nella formazione dei rilevati è compreso l'onere della stesa a strati delle materie negli spessori prescritti, la formazione delle banchine e dei cigli, se previsti, e la profilatura delle scarpate. Nei rilevati inoltre non si darà luogo a contabilizzazioni di scavo di cassonetto ed il volume dei rilevati sarà considerato per quello reale, dedotto, per la parte delle carreggiate, quello relativo al cassonetto.

Dal computo del volume dei rilevati non dovranno detrarsi i volumi occupati da eventuali manufatti di attraversamento, qualora la superficie complessiva della sezione retta degli stessi dovesse risultare non superiore a 0,50 mq.

#### **Art. 190 Calcestruzzi e conglomerati cementizi**

I calcestruzzi per fondazioni, murature, volte, ecc., gli smalti ed i conglomerati cementizi in genere, costruiti di getto in opera, saranno di norma valutati in base al loro volume, escludendosi dagli oneri la fornitura e posa in opera degli acciai per i cementi armati, che verranno considerati a parte.

I calcestruzzi ed i conglomerati saranno misurati in opera in base alle dimensioni prescritte, esclusa quindi ogni eccedenza, ancorché inevitabile, e dipendente dalla forma degli scavi aperti e dal modo di esecuzione dei lavori, trascurando soltanto la deduzione delle eventuali smussature previste in progetto agli spigoli (di larghezza non superiore a 10 cm) e la deduzione del volume occupato dai ferri.

Nei prezzi di Elenco dei calcestruzzi, smalti e conglomerati cementizi, armati o meno, sono compresi e compensati: la fornitura e la posa in opera di tutti i materiali necessari, la mano d'opera, i ponteggi, le attrezzature ed i macchinari per la confezione ed in genere tutti gli obblighi ed oneri esecutivi del presente Capitolato; sono altresì compresi, se non diversamente disposto,

gli stampi di ogni forma, i casseri le casseforme di contenimento, le armature e centinature di ogni forma e dimensione, il relativo disarmo, nonché l'eventuale rifinitura dei getti.

L'impiego di eventuali aeranti, plastificanti, impermeabilizzanti, acceleranti di presa ed additivi in genere nei calcestruzzi e nei conglomerati darà diritto unicamente al compenso del costo di detti materiali.

Per gli elementi a carattere ornamentale gettati fuori opera (pietre artificiali), la misurazione verrà effettuata considerando il minimo parallelepipedo retto di base rettangolare circoscrivibile a ciascun pezzo ed il prezzo dovrà ritenersi comprensivo, oltre che dell'armatura metallica, anche di ogni onere di collocazione.

#### **Art. 191 Casseformi ed armature**

Le strutture di cui al presente titolo, se non diversamente specificato, dovranno sempre intendersi comprese e compensate con i prezzi di Elenco relative alle categorie di lavoro per le quali le strutture stesse sono necessarie.

Le casseforme ed armature, ove il relativo onere non fosse compreso nel prezzo dei calcestruzzi e/o dei conglomerati, saranno computate in base allo sviluppo delle facce a contatto del calcestruzzo e/o conglomerato, escludendo di norma le superfici superiori dei getti con inclinazione sull'orizzontale inferiore al 50%.

Per le solette e gli sbalzi gettati su nervature prefabbricate, per il caso di cui sopra, verrà sempre applicato l'apposito prezzo di Elenco, ancorquando la soletta venisse gettata senza l'uso di vere e proprie casseforme o venisse gettata fuori opera e collegata alle nervature con getti di sigillo.

L'onere delle armature principali di sostegno delle casseforme per i getti di conglomerato cementizio, semplice od armato, a qualunque altezza, è compreso in genere nei prezzi di Elenco relativi a detti getti e, nel caso di valutazione scorporata delle casseforme, nel prezzo relativo a queste ultime. Lo stesso vale per le armature di sostegno delle casseforme per piattabande, travate e sbalzi, o di sostegno della centinatura per volte, per opere fino a 10,00 m di luce netta o di aggetto.

Per luci maggiori le armature principali di sostegno saranno compensate a parte e saranno valutate con i criteri che, nel caso, verranno appositamente stabiliti.

La massa delle barre di acciaio normale per l'armatura delle strutture in conglomerato cementizio verrà determinata mediante la massa teorica corrispondente alle varie sezioni resistenti e lunghezze risultanti dai calcoli e dagli esecutivi approvati, trascurando le quantità superiori, le legature e le sovrapposizioni per le giunte non previste né necessarie. La massa dell'acciaio verrà in ogni caso determinata moltiplicando lo sviluppo lineare effettivo di ogni barra (seguendo sagomature ed uncinature) per la massa unitaria di 7,85 kg/dm<sup>3</sup>.

Resta inteso che l'acciaio per cemento armato ordinario sarà dato in opera nelle casseforme, con tutte le piegature, le sagomature, le giunzioni, le sovrapposizioni e le legature prescritte ed in genere con tutti gli oneri previsti dal presente Capitolato.

La massa dell'acciaio armonico per l'armatura delle strutture in conglomerato cementizio precompresso verrà determinata in base alla sezione utile dei fili per lo sviluppo teorico dei cavi tra le facce esterne degli apparecchi di bloccaggio per i cavi scorrevoli e tra le testate delle strutture per i fili aderenti.

#### **Art. 192 Impermeabilizzazioni**

Le impermeabilizzazioni su pareti verticali, su piani orizzontali od inclinati saranno valutate in base alla loro superficie effettiva, senza deduzione dei vani per camini canne, lucernari ed altre parti emergenti, purchè non eccedenti ciascuna la superficie di 1,00 m<sup>2</sup>; per le parti di superficie maggiore di 1,00 m<sup>2</sup>, verrà detratta l'eccedenza. In compenso non si terrà conto delle sovrapposizioni, dei risvolti e degli oneri comportati dalla presenza dei manufatti emergenti.

Nei prezzi di Elenco dovranno intendersi compresi e compensati gli oneri di cui al presente Capitolato, in particolare la preparazione di supporti, sia orizzontali che verticali, la formazione dei giunti e la realizzazione dei solini di raccordo.

#### **Art. 193 Intonaci**

Gli intonaci sui muri ad una testa od in foglio dovranno essere misurati per la loro superficie effettiva, con detrazione pertanto di tutti i vuoti, al vivo delle murature, di qualunque dimensione essi siano. In nessun caso saranno però misurate le superfici degli sguinci, degli intradossi, delle piattabande o degli archi dei vani passanti o ciechi.

Gli intonaci sui muri di spessore maggiore ad una testa saranno misurati vuoto per pieno, senza detrazione di zone mancanti di intonaco fino alla superficie di 4,00 m<sup>2</sup> a compenso delle superfici degli squinci, spalle, intradossi dei vani compresi nelle suddette zone, dei parapetti o simili eventualmente esistenti nei vani stessi.

Sui muri di spessore maggiore ad una testa intonacati dalle due parti, in corrispondenza dei vani a tutto spessore dovrà effettuarsi la detrazione dei vuoti dalla parte in cui il vuoto presenta la superficie minore; l'altra parte ricadrà nel caso precedente.

Gli intonaci esterni di qualsiasi tipo saranno valutati vuoto per pieno nella relativa proiezione sul piano verticale, intendendosi in tal modo valutate le sporgenze e le rientranze fino a 25 cm dal piano delle murature esterne. Nel prezzo sono compresi gli oneri per l'esecuzione dei fondi, cornici, cornicioni, fasce, stipiti, mostre, architravi, mensole, bugnati, ecc. nonché gli intradossi dei balconi, anche incassati, delle verande, logge, pensiline e cornicioni di aggetto fino ad 1,20 m.

Saranno invece computati nella loro superficie effettiva gli intonaci eseguiti su cornicioni, balconi, pensiline, ecc. con aggetti superiori ad 1,20 m.

#### **Art. 194 Infissi metallici e serramenti speciali**

I prezzi di Elenco comprendono e compensano tutti gli oneri di cui al presente Capitolato. La misurazione avverrà sul filo esterno dei telai; negli infissi a blocco, se non diversamente disposto, la misurazione in altezza verrà estesa fino al filo esterno del cassonetto.

Gli infissi in lamiera di acciaio zincata dovranno essere dati in opera completi di verniciatura di finitura, del tipo prescritto.

Nel prezzo degli infissi in acciaio inossidabile ed in alluminio (anodizzato o laccato) dovranno sempre intendersi compresi e compensati i provvedimenti di protezione per il trasporto, l'immagazzinamento ed il montaggio, la fornitura e posa in opera dei falsotelai in lamiera zincata od in legno, secondo prescrizione, ed in genere gli oneri tutti di cui al presente Capitolato.

Le persiane avvolgibili verranno valutate aumentando la luce netta dell'apertura di 5 cm in larghezza e di 20 cm in altezza. Le mostre, le contromostre ed i coprifili dovranno, se non diversamente disposto, ritenersi sempre compresi nell'onere relativo alla fornitura e posa in opera degli infissi; viceversa, saranno misurati linearmente lungo la linea di massimo sviluppo. I controportelli e rivestimenti, ove non diversamente previsto, saranno anch'essi misurati su una sola faccia, nell'intera superficie vista.

Le serrande di sicurezza si valuteranno con le stesse norme riportate per le avvolgibili. Le serrande di sicurezza ad elementi verticali saranno valutate in base alla superficie del diaframma, calcolata tenendo conto delle misure effettive degli elementi sia in verticale, che nello sviluppo orizzontale. Le serrande di sicurezza a cancelli riducibili verranno valutate con i criteri di cui sopra, considerando come sviluppo orizzontale la luce netta del vano. Le serrande basculanti saranno valutate a superficie, con misure riferite al filo esterno del telaio fisso.

#### **Art. 195 Tinteggiature**

Negli ambienti interni la valutazione delle tinteggiature e pitturazioni, sia di pareti che di soffitti, verrà effettuata secondo le norme degli intonaci interni.

Negli esterni, per la valutazione delle pareti tinteggiate o pitturate non si terrà conto dei risalti, delle grossezze di ogni specie, delle decorazioni dei vani, delle sporgenze delle cornici, ecc.; in compenso, non verranno detratti i vani di porte, finestre, e simili, di qualunque superficie. Le fiancate, quinte, velette soffitti di balconi e di corpi aggettanti o delle parti incassate, ecc. verranno valutati secondo le norme degli intonaci esterni.

#### **Art. 196 Tubazioni: generalità**

Le tubazioni in genere saranno valutate in base alla loro massa od in base al loro sviluppo in lunghezza, secondo i tipi e le particolari indicazioni di Elenco. I prezzi compensano comunque tutti gli oneri, le prestazioni e le forniture previste fatta eccezione (se non diversamente previsto) per i letti di sabbia, nelle tubazioni interrato, o per i massetti ed i rivestimenti in calcestruzzo, che verranno valutati separatamente. Le protezioni, come pure gli isolamenti acustici e le colorazioni distintive devono ritenersi specificatamente inclusi, se non diversamente disposto, tra gli oneri relativi ai prezzi di Elenco.

#### **Art. 197 Tubazioni metalliche**

Le tubazioni metalliche saranno valutate in base alla loro massa, in rapporto al tipo approvato dalla Direzione Lavori, od in base alla loro lunghezza, misurata sull'asse delle tubazioni stesse, quando ne fossero indicate le caratteristiche.

I prezzi di Elenco comprendono oltre alla fornitura dei materiali, compresi quelli di giunzione, e la relativa posa in opera, anche ogni accessorio quali staffe, collari, supporti, ecc. nonché l'esecuzione delle giunzioni, nei tipi prescritti, e le opere murarie.

Nella valutazione delle masse si terrà conto unicamente di quelle relative ai tubi ed ai manufatti metallici di giunzione (flange, controflange, manicotti, ecc.), con esclusione del piombo (nei giunti a piombo), delle guarnizioni (corda di canapa, anelli di gomma, ecc.) nonché delle staffe, collari e materiali vari di fissaggio il cui onere, per quanto in precedenza esposto, deve ritenersi incluso nel prezzo. Nella valutazione delle lunghezze non dovrà tenersi conto delle sovrapposizioni. Per quanto riguarda i pezzi speciali, l'onere della relativa fornitura e posa in opera potrà essere compreso o meno nel prezzo delle tubazioni.

Per le tubazioni in acciaio, qualora tale onere risultasse incluso nel prezzo e la valutazione delle tubazioni fosse prevista in base allo sviluppo lineare, i pezzi speciali verranno valutati in lunghezza, sulla maggiore dimensione, applicando un coefficiente moltiplicatore pari a 2 per i pezzi speciali di tipo semplice (curve, riduzioni, raccordi, ecc.), pari a 2,25 per i pezzi speciali ad una diramazione e pari a 2,50 per quelli a due diramazioni. Per le stesse tubazioni, e per lo stesso caso, qualora la valutazione delle tubazioni fosse prevista in base alla massa, i pezzi speciali verranno valutati per la loro massa, ottenuta applicando alla massa reale gli stessi coefficienti moltiplicatori.

Per le tubazioni in ghisa, qualora l'onere della fornitura e posa in opera dei pezzi speciali risultasse incluso nel prezzo e la va-

lutazione delle tubazioni fosse prevista in base allo sviluppo lineare, la valutazione dei pezzi speciali sarà effettuata ragguagliandoli all'elemento ordinario di tubazione di pari diametro, secondo le seguenti lunghezze:

	DN 60-150	DN 200-350	DN400-600
- giunzioni ad una flangia (imbocchi).....	2,25 m	3,25 m	3,50 m
- giunzioni flangia-bicchieri (tazze) .....	3,00 ”	4,00 ”	4,25 ”
- manicotti .....	3,25 ”	4,00 ”	5,50 ”
- curve a due bicchieri ad 1/4 (90°)	4,25 ”	6,50 ”	10,00 ”
- curve a due bicchieri ad 1/8 (45°) .....	4,00 ”	5,75 ”	7,00 ”
- curve a due bicchieri ad 1/16 (22°30') .....	3,75 ”	5,00 ”	5,75 ”
- curve a due bicchieri 1/32 (11°15') .....	3,50 ”	4,50 ”	5,25 ”
- curve a due flange ad 1/4 (90°) .....	3,00 ”	4,75 ”	7,25 ”
- curve a due flange ad 1/8 (45°) .....	3,00 ”	5,00 ”	
- TI a due bicchieri con diramazione a flangia .....	5,25 ”	7,00 ”	8,25 ”
- TI a tre bicchieri .....	5,00 ”	6,00 ”	
- TI a tre flange con diramazione centrale .....	4,50 ”	7,00 ”	9,25 ”
- croci a quattro flange .....	6,25 ”	9,50 ”	11,25 ”
- riduzioni a due bicchieri .....	3,25 ”	3,75 ”	5,00 ”
- riduzioni a due flange .....	2,50 ”	3,50 ”	4,00 ”
- flange di riduzione .....	1,50 ”	1,75 ”	2,25 ”
- piatti di chiusura .....	1,00 ”	1,75 ”	2,25 ”

#### Art. 198 Tubazioni in materie plastiche

La valutazione delle tubazioni in materie plastiche (PVC, polietilene, ecc.) dovrà essere effettuata secondo le prescrizioni di cui al precedente punto 98.23.2., ragguagliando i pezzi speciali alle tubazioni del corrispondente diametro secondo le lunghezze di seguito riportate:

a) - Tubi per condotte di fluidi in pressione (tipo PVC UNI 7441)

PN = 4 ÷ 6 bar:

- curve a 90°	Ø e = 50 ÷ 90 mm .....	4,50 m
- curve a 90°	Ø e ≥ 110 mm.....	6,00 m
- gomiti a 45° o 90°	il 50% dei valori sopra segnati	
- TI a 45° o 90°	Ø e = 50 ÷ 90 mm .....	5,50 m
- TI a 45° o 90°	Ø e ≥ 110 mm.....	5,50 m
- croci	Ø e ≥ 50 mm.....	6,00 m
- manicotti di passaggio	Ø e = 50 ÷ 90 mm .....	2,00 m
- manicotti di passaggio	Ø e ≥ 110 mm.....	2,50 m
- riduzioni	Il 70% del valore dei manicotti	
- prese a staffa	Ø e = 50 ÷ 90 mm .....	2,00 m
- prese a staffa	Ø e ≥ 110 mm.....	1,75 m
- tappi maschio	valore come per i manicotti	

PN = 10 ÷ 16 bar:

I pezzi speciali montati su tale tipo di tubazioni saranno valutati al 50% dei corrispondenti valori di lunghezza virtuale riportati in precedenza.

b) - Tubi per condotte di scarico interrate (tipo PVC UNI EN1401-1)

- curve aperte o chiuse	Ø e = 110 ÷ 200 mm.....	1,00 m
-------------------------	-------------------------	--------



- curve aperte o chiuse  $\varnothing e = 250 \div 630$  mm ..... 1,25 m
- braghe a 45° o 67°, TI semplici a 90° come per le curve
- braghe doppie, TI doppi a 90°  $\varnothing e = 110 \div 200$  mm ..... 1,25 m
- braghe doppie, TI doppi 90°  $\varnothing e = 250 \div 630$  mm ..... 1,75 m
- braghe a Y, braghe a scagno  $\varnothing e = 110 \div 200$  mm ..... 1,75 m
- braghe a Y, braghe a scagno  $\varnothing e = 250 \div 630$  mm ..... 2,25 m
- tappi ..... 1,25 m

d) -Tubi per condotte in pressione o di scarico in polietilene alta densità (PEAD)

**TABELLA DI CONVERSIONE PEZZI SPECIALI PEAD IN LUNGHEZZA VIRTUALE DI TUBAZIONI PARI DN , PN**

Classe di pressione			PN 10	PN 16	PN25
	Rapporto equivalenza		max <sup>o</sup>	max <sup>o</sup>	max <sup>o</sup>
Tipologia pezzo speciale - intervallo diametro	DN >	DN <=			
Bout, cartella e flangia acciaio		180	2,5	2,5	3
Bout, cartella e flangia acciaio	180	355	3	3	3,5
Bout, cartella e flangia acciaio	355	800	5,5	5,5	5,5
Tees DN-Ridotta stampata o a settori		125	6	6	6
Tees DN-Ridotta stampata o a settori	125	355	6,5	6,5	6,5
Tees DN-Ridotta stampata o a settori	355	500	7,5	7,5	7,5
Tees DN-Ridotta stampata o a settori	500	630	8	8	8
Tees DN-Ridotta stampata o a settori	630	800	9	9	9
Curva stampata-settori fino a 45°		110	3,7	3,7	4
Curva stampata-settori fino a 45°	110	280	4	4	5
Curva stampata-settori fino a 45°	280	560	5	5	5
Curva stampata-settori fino a 45°	560	800	6	6	//
Curva stampata-settori da 60° a 90°		180	4	4	//
Curva stampata-settori da 60° a 90°	180	280	5	5	//
Curva stampata-settori da 60° a 90°	280	560	6	6	//
Curva stampata-settori da 60° a 90°	560	800	8	8	//
Curva stampata-settori da 60° a 90°		110	//	//	4
Curva stampata-settori da 60° a 90°	110	500	//	//	6
Riduzione concentrica e tappo	qualsiasi		3	3	3
Manicotto elettrico a saldare PE 100		180	2	1,5	1,5
Manicotto elettrico a saldare PE 100	180	225	2,5	1,5	1,5
Manicotto elettrico a saldare PE 100	225	250	2,5	2,5	2,5
Manicotto elettrico a saldare PE 100	250	315	3	2,5	2,5
Manicotto elettrico a saldare PE 100	315		4,5	3,5	//

d) - Tubi per condotte in pressione o di scarico in PRFV

- curve a 45° ..... 5 m
- curve a 90° ..... 7 m
- Giunto a T, braga semplice ..... 7 m
- Giunto a croce ..... 8 m
- Tronchetto a flangia ..... 6 m
- Tronchetto con flangia scorrevole ..... 6 m
- Piatto di chiusura (flangia cieca) ..... 4 m
- Riduzioni ..... 4 m

### Art. 199 **Gabbionate**

Il prezzo relativo alle gabbionate comprende oltre alla fornitura e posa in opera dei gabbioni metallici, il filo zincato per le legature ed i tiranti, la fornitura e posa in opera del pietrame di riempimento e la sistemazione del paramento a vista. La misurazione verrà effettuata su gabbione già posto in opera e finito.

### Art. 200 **Disfacimenti di massicciate e pavimentazioni stradali in genere**

Salvo diversa specifica, i lavori di cui al presente titolo saranno valutati a metro quadrato, assumendo per la misura degli stessi una larghezza pari a quella convenzionalmente stabilita per gli scavi, maggiorata di 50 cm. Verranno dedotte le superfici occupate da manufatti ed ingombri di qualsiasi genere, se di misura superiore a 0,5 m<sup>2</sup>.

Con il prezzo di Elenco vengono compensati tutti gli oneri relativi alla demolizione ed al taglio della sovrastruttura stradale esistente, per qualunque profondità e con qualunque mezzo, anche in presenza di traffico, nonché l'onere del recupero e la raccolta in cumuli del materiale di risulta utilizzabile ed il trasporto a rifiuto con qualsiasi mezzo ed a qualsiasi distanza di quello non utilizzabile.

### Art. 201 **Pavimentazioni bituminose**

I trattamenti superficiali, le penetrazioni, i manti in conglomerato, le pavimentazioni cementizie ed in genere qualunque tipo di pavimentazione di qualsiasi spessore verranno di norma misurati in ragione di superficie, intendendosi tassativi gli spessori prescritti. Nel relativo prezzo unitario sarà compreso ogni magistero e fornitura per dare il lavoro completo con le modalità e norme indicate.

Il prezzo di Elenco dei conglomerati bituminosi comprende ogni magistero per provviste, trasporti, impiego e rullatura, nonché la preparazione delle carreggiate da pavimentare e la fornitura e lo spandimento dello strato di ancoraggio di emulsione bituminosa al 55% o di bitume liquido nella misura prescritta.

Per i conglomerati bituminosi, l'esistenza di deficienze od irregolarità rispetto alla formula approvata dalla Direzione Lavori e che superano i limiti di tolleranza stabiliti, comporteranno il rifacimento della pavimentazione, a cura e spese dell'Appaltatore, per le parti non rispondenti alle norme di Capitolato o diversamente prescritte. Deficienze contenute entro i limiti di 0,5 ÷ 1% per il bitume, 1,5 ÷ 3% per la sabbia, daranno luogo in contabilità ad una detrazione del 5% sul prezzo relativo a tale categoria di lavoro.

### Art. 202 **Pavimentazioni in pietra e varie**

Le pavimentazioni di cui al presente titolo saranno pagate a metro quadrato, per la loro superficie vista, al netto degli incassi anche se prescritti.

Nei prezzi relativi dovranno intendersi sempre compresi il letto di sabbia o malta, ed ogni compenso per riduzioni, tagli e sfondi di lastre, pietre o ciotoli, per difficoltà costruttive dovute ad angoli rientranti o sporgenti, per la preparazione, battitura e regolarizzazione del suolo, per la stuccatura o profilatura dei giunti con malta di cemento o bitumatura (secondo prescrizione) e qualunque altra opera o spesa per dare i lavori completi e rifiniti in ogni parte.

I prezzi di tariffa saranno applicati invariabilmente qualunque fosse, piana o curva, la superficie vista o qualunque fosse il fondo di posa delle pavimentazioni. Il sottofondo di conglomerato cementizio, tranne che per i selciati in malta, verrà valutato a parte con il prezzo relativo alla classe prescritta.

### Art. 203 **Orlatura**

Le orlature saranno valutate a metro lineare e compensate con il relativo prezzo di Elenco. Detto prezzo comprende ogni onere e magistero per dare le orlature in opera, ivi compreso ogni scavo necessario alla posa dei cordoli e della relativa fondazione. Il calcestruzzo costituente la fondazione verrà compensato a parte. La misurazione delle orlature sarà effettuata sul bordo esterno.

PARTE II.	QUALITA', PROVENIENZA E NORME DI ACCETTAZIONE DEI MATERIALI, DEI MANUFATTI E DELLE FORNITURE IN GENERE .....	2
CAPITOLO 13	MATERIALI E PRODOTTI PER USO STRUTTURALE.....	2
Art. 75	Materiali e prodotti per uso strutturale.....	2
Art. 76	Componenti del calcestruzzo .....	2
Art. 77	Acciaio per cemento armato .....	12
Art. 78	Acciaio per cemento armato precompresso .....	22
Art. 79	Acciaio per strutture metalliche .....	24
Art. 80	Muratura portante e malte .....	32
Art. 81	Tubazioni .....	42
Art. 82	Apparecchiature idrauliche .....	44
Art. 83	Elementi costruttivi prefabbricati.....	46
Art. 84	Elementi strutturali composti di acciaio e calcestruzzo .....	50
Art. 85	Laterizi .....	51
Art. 86	Manufatti di pietre naturali o ricostruite .....	52
Art. 87	Prodotti per pavimentazione e controsoffitti .....	54
Art. 88	Prodotti per rivestimenti interni ed esterni .....	66
Art. 89	Vernici, smalti, pitture, ecc. ....	68
Art. 90	Sigillanti, adesivi e geotessili.....	70
Art. 91	Prodotti e materiali per partizioni interne e pareti esterne .....	74
Art. 92	Chiusini per pozzetti .....	76
Art. 93	Impermeabilizzazioni e coperture piane .....	77
Art. 94	Infissi in legno e in metallo.....	81
Art. 95	Tubazioni per impianti di adduzione dell'acqua, gas, fognature, ecc.....	91
PARTE III.	NORME GENERALI PER L'ESECUZIONE DEI LAVORI.....	134
Art. 96	Rilievi, tracciati e capisaldi.....	134
Art. 97	Programma esecutivo dei lavori.....	134
Art. 98	Oneri a carico dell'appaltatore. Impianto del cantiere e ordine dei lavori.....	134
Art. 99	Integrazione del piano di manutenzione dell'opera .....	139
Art. 100	Azioni e carichi sulle opere e costruzioni in genere.....	140
Art. 101	Strutture, opere ed impianti in generale modalità di studio, progettazione ed esecuzione.....	140
Art. 102	Opere di acquedotto .....	142
Art. 103	Opere di fognatura .....	144
Art. 104	Impianti di depurazione .....	146
Art. 105	Protezione delle opere.....	155
Art. 106	Costruzioni in zone soggette a tutela .....	156
PARTE IV.	MODALITÀ DI ESECUZIONE DELLE OPERE.....	157
CAPITOLO 14	OPERE EDILIZIE IN GENERE .....	157
Art. 107	Demolizioni .....	157
Art. 108	Scavi a sezione obbligata e sbancamenti in generale .....	158
Art. 109	Divieti per l'appaltatore dopo l'esecuzione degli scavi.....	160
Art. 110	Riparazione di sottoservizi.....	160
Art. 111	Rilevati e rinterri .....	160
Art. 112	Paratie e diaframmi .....	161
Art. 113	Fondazioni dirette .....	162
Art. 114	Pali di fondazione .....	162
Art. 115	Esecuzione di strutture in acciaio.....	173
Art. 116	Esecuzione di strutture composte di acciaio e calcestruzzo .....	176
Art. 117	Confezionamento e posa in opera del calcestruzzo.....	178
Art. 118	Esecuzione di strutture in cemento armato precompresso .....	201
Art. 119	Armature minime e limitazioni geometriche delle sezioni degli elementi strutturali in cemento armato .....	203
Art. 120	Armature minime degli elementi strutturali in cemento armato precompresso .....	206
Art. 121	Esecuzione di strutture prefabbricate .....	206
Art. 122	Opere di impermeabilizzazione .....	208

Art. 123	Esecuzione di intonaci .....	209
Art. 124	Opere di vetratura e serramentistica .....	214
Art. 125	Esecuzione di gabbioni e materassi metallici zincati riempiti con pietrame .....	215
Art. 126	Esecuzione delle pavimentazioni .....	216
Art. 127	Opere di rifinitura varie .....	220
Art. 128	Impianti elettrici.....	229
Art. 129	Verifiche dell'impianto elettrico .....	245
Art. 130	Impianti di antieffrazione e antintrusione .....	252
<b>CAPITOLO 15</b>	<b>COLLOCAZIONE DI TUBAZIONI PER ACQUEDOTTI E FOGNATURE .....</b>	<b>254</b>
Art. 131	Generalita'.....	254
Art. 132	Scavi delle trincee, coordinamento altimetrico e rispetto delle livellette per la posa in opera delle tubazioni.....	254
Art. 133	Letto di posa per le tubazioni.....	256
Art. 134	Modalità esecutive per la posa in opera di tubazioni .....	257
Art. 135	Rinterro delle tubazioni .....	259
Art. 136	Serbatoi - Pozzetti.....	260
Art. 137	TUBAZIONI.....	261
Art. 138	Prove a pressione di tubazioni in opera .....	270
Art. 139	Lavaggio e disinfezione delle condotte.....	271
<b>CAPITOLO 16</b>	<b>APPARECCHIATURE IDRAULICHE .....</b>	<b>271</b>
Art. 140	Flange .....	271
Art. 141	Valvole automatiche di sfiato .....	271
Art. 142	valvole di intercettazione .....	272
Art. 143	idrovalvole .....	274
Art. 144	valvole di regolazione.....	275
Art. 145	giunti di smontaggio .....	276
Art. 146	valvole per serbatoi.....	276
Art. 147	idrovalvole per serbatoi .....	277
Art. 148	valvole di sicurezza e scarico anticolo di ariete .....	277
Art. 149	apparecchiature di misura idrauliche di portata e di livello serbatoi.....	278
Art. 150	Descrizione e specifiche tecniche manufatti e apparecchiature. ....	278
<b>PARTE V.</b>	<b>ESECUZIONE DI PROVE E VERIFICHE SULLE OPERE E SUI MATERIALI .....</b>	<b>282</b>
<b>CAPITOLO 17</b>	<b>PIANO QUALITA' E CONTROLLO DELL'OPERA.....</b>	<b>282</b>
Art. 151	Premesse generali piano di qualità e controllo dell'opera.....	282
Art. 152	Procedura stesura e gestione dei piani qualità e di controllo qualità.....	282
Art. 153	Programma qualità - criteri e modalità di redazione. ....	285
Art. 154	Piani controllo qualità - criteri e modalità di redazione .....	286
Art. 155	Quaderno qualità modalità di redazione.....	286
Art. 156	Tipologia dei documenti di attestazione .....	287
Art. 157	Gestione dei documenti di attestazione.....	287
Art. 158	Tempistica per l'aggiornamento dei Programmi Qualità e valutazione dei P.C.Q. ....	288
<b>CAPITOLO 18</b>	<b>VERIFICHE E CONTROLLI.....</b>	<b>288</b>
Art. 159	Controlli regolamentari sul conglomerato cementizio .....	288
Art. 160	Controlli sul calcestruzzo fresco .....	291
Art. 161	Controlli sul calcestruzzo in corso d'opera .....	293
Art. 162	Consolidamenti di edifici in cemento armato .....	298
Art. 163	Prove di carico sui pali di fondazione .....	301
Art. 164	Controlli d'integrità dei pali di fondazione .....	303
Art. 165	Controlli non distruttivi sulle strutture in acciaio .....	304
Art. 166	Controlli su manufatti in rete metallica e pietrame .....	307
Art. 167	Controlli sulle strutture in legno massiccio e lamellare .....	308
Art. 168	Prove sugli infissi .....	309
<b>CAPITOLO 19</b>	<b>CONTROLLI PER ACQUEDOTTI FOGNATURE .....</b>	<b>311</b>
Art. 169	Le saracinesche .....	311
Art. 170	Dispositivi di chiusura di caditoie stradali .....	311
Art. 171	Tubazioni: prove e verifiche varie .....	312
Art. 172	Condotte in ghisa .....	316

Art. 173	Condotte in PRFV .....	317
Art. 174	Condotte in PEa.d. ....	319
Art. 175	Condotte in PVC per fognature.....	320
Art. 176	Condotte in cemento armato .....	320
Art. 177	Condotte in acciaio .....	321
Art. 178	Condotte in fibrocemento.....	323
Art. 179	Condotte in gres .....	325
Art. 180	CONTROLLI NON DISTRUTTIVI TUBAZIONI.....	325
<b>PARTE VI.</b>	<b>NORME DI MISURAZIONE E VALUTAZIONE DEI LAVORI .....</b>	<b>330</b>
<b>CAPITOLO 20</b>	<b>NORME GENERALI.....</b>	<b>330</b>
Art. 181	Obblighi ed oneri compresi e compensati con i prezzi di appalto.....	330
Art. 182	Valutazione e misurazione dei lavori.....	330
Art. 183	Lavori completi.....	330
<b>CAPITOLO 21</b>	<b>VALUTAZIONE LAVORI A MISURA .....</b>	<b>330</b>
Art. 184	Demolizioni e rimozioni .....	331
Art. 185	Scavi: oneri generali .....	331
Art. 186	Scavi di sbancamento.....	331
Art. 187	Scavi di fondazione.....	331
Art. 188	Scavi in trincea per sottoservizi .....	332
Art. 189	Rilevati e rinterrati .....	332
Art. 190	Calcestruzzi e conglomerati cementizi.....	332
Art. 191	Casseformi ed armature .....	333
Art. 192	Impermeabilizzazioni.....	333
Art. 193	Intonaci .....	333
Art. 194	Infissi metallici e serramenti speciali.....	334
Art. 195	Tinteggiature .....	334
Art. 196	Tubazioni: generalità .....	334
Art. 197	Tubazioni metalliche.....	334
Art. 198	Tubazioni in materie plastiche .....	335
Art. 199	Gabbionate .....	337
Art. 200	Disfacimenti di massicciate e pavimentazioni stradali in genere.....	337
Art. 201	Pavimentazioni bituminose .....	337
Art. 202	Pavimentazioni in pietra e varie .....	337
Art. 203	Orlatura .....	337

# **CAPITOLATO SPECIALE DI APPALTO PARTE 3°**

## PARTE VII. CRITERI AMBIENTALI MINIMI (CAM) DECRETO 11 gennaio 2017 MATTM

### CAPITOLO 22 NORME GENERALI E SPECIFICHE TECNICHE

#### Art. 204 Norme generali

A seguito dell'entrata in vigore del D.M. 11/01/2017 che adotta i “criteri ambientali minimi (CAM) per l'affidamento di servizi di progettazione e lavori per la nuova costruzione, ristrutturazione e manutenzione di edifici e per la gestione dei cantieri della pubblica amministrazione” è d'obbligo privilegiare l'impiego di materiali naturali e salubri, materiali e aggregati provenienti dal riciclo, materiali e sistemi innovativi, che mettono in evidenza i caratteri di una nuova edilizia dove assumono un ruolo centrale le prestazioni e i caratteri garantiti da certificazioni indipendenti.

Inoltre con riferimento agli interventi riguardanti l'involucro edilizio, in particolare la sostituzione dei serramenti, vanno rispettati i valori minimi di trasmittanza termica contenuti nelle tabelle 1-4, di cui all'appendice B del D.M. 26 giugno 2015 e s.m.i., afferenti la specifica zona climatica di appartenenza.

**Le norme del presente capitolo hanno carattere di prevalenza su eventuali altre discordanti riportate nel presente capitolato speciale d'appalto.**

#### Art. 205 Specifiche tecniche dei componenti edilizi

##### 205.1. Criteri comuni a tutti i componenti edilizi

Allo scopo di ridurre l'impatto ambientale sulle risorse naturali, di aumentare l'uso di materiali riciclati aumentando così il recupero dei rifiuti, con particolare riguardo ai rifiuti da demolizione e costruzione (coerentemente con l'obiettivo di recuperare e riciclare entro il 2020 almeno il 70% dei rifiuti non pericolosi da costruzione e demolizione), fermo restando il rispetto di tutte le norme vigenti e di quanto previsto dalle specifiche norme tecniche di prodotto, il progetto (nel caso di ristrutturazioni si intende l'applicazione ai nuovi materiali che vengono usati per l'intervento o che vanno a sostituire materiali già esistenti nella costruzione) prevede i criteri del presente paragrafo.

Il progettista prescrive che in fase di approvvigionamento l'appaltatore dovrà accertarsi della rispondenza a tali criteri comuni tramite la documentazione indicata nella verifica di ogni criterio.

Tale documentazione dovrà essere presentata alla stazione appaltante prima dell'esecuzione dei lavori.

##### 205.1.1 Disassemblabilità

Almeno il 50% peso/peso dei componenti edilizi e degli elementi prefabbricati, escludendo gli impianti, deve essere sottoponibile, a fine vita, a demolizione selettiva ed essere riciclabile o riutilizzabile. Di tale percentuale, almeno il 15% deve essere costituito da materiali non strutturali;

##### 205.1.2. Materia recuperata o riciclata

Il contenuto di materia recuperata o riciclata nei materiali utilizzati per l'edificio, anche considerando diverse percentuali per ogni materiale, deve essere pari ad almeno il 15% in peso valutato sul totale di tutti i materiali utilizzati. Di tale percentuale, almeno il 5% deve essere costituita da materiali non strutturali. Per le diverse categorie di materiali e componenti edilizi valgono in sostituzione, qualora specificate, le percentuali contenute nel capitolo 106.2.

Il suddetto requisito può essere derogato nel caso in cui il componente impiegato rientri contemporaneamente nelle due casistiche sotto riportate:

- 1) abbia una specifica funzione di protezione dell'edificio da agenti esterni quali ad esempio acque meteoriche (membrane per impermeabilizzazione);
- 2) sussistano specifici obblighi di legge a garanzie minime di durabilità legate alla suddetta funzione.

La percentuale di materia riciclata deve essere dimostrata tramite una delle seguenti opzioni:

- una dichiarazione ambientale di Tipo III <sup>(1)</sup>, conforme alla norma UNI EN 15804 e alla norma ISO 14025;
- una certificazione di prodotto rilasciata da un organismo di valutazione della conformità che attesti il contenuto di riciclato come ReMade in Italy®, Plastica Seconda Vita o equivalenti;
- una autodichiarazione ambientale di Tipo II <sup>(2)</sup> conforme alla norma ISO 14021, verificata da un organismo di valutazione della conformità.

(1) Dichiarazione basata su parametri stabiliti e che contengono una quantificazione degli impatti ambientali associati al ciclo di vita del prodotto calcolato attraverso un sistema LCA.

(2) Auto-dichiarazione da parte di produttori, importatori o distributori di prodotti.

### 205.1.3. Sostanze dannose per l'ozono

Non è consentito l'utilizzo di prodotti contenenti sostanze ritenute dannose per lo strato d'ozono quali p.es cloro-fluoro-carburi (CFC), perfluorocarburi (PF), idro-bromo-fluoro-carburi (HBFC), idrocloro-fluoro-carburi (HCFC), idro-fluoro-carburi (HFC), Halon;  
L'appaltatore dovrà presentare una dichiarazione del legale rappresentante della ditta produttrice attestante l'assenza di prodotti e sostanze considerate dannose per lo strato di ozono.

### 205.1.4. Sostanze ad alto potenziale di riscaldamento globale (GWP)

Per gli impianti di climatizzazione, non è consentito l'utilizzo di fluidi refrigeranti contenenti sostanze con un potenziale di riscaldamento globale (GWP), riferito alla CO<sub>2</sub> e basato su un periodo di 100 anni, maggiore di 150, quali ad esempio l'esfluoruro di zolfo (SF<sub>6</sub>). L'obiettivo può essere raggiunto anche tramite l'uso di fluidi refrigeranti composti da sostanze naturali, come ammoniaca, idrocarburi (propano, isobutano, propilene, etano) e biossido di carbonio.

L'appaltatore dovrà presentare una dichiarazione del legale rappresentante della ditta produttrice attestante l'assenza di sostanze o materiali contenenti sostanze con GWP maggiore di 150, e l'eventuale uso di fluidi refrigeranti naturali.

### 205.1.5. Sostanze pericolose

Nei componenti, parti o materiali usati non devono essere aggiunti intenzionalmente:

- 1) additivi a base di cadmio, piombo, cromo VI, mercurio, arsenico e selenio in concentrazione superiore allo 0.010% in peso.
- 2) ftalati, che rispondano ai criteri dell'articolo 57 lettera f) del regolamento (CE) n.1907/2006 (REACH).

Nei componenti, parti o materiali usati non devono essere presenti:

- 3) sostanze identificate come “estremamente preoccupanti” (SVHCs) ai sensi dell'art.59 del Regolamento (CE) n. 1907/2006 ad una concentrazione maggiore dello 0,10% peso/peso.
- 4) sostanze e miscele classificate ai sensi del Regolamento (CE) n.1272/2008 (CLP):
  - come cancerogene, mutagene o tossiche per la riproduzione di categoria 1A, 1B o 2 (H340, H350, H350i, H360, H360F, H360D, H360FD, H360Fd, H360Df, H341, H351, H361f, H361d, H361fd, H362);
  - per la tossicità acuta per via orale, dermica, per inalazione, in categoria 1, 2 o 3 (H300, H310, H317, H330, H334);
  - come pericolose per l'ambiente acquatico di categoria 1,2, 3 e 4 (H400, H410, H411, H412, H413);
  - come aventi tossicità specifica per organi bersaglio di categoria 1 e 2 (H370, H372).

L'appaltatore dovrà presentare una dichiarazione del legale rappresentante da cui risulti il rispetto dei punti 3 e 4. Tale dichiarazione dovrà includere una relazione redatta in base alle schede di sicurezza messe a disposizione dai fornitori o schede informative di sicurezza (SIS) qualora la normativa applicabile non richieda la fornitura di Schede Dati di Sicurezza (SDS). Per quanto riguarda i punti 1 e 2 dovranno essere presentati rapporti di prova rilasciati da organismi di valutazione della conformità.

### 205.2. Criteri specifici per i componenti edilizi

Allo scopo di ridurre l'impiego di risorse non rinnovabili e di aumentare il riciclo dei rifiuti, con particolare riguardo ai rifiuti da demolizione e costruzione (coerentemente con l'obiettivo di recuperare e riciclare entro il 2020 almeno il 70% dei rifiuti non pericolosi da costruzione e demolizione), fermo restando il rispetto di tutte le norme vigenti, è previsto l'uso di materiali prodotti con un determinato contenuto di riciclato, come specificato nei successivi paragrafi.

#### 205.2.1. Calcestruzzi confezionati in cantiere, preconfezionati e prefabbricati

I calcestruzzi usati dovranno essere prodotti con un contenuto minimo di materiale riciclato (secco) di almeno il 5% sul peso del prodotto (inteso come somma delle singole componenti).

Al fine del calcolo della massa di materiale riciclato va considerata la quantità che rimane effettivamente nel prodotto finale.

L'appaltatore, in fase di approvvigionamento, dovrà accertarsi della rispondenza al criterio e la percentuale di materiale riciclato dovrà essere dimostrata tramite una delle seguenti opzioni:

- una dichiarazione ambientale di Tipo III, conforme alla norma UNI EN 15804 e alla norma ISO 14025;
- una certificazione di prodotto rilasciata da un organismo di valutazione della conformità che attesti il contenuto di riciclato come ReMade in Italy® o equivalenti;
- una autodichiarazione ambientale di Tipo II conforme alla norma ISO 14021, verificata da un organismo di valutazione della conformità.

Tale documentazione dovrà essere presentata alla stazione appaltante prima dell'esecuzione dei lavori.



#### 205.2.2. Laterizi

I laterizi usati per muratura e solai devono avere un contenuto di materiale riciclato (secco) di almeno il 10% sul peso del prodotto. I laterizi per coperture, pavimenti e muratura faccia vista devono avere un contenuto di materiale riciclato (secco) di almeno il 5% sul peso del prodotto. Al fine del calcolo della massa di materiale riciclato va considerata la quantità che rimane effettivamente nel prodotto finale.

L'appaltatore, in fase di approvvigionamento, dovrà accertarsi della rispondenza al criterio e la percentuale di materiale riciclato deve essere dimostrata tramite una delle seguenti opzioni:

- una dichiarazione ambientale di Tipo III, conforme alla norma UNI EN 15804 e alla norma ISO 14025;
- una certificazione di prodotto rilasciata da un organismo di valutazione della conformità che attesti il contenuto di riciclato come ReMade in Italy® o equivalenti;
- una autodichiarazione ambientale di Tipo II conforme alla norma ISO 14021, verificata da un organismo di valutazione della conformità.

Tale documentazione dovrà essere presentata alla stazione appaltante prima dell'esecuzione dei lavori.

#### 205.2.3. Sostenibilità e legalità del legno

Per materiali e i prodotti costituiti di legno o in materiale a base di legno, o contenenti elementi di origine legnosa, il materiale deve provenire da boschi/foreste gestiti in maniera sostenibile/responsabile o essere costituito da legno riciclato o un insieme dei due.

L'appaltatore, in fase di approvvigionamento, dovrà accertarsi della rispondenza al criterio tramite la documentazione nel seguito indicata, che dovrà essere presentata alla stazione appaltante prima dell'esecuzione dei lavori:

- Per la prova di origine sostenibile/responsabile, una certificazione del prodotto, rilasciata da organismi di valutazione della conformità, che garantisca il controllo della “catena di custodia” in relazione alla provenienza legale della materia prima legnosa e da foreste gestite in maniera sostenibile/responsabile, quali quella del Forest Stewardship Council® (FSC®) o del Programme for Endorsement of Forest Certification schemes™ (PEFC™), o altro equivalente.
- Per il legno riciclato, certificazione di prodotto “FSC® Riciclato” (oppure “FSC® Recycled”), FSC® misto (oppure FSC® mixed) o “Riciclato PEFC™” (oppure PEFC Recycled™) o ReMade in Italy® o equivalenti, oppure una asserzione ambientale del produttore conforme alla norma ISO 14021 che sia verificata da un organismo di valutazione della conformità.

#### 205.2.4. Ghisa, ferro, acciaio

Per gli usi strutturali dovrà essere utilizzato acciaio prodotto con un contenuto minimo di materiale riciclato come di seguito specificato in base al tipo di processo industriale:

Acciaio da forno elettrico: contenuto minimo di materiale riciclato pari al 70%.

Acciaio da ciclo integrale: contenuto minimo di materiale riciclato pari al 10%.

L'appaltatore, in fase di approvvigionamento, dovrà accertarsi della rispondenza al criterio. La percentuale di materia riciclata dovrà essere dimostrata tramite una delle seguenti opzioni:

- una dichiarazione ambientale di Tipo III, conforme alla norma UNI EN 15804 e alla norma ISO 14025;
- una certificazione di prodotto rilasciata da un organismo di valutazione della conformità che attesti il contenuto di riciclato come ReMade in Italy® o equivalenti;
- una autodichiarazione ambientale di Tipo II conforme alla norma ISO 14021, verificata da un organismo di valutazione della conformità.

Tale documentazione dovrà essere presentata alla stazione appaltante prima dell'esecuzione dei lavori.

#### 205.2.5. Componenti in materie plastiche

Il contenuto di materia prima seconda riciclata o recuperata dovrà essere pari ad almeno il 30% in peso valutato sul totale di tutti i componenti in materia plastica utilizzati. Il suddetto requisito potrà essere derogato nel caso in cui il componente impiegato rientri contemporaneamente nelle due casistiche sotto riportate:

- 1) abbia una specifica funzione di protezione dell'edificio da agenti esterni quali ad esempio acque meteoriche (membrane per impermeabilizzazione)
- 2) sussistano specifici obblighi di legge relativi a garanzie minime di durabilità legate alla suddetta funzione.

La percentuale di materia riciclata dovrà essere dimostrata tramite una delle seguenti opzioni:

- una dichiarazione ambientale di Tipo III, conforme alla norma UNI EN 15804 e alla norma ISO 14025;
- una certificazione di prodotto rilasciata da un organismo di valutazione della conformità che attesti il contenuto di riciclato come ReMade in Italy® o Plastica Seconda Vita o equivalenti;
- una autodichiarazione ambientale di Tipo II conforme alla norma ISO 14021, verificata da un organismo di valutazione della conformità.

Tale documentazione dovrà essere presentata alla stazione appaltante prima dell'esecuzione dei lavori.

#### 205.2.6. Murature in pietrame e miste

Per le murature per opere di fondazione e opere in elevazione il progettista è prescritto l'uso di solo materiale di recupero (pietrame e blocchetti).

L'appaltatore, in fase di approvvigionamento, dovrà accertarsi della rispondenza al criterio e dovrà fornire una dichiarazione firmata dal legale rappresentante della ditta produttrice che attesti la conformità al criterio e che includa l'impegno ad accettare un'ispezione da parte di un organismo di valutazione della conformità volta a verificare la veridicità delle informazioni rese.

Tale documentazione dovrà essere presentata alla stazione appaltante prima dell'esecuzione dei lavori.

#### 205.2.7. Tramezzature e controsoffitti

Le lastre di cartongesso, destinate alla posa in opera di sistemi a secco quali tramezzature e controsoffitti, dovranno avere un contenuto di almeno il 5% in peso di materie riciclate e/o recuperate.

L'appaltatore, in fase di approvvigionamento, dovrà accertarsi della rispondenza al criterio tramite, alternativamente:

- una dichiarazione ambientale di Tipo III, conforme alla norma UNI EN 15804 e alla norma ISO 14025;
- una autodichiarazione ambientale di Tipo II conforme alla norma ISO 14021, verificata da un organismo di valutazione della conformità, che dimostri il rispetto del criterio;

Tale documentazione dovrà essere presentata alla stazione appaltante prima dell'esecuzione dei lavori.

#### 205.2.8. Isolanti termici ed acustici

Gli isolanti utilizzati dovranno rispettare i seguenti criteri:

- non devono essere prodotti utilizzando ritardanti di fiamma che siano oggetto di restrizioni o proibizioni previste da normative nazionali o comunitarie applicabili;
- non devono essere prodotti con agenti espandenti con un potenziale di riduzione dell'ozono superiore a zero;
- non devono essere prodotti o formulati utilizzando catalizzatori al piombo quando spruzzati o nel corso della formazione della schiuma di plastica;
- se prodotti da una resina di polistirene espandibile gli agenti espandenti devono essere inferiori al 6% del peso del prodotto finito;
- se costituiti da lane minerali, queste devono essere conformi alla Nota Q o alla Nota R di cui al regolamento (CE) n. 1272/2008 (CLP) e s.m.i.
- il prodotto finito deve contenere le seguenti quantità minime di materiale riciclato e/o recuperato da pre consumo, (intendendosi per quantità minima la somma dei due) , misurato sul peso del prodotto finito.

	Isolante in forma di pannello	Isolante stipato, a spruzzo / insufflato	Isolante in materassini
Cellulosa		80%	
Lana di vetro	60%	60%	60%
Lana di roccia	15%	15%	15%
Perlite espansa	30%	40%	8%-10%
Fibre in poliestere	60%-80%		60%-80%
Polistirene espanso	dal 10% al 60% in funzione della tecnologia adottata per la produzione	dal 10% al 60% in funzione della tecnologia adottata per la produzione	
Polistirene estruso	dal 5% al 45% in funzione della tipologia del prodotto e della tecnologia adottata per la produzione		
Poliuretano espanso	1%-10% in funzione della tipologia del prodotto e della tecnologia adottata per la produzione	1%-10% in funzione della tipologia del prodotto e della tecnologia adottata per la produzione	
Isolante riflettente in alluminio			15%

L'appaltatore, in fase di approvvigionamento, dovrà accertarsi della rispondenza al criterio. La percentuale di materia riciclata deve essere dimostrata tramite una delle seguenti opzioni:

- una dichiarazione ambientale di Tipo III, conforme alla norma UNI EN 15804 e alla norma ISO 14025;
- una certificazione di prodotto rilasciata da un organismo di valutazione della conformità che attesti il contenuto di riciclato come ReMade in Italy® o equivalenti;
- una autodichiarazione ambientale di Tipo II conforme alla norma ISO 14021, verificata da un organismo di valutazione della conformità.

Tale documentazione dovrà essere presentata alla stazione appaltante prima dell'esecuzione dei lavori.

#### 205.2.9. Pavimenti e rivestimenti

I prodotti utilizzati per le pavimentazioni e i rivestimenti dovranno essere conformi ai criteri ecologici e prestazionali previsti dalle Decisioni 2010/18/CE, 2009/607/CE e 2009/967/CE e loro modifiche ed integrazioni, relative all'assegnazione del marchio comunitario di qualità ecologica.

Per quanto riguarda il limite sul biossido di zolfo (SO<sub>2</sub>), per le piastrelle di ceramica si considera comunque accettabile un valore superiore a quello previsto dal criterio 4.3 lettera b) della Decisione 2009/607/CE ma inferiore a quelli previsti dal documento BREF relativo al settore, di 500mg/mc espresso come SO<sub>2</sub> (tenore di zolfo nelle materie prime  $\leq 0,25\%$ ) e 2000 mg/mc espresso come SO<sub>2</sub> (tenore di zolfo nelle materie prime  $> 0,25\%$ ).

L'appaltatore, in fase di approvvigionamento, dovrà accertarsi della rispondenza al criterio utilizzando prodotti recanti alternativamente:

- il Marchio Ecolabel UE o equivalente;
- una dichiarazione ambientale di Tipo III, conforme alla norma UNI EN 15804 e alla norma ISO 14025 da cui si evinca il rispetto del presente criterio. Ciò può essere verificato se nella dichiarazione ambientale sono presenti le informazioni specifiche relative ai criteri contenuti nelle Decisioni sopra richiamate, incluso i valori sull'SO<sub>2</sub>.

E, in mancanza di questi, la documentazione comprovante il rispetto del presente criterio, inclusi i valori di SO<sub>2</sub>, validata da un organismo di valutazione della conformità, dovrà essere presentata alla stazione appaltante prima dell'esecuzione dei lavori.

#### 205.2.10. Pitture e vernici

I prodotti vernicianti dovranno essere conformi ai criteri ecologici e prestazionali previsti dalla Decisione 2014/312/UE e s.m.i. relativa all'assegnazione del marchio comunitario di qualità ecologica.

L'appaltatore, in fase di approvvigionamento, dovrà accertarsi della rispondenza al criterio utilizzando prodotti recanti alternativamente:

- il Marchio Ecolabel UE o equivalente;
- una dichiarazione ambientale di Tipo III, conforme alla norma UNI EN 15804 e alla norma ISO 14025 da cui si evinca il rispetto del presente criterio. Ciò può essere verificato se nella dichiarazione ambientale sono presenti le informazioni specifiche relative ai criteri contenuti nelle Decisioni sopra richiamate.

La documentazione comprovante il rispetto del presente criterio dovrà essere presentata alla stazione appaltante prima dell'esecuzione dei lavori.

#### 205.2.11. Impianti di illuminazione per interni ed esterni

I sistemi di illuminazione dovranno essere a basso consumo energetico, alta efficienza ed avere le seguenti caratteristiche:

- tutti i tipi di lampada per utilizzi in abitazioni, scuole ed uffici, dovranno avere una efficienza luminosa uguale o superiore a 80 lm/W ed una resa cromatica uguale o superiore a 90; per ambienti esterni di pertinenza degli edifici e per i magazzini la resa cromatica dovrà essere almeno pari ad 80;
- i prodotti dovranno permettere la separazione delle diverse parti che compongono l'apparecchio d'illuminazione al fine di consentirne lo smaltimento completo a fine vita.

Devono essere installati dei sistemi domotici, coadiuvati da sensori di presenza, che consentano la riduzione del consumo di energia elettrica.

La documentazione comprovante il rispetto del presente criterio dovrà essere presentata alla stazione appaltante prima dell'esecuzione dei lavori.

#### 205.2.12. Impianti di riscaldamento e condizionamento

Gli impianti a pompa di calore dovranno essere conformi ai criteri ecologici e prestazionali previsti dalla Decisione 2007/742/CE35 e s.m.i. relativa all'assegnazione del marchio comunitario di qualità ecologica.

Gli impianti di riscaldamento ad acqua dovranno essere conformi ai criteri ecologici e prestazionali previsti dalla Decisione 2014/314/UE e s.m.i. relativa all'assegnazione del marchio comunitario di qualità ecologica.

Se è previsto il servizio di climatizzazione e fornitura di energia per l'intero edificio, dovranno essere usati i criteri previsti dal DM 07 marzo 2012 (G.U. n.74 del 28 marzo 2012) relativo ai CAM per “Affidamento di servizi energetici per gli edifici - servizio di illuminazione e forza motrice - servizio di riscaldamento/raffrescamento”.

L'installazione degli impianti tecnologici dovrà avvenire in locali e spazi adeguati, ai fini di una corretta manutenzione igienica degli stessi in fase d'uso, tenendo conto di quanto previsto dall'Accordo Stato-Regioni 5.10.2006 e 7.02.2013.

Per tutti gli impianti aerulici dovrà essere prevista una ispezione tecnica iniziale da effettuarsi in previsione del primo avviamento dell'impianto (secondo la norma UNI EN 15780:2011).

L'appaltatore, in fase di approvvigionamento, dovrà accertarsi della rispondenza al criterio utilizzando prodotti recanti il marchio Ecolabel UE o equivalente.

Tale documentazione dovrà essere presentata alla stazione appaltante prima dell'esecuzione dei lavori.

### 205.2.13. *Impianti idrico sanitari*

Relativamente agli interventi di nuova costruzione, inclusi gli interventi di demolizione e ricostruzione e gli interventi di ristrutturazione importante di primo livello, ferme restando le norme e i regolamenti più restrittivi (es. regolamenti urbanistici e edilizi comunali, etc.), dovranno essere previsti:

- prodotti “rubinetteria per sanitari” e “apparecchi sanitari” conformi ai criteri ecologici e prestazionali previsti dalle Decisioni 2013/250/UE39 e 2013/641/UE40 e loro modifiche ed integrazioni.

L'appaltatore, in fase di approvvigionamento, dovrà accertarsi della rispondenza al criterio utilizzando prodotti recanti alternativamente:

- il Marchio Ecolabel UE;
- un'altra etichetta ambientale di Tipo I (1) conforme alla ISO 14024 che soddisfi i medesimi requisiti previsti dalle Decisioni sopra richiamate;

La documentazione comprovante il rispetto del presente criterio dovrà essere presentata alla stazione appaltante prima dell'esecuzione dei lavori.

## **Art. 206 Serramenti esterni**

### 206.1. *Serramenti esterni*

I serramenti esterni dovranno essere soggetti a marcatura CE ai sensi della Direttiva Prodotti da Costruzione 89/106 e s.m.i. (Regolamento Reg. (CE) 9 marzo 2011, n. 305/2011 che fissa condizioni armonizzate per la commercializzazione dei prodotti da costruzione e che abroga la direttiva 89/106/CEE del Consiglio), alla norma UNI EN 14351-1 (“Finestre e porte - Norma di prodotto, caratteristiche prestazionali - Parte 1: Finestre e porte esterne pedonali senza caratteristiche di resistenza al fuoco e/o di tenuta al fumo”) e conformi alle vigenti disposizioni legislative, regolamentari e tecniche applicabili all'intervento di cui al D.Lgs. 192 del 19/08/05 in attuazione della Direttiva 2002/91/EC sul miglioramento delle prestazioni energetiche degli edifici, così come modificato dal D.Lgs. 311 del 29/12/2006 e s. m. i. e le eventuali disposizioni regionali attuative del D.Lgs. 311/06 sui territori.

### 206.2. *Chiusure oscuranti*

Le chiusure oscuranti dovranno essere soggette a marcatura CE ai sensi della Direttiva Prodotti da Costruzione 89/106 e s.m.i. (Regolamento Reg. (CE) 9 marzo 2011, n. 305/2011 che fissa condizioni armonizzate per la commercializzazione dei prodotti da costruzione e che abroga la direttiva 89/106/CEE del Consiglio), alla norma UNI EN 13659 “Chiusure oscuranti - Requisiti prestazionali compresa la sicurezza” e conformi alle vigenti legislative, regolamentari e tecniche applicabili all'intervento di cui al D.Lgs. 192 del 19/08/05 e s.m.i.

### 206.3. *Pannelli vetrocamera*

I pannelli vetrocamera dovranno essere soggette a marcatura CE ai sensi della Direttiva Prodotti da Costruzione 89/106 e s.m.i. (Regolamento Reg. (CE) 9 marzo 2011, n. 305/2011 che fissa condizioni armonizzate per la commercializzazione dei prodotti da costruzione e che abroga la direttiva 89/106/CEE del Consiglio), alla norma UNI EN 1279-5 “Vetro per edilizia - Vetrate isolanti - Parte 5: Valutazione della conformità” e conformi alle vigenti legislative, regolamentari e tecniche applicabili all'intervento di cui al D.Lgs. 192 del 19/08/05 e s.m.i.

### 206.4. *Pannelli a base di legno*

I pannelli a base di legno e i manufatti con essi realizzati devono rispettare i valori di emissione di formaldeide definiti dal Decreto 10 ottobre 2008 del Ministero del Lavoro, della Salute e delle Politiche Sociali, “Disposizioni atte a regolamentare l'emissione di aldeide formica da pannelli a base di legno e manufatti con essi realizzati in ambienti di vita e soggiorno”.

### 206.5. *Contenuto di VOC*

Il contenuto di Composti Organici Volatili (VOC) nei prodotti utilizzati per la finitura di serramenti esterni non deve superare i limiti relativi al 2010 specificati nell'Allegato II del D.Lgs. 27 marzo 2006 n. 161 che recepisce la Direttiva 2004/42/CE. I processi di verniciatura devono essere rispondenti ai requisiti del D.Lgs. 152/2006 del 3 aprile (“Norme in materia ambientale”), allegato III parte quinta.

### 206.6. *Contenuto di TBT, TPT e DBT*

Il contenuto di composti organostannici trisostituiti (come il TBT e il TPT) e disostituiti (come il DBT) utilizzati come stabilizzanti nella produzione del PVC dovrà essere conforme alla Decisione 2009/425/CE della Commissione del 28 maggio 2009, che modifica la direttiva 76/769/CEE del Consiglio per quanto riguarda le restrizioni in materia di immissione sul mercato e di uso dei composti organostannici ai fini dell'adeguamento dell'allegato I al progresso tecnico.

(1) Etichetta ecologica basata su un sistema multicriteria che considera l'intero ciclo di vita del prodotto, sottoposta a certificazione esterna da parte di un ente indipendente.

### 214.7. *Trasmittanza termica*

Gli interventi di ristrutturazione importante di secondo livello e di riqualificazione energetica riguardanti l'involucro edilizio dovranno rispettare i valori minimi di trasmittanza termica contenuti nelle tabelle 1-4, di cui all'appendice B del DM 26 Giugno 2015 e s.m.i., pertanto i serramenti dovranno rispettare i valori limite:

- Zona climatica A, B: 3,00 W/mqK;
- Zona climatica C: 2,00 W/mqK;
- Zona climatica D: 1,80 W/mqK;
- Zona climatica E: 1,40 W/mqK;
- Zona climatica F: 1,00 W/mqK.

PARTE VII. CRITERI AMBIENTALI MINIMI (CAM) DECRETO 11 gennaio 2017  
MATTM 342

<b>CAPITOLO 22 NORME GENERALI E SPECIFICHE TECNICHE</b> .....	342
<b>Art. 204 Norme generali</b> .....	342
<b>Art. 205 Specifiche tecniche dei componenti edilizi</b> .....	342
<b>Art. 206 Serramenti esterni</b> .....	347