



Provincia Regionale di Palermo

Direzione Manutenzione del Patrimonio ed Edilizia Scolastica I

Liceo Sc. "S. Cannizzaro" di Palermo - Progetto di
completamento, miglioramento delle condizioni igienico-
sanitarie e risparmio energetico

Bando MIUR-MATM del 05/06/2010 - PON FESR "Ambienti per l'apprendimento - obiettivo C"

Progetto esecutivo

A1

Relazione tecnica

Aggiornamento:

Sostituisce elaborati:

Gruppo di progettazione

Progettisti:

Ing. Francesco Ajello

Collaboratori tecnici:

Supp. al RUP: Ing. S. Serio

Il Responsabile Unico del Procedimento

(Prof. Leonardo Saguto)

Capitolo 8
IMPIANTI

Art. 147 - Impianti idrico sanitari

147.1. Prescrizioni normative

Ai sensi dell'art. 1, lettera d) della legge 5 marzo 1990, n. 46, Norme per la sicurezza degli impianti, sono soggetti all'applicazione della stessa legge, gli impianti idro-sanitari nonché quelli di trasporto, di trattamento, di uso, di accumulo e di consumo di acqua all'interno degli edifici a partire dal punto di consegna dell'acqua fornita dall'ente distributore.

a) Per i criteri di progettazione, collaudo e gestione valgono le seguenti norme:

UNI 9182 *Edilizia. Impianti di alimentazione e distribuzione d'acqua fredda e calda. Criteri di progettazione, collaudo e gestione.*

UNI 9182 FA 1-93 *Foglio di Aggiornamento (SS UNI U32.05.284.0) n. 1 alla UNI 9182. Edilizia. Impianti di alimentazione e distribuzione d'acqua fredda e calda - Criteri di progettazione, collaudo e gestione (U32.05.284.0).*

UNI 9183 *Edilizia. Sistemi di scarico delle acque usate. Criteri di progettazione, collaudo e gestione.*

UNI 9183 FA 1-93 *Foglio di Aggiornamento (SS UNI U32.05.285.0) n. 1 alla UNI 9183. Edilizia. Sistemi di scarico delle acque usate. Criteri di progettazione, collaudo e gestione.*

UNI 9184 *Edilizia. Sistemi di scarico delle acque meteoriche. Criteri di progettazione, collaudo e gestione.*

UNI 9184 FA 1-93 *Foglio di Aggiornamento (SS UNI U32.05.286.0) n. 1 alla UNI 9184. Edilizia. Sistemi di scarico delle acque meteoriche. Criteri di progettazione, collaudo e gestione.*

b) Disegni tecnici:

UNI 9511-1 *Disegni tecnici. Rappresentazione delle installazioni. Segni grafici per impianti di condizionamento dell'aria, riscaldamento, ventilazione, idrosanitari, gas per uso domestico.*

UNI 9511-2 *Disegni tecnici. Rappresentazione delle installazioni. Segni grafici per apparecchi e rubinetteria sanitaria.*

UNI 9511-3 *Disegni tecnici. Rappresentazione delle installazioni. Segni grafici per la regolazione automatica.*

UNI 9511-4 *Disegni tecnici. Rappresentazione delle installazioni. Segni grafici per impianti di refrigerazione.*

UNI 9511-5 *Disegni tecnici. Rappresentazione delle installazioni. Segni grafici per sistemi di drenaggio e scarico acque usate*

147.2. Contatori per acqua

I contatori per acqua, di tipo normalizzato secondo la norme vigenti dovranno essere dimensionati in modo che sia la portata minima di esercizio, sia la portata massima di punta, siano comprese nel campo di misura; dovrà inoltre verificarsi che la perdita di carico del contatore, alla portata massima, non superi il valore previsto nella progettazione dell'impianto.

I contatori montati su tubazioni convoglianti acqua calda, dovranno avere i ruotismi e le apparecchiature di misura costruiti con materiale indeformabile sotto l'effetto della temperatura.

147.2.1. Contatori per acqua fredda

I contatori da impiegarsi normalmente sui circuiti idraulici per temperature dell'acqua non superiori a 35°C potranno essere dei seguenti tipi:

- tipo a turbina, a getto multiplo od unico, a quadrante asciutto o bagnato;
- a mulinello (Woltmann), in esecuzione chiusa od a revisione.

I contatori a turbina a getto unico saranno di solito impiegati per acque con tendenza a formare incrostazioni, e in questo caso, si darà la preferenza a contatori a quadrante bagnato.

Per la misura di portate rilevanti, e non soggette a notevoli variazioni (condotte prementi, circuiti di raffreddamento e simili) saranno impiegati contatori a mulinello (Woltmann).

Per quanto riguarda definizioni, requisiti, prove di attacchi, si fa riferimento alle seguenti norme (valide per i contatori a turbina - per i contatori a mulinello si ricorrerà alle norme solo in quanto ad essi applicabili):

definizioni e prove: **UNI 1075 - UNI 1077;**

dimensioni e quadranti: **UNI 1064 - UNI 1067;**

raccordi sulla tubazione: **UNI 1073 - UNI 1074 - UNI 2223 UNI 2229.**

I contatori debbono essere costruiti con materiali di note caratteristiche per quanto riguarda la loro resistenza meccanica e strutturale a temperature non inferiori a 35°C.

Detti materiali debbono essere tali da non formare tra loro coppie elettrolitiche capaci di causare fenomeni di corrosione apprezzabili, nonché, capaci di resistere ad ogni possibile attacco chimico dell'acqua.

La cassa, in lega ad alto tenore di rame per i contatori a turbina, dovrà avere le forature necessarie per consentire la piombatura dell'apparecchio. Il filtro posto all'entrata dell'acqua nel contatore dovrà essere costruito con materiale inalterabile od avere forma e sezione libera tali da non influire sulla caratteristica dell'apparecchio e da trattenere quelle impurità che potrebbero alterarne il funzionamento. L'orologeria immersa dovrà essere costituita da materiali, sia metallici che plastici, inalterabili a temperatura non inferiore a 35°C. In particolare la turbina dovrà avere una elevata resistenza meccanica ed il minor peso possibile al fine di ridurre il logorio degli organi di guida.

Le orologerie dovranno essere facilmente smontabili per le operazioni di revisione e riparazione; i quadranti in materiale indeformabile, con scritte inalterabili nel tempo, anche se immersi nell'acqua; i rulli, nei contatori a lettura diretta, in materiale rigorosamente inossidabile; i vetri ben trasparenti, senza difetti e idonei a sopportare una eventuale sovrappressione per colpo d'ariete.

147.2.2. Contatori per acqua calda

I contatori per acqua calda avranno caratteristiche analoghe ai precedenti, con l'avvertenza che i materiali impiegati dovranno essere inalterabili per temperature sino a 100°C. Per essi vale la norma **UNI 8349** - Contatori per acqua calda per uso sanitario. Prescrizioni e prove.

147.3. Criteri di esecuzione

147.3.1. Posa in opera delle tubazioni

Per la posa delle tubazioni si applicano le disposizioni dell'Appendice U (Prescrizioni particolari di impiego e posa delle tubazioni) alle norme:

UNI 9182 *Edilizia. Impianti di alimentazione e distribuzione d'acqua fredda e calda. Criteri di progettazione, collaudo e gestione.*

UNI 9182 FA 1-93 *Foglio di Aggiornamento (SS UNI U32.05.284.0) n. 1 alla UNI 9182. Edilizia. Impianti di alimentazione e distribuzione d'acqua fredda e calda. Criteri di progettazione, collaudo e gestione (U32.05.284.0).*

In particolare le tubazioni in acciaio zincato non devono essere piegate a caldo o a freddo per angoli superiori a 45°, né sottoposte a saldatura. Tali tipi di tubazioni se interrate e non facilmente ispezionabili devono essere opportunamente protette dalla corrosione, non devono essere impiegate per convogliare acqua avente temperatura superiore a 60°C e durezza inferiore a 10°F e non essere preceduti da serbatoi o tratti di tubazione in rame.

147.3.2. Ancoraggi delle tubazioni a vista

Gli ancoraggi ed i sostegni delle tubazioni non interrate devono essere eseguiti:

- per le tubazioni di ghisa e di plastica: mediante collari in due pezzi fissati immediatamente a valle del bicchiere, con gambo inclinato verso il tubo; per pezzi uguali o superiori al metro deve applicarsi un collare per ogni giunto;
- per le tubazioni in acciaio e rame: mediante collari di sostegno in due pezzi, nelle tubazioni verticali; mediante mensole nelle tubazioni orizzontali, poste a distanza crescente al crescere del diametro delle tubazioni, e comunque a distanza tale da evitare avvallamenti.

147.3.3. Pulizia e disinfezione della rete idrica e dei serbatoi

Le tubazioni per la distribuzione di acqua potabile, come stabilito dalla norma **UNI 9182**, prima della messa in funzione dovranno essere sottoposte a:

- prelavaggio per l'eliminazione dei residui di lavorazione;
- lavaggio prolungato dopo l'ultimazione dell'impianto, compresa l'installazione dei rubinetti;
- disinfezione mediante immissione nella rete idrica cloro gassoso, miscela di acqua con cloro gassoso, miscela d'acqua con ipoclorito di calcio, risciacquando fino a quando necessario con acqua potabile. La miscela disinfettante dovrà permanere in tutti i tratti della rete idrica per almeno 8 ore;
- risciacquo finale effettuato con acqua potabile sino a quando necessario, prelevando successivamente i campioni d'acqua da sottoporre ad analisi presso laboratori specializzati. I risultati delle analisi sono fondamentali ed indispensabili per l'utilizzazione dell'impianto di distribuzione.

I serbatoi di accumulo acqua devono essere disinfettati allo stesso modo della rete idrica, con la differenza che la soluzione deve fare rilevare almeno 200 ppm di cloro residuo.

L'impresa appaltatrice durante la disinfezione deve predisporre tutti i provvedimenti cautelativi (avvisi, segnali, ecc.) per impedire il prelevamento d'acqua potabile da parte di non addetti ai lavori.

In caso di modifiche all'impianto di distribuzione deve essere ripetuta l'operazione di pulizia e disinfezione.

147.4. Isolamento termico

Le protezioni termiche (rivestimenti isolanti) delle tubazioni devono essere costituite da materiali aventi bassa conducibilità termica, e vengono impiegati per due distinti scopi:

- impedire la condensazione del vapore acqueo dell'aria su tubazioni ed apparecchiature attraversate da acqua fredda;

- ridurre le dispersioni di calore nelle tubazioni ed apparecchiature attraversate da acqua calda.

147.4.1. Materiali isolanti

I rivestimenti isolanti, applicati alle tubazioni per impedire la condensazione del vapore acqueo, saranno costituiti da:

- lana di roccia, in materassini aventi spessore non inferiore a 20 mm, trapunta su cartone catramato;
- sughero, in lastre o coppelle, avente spessore non inferiore a 25 mm e densità non superiore a 120 kg/m³.

147.5. Protezione contro le corrosioni

147.5.1. Generalità

Con il termine protezione contro le corrosioni si indica l'insieme di quegli accorgimenti tecnici atti a evitare che si verifichino le condizioni per certe forme di attacco dei manufatti metallici, dovute - per la maggior parte - ad una azione elettrochimica.

Poiché, una protezione efficace contro la corrosione non può prescindere dalla conoscenza del gran numero di fattori suscettibili di intervenire nei diversi meccanismi di attacco dei metalli, si dovrà tener conto sin dalla progettazione di detti fattori, dovuti:

- a) alle caratteristiche di fabbricazione e composizione del metallo;
- b) alle caratteristiche chimiche e fisiche dell'ambiente di attacco;
- c) alle condizioni di impiego (stato della superficie del metallo, rivestimenti protettivi, sollecitazioni meccaniche, saldature, ecc.).

In linea generale occorrerà evitare che si verifichi una disimmersione del sistema metallo-elettrolita, ad esempio: il contatto di due metalli diversi, aerazione differenziale, ecc..

Le protezioni possono essere di tipo passivo o di tipo attivo, o di entrambi i tipi.

La protezione passiva consiste nell'isolare le tubazioni dall'ambiente esterno e fra loro, mediante idonei rivestimenti superficiali di natura organica ed inorganica, e/o interrompere la continuità di ciascuna tubazione interponendo speciali giunti dielettrici.

La protezione attiva consiste nel mantenere le tubazioni in particolari condizioni elettrochimiche in modo da evitare la continua cessione di metallo al mezzo circostante.

147.5.2. Mezzi impiegabili per la protezione passiva

I mezzi per la protezione passiva delle tubazioni sono costituiti da:

- speciali vernici bituminose, applicate a caldo od a freddo;
- vernici anticorrosive a base di adatte resine sintetiche metallizzate o meno;
- vernici anticorrosive a base di ossidi;
- fasce in fibra di vetro bituminoso;
- fasce sovrapponibili paraffinate in resine sintetiche;
- manicotti isolanti e canne isolanti in amianto cemento od in resine sintetiche, usabili per l'attraversamento di parti murarie;
- giunti dielettrici.

I rivestimenti, di qualsiasi natura, debbono essere accuratamente applicati alle tubazioni, previa accurata pulizia, e non debbono presentare assolutamente soluzioni di continuità.

All'atto della applicazione dei mezzi di protezione occorre evitare che in essi siano contenute sostanze suscettibili di attaccare sia direttamente che indirettamente il metallo sottostante, attraverso eventuale loro trasformazione.

Le tubazioni interrate dovranno essere posate su un letto di sabbia neutra e ricoperte con la stessa sabbia per un'altezza non inferiore a 15 cm sulla generatrice superiore del tubo.

147.5.3. Mezzi impiegabili per la protezione attiva

La protezione attiva delle condotte assoggettabili alle corrosioni per l'azione di corrente esterna impressa o vagante, deve essere effettuata mediante protezione catodica: sovrapponendo alla corrente di corrosione una corrente di senso contrario di intensità uguale o superiore a quella di corrosione.

L'applicazione di questo procedimento sarà condizionata dalla continuità elettrica di tutti gli elementi delle tubazioni e dall'isolamento esterno rinforzato dei tubi.

147.5.4. Protezione passiva ed attiva

Qualora le tubazioni isolate con uno dei mezzi indicati per la protezione passiva non risultassero sufficientemente difese, dovrà provvedersi anche alla contemporanea protezione attiva adottando uno dei sistemi già illustrati.

147.6. Rete di ventilazione

147.6.1. Sistemi di aerazione delle reti di ventilazione

Per ventilazione di un impianto idrosanitario si intende il complesso di colonne e diramazioni che collegano le colonne di scarico ed i sifoni dei singoli apparecchi sanitari con l'aria esterna, al fine di evitare pressioni e depressioni nella rete di scarico. Le diramazioni di ventilazione sono le tubazioni che collegano i sifoni degli apparecchi con le colonne di ventilazione. Le colonne di ventilazione sono delle tubazioni verticali parallele alle colonne di scarico.

La ventilazione degli impianti sanitari per lo smaltimento verso l'esterno di cattivi odori, può essere realizzata nelle seguenti modi.

Ventilazione primaria: ottenuta prolungando la colonna di scarico oltre la copertura dell'edificio, preferibilmente al di sopra del punto più alto dell'edificio per un'altezza di almeno un metro. Il punto terminale deve essere dotato di cappello esalatore del tipo anti-pioggia. È consigliabile installare il tipo girevole in modo che la bocca di aerazione si venga a trovare in posizione riparata rispetto al direzione del vento.

Ventilazione a gancio: è impiegata per gli apparecchi in batteria (max 3), tipico dei servizi igienici di edifici pubblici, applicando la ventilazione all'estremità del collettori di scarico in prossimità della parte terminale fino al di sopra degli apparecchi serviti; in caso in cui gli apparecchi sanitari sono più di tre dovrà effettuarsi la ventilazione anche in una posizione intermedia del collettore di scarico.

Ventilazione unitaria: ottenuta ventilando i sifoni di tutti gli apparecchi sanitari. L'attacco della diramazione alla tubazione di scarico dovrà essere il più vicino possibile al sifone senza peraltro nuocere al buon funzionamento sia dell'apparecchio servito che del sifone.

In assenza di precise indicazioni progettuali si farà riferimento all'Appendice F (raccordi di ventilazione) della norma **UNI 9183**, in generale per i vasi dovranno adoperarsi diametri di almeno 40 mm e di 32 mm negli altri casi.

Le tubazioni di ventilazione non dovranno mai essere utilizzate come tubazioni di scarico dell'acqua di qualsiasi natura, né, essere destinate ad altro genere di ventilazione, aspirazione di fumo, esalazioni di odori da ambienti, e simili.

Tabella 147.1 – Diametri interni delle diramazioni di ventilazione secondaria

Apparecchio sanitario	Diametro (mm)
Bidé	35
Lavabo	35
Vasca da bagno	40
Vaso a cacciata	50
Vaso alla turca	50
Lavello	40
Orinatoi sospesi	40
Orinatoi a stallo	50
Piatto doccia	40
Fontanella	25
Lavapiedi	40
Scatola sifonata	40

Tabella 147.2 – Diametri i della diramazione di ventilazione per più apparecchi sanitari

Gruppo di apparecchi senza vasi		Gruppo di apparecchi con vasi	
Unità di scarico	Diramazione di ventilazione	Unità di scarico	Diramazione di ventilazione
1	35	fino a 17	50
2 a 8	40	18 a 36	60
9 a 18	50	37 a 60	70
19 a 36	60		

147.6.2. Materiali ammessi

Nella realizzazione della rete di ventilazione, sono ammesse tubazioni realizzate con i seguenti materiali, meglio descritti nel cap. 5 - Qualità, provenienza e norme di accettazione dei materiali e delle forniture -di questo Capitolato speciale d'appalto:

- ghisa catramata centrifugata, con giunti a bicchiere sigillati a caldo con materiale idoneo, od a freddo con opportuno materiale (sono tassativamente vietate le sigillature con materiale cementizio);
- acciaio, trafilato o liscio, con giunti a vite e manicotto o saldati con saldatura autogena od elettrica;
- PVC con pezzi speciali di raccordo con giunto filettato o ad anello dello stesso materiale;
- fibrocemento;
- polipropilene;
- polietilene ad alta densità.

Altri sistemi di ventilazione degli impianti idrosanitari dovranno essere autorizzati dalla Direzione dei lavori.

147.6.3. Requisiti minimi delle tubazioni di ventilazione

Il diametro del tubo di ventilazione di ogni singolo apparecchio dovrà essere almeno pari ai tre quarti del diametro della corrispondente colonna di scarico, senza superare i 50 mm.

Nel caso in cui una diramazione di ventilazione raccolga la ventilazione singola di più apparecchi sanitari, il suo diametro sarà almeno pari ai tre quarti del diametro del corrispondente collettore di scarico, senza superare i 70 mm. Il diametro della colonna di ventilazione sarà costante e sarà determinato in base al diametro della colonna di scarico alla quale è abbinato, alla quantità di acqua di scarico ed alla lunghezza della colonna di ventilazione stessa. Tale diametro non potrà essere inferiore a quello della diramazione di ventilazione di massimo diametro che in essa si innesta.

147.7. Rete di scarico delle acque di rifiuto

147.7.1. Generalità. Classificazioni

Con il nome generico di scarichi, si indicano le tubazioni in cui scorrono tutte le acque di rifiuto e le acque piovane. Le tubazioni destinate alla raccolta delle acque di rifiuto e quelle destinate alla raccolta delle acque piovane, dovranno essere separate, fino al recapito esterno.

La rete di scarico dovrà corrispondere ai seguenti requisiti:

- allontanare rapidamente le acque di rifiuto, senza che si formino sedimentazioni di materie putrescibili od incrostazioni;
- garantire la perfetta tenuta con materiale di giunzione dotato di proprietà plastiche allo scopo di consentire un conveniente grado di scorrevolezza del giunto in caso di variazioni termiche e di possibili assestamenti strutturali;
- impedire il passaggio di esalazioni dalle tubazioni agli ambienti abitati;
- essere resistente a corrosione per effetto di gas ed acidi corrosivi.

Le tubazioni di scarico vengono distinte in:

- diramazioni di scarico, sono costituite dai tronchi di tubazione che collegano gli apparecchi sanitari alla colonna;
- colonne di scarico, sono costituite da tronchi di tubazione verticale;
- collettori di scarico, sono costituiti da tronchi orizzontali di tubazioni poste alle base delle colonne con la funzione di raccogliere le acque delle colonne e convogliarle alla fognatura urbana.

Le tubazioni di scarico per le acque piovane non dovranno essere usate come reti di esalazione naturale delle fogne cittadine e delle reti di scarico delle acque di rifiuto.

L'impianto di cui sopra si intende funzionalmente suddiviso come segue:

- parte destinata al convogliamento delle acque (racordi, diramazioni, colonne, collettori);
- parte destinata alla ventilazione primaria;
- parte destinata alla ventilazione secondaria;
- raccolta e sollevamento sotto quota;
- trattamento delle acque.

147.7.2. Materiali

Per la realizzazione delle diverse parti funzionali si utilizzeranno i materiali ed i componenti indicati nei documenti progettuali ed a loro completamento si rispetteranno le prescrizioni seguenti.

Vale inoltre, quale precisazione ulteriore a cui fare riferimento, la norma **UNI 9183**.

1) I tubi utilizzabili devono rispondere alle seguenti norme:

- tubi di acciaio zincato:

UNI 6363 *Tubi di acciaio, senza saldatura e saldati, per condotte di acqua.*

UNI 6363 FA 199-86 *Foglio di aggiornamento n. 1 alla UNI 6363. Tubi di acciaio, senza saldatura e saldati, per condotte di acqua.*

Il loro uso deve essere limitato alle acque di scarico con poche sostanze in sospensione e non saponose.

Per la zincatura si fa riferimento alle norme sui trattamenti galvanici. Per i tubi di acciaio rivestiti, il rivestimento deve rispondere alle prescrizioni delle norme UNI esistenti (polietilene, bitume, ecc.) e comunque non deve essere danneggiato o staccato; in tal caso deve essere eliminato il tubo:

- tubi di ghisa: devono essere del tipo centrifugato e ricotto, possedere rivestimento interno di catrame, resina epossidica ed essere esternamente catramati o verniciati con vernice antiruggine;
- tubi di grès: devono rispondere alle norme:

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 295-1:1992/A1 *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 295-1:1992/A2 *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 ed 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.

- tubi di fibrocemento; devono rispondere alla norma **UNI EN 588-1** - Tubi di fibrocemento per fognature e sistemi di scarico. Tubi, raccordi ed accessori per sistemi a gravità;
- tubi di calcestruzzo non armato: devono rispondere alla norma **UNI 9534** - Tubi di calcestruzzo non armato per fognature, a sezione interna circolare, senza piede di appoggio;
- tubi di materiale plastico: devono rispondere alle norme indicate all'art. 71, relative a:
 - tubi di PVC per condotte all'interno dei fabbricati;
 - tubi di PVC per condotte interrato;
 - tubi di polietilene ad alta densità (PEAD) per condotte interrato;
 - tubi di polipropilene (PP);
 - tubi di polietilene ad alta densità (PEAD) per condotte all'interno dei fabbricati;

2) Per gli altri componenti vale quanto segue:

- per gli scarichi ed i sifoni di apparecchi sanitari vedere l'articolo sui componenti dell'impianto di adduzione dell'acqua;
- in generale i materiali di cui sono costituiti i componenti del sistema di scarico devono rispondere alle seguenti caratteristiche:
 - a) minima scabrezza, al fine di opporre la minima resistenza al movimento dell'acqua;
 - b) impermeabilità all'acqua ed ai gas per impedire i fenomeni di trasudamento e di fuoriuscita odori;
 - c) resistenza all'azione aggressiva esercitata dalle sostanze contenute nelle acque di scarico, con particolare riferimento a quelle dei detersivi e delle altre sostanze chimiche usate per lavaggi;
 - d) resistenza all'azione termica delle acque aventi temperature sino a 90°C circa;
 - e) opacità alla luce per evitare i fenomeni chimici e batteriologici favoriti dalle radiazioni luminose;
 - f) resistenza alle radiazioni UV, per i componenti esposti alla luce solare;
 - g) resistenza agli urti accidentali.

In generale i prodotti ed i componenti devono inoltre rispondere alle seguenti caratteristiche:

- h) conformazione senza sporgenze all'interno per evitare il deposito di sostanze contenute o trasportate dalle acque;
- i) stabilità di forma in senso sia longitudinale sia trasversale;
- l) sezioni di accoppiamento con facce trasversali perpendicolari all'asse longitudinale;
- m) minima emissione di rumore nelle condizioni di uso;
- n) durabilità compatibile con quella dell'edificio nel quale sono montati;
- gli accumuli e sollevamenti devono essere a tenuta di aria per impedire la diffusione di odori all'esterno, ma devono avere un collegamento con l'esterno a mezzo di un tubo di ventilazione di sezione non inferiore a metà del tubo o della somma delle sezioni dei tubi che convogliano le acque nell'accumulo;
- le pompe di sollevamento devono essere di costituzione tale da non intasarsi in presenza di corpi solidi in sospensione la cui dimensione massima ammissibile è determinata dalla misura delle maglie di una griglia di protezione da installare a monte delle pompe.

147.7.3. Criteri di esecuzione

Per la realizzazione dell'impianto si utilizzeranno i materiali, i componenti e le modalità indicate nei documenti progettuali, e qualora non siano specificate in dettaglio nel progetto od a suo completamento si rispetteranno le prescrizioni seguenti o ulteriori disposizioni impartite dalla Direzione dei lavori.

Vale inoltre, quale prescrizione ulteriore a cui fare riferimento, la norma **UNI 9183**.

- 1) Nel suo insieme l'impianto deve essere installato in modo da consentire la facile e rapida manutenzione e pulizia; deve permettere la sostituzione, anche a distanza di tempo, di ogni sua parte senza gravosi o non previsti interventi distruttivi di altri elementi della costruzione; deve permettere l'estensione del sistema, quando previsto, ed il suo facile collegamento ad altri sistemi analoghi.
- 2) Le tubazioni orizzontali e verticali devono essere installate in allineamento secondo il proprio asse, parallele alle pareti e con la pendenza di progetto. Esse non devono passare sopra apparecchi elettrici o similari o dove le eventuali fuoriuscite possono provocare inquinamenti. Quando ciò è inevitabile devono essere previste adeguate protezioni che convogliano i liquidi in un punto di raccolta. Quando applicabile vale il D.M. 12 dicembre 1985 per le tubazioni interrato.

- 3) I raccordi con curve e pezzi speciali devono rispettare le indicazioni predette per gli allineamenti, le discontinuità, le pendenze, ecc..
Le curve ad angolo retto non devono essere usate nelle connessioni orizzontali (sono ammesse tra tubi verticali ed orizzontali); sono da evitare le connessioni doppie e tra loro frontali ed i raccordi a T. I collegamenti devono avvenire con opportuna inclinazione rispetto all'asse della tubazione ricevente ed in modo da mantenere allineate le generatrici superiori dei tubi.
- 4) I cambiamenti di direzione devono essere fatti con raccordi che non producano apprezzabili variazioni di velocità od altri effetti di rallentamento.
Le connessioni in corrispondenza di spostamento dell'asse delle colonne dalla verticale devono avvenire ad opportuna distanza dallo spostamento e comunque a non meno di 10 volte il diametro del tubo ed al di fuori del tratto di possibile formazione delle schiume.
- 5) Gli attacchi dei raccordi di ventilazione secondaria devono essere realizzati come indicato nella norma **UNI 9183**.
Le colonne di ventilazione secondaria, quando non hanno una fuoruscita diretta all'esterno, possono:
 - essere raccordate alle colonne di scarico ad una quota di almeno 15 cm più elevata del bordo superiore del troppo pieno dell'apparecchio collocato alla quota più alta nell'edificio;
 - essere raccordate al disotto del più basso raccordo di scarico;
 - devono essere previste connessioni intermedie tra colonna di scarico e ventilazione almeno ogni 10 connessioni nella colonna di scarico.
- 6) I terminali delle colonne fuoriuscenti verticalmente dalle coperture devono essere a non meno di 0,15 m dall'estradosso per coperture non praticabili ed a non meno di 2 m per coperture praticabili. Questi terminali devono distare almeno 3 m da ogni finestra oppure essere ad almeno 0,60 m dal bordo più alto della finestra.
- 7) Punti di ispezione devono essere previsti con diametro uguale a quello del tubo fino a 100 mm, e con diametro minimo di 100 mm negli altri casi.
La loro posizione deve essere:
 - al termine della rete interna di scarico insieme al sifone e ad una derivazione;
 - ad ogni cambio di direzione con angolo maggiore di 45°;
 - ogni 15 m di percorso lineare per tubi con diametro sino a 100 mm ed ogni 30 m per tubi con diametro maggiore;
 - ad ogni confluenza di due o più provenienze;
 - alla base di ogni colonna.
 Le ispezioni devono essere accessibili ed avere spazi sufficienti per operare con gli utensili di pulizia. Apparecchi facilmente rimovibili possono fungere da ispezioni.
Nel caso di tubi interrati con diametro uguale o superiore a 300 mm bisogna prevedere pozzetti di ispezione ad ogni cambio di direzione e comunque ogni 40-50 m.
- 8) I supporti di tubi ed apparecchi devono essere staticamente affidabili, durabili nel tempo e tali da non trasmettere rumori e vibrazioni. Le tubazioni vanno supportate ad ogni giunzione; ed inoltre quelle verticali almeno ogni 2,5 m e quelle orizzontali ogni 0,5 m per diametri fino a 50 mm, ogni 0,8 m per diametri fino a 100 mm, ogni 1,00 m per diametri oltre 100 mm. Il materiale dei supporti deve essere compatibile chimicamente ed in quanto a durezza con il materiale costituente il tubo.
- 9) Si devono prevedere giunti di dilatazione, per i tratti lunghi di tubazioni, in relazione al materiale costituente ed alla presenza di punti fissi quali parti murate o vincolate rigidamente.
Gli attraversamenti delle pareti a seconda della loro collocazione possono essere per incasso diretto, con utilizzazione di manicotti di passaggio (controtubi) opportunamente riempiti tra tubo e manicotto, con foro predisposto per il passaggio in modo da evitare punti di vincolo.
- 10) Gli scarichi a pavimento all'interno degli ambienti devono sempre essere sifonati con possibilità di un secondo attacco.

147.7.4. Diramazioni di scarico

Le diramazioni di scarico possono essere realizzate in tubi di piombo, ghisa, materiale plastico (PVC o polietilene ad alta densità, PE ad) o acciaio. Le diramazioni devono convogliare le acque di scarico provenienti dagli apparecchi sanitari senza eccessive pressioni o formazione di perturbazione nelle colonne di scarico per effetto dei flussi discendenti.

La portata della diramazione di scarico deve essere maggiore o uguale alla somma delle portate dei singoli apparecchi sanitari collegati dalla diramazione.

Il collegamento delle diramazioni di scarico di piombo con le colonne di scarico di ghisa deve avvenire mediante l'interposizione di anelli di congiunzione (virola) in rame. Nel caso di diramazioni materiali plastici il collegamento alle colonne di scarico può essere eseguito con anello elastico a pressione o mediante incollaggio con speciale mastice, in modo da assicurare la perfetta tenuta idraulica.

Per le diramazioni in tubazioni di policloruro di vinile non plastificato (PVC-U) nel campo degli scarichi (a bassa ed alta temperatura), sia all'interno della struttura degli edifici (marcati "B"), sia nel sottosuolo entro la struttura dell'edificio (marcati "BD"), si applicheranno le disposizioni della norma **UNI EN 1329-1** - Sistemi di tubazioni di materia plastica per scarichi (a bassa ed alta temperatura) all'interno dei fabbricati - Policloruro di vinile non plastificato (PVC-U) - Specifiche per tubi, raccordi e per il sistema.

La pendenza delle diramazioni deve essere maggiore del 2%. Ai tratti orizzontali deve essere assicurato un minimo di pendenza per facilitare il deflusso delle acque reflue.

Tabella 147.3 - Diametro minimo delle diramazioni di scarico in funzione della pendenza

Diametro minimo (mm)	Max numero unità di scarico con pendenza		
	1%	2%	4%
35 (senza vasi)	1	1	1
40 (senza vasi)	2	3	4
50 (senza vasi)	4	5	6
60 (senza vasi)	7	10	12
70 (senza vasi)	12	15	18
80 (senza vasi)	22	28	34
80 (max 2 vasi)	14	16	20
100	80	90	100
125	120	160	200
150	250	300	400

Tabella 147.4 - Diametro minimo delle diramazioni di scarico interne in funzione delle unità di scarico

Apparecchio sanitario	Diametro minimo (mm)	Unità di scarico
Lavabo	35	1-2
Lavello da cucina	40	3
Vaso a cacciata	100	2-4
Vaso ad aspirazione	80	6
Vaso alla turca	100	7-8
Vasca da bagno	40-50	3-4
Doccia	40-50	2-3
Piletta	40	3
Bidet	35	1-2
Orinatoi	40	2-4
Lavapiedi	40	2
Vuotatoi	100	8

147.7.5. Colonne di scarico

Le colonne di scarico sono costituite da tubazioni verticali in ghisa, materiale plastico (PVC o polietilene ad alta densità, PE ad), acciaio, acciaio smaltato o in gres.

Il diametro della colonna di scarico deve essere determinato in funzione delle unità di scarico delle diramazioni servite e dall'altezza della colonna; tale diametro deve essere mantenuto costante per tutta l'altezza della colonna. In caso di spostamenti dell'asse della colonna superiori a 45° rispetto alla si rimanda alle disposizioni della **UNI 9183**, che prevede la suddivisione della colonna in tratti.

Le colonne di scarico devono essere fissate alle strutture portanti mediante collari in acciaio inox o acciaio zincato. Le tubazioni in plastica, per tenere conto delle dilatazioni termiche, vanno fissate con due ancoraggi (del tipo a manicotti scorrevoli) posti sotto il bicchiere.

Tabella 147.5 - Diametro minimo delle colonne di scarico

Diametro minimo (mm)	Max numero unità di scarico		Lunghezza max della colonna (m)
	Per ogni piano	per tutta la colonna	
40 (senza vasi)	3	8	14
50 (senza vasi)	5	18	18
60 (senza vasi)	8	25	25
70 (senza vasi)	20	35	30
80	40	70	50
100	100	350	80
125	200	800	100
150	300	1200	140

147.7.6. Collettori di scarico

I collettori di scarico devono essere collocati in modo da avere la massima pendenza possibile e la minima lunghezza. Gli eventuali cambiamenti di direzione devono avvenire mediante curve ampie con angolo non superiore ai 45°. In

prossimità del cambiamento di direzione da verticale ad orizzontale devono usarsi due mezze curve a 45 in modo formare una curva più ampia possibile.

I collettori di scarico a soffitto devono essere sostenuti da braccialetti apribili, collocati in prossimità di ogni bicchiere ed in generale ogni 2 m di lunghezza di tubazione in ghisa o materiale plastico, per le tubazioni in gres tale distanza deve essere ridotta ad 1 metro. I collari di sostegno a soffitto possono essere del tipo a nastro regolabile o a collare pesante in metallo o in PVC.

I collettori di scarico dovranno essere dotati, prima del loro collegamento con il recapito esterno, di un idoneo dispositivo ispezionabile a chiusura idraulica provvisto di attacco per la ventilazione.

Nei collettori deve essere assicurata una velocità di deflusso non inferiore a 0,6 m/s in modo da evitare la separazione dei materiali solidi da allontanare, l'eventuale velocità massima di deflusso deve essere compatibile con il materiale componente il collettore in modo da non provocare forme di abrasione della superficie interna dei tubi. La velocità media di deflusso deve essere compresa tra 0,7 e 2,5 m/s.

La Direzione dei lavori potrà procedere alla verifica della velocità di deflusso in relazione alla portata e pendenza della tubazione.

Tabella 147.6 - Collettori di scarico: Diametro minimo in funzione della pendenza

Diametro minimo (mm)	Max numero unità di scarico con pendenza		
	2%	3%	4%
35(senza vasi)	30	40	60
80 (senza vasi)	80	40	60
100	80	100	150
125	200	250	350
150	500	600	800
200	1500	2000	2500
250	3000	4000	5000
300	5000	6500	8000

Tabella 147.7 - Collettori di scarico: Velocità dell'acqua e massimo numero di unità di scarico in funzione del diametro e della pendenza

Diametro colonna	Velocità (m/s) pendenza (%)				Carico US pendenza (%)		
	0,5	1	2	4	1	2	4
50	0,31	0,44	0,62	0,88	-	21	26
65	0,34	0,49	0,68	0,98	-	24	31
80	0,38	0,54	0,76	1,08	20	27	36
100	0,44	0,62	0,88	1,24	180	216	250
125	0,49	0,69	1,08	1,39	390	480	575
150	0,54	0,76	1,24	1,52	700	840	1000
200	0,62	0,88	1,29	1,75	1600	1920	2300
250	0,69	0,98	1,39	1,96	29900	3500	4200
300	0,75	1,07	1,47	2,06	4600	5600	6700

Tabella 147. 8. - Collettori di scarico: Pendenze minime consigliata per i tratti sub-orizzontali

Tubazione	Pendenza (%)
Gres o piombo	0,5
ghisa, acciaio, materiale plastico	1
fibrocemento	1,5
cemento	2

147.7.7. Dimensionamento delle tubazioni di scarico delle acque di rifiuto

Il dimensionamento delle tubazioni dovrà effettuarsi in base alla portata di acqua di scarico che compete ad ogni apparecchio sanitario, secondo il prescritto coefficiente di contemporaneità.

Il diametro delle diramazioni sarà stabilito in rapporto alla portata di acqua di scarico ed alla pendenza delle tubazioni.

Il diametro delle colonne di scarico, da mantenersi costante per l'intera altezza, sarà stabilito tenendo conto del massimo numero di apparecchi sanitari che insistono su tutta la colonna e per ogni piano, e della altezza massima della colonna, compreso il tratto esalatore provvisto di torrino.

Il diametro dei collettori di scarico dovrà essere determinato in rapporto alla massima quantità di acqua che verrà in essi convogliata ed alla pendenza costruttiva tenuto conto del tipo di materiale impiegato.

Tabella 147.9 - Diametri indicativi delle tubazioni di scarico di alcuni apparecchi idrosanitari

Apparecchio idrosanitario	Diametro minimo interno del sifone e dello scarico (mm)
Lavabo	32
Vaso a sedere normale	100
Vaso a sedere ad aspirazione	75
Vaso alla turca	100
Vasca da bagno	50
Bidet	32
Doccia	50
Lavastoviglie, lavatrice	40
Orinatoio sospeso	40
Orinatoio a stallo verticale	50
Orinatoio ad aspirazione	32
Lavello da cucina di appartamento	40
Lavello da cucina di ristorante	75
Lavabo da ristorante	50
Lavabo da laboratorio	40
Vuotatoio	100
Lavapiedi	40
Lavatoio	40
Fontanella d'acqua da bere	32
Chiusino a pavimento	50

147.7.8. Dispositivo a chiusura idraulica

Ogni apparecchio sanitario dovrà essere corredato di un dispositivo a chiusura idraulica, inserito sullo scarico, ispezionabile e collegabile alla diramazione di ventilazione.

147.7.9. Pozzetti di ispezioni

Le reti di scarico devono essere dotate di pozzetti di ispezione, le cui dimensioni dipendono dalla quota del piano di posa delle tubazioni, conformemente alle prescrizioni del progetto esecutivo o ulteriori disposizioni impartite dalla Direzione dei lavori.

Il volume interno del pozzetto deve essere maggiore o uguale al volume dell'interno della colonna di scarico servita.

Tabella 147.10 - Dimensioni indicative di pozzetti di ispezione

Profondità (cm)	Dimensioni interne del pozzetto (cm)	Muratura	Chiusino dimensione esterne (cm)
< 90	52 x 52	a 1 testa	64 x 64
90 – 250	82 x 82	a 2 teste	84 x 84
> 250	Ø 90	cls prefabbricato	84 x 84

*147.8. Rete di scarico delle acque piovane. Canali di gronda e pluviali**147.8.1. Generalità*

I sistemi di scarico delle acque meteoriche possono essere realizzati in:

- canali di gronda: lamiera zincata, rame, PVC, acciaio inossidabile;
- pluviali (tubazioni verticali): lamiera zincata, rame, PVC, acciaio inossidabile, polietilene ad alta densità (PE ad), alluminio, ghisa e acciaio smaltato;
- collettori di scarico (o orizzontali): ghisa, PVC, polietilene ad alta densità (PE ad), cemento e fibrocemento.

Per le norme di riferimento sulle tubazioni si rimanda all'articolo 71 del presente Capitolato speciale.

Le tubazioni di scarico per le acque piovane non dovranno essere usate come reti di esalazione naturale delle fogne cittadine e delle reti di scarico delle acque di rifiuto.

147.8.2. Materiali e criteri di esecuzione

Per la realizzazione delle diverse parti funzionali si utilizzeranno i materiali ed i componenti indicati nei documenti progettuali. Qualora non siano specificati in dettaglio nel progetto od a suo completamento, si rispetteranno le prescrizioni seguenti:

- a) in generale tutti i materiali ed i componenti devono resistere all'aggressione chimica degli inquinanti atmosferici, all'azione della grandine, ai cicli termici di temperatura (compreso gelo/disgelo) combinate con le azioni dei raggi IR, UV, ecc.;
- b) gli elementi di convogliamento ed i canali di gronda, oltre a quanto detto in a), se di metallo devono resistere alla corrosione, se di altro materiale devono rispondere alle prescrizioni per i prodotti per le coperture, se verniciate dovranno essere realizzate con prodotti per esterno rispondenti al comma a); la rispondenza delle gronde di plastica alla norme indicate all'articolo 71 del presente Capitolato speciale;
- c) i tubi di convogliamento dei pluviali e dei collettori devono rispondere, a seconda del materiale, a quanto indicato nell'articolo relativo allo scarico delle acque usate; inoltre i tubi di acciaio inossidabile devono rispondere alle norme UNI indicate all'articolo 71 del presente Capitolato speciale;
- d) per i punti di smaltimento valgono, per quanto applicabili, le prescrizioni sulle fognature impartite dalle pubbliche autorità. Per i chiusini e le griglie di piazzali vale la norma **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.

Per la realizzazione dell'impianto si utilizzeranno i materiali, i componenti e le modalità indicate nei documenti progettuali esecutivi, e qualora non siano specificati in dettaglio nel progetto od a suo completamento, si rispetteranno le prescrizioni seguenti. Vale inoltre, quale prescrizione ulteriore cui fare riferimento, la norma **UNI 9184**:

- a) Per l'esecuzione delle tubazioni vale quanto riportato nell'articolo all'articolo 71 del presente Capitolato speciale. I pluviali montati all'esterno devono essere installati in modo da lasciare libero uno spazio tra parete e tubo di 5 cm; i passaggi devono essere almeno uno in prossimità di ogni giunto ed essere di materiale compatibile con quello del tubo.
- b) I bocchettoni ed i sifoni devono essere sempre del diametro delle tubazioni che immediatamente li seguono. Quando l'impianto acque meteoriche è collegato all'impianto di scarico acque usate deve essere interposto un sifone. Tutte le caditoie a pavimento devono essere sifonate. Ogni inserimento su un collettore orizzontale deve avvenire ad almeno 1,5 m dal punto di innesto di un pluviale.
- c) Per i pluviali ed i collettori installati in parti interne all'edificio (intercapedini di pareti, ecc.) devono essere prese tutte le precauzioni di installazione (fissaggi elastici, materiali coibenti acusticamente, ecc.) per limitare entro valori ammissibili i rumori trasmessi.

147.8.3. Canali di gronda

Il bordo esterno dei canali di gronda deve essere leggermente più alto di quello interno per consentire l'arresto dell'acqua piovana di raccolta proveniente dalle falde o dalla converse di convogliamento. La pendenza verso i tubi pluviali deve essere superiore all'1%. I canali di gronda devono essere fissati alla struttura del tetto con zanche sagomate o con tiranti, eventuali altri sistemi devono essere autorizzati dalla Direzione dei lavori.

Tabella 147.11. - Dati dimensionali dei lamierini

Spessore (mm)	Peso (kg/dmq)	Dimensioni	
		Larghezza (mm)	Lunghezza (mm)
4/10	3,20	1.000	2.000
6/10	4,80	1.100	3.000
8/10	6,40	1.300	3.000
10/10	8,00	1.400	3.500
12/10	9,60	1.500	4.000
14/10	11,20	1.500	4.000
16/10	12,80	1.500	4.000
18/10	14,40	1.500	4.000
2	16,00	1.500	5.000
2 1/2	20,00	1.600	6.000
3	24,00	1.800	10.000

Tabella 147.12. - Dati dimensionali delle lamiere zincate

Lastre piane 1x2	
Spessore (mm)	Peso kg
3/10	6,80
4/10	8,00

5/10	9,50
6/10	11,50
8/10	14,00
10/10	17,00
12/10	20,00
15/10	25,00
20/10	34,00

Tabella 147.13. - Dati dimensionali dei canali di gronda lamiera zincate (peso in kg)

Spessore (mm)	Per bocca di sviluppo di cm				
	15 x 25	18 x 30	19 x 33	20 x 25	22 x 40
4/10	1,00	1,20	1,30	1,40	1,60
5/10	1,20	1,50	1,60	1,70	1,90
6/10	1,40	1,70	1,90	2,00	2,20
8/10	1,70	2,00	2,30	2,50	2,70
10/10	2,20	2,50	2,85	3,10	3,40

Per l'accettazione dei canali di gronda e relativi accessori di PVC non plastificato, all'esame visivo le superfici interna ed esterna devono presentarsi lisce, pulite e prive di rigature, cavità e altri difetti di superficie. Le estremità dei canali di gronda devono essere tagliate in modo netto e perpendicolare rispetto all'asse longitudinale del profilo.

I canali di gronda devono avere pendenza non inferiore a 0,25%.

147.8.4. Pluviali

I pluviali possono essere sistemati all'interno o all'esterno della muratura perimetrale. Il fissaggio dei pluviali alle strutture deve essere realizzato con cravatte collocate sotto i giunti a bicchiere, inoltre per consentire eventuali dilatazioni non devono risultare troppo strette, a tal fine tra cravatta e tubo deve essere inserito del materiale elastico o della carta ondulata.

L'unione dei pluviali deve essere eseguita mediante giunti a bicchiere con l'ausilio di giunti di gomma.

L'imboccatura dei pluviali deve essere protetta da griglie metalliche per impedirne l'ostruzione (foglie, stracci, nidi, ecc.).

Il collegamento tra pluviali e canali di gronda deve avvenire mediante bocchettoni di sezione e forma adeguata che si innestano ai pluviali.

I pluviali esterni devono essere protetti per un'altezza inferiore a 2 m da terra con elementi in acciaio o ghisa resistenti agli urti.

I pluviali incassati devono essere alloggiati in vano opportunamente impermeabilizzato, il vano deve essere facilmente ispezionabile per il controllo dei giunti o la sostituzione dei tubi; in tal caso il vano può essere chiuso con tavelline intonacate, facilmente sostituibili.

I pluviali devono avere un diametro non inferiore a 80 mm.

Tabella 147.14. - Dati dimensionali dei tubi pluviali in lamiera zincata (peso in kg)

Spessore (mm)	Per diametro di mm						
	80	85	90	95	100	110	120
3,5/10	1,00	1,10	1,15	1,20	1,25	1,35	1,45
4/10	1,15	1,20	1,30	1,35	1,40	1,50	1,60
5/10	1,30	1,40	1,50	1,60	1,70	1,80	1,90
6/10	1,65	1,75	1,85	2,00	2,10	2,25	2,40
8/10	2,00	2,15	2,30	2,45	2,50	2,60	2,80
10/10	2,40	2,55	2,80	2,90	3,00	3,15	3,40

Tabella 147.15. - Diametro dei canali di gronda e dei pluviali in funzione della superficie del tetto

Superficie del tetto in proiezione orizzontale (mq)	Diametro minimo del canale di gronda (mm)	Diametro interno minimo del canale del pluviale (mm)
fino a 8	80	40
9 a 25	100	50
26 a 75	100	75
76 a 170	(125)	(90)
171 a 335	150	100
336 a 500	200	125
501 a 1000	250	150

Nota: il canale di gronda è considerato di forma semicircolare.

147.8.5. Collettori di scarico

Il diametro minimo dei collettori di scarico (interrati o sospesi al soffitto del piano cantinato) per il convogliamento delle acque piovane alla fognatura può essere desunto dalla seguente tabella, in funzione della superficie del tetto. Tali valori sono stati ottenuti applicando la formula di Chèzy-Bazin, in base ad un coefficiente di scabrezza = 0,16, intensità di pioggia = 100 mm/h, coefficienti di assorbimento =1 e canali pieni a metà altezza:

Tabella 147.16. - Diametro dei collettori di scarico per pluviali

Diametro minimo del collettore (mm)	Pendenza del collettore			
	1%	2%	3%	4%
	Superficie della copertura (mq)			
80	50	75	90	110
100	100	135	170	190
125	180	250	310	350
150	300	410	500	600
200	650	900	1100	1280
250	1100	1650	2000	2340
300	1900	2700	3300	3820

147.8.6. Pozzetto a chiusura idraulica

I pluviali che si allacciano alla rete fognante devono essere dotati di pozzetti a chiusura idraulica o sifoni, entrambi ispezionabili secondo il progetto esecutivo e/o secondo le indicazioni della Direzione dei lavori.

I pozzetti possono essere prefabbricati in conglomerato cementizio armato e vibrato oppure realizzati in opera.

147.8.7. Compiti del Direttore dei lavori

Il Direttore dei lavori per la realizzazione dell'impianto di scarico delle acque meteoriche opererà come segue:

- nel corso dell'esecuzione dei lavori, con riferimento ai tempi ed alle procedure, verificherà via via che i materiali impiegati e le tecniche di esecuzione siano effettivamente quelle prescritte ed inoltre, per le parti destinate a non restare in vista o che possono influire irreversibilmente sul funzionamento finale, verificherà che l'esecuzione sia coerente con quella concordata (questa verifica potrà essere effettuata anche in forma casuale e statistica nel caso di grandi opere). Effettuerà o farà effettuare e sottoscrivere in una dichiarazione di conformità le prove di tenuta.
- al termine dei lavori eseguirà una verifica finale dell'opera e si farà rilasciare dall'esecutore una dichiarazione di conformità dell'opera alle prescrizioni del progetto, del presente Capitolato e di altre eventuali prescrizioni concordate.

Il Direttore dei lavori raccoglierà inoltre in un fascicolo i documenti progettuali più significativi, la dichiarazione di conformità predetta (ed eventuali schede di prodotti) nonché le istruzioni per la manutenzione con modalità e frequenza delle operazioni.

147.8.8. Norme di riferimento

- Canali di gronda e relativi accessori di PVC non plastificato
UNI EN 607 Canali di gronda e relativi accessori di PVC non plastificato. Definizioni, requisiti e prove.
- Canali di gronda e pluviali di lamiera metallica
UNI EN 612 Canali di gronda e pluviali di lamiera metallica. Definizioni, classificazioni e requisiti.
- Supporti per canali di gronda
UNI EN 1462 Supporti per canali di gronda. Requisiti e prove.
- Criteri di progettazione, collaudo
UNI 9183 Edilizia. Sistemi di scarico delle acque usate. Criteri di progettazione, collaudo e gestione.
UNI 9183 FA 1-93 Foglio di Aggiornamento (SS UNI U32.05.285.0) n. 1 alla UNI 9193. Edilizia. Sistemi di scarico delle acque usate. Criteri di progettazione, collaudo e gestione.
UNI 9184 Edilizia. Sistemi di scarico delle acque meteoriche. Criteri di progettazione, collaudo e gestione.
UNI 9184 FA 1-93 Foglio di Aggiornamento (SS UNI U32.05.286.0) n. 1 alla UNI 9184. Edilizia. Sistemi di scarico delle acque meteoriche. Criteri di progettazione, collaudo e gestione.

147.8.9. Pompe

L'installazione delle elettropompe dovrà essere eseguita con notevole cura, per ottenerne il perfetto funzionamento idraulico, meccanico ed elettrico; in particolare si opererà in modo da:

- assicurare il perfetto livellamento orizzontale (o verticale) dell'asse delle pompe sul basamento di appoggio;
- consentire lo smontaggio ed il rimontaggio senza manomissioni delle tubazioni di attacco;
- prevenire qualsiasi trasmissione di rumori e vibrazioni agli ambienti, sia mediante interposizione di idoneo materiale smorzante, sia mediante adeguata scelta delle caratteristiche del motore elettrico, che dovrà essere comunque del tipo a quattro poli;
- inserire sulla tubazione di mandata valvole di ritegno del tipo ad ogiva silenziosa, od altro eventuale tipo avente uguali o migliori caratteristiche;
- garantire la piena osservanza delle norme CEI, sia per quanto riguarda la messa a terra, come per quanto concerne l'impianto elettrico.

Le pompe dovranno rispondere alle prescrizioni delle seguenti norme:

UNI ISO 2548 *Pompe centrifughe, semiassiali ed assiali. Codice di prove d'accettazione. Classe C.*

UNI ISO 3555 *Pompe centrifughe, semiassiali ed assiali. Codice per le prove di accettazione. Classe B.*

147.9. Prove e verifiche

147.9.1. Generalità

Le verifiche e prove indicate ai punti che seguono, saranno eseguite in corso d'opera dal Direttore dei Lavori, che ne redige regolare verbale in contraddittorio con l'Appaltatore; l'emissione del certificato di collaudo è subordinata al positivo esito delle sottoelencate verifiche e prove che dovranno essere eseguite quando le tubazioni sono ancora in vista e cioè prima che si proceda a verniciature, coibentazioni e rivestimenti, chiusura di tracce con malta od altro, cunicoli o cavedi impraticabili, rivestimenti murari, massetti, pavimentazioni, ecc..

147.9.2. Prova di tenuta idraulica delle reti di distribuzione

La prova a tenuta idraulica (**UNI 9182**) deve essere eseguita prima del montaggio della rubinetteria, chiusura dei vani, cavedi, ecc., dopo aver chiuso le estremità delle condutture con tappi a vite o flange, in modo da costituire un circuito chiuso e dopo aver riempito d'acqua il circuito stesso, si sottoporrà a pressione, per almeno 4 ore, la rete o parte di essa a mezzo di una pompa idraulica munita di manometro inserita in un punto qualunque del circuito.

Tutte le tubazioni in prova complete delle valvole e dei rubinetti di intercettazione mantenuti in posizione aperta saranno provate ad una pressione pari ad una 1,5 volte la pressione massima di esercizio dell'impianto ma comunque non inferiore a 6 kg/cm^2 .

La pressione di prova sarà letta su manometro inserito a metà altezza delle colonne montanti. Per pressione massima di esercizio si intende la massima pressione per la quale è stato dimensionato l'impianto onde assicurare la erogazione al rubinetto più alto e più lontano con la contemporaneità prevista e con il battente residuo non inferiore a $5 \text{ m H}_2\text{O}$.

La prova di tenuta sarà giudicata positiva se l'impianto, mantenuto al valore della pressione stabilita per 24 ore consecutive, non manifesterà perdite e quindi abbassamenti di pressione al di fuori delle tolleranze ammesse.

147.9.3. Prova di portata rete acqua fredda

La prova di portata rete acqua fredda intende accertare che l'impianto sia in grado di erogare la portata alla pressione stabilita quando sia funzionante un numero di erogazioni pari a quelle previste dai coefficienti di contemporaneità fissati nel presente Capitolato.

Si seguiranno le seguenti operazioni:

- apertura di un numero di utenze pari a quello stabilito dal coefficiente di contemporaneità, calcolato per il numero totale di apparecchi installati;
- le utenze funzionanti (il cui numero totale è fissato già dal comma precedente) saranno distribuite a partire dalle colonne più sfavorite (scelte in rapporto alla distanza ed al numero di apparecchi serviti), in maniera tale che ciascun tronco del collettore orizzontale alimenti il numero di apparecchi previsto dalla contemporaneità stabilita dalle prescrizioni contrattuali.

Nelle condizioni suddette si dovrà verificare che la portata alle utenze più sfavorite sia almeno quella prescritta nel Capitolato speciale d'appalto, e che la portata totale (misurata se è possibile all'organo erogatore), non sia inferiore alla portata prevista, in rapporto alle utenze funzionanti.

La prova potrà essere ripetuta distribuendo le utenze in modo da verificare il corretto dimensionamento delle varie colonne montanti, sempre nelle condizioni di contemporaneità stabilite dal contratto.

147.9.4. Prova idraulica a caldo

La prova di portata rete acqua calda (**UNI 9182**) viene eseguita con le medesime modalità per la rete acqua fredda, nelle seguenti condizioni di funzionamento:

- messa in funzione dell'impianto di preparazione acqua centralizzato per un tempo non inferiore a 2 ore consecutive;
 - temperatura iniziale maggiore di almeno 10°C della temperatura di esercizio;
- La prova sarà ritenuta positiva se non si sono verificate eccessive dilatazioni termiche delle tubazioni con conseguenti danneggiamenti alle strutture murarie (intonaci, rivestimenti, ecc.) e naturalmente perdite d'acqua.

147.9.5. Prova di erogazione di acqua calda

La prova di erogazione d'acqua calda (UNI 9182) viene eseguita con le medesime modalità nelle seguenti condizioni di funzionamento:

- durata minima 2 ore;
- apertura contemporanea di tutti i rubinetti o bocche di erogazione meno una;

La prova sarà ritenuta positiva se l'acqua calda viene erogata sempre alla stessa temperatura e portata, ammettendo una tolleranza del 10% rispetto alla portata prevista e non si sono verificate eccessive dilatazioni termiche delle tubazioni con conseguenti danneggiamenti alle strutture murarie (intonaci, rivestimenti, ecc.) e naturalmente perdite d'acqua. Per la temperatura, dopo l'erogazione di 1,5 litri, è ammessa una tolleranza di 1°C.

147.9.6. Prova di circolazione e coibentazione delle rete di distribuzione di acqua calda ad erogazione nulla

La prova ha lo scopo di verificare la funzionalità della rete di distribuzione dell'acqua calda e della coibentazione delle tubazioni.

La prova deve essere effettuata in periodo invernale o freddo, si riterrà soddisfacente quando la differenza di temperatura dell'acqua misurata tra il punto di partenza a quello di erogazione più lontano è inferiore o uguale a 2°C.

147.9.7. Prova di efficienza della rete di ventilazione secondaria

La prova di efficienza della rete di ventilazione secondaria consiste nel controllo della tenuta dei sifoni degli apparecchi gravanti sulle colonne da provare, quando venga fatto scaricare contemporaneamente, un numero di apparecchi pari a quello stabilito dalla contemporaneità.

147.9.8. Verifica del livello del rumore

La verifica del livello del rumore (UNI 9182) deve essere effettuata collocando il microfono ad almeno un 1 metro dalle pareti e ad un'altezza di 1,20 m dal pavimento. La prova deve essere effettuata eseguendo almeno 3 prelievi, ruotando il microfono secondo archi di cerchio.

La prova si ritiene positiva se i valori sono compresi nella tabella riportata al punto 23.4 della norma UNI 9182.

Art. 148 - Impianti di adduzione del gas

148.1. Generalità

Il dimensionamento delle tubazioni e degli eventuali riduttori di pressione deve essere tale da garantire il corretto funzionamento degli apparecchi di utilizzazione.

L'impianto interno ed i materiali impiegati devono essere conformi alla legislazione tecnica vigente.

Possono essere utilizzati esclusivamente tubi idonei. Sono considerati tali quelli rispondenti alle caratteristiche di seguito indicate e realizzati in acciaio, in rame o in polietilene.

148.2. Norme per impianti a gas di rete: progettazione, installazione, manutenzione

UNI 7128 *Impianti a gas per uso domestico alimentati da rete di distribuzione. Termini e definizioni.*

UNI 7129 *Impianti a gas per uso domestico alimentati da rete di distribuzione. Progettazione, installazione e manutenzione.*

UNI 7129:1992/A2 *Impianti a gas per uso domestico alimentati da rete di distribuzione. Progettazione, installazione e manutenzione.*

UNI 7129 FA 1-95 *Impianti a gas per uso domestico alimentati da rete di distribuzione. Progettazione, installazione e manutenzione.*

UNI 10738 *Impianti alimentati a gas combustibile per uso domestico preesistenti alla data 13 marzo 1990. Linee guida per la verifica delle caratteristiche funzionali.*

UNI 10435 *Impianti di combustione alimentati a gas con bruciatori ad aria soffiata di portata termica nominale maggiore di 35 kW. Controllo e manutenzione.*

148.3. Condotte di distribuzione del gas. Tubi

D.M. 24 novembre 1984 - Norme di sicurezza antincendio per il trasporto, la distribuzione, l'accumulo e l'utilizzazione del gas naturale con densità superiore a 0,8 Kg/m³.

- UNI 9034** *Condotte di distribuzione del gas con pressioni massime di esercizio minore/uguale 5 bar. Materiali e sistemi di giunzione.*
- UNI 9165** *Reti di distribuzione del gas con pressione massime di esercizio minori o uguali a 5 bar. Progettazioni, costruzioni e collaudi.*
- UNI 9165:1987/A1** *Reti di distribuzione del gas con pressione massime di esercizio minori o uguali a 5 bar. Progettazioni, costruzioni e collaudi.*
- UNI 9165:1987/A2** *Reti di distribuzione del gas con pressioni massime di esercizio minori o uguali a 5 bar. Progettazione, costruzione e collaudo.*
- UNI EN 969** *Tubi, raccordi ed accessori di ghisa sferoidale e loro assemblaggio per condotte di gas. Prescrizioni e metodi di prova.*
- UNI EN 969:1996/A1** *Tubi, raccordi ed accessori di ghisa sferoidale e loro assemblaggio per condotte di gas. Prescrizioni e metodi di prova.*
- UNI EN 1057** *Rame e leghe di rame. Tubi rotondi di rame senza saldatura per acqua e gas nelle applicazioni sanitarie e di riscaldamento.*

Impianti di derivazione di utenza del gas

- UNI 9860** *Impianti di derivazione di utenza del gas. Progettazione, costruzione e collaudo.*

Impianti a gas GPL

- UNI 7131** *Impianti a GPL per uso domestico non alimentati da rete di distribuzione. Progettazione, installazione, esercizio e manutenzione.*

148.4. Tubi di acciaio

a) I tubi di acciaio possono essere senza saldatura oppure con saldatura longitudinale e devono avere caratteristiche qualitative e dimensionali non inferiori a quelle indicate dalle norme:

UNI 8863 *Tubi senza saldatura e saldati, di acciaio non legato, filettabili secondo UNI ISO 7/1.*

UNI 8863 FA 1-89 *Tubi senza saldatura e saldati, di acciaio non legato, filettati secondo UNI ISO 7/1.*

b) I tubi in acciaio con saldatura longitudinale, se interrati, devono avere caratteristiche qualitative e dimensionali non inferiori a quelle indicate dalle norme:

UNI EN 10208-1 *Tubi di acciaio per condotte di fluidi combustibili. Condizioni tecniche di fornitura. Tubi della classe di prescrizione A.*

UNI EN 10208-2 *Tubi di acciaio per condotte di fluidi combustibili. Condizioni tecniche di fornitura. Tubi della classe di prescrizione B.*

148.5. Tubi di rame

I tubi di rame, da utilizzare esclusivamente per le condotte del gas della VII specie (pressione di esercizio non superiore a 0,04 bar) devono avere caratteristiche qualitative e dimensionali non minori di quelle indicate dalla norma **UNI EN 1057**- Rame e leghe di rame. Tubi rotondi di rame senza saldatura per acqua e gas nelle applicazioni sanitarie e di riscaldamento.

Nel caso di interrimento lo spessore non può essere minore di 2,0 mm.

148.6. Tubi di polietilene

I tubi di polietilene, ammessi unicamente per l'interramento all'esterno di edifici, devono avere caratteristiche qualitative e dimensionali non minori di quelle indicate dalla norma **UNI ISO 4437** - Tubi di polietilene (PE) per condotte interrate per distribuzione di gas combustibili. Serie metrica. Specifica - e in particolare della serie S8, con spessore minimo di 3 mm.

148.7. Giunzioni, raccordi, pezzi speciali, valvole

148.7.1. Tubazioni in acciaio

Per le tubazioni in acciaio si applicano le seguenti prescrizioni:

- l'impiego di giunti a tre pezzi è ammesso esclusivamente per i collegamenti iniziale e finale dell'impianto interno;
- le giunzioni dei tubi di acciaio devono essere realizzate mediante raccordi con filettature o a mezzo saldatura di testa per fusione o a mezzo di raccordi flangiati;
- nell'utilizzo di raccordi con filettatura è consentito l'impiego di mezzi di tenuta, quali ad esempio canapa con mastici adatti (tranne per il gas con densità maggiore di 0,8), nastro di tetrafluoroetilene, mastici idonei per lo specifico gas. È vietato l'uso di biacca, minio o altri materiali simili;
- tutti i raccordi ed i pezzi speciali devono essere realizzati di acciaio oppure di ghisa malleabile; quelli di acciaio con estremità filettate o saldate, quelli di ghisa malleabile con estremità unicamente filettate;
- le valvole devono essere di facile manovrabilità e manutenzione e con possibilità di rilevare facilmente le posizioni di aperto e di chiuso. Esse devono essere di acciaio, di ottone o di ghisa sferoidale con sezione libera di passaggio

non minore del 75% di quella del tubo sul quale vengono inserite. Non è consentito l'uso di ghisa sferoidale nel caso di gas con densità maggiore di 0,8.

148.7.2. Tubazioni in rame

Per le tubazioni in rame si applicano le seguenti prescrizioni:

- a) le giunzioni dei tubi di rame devono essere realizzate mediante brasatura capillare forte;
- b) i collegamenti mediante raccordi metallici a serraggio meccanico sono ammessi unicamente nel caso di installazioni fuori terra e a vista o ispezionabili. Non sono ammessi raccordi meccanici con elementi di materiale non metallico. I raccordi ed i pezzi speciali possono essere di rame, di ottone o di bronzo. Le giunzioni miste, tubo di rame con tubo di acciaio, devono essere realizzate mediante brasatura forte o raccordi filettati;
- c) non è ammesso l'impiego di giunti misti all'interno degli edifici, ad eccezione del collegamento della tubazione in rame con l'apparecchio utilizzatore;
- d) le valvole per i tubi di rame devono essere di ottone, di bronzo o di acciaio, con le medesime caratteristiche di cui al paragrafo 71.3 del presente Capitolato speciale.

148.7.3. Tubazioni in polietilene

Per le tubazioni in polietilene si applicano le seguenti prescrizioni:

- a) i raccordi ed i pezzi speciali devono essere realizzati in polietilene; le giunzioni devono essere realizzate mediante saldatura di testa per fusione a mezzo di elementi riscaldanti o mediante saldatura per elettrofusione o saldatura mediante appositi raccordi elettrosaldabili;
- b) le giunzioni miste, tubo di polietilene con tubo metallico, devono essere realizzate mediante raccordi speciali (giunti di transizione) polietilene-metallo idonei per saldatura o raccordi metallici filettati o saldati. Sono altresì ammesse giunzioni flangiate;
- c) le valvole per tubi di polietilene possono essere, oltre che dello stesso polietilene, anche con il corpo di ottone, di bronzo o di acciaio, sempre con le medesime caratteristiche di cui al paragrafo 71.3 del presente Capitolato speciale. In particolare la sezione libera di passaggio non deve essere minore di 75% di quella del tubo.

148.8. Posa in opera

Il percorso tra il punto di consegna e gli apparecchi utilizzatori deve essere il più breve possibile ed è ammesso:

- a) all'esterno dei fabbricati:
 - interrato;
 - in vista;
 - in canaletta;
- b) all'interno dei fabbricati:
 - in appositi alloggiamenti, in caso di edifici o locali destinati ad uso civile o ad attività soggette ai controlli dei Vigili del fuoco;
 - in guaina d'acciaio in caso di attraversamento di locali non ricompresi nei punti precedenti, di androni permanentemente aerati, di intercapedini, a condizione che il percorso sia ispezionabile.

Nei locali di installazione degli apparecchi il percorso delle tubazioni è consentito in vista.

Per le installazioni a servizio di locali o edifici adibiti ad attività industriali si applicano le disposizioni previste dal D.M. 24 novembre 1984.

148.9. Particolarità costruttive e divieti

- a) le tubazioni devono essere protette contro la corrosione e collocate in modo tale da non subire danneggiamenti dovuti ad urti;
- b) è vietato l'uso delle tubazioni del gas come dispersori, conduttori di terra o conduttori di protezione di impianti e apparecchiature elettriche, telefono compreso;
- c) è vietata la collocazione delle tubazioni nelle canne fumarie, nei vani e cunicoli destinati a contenere servizi elettrici, telefonici, ascensori o per lo scarico delle immondizie;
- d) eventuali riduttori di pressione o prese libere dell'impianto interno devono essere collocati all'esterno degli edifici o, nel caso delle prese libere, anche all'interno dei locali, se destinati esclusivamente all'installazione degli apparecchi. Queste devono essere chiuse o con tappi filettati o con sistemi equivalenti;
- e) è vietato l'utilizzo di tubi, rubinetti, accessori, ecc., rimossi da altro impianto già funzionante;
- f) all'esterno dei locali di installazione degli apparecchi deve essere installata, sulla tubazione di adduzione del gas, in posizione visibile e facilmente raggiungibile una valvola di intercettazione manuale con manovra a chiusura rapida per rotazione di 90° ed arresti di fine corsa nelle posizioni di tutto aperto e di tutto chiuso;
- g) per il collegamento dell'impianto interno finale, e iniziale (se alimentato tramite contatore), devono essere utilizzati tubi metallici flessibili continui;
- h) nell'attraversamento di muri la tubazione non deve presentare giunzioni o saldature e deve essere protetta da guaina murata con malta di cemento. Nell'attraversamento di muri perimetrali esterni, l'intercapedine fra guaina e tubazione

gas deve essere sigillata con materiali adatti in corrispondenza della parte interna del locale, assicurando comunque il deflusso del gas proveniente da eventuali fughe mediante almeno uno sfiato verso l'esterno;

- i) è vietato l'attraversamento di giunti sismici;
- l) le condotte, comunque installate, devono distare almeno 2 cm dal rivestimento della parete o dal filo esterno del solaio;
- m) fra le condotte ed i cavi o tubi di altri servizi deve essere adottata una distanza minima di 10 cm; nel caso di incrocio, quando tale distanza minima non possa essere rispettata, deve comunque essere evitato il contatto diretto interponendo opportuni setti separatori con adeguate caratteristiche di rigidità dielettrica e di resistenza meccanica; qualora, nell'incrocio, il tubo del gas sia sottostante a quello dell'acqua, esso deve essere protetto con opportuna guaina impermeabile in materiale incombustibile o non propagante la fiamma.
- n) è vietato collocare tubi del gas a contatto con tubazioni di adduzione dell'acqua, in prossimità degli incroci il tubo del gas deve essere protetto con apposita guaina impermeabile, incombustibile.

Per altri riferimenti si rimanda alle prescrizioni della norma:

UNI 7129 *Impianti a gas per uso domestico alimentati da rete di distribuzione. Progettazione, installazione e manutenzione.*

UNI 7129:1992/A2 *Impianti a gas per uso domestico alimentati da rete di distribuzione. Progettazione, installazione e manutenzione.*

UNI 7129 FA 1-95 *Impianti a gas per uso domestico alimentati da rete di distribuzione. Progettazione, installazione e manutenzione.*

148.10. Modalità di posa in opera all'esterno dei fabbricati

148.10.1. Posa in opera interrata

- a) tutti i tratti interrati delle tubazioni metalliche devono essere provvisti di un adeguato rivestimento protettivo contro la corrosione ed isolati, mediante giunti dielettrici, da collocarsi fuori terra, nelle immediate prossimità delle risalite della tubazione;
- b) le tubazioni devono essere posate su un letto di sabbia lavata, di spessore minimo 100 mm, e ricoperte, per altri 100 mm, di sabbia dello stesso tipo. Per le tubazioni in polietilene è inoltre necessario prevedere, a circa 300 mm sopra la tubazione, la sistemazione di nastri di segnalazione;
- c) l'interramento della tubazione, misurato fra la generatrice superiore del tubo ed il livello del terreno, deve essere almeno pari a 600 mm. Nei casi in cui tale profondità non possa essere rispettata occorre prevedere una protezione della tubazione con tubi di acciaio, piastre di calcestruzzo o con uno strato di mattoni pieni;
- d) le tubazioni interrate in polietilene devono essere collegate alle tubazioni metalliche prima della fuoriuscita dal terreno e prima del loro ingresso nel fabbricato;
- b) le tubazioni metalliche interrate devono essere protette con rivestimento esterno pesante, di tipo bituminoso oppure di materiali plastici, e devono essere posate ad una distanza reciproca non minore del massimo diametro esterno delle tubazioni (ivi compresi gli spessori delle eventuali guaine). Nel caso di parallelismi, sovrappassi e sottopassi tra i tubi del gas e altre canalizzazioni preesistenti, la distanza minima, misurata fra le due superfici affacciate, deve essere tale da consentire gli eventuali interventi di manutenzione su entrambi i servizi.

148.10.2. Posa in opera in vista

- 1) Le tubazioni installate in vista devono essere adeguatamente ancorate per evitare scuotimenti, vibrazioni ed oscillazioni. Esse devono essere collocate in posizione tale da impedire urti e danneggiamenti e ove necessario, adeguatamente protette.
- 2) Le tubazioni di gas di densità non superiore a $0,8 \text{ Kg/m}^3$ devono essere contraddistinte con il colore giallo, continuo o in bande da 20 cm, poste ad una distanza massima di 1,00 m l'una dall'altra. Le altre tubazioni di gas devono essere contraddistinte con il colore giallo, a bande alternate da 20 cm di colore arancione.

All'interno dei locali serviti dagli apparecchi le tubazioni non devono presentare giunti meccanici.

148.10.3. Posa in opera in canaletta

Le canalette devono essere:

- ricavate nell'estradosso delle pareti;
- rese stagne verso l'interno delle pareti nelle quali sono ricavate mediante idonea rinzaffatura di malta di cemento;
- nel caso siano chiuse, dotate di almeno due aperture di ventilazione verso l'esterno di almeno 100 cm^2 ciascuna, poste nella parte alta e nella parte bassa della canaletta. L'apertura alla quota più bassa deve essere provvista di rete tagliafiamma e, nel caso di gas con densità superiore a $0,8 \text{ Kg/m}^3$, deve essere ubicata a quota superiore del piano di campagna;
- ad esclusivo servizio dell'impianto.

148.11. Modalità di posa in opera all'interno dei fabbricati

148.11.1. Posa in opera in appositi alloggiamenti

L'installazione in appositi alloggiamenti è consentita a condizione che:

- gli alloggiamenti siano realizzati in materiale incombustibile, di resistenza al fuoco pari a quella richiesta per le pareti del locale o del compartimento attraversato ed in ogni caso non inferiore a REI 30;
- le canalizzazioni non presentino giunti meccanici all'interno degli alloggiamenti non ispezionabili;
- le pareti degli alloggiamenti siano impermeabili ai gas;
- siano ad esclusivo servizio dell'impianto interno;
- gli alloggiamenti siano permanentemente aerati verso l'esterno con apertura alle due estremità; l'apertura di aerazione alla quota più bassa deve essere provvista di rete tagliafiamma e, nel caso di gas con densità maggiore di 0,8, deve essere ubicata a quota superiore al piano di campagna, ad una distanza misurata orizzontalmente di almeno 10 m da altre aperture alla stessa quota o quota inferiore.

148.11.2. Posa in opera in guaina

Le guaine da collocare a vista devono essere:

- di acciaio di spessore minimo di 2 mm e di diametro superiore di almeno 2 cm a quello della tubazione del gas;
- devono essere dotate di almeno uno sfiato verso l'esterno. Nel caso una estremità della guaina sia attestata verso l'interno, questa dovrà essere resa stagna verso l'interno tramite sigillatura in materiale incombustibile.

Le tubazioni non devono presentare giunti meccanici all'interno delle guaine.

Sono consentite guaine metalliche o di plastica, non propagante la fiamma, nell'attraversamento di muri o solai esterni.

Nell'attraversamento di elementi portanti orizzontali, il tubo deve essere protetto da una guaina sporgente almeno 20 mm dal pavimento e l'intercapedine fra il tubo e il tubo guaina deve essere sigillata con materiali adatti (ad esempio asfalto, cemento plastico e simili). È vietato tassativamente l'impiego di gesso.

Nel caso di androni fuori terra e non sovrastanti piani cantinati è ammessa la posa in opera delle tubazioni sotto pavimento a condizioni che siano protette da una guaina corredata di sfiati alle estremità verso l'esterno.

Nel caso di intercapedini superiormente ventilate ed attestate su spazio scoperto non è richiesta la posa in opera in guaina, purché le tubazioni siano in acciaio con giunzioni saldate.

148.12. Gruppo di misurazione. Contatore

Il contatore del gas può essere installato:

- all'esterno in contenitore (armadio) o nicchia aerati;
- all'interno in locale o in una nicchia, entrambi aerati direttamente dall'esterno.

148.13. Prova di tenuta

La prova di tenuta deve essere eseguita prima di mettere in servizio l'impianto interno e di collegarlo al punto di consegna e quindi al contatore e agli apparecchi utilizzatori. Se qualche parte dell'impianto non è in vista, la prova di tenuta deve essere eseguita prima della copertura della tubazione. La prova dei tronchi in guaina contenenti giunzioni saldate deve essere eseguita prima del collegamento alle condotte di impianto.

La prova deve essere effettuata adottando gli accorgimenti necessari per l'esecuzione in condizioni di sicurezza e con le seguenti modalità:

- a) si tappano provvisoriamente tutti i raccordi di collegamento agli apparecchi e al contatore, avendo cura di chiudere tutti i rubinetti;
- b) si immette nell'impianto aria od altro gas inerte, fino a che sia raggiunta una pressione non inferiore a 100 mbar;
- c) dopo il tempo di attesa necessario per stabilizzare la pressione (comunque non minore di 15 min), si effettua una prima lettura della pressione, mediante un manometro ad acqua od apparecchio equivalente, di idonea sensibilità minima di almeno 0,1 mbar;
- d) dopo 15 min si effettua una seconda lettura.

Al termine della prova non devono verificarsi cadute di pressione rispetto alla lettura iniziale:

- se si verificassero delle perdite, queste devono essere ricercate con l'ausilio di soluzione saponosa o prodotto equivalente ed eliminate; le parti difettose devono essere sostituite e le guarnizioni rifatte. È vietato riparare dette parti con mastici, ovvero cianfrinarle. Eliminate le perdite, occorre eseguire di nuovo la prova di tenuta dell'impianto;
- la prova è considerata favorevole quando non si verificano cadute di pressione.

Per ogni prova a pressione deve essere redatto il relativo verbale in contraddittorio con l'impresa appaltatrice.

149 - Impianti termici

149.1. Impianti termici alimentati con gas combustibile

149.1.1. Norme di riferimento

Tutti i materiali, gli apparecchi, le installazioni e gli impianti alimentati con gas combustibile per uso domestico ed usi similari devono essere realizzati secondo le regole specifiche della buona tecnica, per la salvaguardia della sicurezza, devono rispondere alle prescrizioni della legge 6 dicembre 1971, n. 1083, recante norme per la sicurezza dell'impiego del gas combustibile.

I materiali, gli apparecchi, le installazioni e gli impianti alimentati con gas combustibile per uso domestico e l'odorizzazione del gas, realizzati secondo le norme specifiche per la sicurezza pubblicate dall'Ente nazionale di unificazione (UNI) in tabelle con la denominazione UNI-CIG (Comitato Italiano Gas), si considerano eseguiti secondo le regole della buona tecnica per la sicurezza.

L'esecuzione dell'impianto termico farà riferimento al D.M. 12 aprile 1996 - Approvazione della regola tecnica di prevenzione incendi per la progettazione, la costruzione e l'esercizio degli impianti termici alimentati da combustibili gas - ed alle norme UNI vigenti in materia di cui ai seguenti punti.

149.1.2. Norme per impianti a gas di rete: progettazione, installazione, manutenzione

UNI 7128 *Impianti a gas per uso domestico alimentati da rete di distribuzione. Termini e definizioni.*

UNI 7129 *Impianti a gas per uso domestico alimentati da rete di distribuzione. Progettazione, installazione e manutenzione.*

UNI 7129:1992/A2 *Impianti a gas per uso domestico alimentati da rete di distribuzione. Progettazione, installazione e manutenzione.*

UNI 7129 FA 1-95 *Impianti a gas per uso domestico alimentati da rete di distribuzione. Progettazione, installazione e manutenzione.*

UNI 10738 *Impianti alimentati a gas combustibile per uso domestico preesistenti alla data 13 marzo 1990. Linee guida per la verifica delle caratteristiche funzionali.*

UNI 10435 *Impianti di combustione alimentati a gas con bruciatori ad aria soffiata di portata termica nominale maggiore di 35 kW. Controllo e manutenzione.*

UNI 9165 *Reti di distribuzione del gas con pressione massime di esercizio minori o uguali a 5 bar. Progettazioni, costruzioni e collaudi.*

UNI 9165:1987/A1 *Reti di distribuzione del gas con pressione massime di esercizio minori o uguali a 5 bar. Progettazioni, costruzioni e collaudi.*

UNI 9165:1987/A2 *Reti di distribuzione del gas con pressioni massime di esercizio minori o uguali a 5 bar. Progettazione, costruzione e collaudo.*

149.1.3. Dispositivi di sorveglianza di fiamma. Termostati-Norme UNI

UNI EN 125 *Dispositivi di sorveglianza di fiamma per apparecchi utilizzatori a gas. Dispositivi termoelettrici di sicurezza all'accensione e allo spegnimento.*

UNI EN 125:1992/A1 *Dispositivi di sorveglianza di fiamma per apparecchi utilizzatori a gas. Dispositivi termoelettrici di sicurezza all'accensione e allo spegnimento.*

UNI EN 257 *Termostati meccanici per apparecchi utilizzatori a gas.*

UNI 10156 *Dispositivi automatici di programmazione e verifica della presenza di fiamma per bruciatori di gas. Prescrizioni di sicurezza.*

149.1.4. Bruciatori e caldaie

Il D.P.R. 15 novembre 1996, n. 660 - reca il Regolamento per l'attuazione della direttiva 92/42/CEE concernente i requisiti di rendimento delle nuove caldaie ad acqua calda, alimentate con combustibili liquidi o gassosi.

Le caldaie a gas debbono essere dotate di organi di sicurezza che interrompano automaticamente il flusso del gas in caso di spegnimento della fiamma per qualsiasi causa, in tempi misurati in secondi, commisurati alla potenzialità.

Le caldaie devono essere contrassegnate dalla marcatura CE e corredate dalla dichiarazione CE di cui all'articolo 8 del D.P.R. 15 novembre 1996, n. 660.

Le disposizioni di cui sopra si applicano altresì agli apparecchi commercializzati separatamente. In tal caso nella dichiarazione CE di conformità vengono riportati i parametri che consentono di ottenere, dopo il montaggio, i tassi di rendimento utile prescritti.

Le caldaie, con i requisiti di rendimento energetico maggiore o uguale a quello previsto all'allegato VI per le caldaie standard, possono recare le indicazioni specifiche di cui all'allegato I, punto 2, e all'allegato II del D.P.R. 15 novembre 1996, n. 660.

La marcatura CE e le altre indicazioni di cui al regolamento del D.P.R. n. 660/1996 sono apposte sulle caldaie e sugli apparecchi in modo visibile, facilmente leggibile e con sistema indelebile. È vietato apporre su tali prodotti qualsiasi altro segno che possa trarre in inganno sul significato e sul simbolo grafico della marcatura CE.

UNI EN 676 *Bruciatori automatici di combustibili gassosi ad aria soffiata.*

UNI 7271 *Caldaie ad acqua funzionanti a gas con bruciatore atmosferico. Prescrizione di sicurezza.*

UNI 7271 FA 1-90 3 *Caldaie ad acqua funzionanti a gas con bruciatore atmosferico. Prescrizioni di sicurezza.*

UNI 7271 FA 2-91 *Caldaie ad acqua funzionanti a gas con bruciatore atmosferico. Prescrizioni di sicurezza.*

UNI EN 297 *Caldaie di riscaldamento centralizzato alimentate a combustibili gassosi. Caldaie di tipo B11 e B11BS equipaggiate con bruciatore atmosferico con portata termica nominale minore o uguale a 70 kW.*

- UNI EN 297:1996/A2** Caldaie di riscaldamento centralizzato alimentate a combustibili gassosi. Caldaie di tipo B11 e B11BS equipaggiate con bruciatore atmosferico con portata termica nominale minore o uguale a 70 kW.
- UNI EN 297:1996/A3** Caldaie di riscaldamento centralizzato alimentate a combustibili gassosi. Caldaie di tipo B11 e B11BS equipaggiate con bruciatore atmosferico con portata termica nominale minore o uguale a 70 kW.
- UNI EN 297:1996/A5** Caldaie di riscaldamento centralizzato alimentate a combustibili gassosi. Caldaie di tipo B11 e B11BS equipaggiate con bruciatore atmosferico, con portata termica nominale minore o uguale a 70 kW.
- UNI EN 298** Sistemi automatici di comando e sicurezza per bruciatori a gas e apparecchi a gas con o senza ventilatore.
- UNI EN 625** Caldaie a gas per riscaldamento centrale. Prescrizioni specifiche per la funzione acqua calda sanitaria delle caldaie combinate con portata termica nominale non maggiore di 70 kW.
- UNI EN 676** Bruciatori automatici di combustibili gassosi ad aria soffiata.
- UNI 9893** Caldaie ad acqua funzionanti a gas corredate di bruciatore atmosferico con ventilatore nel circuito di combustione. Prescrizioni di sicurezza.
- UNI 9893 FA 1-94** Caldaie ad acqua funzionanti a gas corredate di bruciatore atmosferico con ventilatore nel circuito di combustione. Prescrizioni di sicurezza.
- UNI 10436** Caldaie a gas di portata termica nominale non maggiore di 35 kW. Controllo e manutenzione.

149.1.5. Valvole automatiche di sezionamento Rubinetti- Norme UNI

- UNI EN 161** Valvole automatiche di sezionamento per bruciatori a gas e apparecchi utilizzatori a gas.
- UNI EN 161:1993/A1** Valvole automatiche di sezionamento per bruciatori a gas e apparecchi utilizzatori a gas.
- UNI EN 161:1993/A2** Valvole automatiche di sezionamento per bruciatori a gas e apparecchi utilizzatori a gas.
- UNI EN 331** Rubinetti a sfera ed a maschio conico con fondo chiuso, a comando manuale, per impianti a gas negli edifici.

149.1.6. Criteri di verifica dei requisiti di sicurezza e sistemi di sicurezza

149.1.6.1. Verifica dei requisiti di sicurezza

Le verifiche dei requisiti di sicurezza, con riferimento agli art. 2 e 3 del D.P.R. 13 maggio 1998, n. 218 - Regolamento recante disposizioni in materia di sicurezza degli impianti alimentati a gas combustibile per uso domestico - dovranno rilevare nel rispetto della normativa UNICIG quanto segue:

- negli ambienti, ove sono installati gli apparecchi, deve essere assicurata la ventilazione in misura adeguata al tipo ed al numero degli apparecchi utilizzatori, allo scopo di garantire l'alimentazione di aria per la combustione, durante il funzionamento degli apparecchi;
- negli ambienti, ove sono installati gli apparecchi di cottura privi del controllo fiamma o di tipo A, deve essere assicurata una adeguata aerazione, per garantire il ricambio dell'aria sia per lo smaltimento di prodotti della combustione, sia per evitare la creazione di eventuali miscugli con un tenore pericoloso in gas non combustibili;
- gli impianti interni, dal misuratore, o dal punto di consegna del GPL, fino agli apparecchi utilizzatori, devono essere in grado di superare, con esito positivo, il controllo di tenuta, ivi comprese le tubazioni, gli accessori e il collegamento con gli apparecchi installati. I tubi flessibili devono essere conformi alle norme vigenti ed essere in regola con la data di sostituzione;
- il sistema di evacuazione dei fumi deve essere in grado di superare con esito positivo le verifiche di efficacia, con riferimento al tiraggio dei sistemi fumari e all'assenza di rigurgito dei fumi nei locali di installazione;
- gli apparecchi per la produzione di acqua calda sanitaria o per riscaldamento devono essere muniti di dispositivo di controllo che interrompe l'afflusso del gas all'apparecchio stesso, nel caso di spegnimento accidentale delle fiamme dei bruciatori.

L'eventuale impiego di dispositivi destinati a contribuire con misure aggiuntive, ma non sostitutive alla sicurezza di impiego del gas combustibile, mediante una funzione di rilevamento e di attivazione dell'intercettazione del gas stesso, in eventi eccezionali non intenzionali, non esonera dal rispetto di tutti i requisiti sopra richiamati, mentre le verifiche, ove siano presenti tali dispositivi, dovranno essere volte anche all'accertamento materiale della specifica funzione svolta.

Le modalità per effettuare i controlli e le verifiche atte all'accertamento dei requisiti di sicurezza sono indicate nelle norme tecniche per la salvaguardia della sicurezza, pubblicate dall'Ente nazionale di unificazione - UNI, ai sensi del comma 1 dell'articolo 7 della legge 5 marzo 1990, n. 46, ed approvate dal Ministero dell'industria, del commercio e dell'artigianato, in conformità dell'articolo 3 della legge 6 dicembre 1971, n. 1083.

Gli apparecchi a gas che rientrano nel campo di applicazione della direttiva 90/396/CEE del 29 giugno 1990 e i relativi dispositivi di sicurezza, regolazione e controllo, devono essere muniti rispettivamente di marcatura CE e di attestato di conformità ai sensi della citata direttiva.

Gli apparecchi che non rientrano nel campo di applicazione della citata direttiva 90/396/CEE devono essere costruiti secondo le regole della buona tecnica ai fini della salvaguardia della sicurezza ed essere rispondenti alla vigente

legislazione in materia. In ogni caso tali apparecchi dovranno essere dotati di dispositivi di sicurezza, di regolazione e controllo, muniti di attestato di conformità ai sensi della direttiva stessa.

149.1.6.2. Conformità degli apparecchi a gas

Per gli apparecchi a gas si farà riferimento al D.P.R. 15 novembre 1996, n. 661 - Regolamento per l'attuazione della direttiva 90/396/CEE concernente gli apparecchi a gas - secondo il quale, all'art.6, i metodi per attestare la conformità degli apparecchi fabbricati in serie sono i seguenti:

- a) l'esame CE del tipo previsto all'allegato II, punto 1;
- b) prima dell'immissione in commercio, a scelta del fabbricante:
 - 1) la dichiarazione CE di conformità al tipo, prevista dall'allegato II, punto 2;
 - 2) la dichiarazione CE di conformità al tipo, a garanzia della qualità della produzione, prevista dall'allegato II, punto 3;
 - 3) la dichiarazione CE di conformità al tipo, a garanzia della qualità del prodotto, prevista dall'allegato II, punto 4;
 - 4) la verifica CE prevista dall'allegato II, punto 5.

Ogni dispositivo deve essere accompagnato da una dichiarazione del fabbricante che attesti la conformità del dispositivo alle disposizioni del regolamento ad esso applicabili, nonché le caratteristiche e le condizioni di montaggio o d'inserimento in un apparecchio, in modo che risulti garantito il rispetto dei requisiti essenziali richiesti per gli apparecchi completi.

149.1.6.3. Sistemi di sicurezza

Definizioni:

- 1) Rivelatori di gas (RG)
Dispositivo costituito da almeno un elemento sensore atto a rivelare una determinata concentrazione di gas in aria, un dispositivo atto a generare il segnale d'allarme, elementi per il comando a distanza di altri dispositivi. Il RG può contenere l'alimentatore. Quando il RG non è direttamente alimentato dalla rete di pubblica distribuzione dell'energia elettrica tramite alimentatore incorporato, il costruttore deve specificare l'alimentatore esterno da impiegare ed indicarne tutte le caratteristiche atte ad individuarlo (**CIG/UNI-CEI 70028**).
- 2) Apparecchio di utilizzazione a gas.
Complesso fornito di uno o più bruciatori muniti dei rispettivi organi di regolazione.
- 3) Sistema di rilevamento gas (SRG).
Insieme composto dal RG, dal relativo alimentatore e da tutti i dispositivi supplementari come ad esempio allarmi ottici o acustici lontani, elementi attuatori per elettrovalvole (**CIG/UNI-CEI 70028**).
- 4) Organo di intercettazione.
Dispositivo atto ad interrompere l'afflusso del gas in una conduttura, in seguito a segnale di comando emesso dal SRG.
- 5) Limite inferiore di esplosività (LIE).
Minima concentrazione di gas, espressa come percentuale in volume di gas nella miscela aria-gas, al di sotto della quale, anche in presenza di un innesco, non si ha propagazione di fiamma (**CIG/UNI-CEI 70028**).
- 6) Segnale di allarme.
Segnale ottico, acustico ed elettrico emesso dal rivelatore per indicare una concentrazione di gas in aria maggiore di una soglia di intervento prestabilita (**CIG/UNI-CEI 70028**).
- 7) Segnale di guasto.
Segnale ottico o acustico atto ad indicare una condizione di difetto o guasto dei RG (**CIG/UNI-CEI 70028**).
I rivelatori di gas che possono installarsi, sono dei seguenti tipi:
 - *Sensori ad infrarosso, spettrometri, gas-cromatografi;*
 - *Tubi di rilevazione*, basati sul cambiamento di colore provocato dalla reazione chimica fra il gas ed il contenuto del tubo;
 - *Sensore catalitico*, basa il suo funzionamento sulla variazione di temperatura prodotta dalla combustione catalitica di un rivelatore a filo di platino;
 - *Sensore a semiconduttore*, un semiconduttore sintetizzato, di tipo N composto in maggior parte da ossidi viene mantenuto ad una temperatura di circa 450°C da un elemento riscaldante. Se del gas viene assorbito si produce uno scambio elettronico ed una conseguente variazione nella resistenza dinamica del semiconduttore.In assenza di specifiche indicazioni circa le caratteristiche dei rilevatori di gas del progetto esecutivo dell'impianto, l'Appaltatore si uniformerà alle indicazioni impartite dalla Direzione dei lavori.
Per i criteri di installazione ed i requisiti di accettazione si rimanda alle norme **CIG-UNI-CEI 70028** - Rivelatori di gas naturale e rivelatori di GPL per uso domestico e similare - e la C.M. 8 agosto 1996, n. 162429 - Legge n. 46/1990 sulla sicurezza degli impianti domestici e legge n. 1083/1971 sulla sicurezza di impiego del gas combustibile.
Lettera-circolare alle camere di commercio e agli uffici Upica sulle caratteristiche per la corretta installazione dei dispositivi rivelatori di gas combustibile per uso domestico e similare.

149.1.6.4. Criteri tecnici di riferimento per l'installazione

Criteria di installazione dei rivelatori di gas naturale o GPL, per uso domestico o simile con riferimento alla norma **CIG/UNI-CEI 70028**:

A) Criteri generali.

Qualora installato il RG dovrà essere posizionato nei locali in cui sono previsti uno o più apparecchi utilizzatori del gas combustibile.

L'installazione del RG e degli organi di intercettazione non deve alterare le condizioni di sicurezza dell'impianto interno.

L'installazione del RG e degli organi di intercettazione non deve alterare il corretto funzionamento degli apparecchi utilizzatori del gas combustibile.

Quando un RG viene installato in luoghi o ambienti in cui esista un locale presidiato esso deve essere dotato di ripetizione dei segnali ottici ed acustici in tale locale.

Il RG deve essere opportunamente collocato lontano da sorgenti di calore.

Il collegamento fra i vari elementi di un SRG deve essere realizzato secondo le istruzioni fornite dal costruttore e tale da realizzare un sistema conforme alla norma **CIG/UNI-CEI 70028**.

Nel caso in cui più apparecchi utilizzatori siano collocati in ambienti diversi, ogni ambiente potrà essere protetto da uno o più RG collegati all'organo di intercettazione di cui al successivo punto.

L'organo di intercettazione collegato al SRG deve essere a riarmo manuale e installato possibilmente a valle del punto di ingresso della condotta del gas dell'ambiente controllato, o all'esterno e di conseguenza adeguatamente protetto dagli agenti atmosferici.

B) Criteri di installazione dei rivelatori di gas naturale (metano).

Il RG va installato al di sopra del livello della possibile fuga di gas a circa 300 mm dal soffitto, in una posizione dove i movimenti dell'aria non siano impediti.

Il posizionamento del regolatore di gas non deve essere troppo vicino alle aperture o ai condotti di ventilazione poiché il flusso d'aria nei loro pressi può essere intenso e diminuire localmente la concentrazione dei gas.

Il RG non va installato al di sopra o presso le apparecchiature a gas poiché piccoli rilasci di gas possono avvenire l'atto dell'accensione e potrebbe causare falsi allarmi.

Per interventi immediati in caso di cedimento dei collegamenti flessibili, si fa rimando alle apparecchiature previste dalle norme specifiche.

C) Criteri di installazione dei rivelatori di GPL (gas di petrolio liquido)

Il RG va montato su una parete liscia ad una altezza sul pavimento di circa 300 mm e ad una distanza di non più di 4 m dalla apparecchiatura più usata. Il sito va protetto dagli urti e dai getti d'acqua durante le normali operazioni quali ad esempio quelle di pulizia.

Il RG non va installato:

- in uno spazio chiuso (ad esempio in un mobile o dietro un tendaggio);
- direttamente sopra un lavandino;
- vicino ad una porta o una finestra;
- vicino ad un ventilatore estrattore d'aria;
- in una zona dove la temperatura è al di fuori dei limiti previsti dal costruttore;
- dove sporcizia e polvere possono intasare il sensore.

Per interventi immediati in caso di cedimento dei collegamenti flessibili, si fa rimando alle apparecchiature previste dalle norme specifiche.

149.1.7. Locali di installazione di apparecchi per la climatizzazione di edifici ed ambienti, per la produzione centralizzata di acqua calda, acqua surriscaldata e/o vapore

149.1.7.1. Ubicazione

I locali devono essere destinati esclusivamente agli impianti termici e non devono risultare sottostanti o contigui a locali di pubblico spettacolo, ad ambienti soggetti ad affollamento superiore a 0,4 persone/m² o ai relativi sistemi di vie di uscita. Tale sottostanza o contiguità è tuttavia ammessa purché la parete confinante con spazio scoperto, strada pubblica o privata scoperta, o nel caso di locali interrati con intercapedine ad uso esclusivo, attestata superiormente su spazio scoperto o strada scoperta, si estenda per una lunghezza non inferiore al 20% del perimetro e la pressione di esercizio non superi i 0,04 bar.

149.1.7.2. Caratteristiche costruttive

I locali posti all'interno di fabbricati destinati anche ad altri usi devono costituire compartimento antincendio.

Le strutture portanti devono possedere i requisiti di resistenza al fuoco non inferiore a R 120, quelle di separazione da altri ambienti non inferiore a REI 120. Le strutture devono essere realizzate con materiale di classe 0 di reazione. Nel caso di apparecchi di portata termica complessiva inferiore a 116 kW è ammesso che tali caratteristiche siano ridotte a R60 e REI 60. Ferme restando le limitazioni di cui al punto 149.1.7.4. l'altezza del locale di installazione deve rispettare le seguenti misure minime, in funzione della portata termica complessiva:

- non superiore a 116 kW: 2,00 m;
- superiore a 116 kW e sino a 350 kW: 2,30 m;
- superiore a 350 kW e sino a 580 kW: 2,60 m;
- superiore a 580 kW: 2,90 m.

Nel caso di locali con copertura piana ed inclinata occorre far riferimento all'altezza media del locale, assicurando comunque un'altezza minima di 2 m laddove è prevista l'accessibilità agli organi di regolazione, sicurezza e controllo per gli interventi di manutenzione.

149.1.7.3. Aperture di aerazione

La superficie di aerazione, calcolata secondo quanto impartito nel punto 4.1.2 del D.M. 12 aprile 1996 - Approvazione della regola tecnica di prevenzione incendi per la progettazione, la costruzione e l'esercizio degli impianti termici alimentati da gas combustibile - , non deve essere in ogni caso inferiore di 3.000 cm^2 e nel caso di densità maggiore di $0,8 \text{ gr/dm}^3$ a 5.000 cm^2 .

In caso di locali sottostanti o contigui a locali di pubblico spettacolo o soggetti ad affollamento superiore a 0,4 persone/ m^2 o ai relativi sistemi di via di uscita, l'apertura di aerazione si deve estendere a filo del soffitto, nella parte più alta della parete attestata su spazio scoperto o su strada pubblica o privata scoperta o nel caso di locali interrati, su intercapedine ad uso esclusivo attestata superiormente su spazio scoperto o strada scoperta. La superficie netta di aerazione deve essere aumentata del 50% rispetto ai valori indicati al punto 4.1.2 del citato D.M. 12 aprile 1996 ed in ogni caso deve estendersi lungo almeno il 70% della parete attestata sull'esterno, come sopra specificato, per una altezza, in ogni punto, non inferiore a 0,50 m. Nel caso di alimentazione con gas a densità superiore a $0,8 \text{ gr/dm}^3$, tale apertura deve essere realizzata anche a filo del pavimento nel rispetto di quanto previsto al punto 4.1.2.1. del citato D.M. 12 aprile 1996 di seguito riportato:

4.1.2.1. Limitazioni delle aperture di aerazione per gli apparecchi alimentati con gas a densità maggiore di 0,8.

Almeno i 2/3 della superficie di aerazione devono essere realizzati a filo del piano di calpestio, con un'altezza minima di 0,2 m. Le aperture di aerazione devono distare non meno di 2 m, per portate termiche non superiori a 116 kW e 4,5 m per portate termiche superiori, da cavità, depressioni o aperture comunicanti con locali ubicati al di sotto del piano di calpestio o da canalizzazioni drenanti.

149.1.7.4. Disposizione degli impianti all'interno dei locali

Lungo il perimetro dell'apparecchio è consentito il passaggio dei canali da fumo e delle condotte aerotermitiche, delle tubazioni dell'acqua, gas, vapore e dei cavi elettrici a servizio dell'apparecchio.

È consentita l'installazione a parete di apparecchi previsti per tale tipo di installazione.

È consentito che più apparecchi termici a pavimento o a parete, previsti per il particolare tipo di installazione, siano posti tra loro in adiacenza o sovrapposti, a condizione che tutti i dispositivi di sicurezza e di controllo siano facilmente raggiungibili.

Il posizionamento dei vari componenti degli impianti deve essere tale da evitare il rischio di formazione di sacche di gas in misura pericolosa.

149.1.7.5. Accesso

L'accesso può avvenire dall'esterno da:

- spazio scoperto;
- strada pubblica o privata scoperta;
- porticati;
- intercapedine antincendio di larghezza non inferiore a 0,9 m;

oppure dall'interno tramite disimpegno, realizzato in modo da evitare la formazione di sacche di gas, ed avente le seguenti caratteristiche:

a) impianti di portata termica non superiore a 116 kW: resistenza al fuoco della struttura REI 30 e con porte REI 30;

b) impianti di portata termica superiore a 116 kW:

- superficie netta minima di 2 m^2 ;
- resistenza al fuoco della struttura REI 60 e con porte REI 60;
- aerazione a mezzo di aperture di superficie complessiva non inferiore a $0,5 \text{ m}^2$ realizzate su parete attestata su spazio scoperto, strada pubblica o privata scoperta, intercapedine.

Nel caso di alimentazione con gas a densità non superiore a 0,8, è consentito l'utilizzo di un camino di sezione non inferiore a $0,1 \text{ m}^2$.

Nel caso di locali ubicati all'interno del volume di fabbricati destinati, anche parzialmente a pubblico spettacolo, caserme, attività comprese nei punti 51, 75, 84, 85, 86, 87, 89, 90, 92 e 94 (per altezza antincendio oltre 54 m), dell'allegato al D.M. 16 febbraio 1982 o soggetti ad affollamento superiore a 0,4 persone per m^2 , l'accesso deve avvenire direttamente dall'esterno o da intercapedine antincendio di larghezza non inferiore a 0,9 m.

149.1.7.6. Porte

Le porte dei locali e dei disimpegni devono:

- essere apribili verso l'esterno e munite di congegno di autochiusura, di altezza minima di 2 m e larghezza minima 0,6 m.

Per impianti con portata termica complessiva inferiore a 116 kW il senso di apertura delle porte non è vincolato.

- possedere caratteristiche di resistenza al fuoco non inferiori a REI 60 o REI 30, per impianti di portata termica rispettivamente superiore e non a 116 kW. Alle porte di accesso diretto da spazio scoperto, strada pubblica o privata, scoperta, o da intercapedine antincendio non è richiesto tale requisito, purché siano in materiale di classe 0 di reazione al fuoco.

149.1.7.7. Limitazioni per l'installazione a quota inferiore a -5 m e sino a -10 m al di sotto del piano di riferimento

- a) Le aperture di aerazione e l'accesso devono essere ricavati su una o più intercapedini antincendio, attestate su spazio scoperto, non comunicanti con alcun locale e ad esclusivo uso del locale destinato agli apparecchi.
- b) All'esterno del locale ed in prossimità di questo deve essere installata, sulla tubazione di adduzione del gas, una valvola automatica del tipo normalmente chiuso asservita al funzionamento del bruciatore e al dispositivo di controllo della tenuta del tratto di impianto interno tra la valvola stessa e il bruciatore.
- c) La pressione di esercizio non deve essere superiore a 0,04 bar.

149.1.8. Locali di installazione di impianti cucina e lavaggio stoviglie

I locali, fatto salvo quanto consentito nel successivo punto 149.1.8.3., devono essere esclusivamente destinati agli apparecchi.

149.1.8.1. Caratteristiche costruttive

Le strutture portanti devono possedere resistenza al fuoco non inferiore a R 120, quelle di separazione da altri ambienti non inferiore a REI 120. Per impianti di portata termica complessiva fino a 116 kW sono consentite caratteristiche R/REI 60.

149.1.8.2. Accesso e comunicazioni

L'accesso può avvenire direttamente:

- dall'esterno, tramite porta larga almeno 0,9 m in materiale di classe 0 di reazione al fuoco;
- e/o dal locale consumazione pasti, tramite porte larghe almeno 0,9 m di caratteristiche almeno REI 30 negli altri casi, dotate di dispositivo di autochiusura anche del tipo normalmente aperto purché asservito ad un sistema di rivelazione incendi.

È consentita la comunicazione con altri locali, pertinenti l'attività servita dall'impianto, tramite disimpegno anche non aerato, con eccezione dei locali destinati a pubblico spettacolo, con i quali la comunicazione può avvenire esclusivamente tramite disimpegno avente le caratteristiche indicate al punto 149.1.7.5, b), indipendentemente dalla portata termica.

149.1.8.3. Installazioni in locali in cui avviene anche la consumazione di pasti

L'installazione di apparecchi a servizio di cucine negli stessi locali di consumazione pasti, è consentita alle seguenti ulteriori condizioni:

- a) gli apparecchi utilizzati devono essere asserviti a un sistema di evacuazione forzata (p.e.: cappa munita di aspiratore meccanico);
- b) l'alimentazione del gas alle apparecchiature deve essere direttamente asservita al sistema di evacuazione forzata e deve interrompersi nel caso che la portata di questo scenda sotto i valori prescritti in seguito; la riammissione del gas alle apparecchiature deve potersi fare solo manualmente;
- c) l'atmosfera della zona cucina, durante l'esercizio, deve essere mantenuta costantemente in depressione rispetto a quella della zona consumazione pasti;
- d) il sistema di evacuazione deve consentire l'aspirazione di un volume almeno uguale a $1 \text{ m}^3/\text{h}$ di fumi per ogni kW di potenza assorbita dagli apparecchi ad esso asserviti; (modificato dal D.M. 19 febbraio 1997);
- e) le cappe o i dispositivi similari devono essere costruiti in materiale di classe 0 di reazione al fuoco e dotati di filtri per grassi e di dispositivi per la raccolta delle eventuali condense;
- f) tra la zona cucina e la zona consumazione pasti deve essere realizzata una separazione verticale pendente dalla copertura fino a quota 2,2 m dal pavimento, atta ad evitare l'espandersi dei fumi e dei gas caldi in senso orizzontale all'interno del locale, in materiale di classe 0 di reazione al fuoco ed avente adeguata resistenza meccanica, particolarmente nel vincolo;
- g) le comunicazioni dei locali con altri, pertinenti l'attività servita, deve avvenire tramite porte REI 30 con dispositivo di autochiusura;

h) il locale consumazione pasti, in relazione all'affollamento previsto, deve essere servito da vie di circolazione ed uscite, tali da consentire una rapida e sicura evacuazione delle persone presenti in caso di emergenza.

149.1.8.4. Impianto elettrico

L'impianto elettrico deve essere realizzato in conformità alla legge 1 marzo 1968, n. 186 e tale conformità deve essere attestata secondo le procedure previste dalla legge 5 marzo 1990, n. 46.

L'interruttore generale nei locali deve essere installato all'esterno dei locali, in posizione segnalata ed accessibile. Negli altri casi deve essere collocato lontano dall'apparecchio utilizzatore, in posizione facilmente raggiungibile e segnalata. In particolare dovrà farsi riferimento alla norme CEI specifiche, anche se non espressamente richiamate.

L'impianto elettrico realizzato all'interno del locale riscaldato con i generatori a gas deve essere realizzato tenendo conto delle norme CEI specifiche. Per i luoghi con pericolo di esplosione le norme di riferimento attualmente sono le CEI 64-2, 64-2/A, 31-25, 31-35, CEI EN 60079-10, 60079-14, 60079-17.

Le zone da considerare nella progettazione sono quelle indicate attualmente dalla 64-2/A (zone definite C3Z2 e C3Z1), se i generatori sono a camera aperta (tipo B): in questo caso l'impianto elettrico deve avere uno specifico grado di protezione. Se i generatori d'aria calda sono di tipo stagno (tipo C) e la rete di adduzione gas e i relativi organi sono realizzati secondo norme costruttive di riferimento (CEI 64-2 F.3), non si hanno zone con grado di protezione specifico e quindi l'impianto elettrico può essere di tipo ordinario.

149.2. Impianti di riscaldamento alimentati a combustibile liquido

149.2.1. Definizioni

Si intende

- a) per "valori nominali" delle potenze e dei rendimenti di cui ai punti successivi, quelli dichiarati e garantiti dal costruttore per il regime di funzionamento continuo;
- b) per "potenza termica del focolare" di un generatore di calore, il prodotto del potere calorifico inferiore del combustibile impiegato e della portata di combustibile bruciato; l'unità di misura utilizzata è il kW;
- c) per "potenza termica convenzionale" di un generatore di calore, la potenza termica del focolare diminuita della potenza termica persa al camino; l'unità di misura utilizzata è il kW;
- d) per "potenza termica utile" di un generatore di calore, la quantità di calore trasferita nell'unità di tempo al fluido termovettore, corrispondente alla potenza termica del focolare diminuita della potenza termica scambiata dall'involucro del generatore con l'ambiente e della potenza termica persa al camino; l'unità di misura utilizzata è il kW;
- e) per "rendimento di combustione", sinonimo di "rendimento termico convenzionale" di un generatore di calore, il rapporto tra la potenza termica convenzionale e la potenza termica del focolare;
- f) per "rendimento termico utile" di un generatore di calore, il rapporto tra la potenza termica utile e la potenza termica del focolare;
- g) per "temperatura dell'aria in un ambiente", la temperatura dell'aria misurata secondo le modalità prescritte dalla norma tecnica **UNI 5364**;
- h) per "gradi-giorno" di una località, la somma, estesa a tutti i giorni di un periodo annuale convenzionale di riscaldamento, delle sole differenze positive giornaliere tra la temperatura dell'ambiente, convenzionalmente fissata a 20 °C, e la temperatura media esterna giornaliera; l'unità di misura utilizzata è il grado-giorno (GG).

149.2.2. Riferimenti legislativi e normativi

Legge 5 marzo 1990, n. 46 - Norme per la sicurezza degli impianti.

Legge 9 gennaio 1991, n. 10 - Norme per l'attuazione del Piano energetico nazionale in materia di uso razionale dell'energia, di risparmio energetico e di sviluppo delle fonti rinnovabili di energia.

D.P.R. 26 agosto 1993, n. 412 - Regolamento recante norme per la progettazione, l'installazione, l'esercizio e la manutenzione degli impianti termici degli edifici ai fini del contenimento dei consumi di energia, in attuazione dell'art. 4, comma 4, della legge 9 gennaio 1991, n. 10.

per il calcolo del fabbisogno termico e collaudo:

UNI 5364 *Impianti di riscaldamento ad acqua calda. Regole per la presentazione dell'offerta e per il collaudo.*

UNI 7357 *Calcolo del fabbisogno termico per il riscaldamento di edifici.*

UNI 7357 FA 3-89 *Calcolo del fabbisogno termico per il riscaldamento di edifici.*

Per le prescrizioni di sicurezza:

UNI 10412 *Impianti di riscaldamento ad acqua calda. Prescrizioni di sicurezza.*

149.2.3. Bruciatori

I bruciatori dovranno rispettare le prescrizioni dell'art. 10 del D.P.R. 22 dicembre 1970, n. 1391, di seguito riportato. I combustibili liquidi non possono essere impiegati nei focolari se non per mezzo di idonei apparecchi bruciatori rispondenti alle caratteristiche costruttive e funzionali appresso specificate.

La massima potenzialità di un bruciatore, in relazione al tipo ed alle caratteristiche del combustibile o dei combustibili da usare nonché le corrispondenti temperature di preriscaldamento devono essere dichiarate dal costruttore e riportate su apposita targa ben visibile, applicata in modo inamovibile sul corpo del bruciatore stesso.

La temperatura di preriscaldamento dei combustibili liquidi aventi viscosità superiore a 4 gradi Engler deve essere non inferiore a 70°C.

Sono ammessi bruciatori che permettano di usare combustibili di tipi e caratteristiche diverse da quelli originariamente previsti ed indicati nella targa purché i nuovi dati siano riportati su di una nuova targa regolamentare. In questo caso la targa deve essere sostituita a cura dell'installatore che esegue la modifica.

La potenzialità massima di un bruciatore può essere ridotta da parte del costruttore mediante limitazione della corsa di un organo di regolazione da attuarsi in modo permanente e da riconoscersi all'atto del collaudo dell'impianto termico.

La nuova potenzialità massima deve risultare sull'apposita targa.

La potenzialità massima di esercizio di un bruciatore non deve in nessun caso risultare superiore alla potenzialità massima del focolare servito.

I bruciatori devono essere sempre muniti di organi di regolazione, manuali o automatici, che consentano di parzializzare la portata del combustibile e quella dell'aria comburente, al fine di adeguarle alle fasi di avviamento ed alle diverse richieste dell'impianto termico.

I bruciatori devono essere alimentati dai serbatoi tramite tubazioni metalliche poste in opera stabilmente e con giunzioni a perfetta tenuta.

Sono ammessi tronchi di tubazioni flessibili solo per i collegamenti dei bruciatori: in questo caso essi non devono avere lunghezza superiore a 1,50 m e devono essere posti in vista, devono essere costituiti con materiali resistenti alla temperatura ed all'azione del combustibile, protetti con guaina metallica esterna.

Le condotte di alimentazione devono essere assoggettate a prova di tenuta mediante gasolio. La prova va estesa a tutto il loro sviluppo e va effettuata prima del collaudo dell'impianto termico. La pressione di prova deve essere pari ad 1,5 volte quella di esercizio e comunque non inferiore a 4 kg/cm².

È obbligatorio che sulle condotte di alimentazione dei bruciatori sia inserito un dispositivo di filtrazione del combustibile ubicato in modo tale che l'ispezione e la pulizia ne risultino agevoli.

La temperatura dei combustibili preriscaldati deve potersi facilmente rilevare in prossimità del loro ingresso nel bruciatore per consentire la verifica con quella prescritta sulla targa.

L'avviamento ed il funzionamento dei bruciatori devono essere resi impossibili mediante opportuni dispositivi di interdizione quando la temperatura dei combustibili in arrivo sia inferiore di oltre 5°C a quella corrispondentemente prescritta sulla targa.

L'alimentazione del combustibile ai bruciatori in caso di mancanza di fiamma, deve essere automaticamente arrestata entro i tempi massimi indicati nella seguente tabella:

Tabella 149.1. - Tempi di arresto dei bruciatori in mancanza di fiamma

Potenzialità massima (kcal/h)	Tempi d'arresto massimi (secondi)
Fino a 200.000	20
Da 200.000 a 600.000	10
Oltre 600.000	5(1)

(1) In caso di spegnimento della fiamma durante il funzionamento, l'arresto deve verificarsi entro un secondo.

I bruciatori muniti di dispositivi automatici di accensione devono consentire tentativi di accensione o di riaccensione solamente entro i tempi d'arresto indicati nella tabella.

Entro detti tempi sono consentiti tentativi automatici di riaccensione in numero non superiore a tre per i bruciatori di potenzialità massima fino a 600.000 kcal/h (pari a 698 kW) ed a uno per i bruciatori di potenzialità massima oltre 600.000 kcal/h (pari a 698 kW).

I dispositivi automatici non devono permettere interventi manuali tendenti a prolungare i tempi d'arresto od a rinnovare il numero dei tentativi di riaccensione oltre quelli ammessi.

I dispositivi automatici che agiscono sugli organi di arresto dell'alimentazione del combustibile ai bruciatori devono essere costituiti in modo tale che, dopo i tempi di arresto regolamentari, possano essere reinseriti soltanto mediante intervento manuale.

I focolari serviti da bruciatori aventi potenzialità massima fino a 600.000 kcal/h (pari a 698 kW), prima dei tentativi di accensione susseguenti ad un reinserimento dei dispositivi automatici, devono essere liberati dai prodotti gassosi mediante ventilazione forzata di durata non inferiore a 10 secondi.

I focolari serviti da bruciatori aventi potenzialità massima superiore a 600.000 kcal/h (pari a 698 kW) prima dei tentativi di accensione susseguenti ad un reinserimento dei dispositivi automatici, devono essere liberati dai prodotti gassosi mediante ventilazione forzata di durata non inferiore a 15 secondi.

La ventilazione dei focolari può essere attuata anche mediante tiraggio naturale, in questo caso la sua durata minima deve essere doppia di quelle sopra indicate.

Gli impianti termici nei quali si impiegano i combustibili solidi ammessi dalla legge sono soggetti alle disposizioni riportate di seguito nei casi in cui:

- il focolare abbia un sistema di alimentazione meccanica del combustibile;
- nel focolare vengano bruciati combustibili macinati di qualunque tipo.

La massima potenzialità consentita da un dispositivo di alimentazione meccanica per focolari in relazione al tipo ed alle caratteristiche del combustibile da usare, deve essere dichiarata dal costruttore e riportata su apposita targa ben visibile, applicata in modo inamovibile sul corpo del dispositivo stesso.

Sono ammessi dispositivi che permettano di bruciare combustibili solidi di tipi e caratteristiche diverse purché questi siano indicati sulla medesima targa di cui sopra.

Sono ammesse le trasformazioni di dispositivi le quali permettano di usare combustibili solidi di tipo e caratteristiche diverse da quelli originariamente previsti ed indicati nella targa purché i nuovi dati siano riportati su di una nuova targa regolamentare.

La potenzialità massima di un dispositivo può essere ridotta mediante modifica delle caratteristiche di un organo meccanico purché sia attuata in modo permanente senza possibilità di manomissione e venga riconosciuta idonea all'atto del collaudo dell'impianto termico.

La potenzialità massima di esercizio di un dispositivo di alimentazione meccanica di combustibile solido non deve in nessun caso essere superiore alla potenzialità massima del focolare servito.

I combustibili polverizzati non possono essere usati nei focolari se non per mezzo di idonei dispositivi bruciatori aventi potenzialità superiore ad 1.000.000 di kcal/h (pari a 1,6 MW).

I dispositivi bruciatori di combustibili polverizzati devono rispondere a tutte le disposizioni stabilite per i dispositivi di alimentazione meccanica dei combustibili solidi ad eccezione di quelle relative alla riduzione della potenzialità massima, che non è consentita.

Sono consentiti anche i dispositivi bruciatori di miscele di combustibili liquidi con combustibili solidi sotto forma polverizzata sempreché rispondenti alle medesime disposizioni stabilite per i bruciatori di combustibili polverizzati.

Norme UNI di riferimento:

UNI 7824 *Bruciatori monoblocco di combustibili liquidi a polverizzazione. Caratteristiche e metodi di prova.*

UNI 7824 FA 2-90 *Bruciatori monoblocco di combustibili liquidi a polverizzazione. Caratteristiche e metodi di prova.*

UNI 7824 FA 114-83 *Foglio di aggiornamento n. 1 alla UNI 7824. Bruciatori monoblocco di combustibili a polverizzazione. Caratteristiche e metodi di prova.*

UNI EN 230 *Bruciatori monoblocco di olio combustibile a polverizzazione. Dispositivi di sicurezza, di comando e di regolazione. Tempi di sicurezza.*

UNI EN 267:1993/A1 *Dispositivi di sicurezza per blocco e regolazione dei bruciatori monoblocco a combustibile liquido a nebulizzazione.*

UNI 9221 *Bruciatori ad aria soffiata per combustibili liquidi e gassosi destinati a generatori di calore utilizzati in impianti di benessere. Norme per l'ordinazione e la fornitura.*

149.2.4. Sistema di alimentazione del bruciatore

L'alimentazione del bruciatore (con riferimento alla C.M. 29 luglio 1971, n. 73) può avvenire per aspirazione, per gravità o per circolazione forzata.

Nel caso di alimentazione per gravità o a mezzo sifone, o per circolazione forzata, la tubazione di adduzione del liquido al bruciatore deve essere munita di dispositivo automatico di intercettazione che consenta il passaggio del combustibile soltanto durante il funzionamento del bruciatore. Tale dispositivo deve presentare caratteristiche di idoneità in funzione della pressione a monte del dispositivo stesso. Tale dispositivo, ove le prove effettuate su prototipo dal centro studi ed esperienze antincendi abbiano dato esito positivo, è da ritenersi senz'altro idoneo.

La tubazione di alimentazione del combustibile deve essere inoltre provvista di un organo di intercettazione a chiusura rapida e comandabile a distanza dall'esterno dei locali serbatoio e caldaia.

Nel caso di alimentazione per gravità, direttamente o a mezzo sifone, la tubazione di ritorno deve essere munita di valvola di ritegno.

Almeno uno dei dispositivi d'intercettazione deve essere installato all'esterno del locale caldaia.

Le tubazioni devono essere metalliche, rigide, solidamente fissate.

È consentito che il collegamento della tubazione di alimentazione con il bruciatore sia realizzato con tubo flessibile purché questo presenti i requisiti seguenti:

- a) essere protetto con idoneo rivestimento di materiale incombustibile;
- b) risultare a perfetta tenuta sotto una pressione di prova pari ad almeno 1,5 volte quella di esercizio e comunque non inferiore a 4 atmosfere;
- c) essere completamente in vista; avere sviluppo il più breve possibile; essere inalterabile all'azione dei liquidi combustibili.

149.2.5. Serbatoi per combustibili liquidi (gasolio e olio combustibile)

I combustibili liquidi da usarsi negli impianti termici, ai sensi dall'art. 5 del D.P.R. n. 1391/1970, devono essere depositati entro serbatoi a perfetta tenuta di liquido e di gas.

I serbatoi possono essere costruiti in lamiera di acciaio o in c.a., preferibilmente di tipo prefabbricato confezionato con cemento ad alta resistenza ed opportunamente vibrato: le pareti devono avere uno spessore minimo di 5 cm. I serbatoi in

lamiera in acciaio, di forma preferibilmente cilindrica per la sua maggiore resistenza, deve avere uno spessore minimo di 4 mm per le pareti e di 5 mm per il fondo; per i serbatoi da 10 ÷ 15 m³ lo spessore non deve essere inferiore a 5 mm. I serbatoi di combustibile liquido da interrare devono essere opportunamente protetti contro la corrosione mediante: bitumatura, catramatura o trattamento con vernice asfaltica, ovvero secondo le ulteriori indicazioni impartite dalla Direzione dei lavori.

149.2.6. Dispositivi di dotazione

Tutti i serbatoi di deposito di combustibile liquido devono essere provvisti:

- di tubo di carico metallico fissato stabilmente al serbatoio e avente l'estremità libera posta in chiusino interrato o in una nicchia nel muro dell'edificio e comunque ubicato in modo da evitare che il combustibile, in caso di spargimento, invada locali sottostante. Le bocche di carico dei combustibili liquidi devono essere predisposte per la chiusura ermetica con apposito tappo;
- nella parte alta, di un passo d'uomo con chiusura ermetica, facilmente accessibile per il prelevamento di campioni del combustibile in essi contenuto;
- di tubo di sfiato dei vapori e dell'aria avente diametro interno pari alla metà del diametro del tubo di scarico ma in ogni caso non inferiore a 25 mm. Detto tubo deve essere fissato stabilmente al serbatoio, inoltre deve avere lo sbocco all'esterno delle costruzioni, ad un'altezza non inferiore a 2,50 m dal suolo praticabile e ad almeno 1,50 m da porte o finestre; se lo sbocco del tubo avviene al disotto di finestre o di ripiani praticabili, la distanza da questi non deve essere inferiore a 6,00 m. L'estremità libera del tubo di sfiato deve essere ripiegata ad U e dotata di rete tagliafiamma per impedire la propagazione in caso di incendio di vapori di combustibile verso l'interno. In luogo della rete tagliafiamma può adottarsi uno specifico tappo di aerazione. I tubi di sfiato o di troppo-pieno dei serbatoi di servizio ammessi nei locali contenenti focolari, devono avere diametro non inferiore a quello dei tubi di arrivo e devono essere collegati ermeticamente con la sommità del serbatoio di deposito.
- di dispositivo atto ad interrompere, in fase di carico, il flusso del combustibile allorché si raggiunge il 90% della capacità geometrica del serbatoio, che deve essere montato all'interno del serbatoio. Tale dispositivo si può installare in alternativa al tubo troppo-pieno;
- di tubo troppo-pieno, solidamente fissato ad un'estremità del serbatoio. Il diametro del tubo di troppo-pieno deve essere uguale a di carico incrementato di un decimo. L'estremità del tubo di troppo pieno deve essere con tenuta a superficie piana o conica e con coperchio filettato o cerniera.

Le tubazioni di alimentazione dei bruciatori devono essere munite di un organo che consenta di eseguire facilmente prelevamenti di campioni del combustibile in essi circolante.

149.3. Generatori di calore ad acqua calda

Con riferimento all'art. del D.P.R. 15 novembre 1996, n. 660, i diversi tipi di caldaie devono rispettare i rendimenti utili indicati nell'Allegato VI sia a potenza nominale, cioè in funzionamento alla potenza nominale P_n, espressa in chilowatt, per una temperatura media dell'acqua nella caldaia di 70°C, sia a carico parziale, cioè in funzione a carico parziale del 30%, per una temperatura media dell'acqua nella caldaia, diversa a seconda del tipo di caldaia.

Secondo l'art. 16 del D.M. 1 dicembre 1975, i generatori di calore alimentati da combustibile solido, liquido o gassoso per impianti centrali di riscaldamento utilizzando acqua calda sotto pressione con temperatura dell'acqua non superiore alla temperatura di ebollizione alla pressione atmosferica, con esclusione di quelli destinati ad impianti con potenzialità globale dei focolari non superiore a 30.000 kcal/h (35 kW) e di quelli ricadenti nelle ipotesi previste, per i generatori di vapore, all'art. 3 del R.D. 12 maggio 1927, n. 824, devono essere realizzati dal costruttore ed installati in modo che ne sia assicurata la stabilità nelle condizioni di massima pressione di esercizio alla quale sono destinati a funzionare.

I generatori di calore di cui sopra devono essere sottoposti, a costruzione ultimata ed a cura del costruttore, ad una prova idraulica non inferiore a 1,5 volte la pressione massima di esercizio per la quale sono stati costruiti e devono essere muniti di una targa di costruzione, applicata in modo inamovibile su una parte essenziale e visibile del generatore, recante le seguenti indicazioni:

- a) nome del costruttore;
- b) numero di fabbrica o sigla di identificazione del generatore;
- c) potenzialità nominale in kcal/h (kW);
- d) potenzialità corrispondente del focolare, in kcal/h (kW);
- e) tipi di combustibili utilizzabili;
- f) pressione massima di esercizio.

Per i generatori di calore ad elementi, la prova idraulica di cui sopra può essere effettuata separatamente su ogni singolo elemento.

Per ogni generatore, il costruttore deve rilasciare un certificato con l'indicazione dei dati di targa, della data di esecuzione della prova idraulica del generatore o dei singoli elementi e del buon esito della prova stessa.

Le disposizioni del presente articolo si applicano, altresì, ai generatori di calore per i quali si proceda a riparazioni comportanti modifiche alla struttura costruttiva originaria.

Per ogni impianto, realizzato con uno o più generatori di calore e soggetto alle disposizioni del presente articolo, deve essere presentata denuncia all'Associazione per il controllo della combustione allorché:

- a) s'intenda effettuare l'installazione;

- b) s'intenda apportare modifiche interessanti i dispositivi di sicurezza e di protezione dei generatori;
- c) s'intenda procedere alla sostituzione o modifica dei generatori comportante un aumento della potenzialità nominale o una variazione della pressione di targa rispetto a quella dei generatori di calore esistenti all'atto della prima installazione;
- d) si siano verificati incidenti o gravi avarie. Le denunce di cui ai punti a), b) e c) devono essere fatte dall'installatore e debbono pervenire all'Associazione nazionale per il controllo della combustione prima che si inizi la costruzione e modifica dell'impianto; le denunce di cui al punto d) devono essere fatte dall'Amministratore nel caso di impianti di condomini in cui l'Amministratore è prescritto dal Codice civile oppure dall'utente, entro 24 ore dall'evento.

Nei casi previsti dai punti a), b), c) l'installatore deve presentare, unitamente alla denuncia, il progetto firmato da un ingegnere o altro tecnico abilitato a norma delle disposizioni in vigore. L'Associazione nazionale per il controllo della combustione provvede all'esame della rispondenza del progetto alle presenti norme, comunicandone le risultanze al richiedente.

149.3.1. Norme UNI di riferimento

- UNI EN 303-1** *Caldaie per riscaldamento. Caldaie con bruciatori ad aria soffiata. Terminologia, requisiti generali, prova e marcatura.*
- UNI EN 303-2** *Caldaie per riscaldamento. Caldaie con bruciatori ad aria soffiata. Requisiti particolari per caldaie con bruciatori di olio combustibile a polverizzazione.*
- UNI EN 304** *Caldaie per riscaldamento. Regole di prova per caldaie con bruciatori di olio combustibile a polverizzazione.*
- UNI EN 304:1994/A1** *Caldaie per riscaldamento. Regole di prova per caldaie con bruciatori di olio combustibile a polverizzazione.*
- UNI 10389** *Generatori di calore. Misurazione in opera del rendimento di combustione.*
- UNI 7936** *Generatori di calore ad acqua calda con potenza termica fino a 2,3 MW, funzionanti con combustibile liquido e/o gassoso e bruciatori ad aria soffiata. Prova termica.*
- UNI 7936 FA 130-84** *Foglio di aggiornamento n. 1 alla UNI 7936. Generatori di calore ad acqua calda con potenza termica fino a 2,3 MW, funzionanti con combustibile liquido e/o gassoso e bruciatori ad aria soffiata. Prova termica.*
- UNI 7936 FA 168-87** *Foglio di aggiornamento n. 3 alla UNI 7936. Generatori di calore ad acqua calda con potenza termica fino a 2,3 MW, funzionanti con combustibile liquido e/o gassoso e bruciatori ad aria soffiata. Prova termica.*

149.3.2. Dispositivi di sicurezza

I generatori di calore di cui all'art. 16 del D.M. 1 dicembre 1975, devono essere dotati dei dispositivi di sicurezza di seguito specificati in relazione alle condizioni di impianto.

Nel caso di impianti con vaso di espansione aperto, ogni generatore deve essere munito di almeno una tubazione non intercettabile, di diametro interno correlato alla potenzialità dell'impianto ed alla lunghezza virtuale di detta tubazione e, in ogni caso, non inferiore a 18 mm, tale da consentire attraverso il vaso di espansione aperto, lo scarico nell'atmosfera della quantità massima di vapore producibile in relazione alla potenzialità nominale del generatore.

Nel caso di impianti con vaso di espansione chiuso, ogni generatore deve essere munito di almeno una valvola di sicurezza non intercettabile, di diametro interno dell'orificio non inferiore a 15 mm, atta a scaricare la quantità massima di vapore producibile in relazione alla potenzialità del generatore, tarata alla pressione massima di esercizio; il generatore di calore deve altresì, essere collegato al vaso di espansione mediante una tubazione di diametro interno correlato alla potenzialità del generatore ed in ogni caso non inferiore a 18 mm.

Nel caso di impianti realizzati con più generatori, deve essere comunque assicurata la comunicazione di ogni generatore con un vaso di espansione o con l'atmosfera.

I generatori di calore di cui all'art. 16 del D.M. 1 dicembre 1975, salvo quelli alimentati con combustibile solido non polverizzato, devono essere corredati dei seguenti dispositivi di protezione e di controllo:

- 1) un interruttore termico automatico di regolazione sistemato e tarato in modo da interrompere l'apporto di calore quando la temperatura dell'acqua all'uscita del generatore raggiunga il valore di regolazione, con un massimo pari alla temperatura di ebollizione alla pressione atmosferica diminuita di almeno 5°C;
- 2) un interruttore termico automatico di blocco a reinserimento manuale sistemato e tarato in modo da interrompere l'apporto di calore allorché la temperatura dell'acqua all'uscita del generatore raggiunga un valore prefissato con un massimo pari alla temperatura di ebollizione alla pressione atmosferica, indipendente, negli organi di comando e di controllo, dal dispositivo di cui al punto 1);
- 3) un termometro atto ad indicare la temperatura dell'acqua all'uscita dal generatore di calore ed un indicatore della pressione esistente nel generatore stesso.

Gli impianti con vaso di espansione chiuso devono inoltre essere corredati di un pressostato di blocco a reinserimento manuale regolato in modo da interrompere l'apporto di calore, allorché la pressione raggiunge un valore prefissato e comunque non superiore alla pressione massima di esercizio del generatore indicata sulla targa dal costruttore.

I generatori di calore di cui all'art. 16 del D.M. 1 dicembre 1975, alimentati con combustibile solido non polverizzato, possono essere installati solo in impianti del tipo a vaso aperto e devono soddisfare ad almeno una delle seguenti condizioni:

- 1) siano forniti di focolare meccanico e adduzione meccanica totale dell'aria comburente;

2) siano corredati di un riscaldatore d'acqua di consumo o di uno scambiatore di calore di emergenza, muniti di scarico di sicurezza termico;

3) siano inseriti in impianti a circolazione naturale, sprovvisti di organi di intercettazione sul circuito dell'acqua.

I generatori di calore alimentati con combustibile solido non polverizzato devono inoltre essere corredati degli strumenti previsti al punto 3) dell'art. 20 del D.M. 1 dicembre 1975, nonché di un dispositivo atto ad arrestare l'immissione di aria comburente e di un dispositivo di allarme acustico che intervenga quando la temperatura dell'acqua all'uscita dal generatore raggiunge un valore prefissato con un massimo pari alla temperatura di ebollizione dell'acqua alla pressione atmosferica diminuita di 10°C.

Previo buon esito dell'esame del progetto di cui all'ultimo comma dell'art. 18 del D.M. 1 dicembre 1975, ogni impianto, completo di tutti i dispositivi di sicurezza e di protezione, deve essere sottoposto da parte dell'Associazione nazionale per il controllo della combustione all'accertamento della conformità al progetto approvato.

L'Associazione nazionale per il controllo della combustione rilascia un libretto matricolare sul quale sono riportate le caratteristiche dell'impianto e l'esito degli accertamenti effettuati.

Il libretto matricolare con i verbali relativi agli accertamenti ed alle verifiche eseguite devono essere conservati dall'utente.

Nessun impianto può essere mantenuto in esercizio qualora gli accertamenti e le verifiche prescritte abbiano dato esito sfavore.

Art. 150 - Funzionalità degli impianti termici

150.1. Dati climatici e classificazione generale degli edifici

Nella tabella seguente sono riportate le categorie degli edifici classificate, con riferimento al D.P.R. 412/1993, in base alla loro destinazione.

Qualora un edificio sia costituito da parti individuali come appartenenti a categorie diverse, le stesse devono essere considerate separatamente e cioè ciascuna nella categoria che le compete.

Tab. 150.1. - Categorie degli edifici in funzione della destinazione d'uso

Categoria	Destinazione d'uso
E.1	Edifici adibiti a residenza e assimilabili:
E.1 (1)	abitazioni adibite a residenza con carattere continuativo, quali abitazioni civili e rurali, collegi, conventi, case di pena, caserme;
E.1 (2)	abitazioni adibite a residenza con occupazione saltuaria, quali case per vacanze, fine settimana e simili;
E.1 (3)	edifici adibiti ad albergo, pensione ed attività similari;
E.2	Edifici adibiti a uffici e assimilabili: pubblici o privati, indipendenti o contigui a costruzioni adibite anche ad attività industriali o artigianali, purché siano da tali costruzioni scorporabili agli effetti dell'isolamento termico;
E.3	Edifici adibiti a ospedali, cliniche o case di cura e assimilabili ivi compresi quelli adibiti a ricovero o cura di minori o anziani nonché le strutture protette per l'assistenza ed il recupero dei tossico-dipendenti e di altri soggetti affidati a servizi sociali pubblici;
E.4	Edifici adibiti ad attività ricreative o di culto e assimilabili:
E.4 (1)	quali cinema e teatri, sale di riunioni per congressi;
E.4 (2)	quali mostre, musei e biblioteche, luoghi di culto;
E.4 (3)	quali bar, ristoranti, sale da ballo;
E.5	Edifici adibiti ad attività commerciali e assimilabili: quali negozi, magazzini di vendita all'ingrosso o al minuto, supermercati, esposizioni;
E.6	Edifici adibiti ad attività sportive:
E.6 (1)	piscine, saune e assimilabili;
E.6 (2)	palestre e assimilabili;
E.6 (3)	servizi di supporto alle attività sportive;
E.7	Edifici adibiti ad attività scolastiche a tutti i livelli e assimilabili;
E.8	Edifici adibiti ad attività industriali ed artigianali e assimilabili.

150.1.1. Temperatura esterna

I dati climatici convenzionali necessari per la progettazione e la verifica sia degli edifici che degli impianti tecnici per il riscaldamento ed il raffrescamento, saranno desunti dal prospetto XVI - temperature ed ampiezze massime estive - della norma **UNI 10349** - Riscaldamento e raffrescamento degli edifici. Dati climatici - raggruppati in due categorie:

- dati climatici giornalieri medi mensili, riguardanti il calcolo dei fabbisogni energetici e le verifiche igrometriche;
- dati di progetto, riguardanti la verifica del superamento di valori massimi o minimi di specifiche grandezze ed il dimensionamento, in termini di potenza termica, dei sistemi di riscaldamento e raffrescamento.

I dati forniti si utilizzano per:

- il calcolo del fabbisogno di energia per il riscaldamento degli edifici:
UNI 10344 *Riscaldamento degli edifici. Calcolo del fabbisogno di energia.*
- il calcolo della temperatura interna estiva degli ambienti:
UNI 10375 *Metodo di calcolo della temperatura interna estiva degli ambienti.*

150.1.2. Valori massimi della temperatura ambiente

Per “temperatura dell’aria in un ambiente”, si intende la temperatura dell’aria misurata secondo le modalità prescritte dalla norma tecnica **UNI 5364** - Impianti di riscaldamento ad acqua calda. Regole per la presentazione dell’offerta e per il collaudo.

Durante il periodo in cui è in funzione l’impianto di climatizzazione invernale, la media aritmetica delle temperature dell’aria nei diversi ambienti di ogni singola unità immobiliare, definite e misurate come indicato dalla norma UNI 5364, non deve superare i seguenti valori con le tolleranze a fianco indicate:

- a) 18°C + 2°C di tolleranza per gli edifici rientranti nella categoria E.8;
- b) 20°C + 2°C di tolleranza per gli edifici rientranti nelle categorie diverse da E.8.

Il mantenimento della temperatura dell’aria negli ambienti entro i limiti fissati al comma 1 deve essere ottenuto con accorgimenti che non comportino spreco di energia.

Per gli edifici classificati E.3, ed E.6, le autorità comunali possono concedere deroghe motivate al limite massimo del valore della temperatura dell’aria negli ambienti durante il periodo in cui è in funzione l’impianto di climatizzazione invernale, qualora elementi oggettivi legati alla destinazione d’uso giustificano temperature più elevate di detti valori. Per gli edifici classificati come E.8 sono concesse deroghe al limite massimo della temperatura dell’aria negli ambienti, durante il periodo in cui è in funzione l’impianto di climatizzazione invernale, qualora si verifichi almeno una delle seguenti condizioni:

- a) le esigenze tecnologiche o di produzione richiedano temperature superiori al valore limite;
- b) l’energia termica per il riscaldamento ambiente derivi da sorgente non convenientemente utilizzabile in altro modo.

Ferme restando le deroghe già concesse per gli edifici esistenti in base alle normative all’epoca vigenti, i valori di temperatura fissati in deroga ai sensi dei commi 3 e 4 dell’art. 4 del D.P.R. n. 412/1993, devono essere riportati nella relazione tecnica di cui all’art. 28 della legge 9 gennaio 1991, n. 10 assieme agli elementi tecnici di carattere oggettivo che li giustificano. Prima dell’inizio lavori le autorità comunali devono fornire il benessere per l’adozione di tali valori di temperatura; qualora il consenso non pervenga entro 60 giorni dalla presentazione della suddetta relazione tecnica, questo si intende accordato, salvo che non sia stato notificato prima della scadenza un provvedimento interruttivo o di diniego riguardante le risultanze della relazione tecnica.

150.2. Requisiti, dimensionamento e caratteristiche degli impianti termici e dei locali

150.2.1. Requisiti, dimensionamento e caratteristiche degli impianti

Gli impianti termici di nuova installazione nonché quelli sottoposti a ristrutturazione devono essere dimensionati in modo da assicurare, in relazione a:

- il valore massimo della temperatura interna previsto dal punto precedente;
- le caratteristiche climatiche della zona;
- le caratteristiche termofisiche dell’involucro edilizio;
- il regime di conduzione dell’impianto in base agli obblighi di intermittenza-attenuazione previsti dall’art. 9 del D.P.R. 412/1993, un “rendimento globale medio stagionale”, definito al successivo comma 2, non inferiore al seguente valore:

$$\eta_g = (65 + 3 \log P_n) \%$$

dove $\log P_n$ è il logaritmo in base 10 della potenza utile nominale del generatore o del complesso dei generatori di calore al servizio del singolo impianto termico, espressa in kW.

Il “rendimento globale medio stagionale” dell’impianto termico è definito come rapporto tra il fabbisogno di energia termica utile per la climatizzazione invernale e l’energia primaria delle fonti energetiche, ivi compresa l’energia elettrica ed è calcolato con riferimento al periodo annuale di esercizio. Ai fini della conversione dell’energia elettrica in energia primaria si considera l’equivalenza: 10 MJ=1kWh.

Il rendimento globale medio stagionale risulta dal prodotto dei seguenti rendimenti medi stagionali:

- rendimento di produzione
- rendimento di regolazione
- rendimento di distribuzione
- rendimento di emissione, e deve essere calcolato secondo le metodologie e le indicazioni riportate nella norma tecnica **UNI 10348** - Riscaldamento degli edifici. Rendimenti dei sistemi di riscaldamento. Metodo di calcolo.

Nella sostituzione di generatori di calore di dimensionamento del o dei generatori stessi deve essere effettuato in modo tale che il “rendimento di produzione medio stagionale” definito come il rapporto tra l’energia termica utile generata ed immessa nella rete di distribuzione e l’energia primaria delle fonti energetiche, compresa l’energia elettrica, calcolato

con riferimento al periodo annuale di esercizio di cui all'art. 9 del citato D.P.R. 412/1993, risulti non inferiore al seguente valore:

$$\eta_p = (77 + 3 \log P_n) \%$$

Il "rendimento di produzione medio stagionale" deve essere calcolato secondo le metodologie e le indicazioni riportate nelle norma **UNI 10348**.

Negli impianti termici ad acqua calda per la climatizzazione invernale con potenza nominale superiore a 350 kW, la potenza deve essere ripartita almeno su due generatori di calore. Alla ripartizione di cui sopra è ammessa deroga nel caso di sostituzione di generatore di calore già esistente, qualora ostino obiettivi impedimenti di natura tecnica o economica quali ad esempio la limitata disponibilità di spazio nella centrale termica.

Negli impianti termici di nuova installazione, nonché in quelli sottoposti a ristrutturazione, la produzione centralizzata dell'energia termica necessaria alla climatizzazione invernale degli ambienti ed alla produzione di acqua calda per usi igienici e sanitari per una pluralità di utenze, deve essere effettuata con generatori di calore separati, fatte salve eventuali situazioni per le quali si possa dimostrare che l'adozione di un unico generatore di calore non determini maggiori consumi di energia o comporti impedimenti di natura tecnica o economica.

Norme di riferimento:

UNI 75570 - Requisiti delle acque per generatore di vapore e relativi impianti di trattamento; l'applicazione della norma tecnica **UNI 8065** - Trattamento dell'acqua negli impianti termici ad uso civile - è prescritta, nei limiti e con le specifiche indicate nella norma stessa, per gli impianti termici di nuova installazione con potenza complessiva superiore o uguale a 350 kW.

Negli impianti termici di nuova installazione e in quelli sottoposti a ristrutturazione, i generatori di calore destinati alla produzione centralizzata di acqua calda per usi igienici e sanitari per una pluralità di utenze di tipo abitativo devono essere dimensionati secondo le norme **UNI 9182** - Edilizia - Impianti di alimentazione e distribuzione d'acqua fredda e calda - Criteri di progettazione, collaudo e gestione - e **UNI 9182 FA 1-93** - Foglio di Aggiornamento (**SS UNI U32.05.284.0**) n. 1 alla **UNI 9182**. Edilizia - Impianti di alimentazione e distribuzione.

I generatori di calore devono disporre di un sistema di accumulo dell'acqua calda di capacità adeguata, coibentato in funzione del diametro dei serbatoi secondo le indicazioni valide per tubazioni di cui all'ultima colonna dell'allegato B e devono essere progettati e condotti in modo che la temperatura dell'acqua, misurata nel punto di immissione della rete di distribuzione, non superi i 48°C, +5°C di tolleranza.

Negli impianti termici di nuova installazione, nella ristrutturazione degli impianti termici nonché nella sostituzione di generatori di calore destinati alla produzione di energia per la climatizzazione invernale o per la produzione di acqua calda sanitaria, per ciascun generatore di calore deve essere realizzato almeno un punto di prelievo dei prodotti della combustione sul condotto tra la cassa dei fumi del generatore stesso ed il camino allo scopo di consentire l'inserzione di sonde per la determinazione del rendimento di combustione e della composizione dei gas di scarico ai fini del rispetto delle vigenti disposizioni.

Gli impianti termici siti negli edifici multipiano costituiti da più unità immobiliari devono essere collegati ad appositi camini, canne fumarie o sistemi di evacuazione dei prodotti di combustione, con sbocco sopra il tetto dell'edificio alla quota prescritta dalla regolamentazione tecnica vigente, nei seguenti casi:

- nuove installazioni di impianti termici, anche se al servizio delle singole unità immobiliari;
- ristrutturazioni di impianti termici centralizzati;
- ristrutturazioni della totalità degli impianti termici individuali appartenenti ad uno stesso edificio;
- trasformazioni da impianto termico centralizzato a impianti individuali;
- impianti termici individuali realizzati dai singoli previo distacco dall'impianto centralizzato.

Fatte salve diverse disposizioni normative, ivi comprese quelle contenute nei regolamenti edilizi locali e loro successive modificazioni, le disposizioni del presente comma possono non essere applicate in caso di mera sostituzione di generatori di calore individuali e nei seguenti casi, qualora si adottino generatori di calore che, per i valori di emissioni nei prodotti della combustione, appartengano alla classe meno inquinante prevista dalla norma tecnica:

UNI EN 297 *Caldaie di riscaldamento centralizzato alimentate a combustibili gassosi. Caldaie di tipo B11 e B11BS equipaggiate con bruciatore atmosferico con portata termica nominale minore o uguale a 70 kW.*

UNI EN 297:1996 /A2 *Caldaie di riscaldamento centralizzato alimentate a combustibili gassosi. Caldaie di tipo B11 e B11BS equipaggiate con bruciatore atmosferico con portata termica nominale minore o uguale a 70 kW.*

UNI EN 297:1996 /A3 *Caldaie di riscaldamento centralizzato alimentate a combustibili gassosi. Caldaie di tipo B11 e B11BS equipaggiate con bruciatore atmosferico con portata termica nominale minore o uguale a 70 kW.*

UNI EN 297:1996/A5 *Caldaie di riscaldamento centralizzato alimentate a combustibili gassosi. Caldaie di tipo B11 e B11BS equipaggiate con bruciatore atmosferico, con portata termica nominale minore o uguale a 70 kW;*

in particolare:

- singole ristrutturazioni di impianti termici individuali già esistenti, siti in stabili plurifamiliari, qualora nella versione iniziale non dispongano già di camini, canne fumarie o sistemi di evacuazione dei prodotti della combustione con sbocco sopra il tetto dell'edificio, funzionali ed idonei o comunque adeguabili alla applicazione di apparecchi con combustione asservita da ventilatore;

- nuove installazioni di impianti termici individuali in edificio assoggettato dalla legislazione nazionale o regionale vigente a categorie di intervento di tipo conservativo, precedentemente mai dotato di alcun tipo di impianto termico, a condizione che non esista camino, canna fumaria o sistema di evacuazione fumi funzionale ed idoneo, o comunque adeguabile allo scopo.

Ai sensi dell'art.5 del DPR 412/1993 resta ferma l'inapplicabilità agli apparecchi non considerati impianti termici in base all'art. 1, comma 1 lettera f), dello stesso DPR412/1993 quali: stufe, caminetti, radiatori individuali, scaldacqua unifamiliari.

In tutti i casi di nuova installazione o di ristrutturazione dell'impianto termico, che comportino l'installazione di generatori di calore individuali che rientrano nel campo di applicazione della direttiva 90/396/CEE del 29 giugno 1990, è prescritto l'impiego di generatori muniti di marcatura CE. In ogni caso i generatori di calore di tipo B1 (secondo classificazione della norma tecnica:

UNI 7129 *Impianti a gas per uso domestico alimentati da rete di distribuzione. Progettazione, installazione e manutenzione.*

UNI 7129:1992/A2 *Impianti a gas per uso domestico alimentati da rete di distribuzione. Progettazione, installazione e manutenzione.*

UNI 7129 FA 1-95 *Impianti a gas per uso domestico alimentati da rete di distribuzione. Progettazione, installazione e manutenzione).*

Gli impianti installati all'interno di locali abitati devono essere muniti all'origine di un dispositivo di sicurezza dello scarico dei prodotti della combustione, secondo quanto indicato nella norma tecnica **UNI-CIG EN 297** del 1996. Al fine di garantire una adeguata ventilazione, nel caso di installazione di generatori di tipo B1 in locali abitati, dovrà essere realizzata, secondo le modalità previste al punto 3.2.1 della norma tecnica **UNI-CIG 7129**, apposita apertura di sezione libera totale non inferiore a 0,4 metri quadrati.

Negli impianti termici di nuova installazione e nelle opere di ristrutturazione degli impianti termici, la rete di distribuzione deve essere progettata in modo da assicurare un valore del rendimento medio stagionale di distribuzione compatibile con le disposizioni di cui al comma 1 dell'art.5 del citato DPR 412/1993, relative al rendimento globale medio stagionale. In ogni caso, come prescrizione minimale, tutte le tubazioni di distribuzione del calore, comprese quelle montanti in traccia o situate nelle intercapedini delle tamponature a cassetta, anche quando queste ultime siano isolate termicamente, devono essere installate e coibentate, secondo le modalità riportate nell'allegato B al presente decreto. La messa in opera della coibentazione deve essere effettuata in modo da garantire il mantenimento delle caratteristiche fisiche e funzionali dei materiali coibenti e di quelli da costruzione tenendo conto in particolare della permeabilità al vapore dello strato isolante, delle condizioni termometriche dell'ambiente, della temperatura del fluido termovettore. Tubazioni portanti fluidi a temperature diverse, quali ad esempio le tubazioni di mandata e ritorno dell'impianto termico, devono essere coibentate separatamente.

Negli impianti termici di nuova installazione e in quelli sottoposti a ristrutturazione, qualora siano circoscrivibili zone di edificio a diverso fattore di occupazione (ad esempio singoli appartamenti ed uffici, zone di guardiania, uffici Amministrativi nelle scuole), è prescritto che l'impianto termico per la climatizzazione invernale sia dotato di un sistema di distribuzione a zone che consenta la parzializzazione di detta climatizzazione in relazione alle condizioni di occupazione dei locali.

Negli impianti termici di nuova installazione e nei casi di ristrutturazione dell'impianto termico, qualora per il rinnovo dell'aria nei locali siano adottati sistemi a ventilazione meccanica controllata, è prescritta l'adozione di apparecchiature per il recupero del calore disperso per rinnovo dell'aria ogni qual volta la portata totale dell'aria di ricambio G ed il numero di ore annue di funzionamento M dei sistemi di ventilazione siano superiori ai valori limite riportati nell'allegato C del presente decreto.

L'installazione nonché la ristrutturazione degli impianti termici deve essere effettuata da un soggetto in possesso dei requisiti di cui agli art. 2 e 3 della legge 5 marzo 1990, n. 46, attenendosi alle prescrizioni contenute nella relazione tecnica di cui all'art. 28 della legge 9 gennaio 1991, n. 10.

150.2.2. Requisiti dei locali della centrale termica e del deposito combustibili

I locali destinati a contenere apparecchiature facenti parte di impianti termici, devono possedere, ai fini della loro idoneità alla prevenzione dell'inquinamento atmosferico, i requisiti appresso elencati, previsti dall'art. 4 del D.P.R. n. 1391/1970.

a) Locali destinati a contenere focolari:

- Aerazione diretta dall'esterno mediante una o più aperture libere o munite di inferriate, aventi sezione complessiva netta non inferiore a 1/30 della superficie in pianta del locale, per gli impianti di potenzialità fino a 1.000.000 di kcal/h (1,16 MW) e non inferiore a 1/20 della superficie in pianta del locale, per gli impianti di potenzialità superiore a 1.000.000 di kcal/h (1,16 MW), con un minimo di:
 - 0,50 m² per gli impianti di potenzialità fino a 500.000 kcal/h (580 kW);
 - 0,75 m² per gli impianti di potenzialità superiore a 500.000 kcal/h (580 kW) e fino a 750.000 kcal/h (870 kW);
 - 1,00 m² per gli impianti di potenzialità superiore a 750.000 kcal/h (870 kW).

La minima superficie in pianta ammessa per un locale contenente focolari è di 6 m².

Sono vietati i serramenti che possono ostacolare, se chiusi, il passaggio dell'aria attraverso le aperture di aerazione. È consentito che l'aria necessaria per la combustione completa venga addotta attraverso adeguate canalizzazioni aspiranti direttamente dall'atmosfera. È consentito che, nel caso di impianti di potenzialità superiore a 10.000.000

kcal/h (11,6 MW), si attui l'aerazione meccanica dei locali. In questi casi i serramenti non subiscono la limitazione suddetta.

- Chiusura di vani non di aerazione mediante appropriati serramenti tali da impedire la fuoriuscita di fumi, polveri, gas e odori di qualsiasi tipo.

b) Locali per deposito di combustibili.

- Aerazione diretta dall'esterno mediante una o più aperture libere o munite di inferriate, aventi sezione complessiva netta non inferiore a 1/30 della superficie in pianta del locale, apertisi direttamente su spazi scoperti, su intercapedini aerate, chiostrine, cavedi, anditi e simili e con un minimo di 0,50 m².

Sono vietati i serramenti che possono ostacolare, se chiusi, il passaggio dell'aria attraverso le aperture di aerazione.

- Chiusura di vani d'accesso o di qualunque altro tipo, mediante appropriati serramenti tali da impedire la fuoriuscita di fumi, polveri, gas e odori di qualsiasi tipo.

Tabella 150.2. - Spessori minimi di pareti aventi resistenza al fuoco non inferiore a 120 minuti primi (C.M. 29 luglio 1971, n. 73)

Tipo di parete	Spessore minimo in cm escluso l'intonaco
Laterizi pieni con intonaco normale	26
Laterizi pieni con intonaco isolante	26
Laterizi forati con intonaco normale	30
Laterizi forati con intonaco isolante	14
Calcestruzzo normale	12
Calcestruzzo leggero (con isolante tipo pomice, perlite, scorie o simili)	10
Muratura ordinaria di pietrame	40

Nota. - Per intonaco isolante s'intende un intonaco a base di gesso, vermiculite, perlite o simili. Gli spessori di intonaco isolante dovranno corrispondere ai valori previsti nella Tabella 3.

Nel caso di porte si deve controllare prima della prova di incendio che la porta stessa sia a tenuta di fumo.

Gli elementi costituiti da muratura e calcestruzzi devono avere una stagionatura di almeno tre mesi prima di essere sottoposti alla prova di incendio.

Tabella 150.3. - Spessore minimo di alcuni tipi di solaio (C.M. 29 luglio 1971, n. 73)

Tipo di solaio		Spessore minimo comprensivo del gretonato o caldana e del ricoprimento della armatura metallica prescritto dal regolamento per le opere in c.a., espresso in cm.
Soletta in c.a.	- con intonaco normale (2 cm)	20
	- con intonaco isolante (1,5 cm)	16
	- con soffitto sospeso realizzato con materiali come da tab. 3	14
Solaio in laterizio armato:	- con intonaco normale (2 cm)	30
	- con intonaco isolante (1,5 cm)	24
	- con soffitto sospeso	22
(1) - Elementi in c.a. precompresso	- con intonaco normale (1,5 cm)	30
	- con intonaco isolante (1,5 cm)	24
	- con soffitto sospeso	22

(1) Lo spessore del ricoprimento dell'armatura in acciaio preteso non deve essere inferiore n, al minimo prescritto dal Regolamento per le opere in c.a. (3 cm) né allo spessore specificato per le singole classi della Tabella 3 per l'intonaco di cemento.

150.3. Dispositivi di funzionamento controlli

150.3.1. Pompe di circolazione

Le pompe di circolazione devono rispondere alle prescrizioni contrattuali. In particolare dovranno essere di tipo centrifugo.

Prima della loro installazione l'Appaltatore deve produrre alla Direzione dei lavori certificazione attestante: la portata, la prevalenza prodotta, la potenza richiesta dal motore elettrico, l'efficienza di conversione dell'energia fornita mediante il motore esterno, la velocità di rotazione dell'albero della girante, il carico d'aspirazione positivo netto ed infine la sua curva caratteristica.

Le pompe dovranno essere dotate di tutti i requisiti di sicurezza richiesti per un impianto di riscaldamento, anche se non espressamente indicate nelle prescrizioni contrattuali.

150.3.2. Apparecchi indicatori

Gli impianti termici devono essere dotati degli apparecchi indicatori di cui appresso, allo scopo di consentire il rilevamento dei principali dati caratteristici relativi alla conduzione dei focolari:

- di un termometro indicatore della temperatura dei fumi deve essere installato stabilmente alla base di ciascun camino. Le indicazioni del termometro, nel caso di focolari, aventi potenzialità superiore ad 1.000.000 di kcal/h (1,16 MW), devono essere registrate con apparecchio a funzionamento continuo;
- di due apparecchi misuratori delle pressioni relative (riferite a quella atmosferica) che regnano rispettivamente nella camera di combustione ed alla base del camino, per ciascun focolare di potenzialità superiore ad un 1.000.000 di kcal/h (1,16 MW);
- di un apparecchio misuratore della concentrazione volumetrica percentuale dell'anidride carbonica (CO₂) nonché dell'ossido di carbonio nonché dell'ossido di carbonio e dell'idrogeno (CO + H₂) contenuti nei fumi, inserito in un punto appropriato del loro percorso. In sostituzione dell'apparecchio misuratore della concentrazione dell'ossido di carbonio e dell'idrogeno può essere adottato un apparecchio misuratore dell'ossigeno in eccesso o anche un indicatore della opacità dei fumi. È richiesta un'apparecchiatura composta dei due dispositivi, come sopra specificato, solamente per ogni focolare di potenzialità superiore a 1.000.000 di kcal/h (1,16 MW); essa deve essere integrata con un dispositivo di allarme acustico riportato in un punto riconosciuto idoneo all'atto del collaudo dell'impianto termico. Le indicazioni di questi apparecchi, nel caso di focolari aventi potenzialità superiore a 2.000.000 di kcal/h (2,32 MW), devono essere registrate in maniera continua.

I dati forniti dagli apparecchi indicatori a servizio degli impianti termici aventi potenzialità superiore a 5.000.000 di kcal/h (5,8 MW), anche se costituiti da un solo focolare, devono essere riportati su di un quadro raggruppante i ripetitori ed i registratori delle misure, situato in un punto riconosciuto idoneo per una lettura agevole da parte del personale addetto alla conduzione, al collaudo dell'impianto termico.

Tutti gli apparecchi indicatori, ripetitori e registratori delle misure devono essere installati in maniera stabile e devono essere tarati e riconosciuti idonei con il collaudo del relativo impianto termico e con ogni successivo controllo.

150.3.3. Coibentazione delle reti di distribuzione dei fluidi caldi

Le tubazioni delle reti di distribuzione dei fluidi caldi in fase liquida o vapore degli impianti termici, ai sensi dell'allegato B del D.P.R. n. 412/1993, devono essere coibentate con materiale isolante il cui spessore minimo è fissato dalla seguente tabella 150.4 in funzione del diametro della tubazione espresso in mm e della conduttività termica utile del materiale isolante espressa in W/m°C alla temperatura di 40°C.

Tabella 150.4. – Spessore minimo delle coibentazioni delle reti di distribuzione dei fluidi caldi

Conduttività Termica utile dell'isolante (W/m ° C)	Diametro esterno della tubazione (mm)					
	< 20	da 20 a 39	da 40 a 59	da 60 a 79	da 80 a 99	>100
0,030	13	19	26	33	37	40
0,032	14	21	29	36	40	44
0,034	15	23	31	39	44	48
0,036	17	25	34	43	47	52
0,038	18	28	37	46	51	56
0,040	20	30	40	50	55	60
0,042	22	32	43	54	59	64
0,044	24	35	46	58	63	69
0,046	26	38	50	62	68	74
0,048	28	41	54	66	72	79
0,050	30	44	58	71	77	84

- Per valori di conduttività termica utile dell'isolante differenti da quelli indicati in tabella 150.4, i valori minimi dello spessore del materiale isolante sono ricavati per interpolazione lineare dei dati riportati nella tabella 1 stessa.

- I montanti verticali delle tubazioni devono essere posti al di qua dell'isolamento termico dell'involucro edilizio, verso l'interno del fabbricato ed i relativi spessori minimi dell'isolamento che risultano dalla tabella 150.4, vanno moltiplicati per 0,5.
- Per tubazioni correnti entro strutture non affacciate né all'esterno né su locali non riscaldati gli spessori di cui alla tabella 1, vanno moltiplicati per 0,3.
- Nel caso di tubazioni preisolate con materiali o sistemi isolanti eterogenei o quando non sia misurabile direttamente la conduttività termica del sistema, le modalità di installazione ed i limiti di coibentazione sono fissati da norme tecniche UNI di seguito meglio indicate.

Il materiale isolante deve essere applicato in maniera uniforme senza variazioni di spessore o strozzature con particolare attenzione alle curve, i raccordi le saracinesche e quant'altro possa costituire ponte termico.

I canali dell'aria calda per la climatizzazione invernale posti in ambienti non riscaldati devono essere coibentati con uno spessore di isolante non inferiore agli spessori indicati nella tabella 1 per tubazioni di diametro esterno da 20 a 39 mm.

Norme di riferimento:

- UNI 5634** *Sistemi di identificazione delle tubazioni e canalizzazioni convoglianti fluidi.*
- UNI 6665** *Superficie coibentate. Metodi di misurazione.*
- UNI 10376** *Isolamento termico degli impianti di riscaldamento e raffrescamento degli edifici.*

150.3.4. Sistema di termoregolazione

Il sistema termoregolazione e contabilizzazione è previsto dall'art. 7 del D.P.R. 26 agosto 1993, n. 412, di seguito riportato.

Negli impianti termici centralizzati adibiti al riscaldamento ambientale per una pluralità di utenze, qualora la potenza nominale del generatore di calore o quella complessiva dei generatori di calore sia uguale o superiore a 35 kW, è prescritta l'adozione di un gruppo termoregolatore dotato di programmatore che consenta la regolazione della temperatura ambiente almeno su due livelli a valori sigillabili nell'arco delle 24 ore. Il gruppo termoregolatore deve essere pilotato da una sonda termometrica di rilevamento della temperatura esterna. La temperatura esterna e le temperature di mandata e di ritorno del fluido termovettore devono essere misurate con una incertezza non superiore a $\pm 2^{\circ}\text{C}$.

Ai sensi del comma 6 dell'art. 26 della legge 9 gennaio 1991, n. 10, gli impianti di riscaldamento al servizio di edifici di nuova costruzione, la cui concessione edilizia sia stata rilasciata dopo il 18 luglio 1991, data di entrata in vigore di detto art. 26, devono essere progettati e realizzati in modo tale da consentire l'adozione di sistemi di termoregolazione e di contabilizzazione del calore per ogni singola unità immobiliare. Ai sensi del comma 3 dell'art. 26 della legge n. 10/1991, gli impianti termici al servizio di edifici di nuova costruzione, la cui concessione edilizia sia rilasciata dopo il 30 giugno 2000, devono essere dotati di sistemi di termoregolazione e di contabilizzazione del consumo energetico per ogni singola unità immobiliare.

Il sistema di termoregolazione di cui sopra può essere dotato di un programmatore che consenta la regolazione su un solo livello di temperatura ambiente qualora in ogni singola unità immobiliare sia effettivamente installato e funzionante un sistema di contabilizzazione del calore e un sistema di termoregolazione pilotato da una o più sonde di misura della temperatura ambiente dell'unità immobiliare e dotato di programmatore che consenta la regolazione di questa temperatura almeno su due livelli nell'arco delle 24 ore.

Gli edifici o le porzioni di edificio che in relazione alla loro destinazione d'uso sono normalmente soggetti ad una occupazione discontinua nel corso della settimana o del mese devono inoltre disporre di un programmatore settimanale o mensile che consenta lo spegnimento del generatore di calore o l'intercettazione o il funzionamento in regime di attenuazione del sistema di riscaldamento nei periodi di non occupazione.

Gli impianti termici per singole unità immobiliari destinati, anche se non esclusivamente, alla climatizzazione invernale devono essere parimenti dotati di un sistema di termoregolazione pilotato da una o più sonde di misura della temperatura ambiente con programmatore che consenta la regolazione di questa temperatura su almeno due livelli di temperatura nell'arco delle 24 ore.

Al fine di non determinare sovrariscaldamento nei singoli locali di una unità immobiliare per effetto degli apporti solari e degli apporti gratuiti interni è opportuna l'installazione di dispositivi per la regolazione automatica della temperatura ambiente nei singoli locali o nelle singole zone aventi caratteristiche di uso ed esposizioni uniformi. L'installazione di detti dispositivi è aggiuntiva rispetto ai sistemi di regolazione di cui ai precedenti commi 2, 4, 5 e 6, ove tecnicamente compatibile con l'eventuale sistema di contabilizzazione, ed è prescritta nei casi in cui la somma dell'apporto termico solare mensile, calcolato nel mese a maggiore insolazione tra quelli interamente compresi nell'arco del periodo annuale di esercizio dell'impianto termico, e degli apporti gratuiti interni convenzionali sia superiore al 20% del fabbisogno energetico complessivo calcolato nello stesso mese.

L'eventuale non adozione dei sistemi di cui sopra deve essere giustificata in sede di relazione tecnica di cui al comma 1 dell'art. 28 della legge 9 gennaio 1991, n. 10; in particolare la valutazione degli apporti solari e degli apporti gratuiti interni deve essere effettuata utilizzando la metodologia indicata dalle norme tecniche UNI di cui al comma 3 dell'art. 8 del D.P.R. n. 412/1993.

Nel caso di installazione in centrale termica di più generatori di calore, il loro funzionamento deve essere attivato in maniera automatica in base al carico termico dell'utenza.

Norme di riferimento:

- UNI 7939-1** *Terminologia per la regolazione automatica degli impianti di benessere. Impianti di riscaldamento degli ambienti.*

UNI 9577 *Termoregolatori d' ambiente a due posizioni (termostati d'ambiente). Requisiti e prove.*
UNI EN 12098-1 *Regolazioni per impianti di riscaldamento. Dispositivi di regolazione in funzione della temperatura esterna per gli impianti di riscaldamento ad acqua calda.*

150.4. Camini

I camini devono rispettare le prescrizioni del D.P.R. 22 dicembre 1970, n. 1391 - Regolamento per l'esecuzione della legge 13 luglio 1966, n. 615, recante provvedimenti contro l'inquinamento atmosferico, limitatamente al settore degli impianti termici, di seguito riportato.

Ogni impianto termico deve disporre di uno o più camini, ai quali non potrà essere collegato alcun altro impianto od installazione, tali da assicurare un regolare smaltimento dei fumi prodotti.

L'afflusso dell'aria nei focolari e lo smaltimento dei fumi possono essere attivati dal tiraggio naturale dei camini o da mezzi meccanici.

È ammesso che più focolari scarichino nello stesso camino solo se situati nello stesso locale. In questo caso i focolari dovranno immettere in un collettore di sezione pari ad una volta e mezza quella del camino e dovranno essere dotati ciascuno di propria serranda di intercettazione, distinta dalla valvola di regolazione del tiraggio.

È consentita l'installazione di più camini affiancati, anche di sezioni diverse, con funzionamento indipendente o abbinato ottenuto per mezzo di serrande di intercettazione opportunamente disposte, a servizio di un medesimo impianto.

150.4.1. Caratteristiche geometriche

La sezione utile e l'altezza dei camini a tiraggio naturale devono essere correlate tra loro dalla formula seguente:

$$S = K \frac{P}{\sqrt{H}}$$

in cui S è l'area della sezione retta del camino misurata in cm², P è la potenzialità dei focolari serviti misurata in kcal/h, H è l'altezza del camino misurata in metri fra il piano orizzontale mediano della fiamma e lo sbocco del camino nell'atmosfera, diminuita come appresso indicato, K è un coefficiente pari a 0,03 nel caso di combustibili solidi e 0,024 nel caso di combustibili liquidi.

Le sezioni, determinate come detto, dovranno essere incrementate almeno del:

50% nel caso di impiego di lignite o torba;

25% nel caso di impiego di carboni da vapore a lunga fiamma;

10% per ogni 500 m di altitudine della località sul livello del mare.

È comunque ammessa l'adozione di elementi prefabbricati aventi sezione commerciale superiore fino al 30% o inferiore fino al 10% del valore risultante dalle determinazioni anzidette.

La sezione minima non dovrà essere in nessun caso inferiore a 220 cm².

Nel caso di camini aventi sezione diversa da quella circolare, il rapporto fra gli assi principali ortogonali della sezione retta non deve essere superiore a 1,50. Non sono permessi camini a sezione triangolare.

Il valore H da introdurre nella formula 1) è dato dall'altezza di costruzione dei camini diminuita come segue:

a) delle perdite di carico proprie dell'apparecchio di cui fa parte il focolare servito, espresse in millimetri di colonna d'acqua, nella misura di un metro per ogni mm d'acqua;

b) - di 0,50 m per ogni cambiamento di direzione o T;

- di 0,50 m per ogni cambiamento di sezione;

- di 1,00 m per ogni metro di sviluppo con andamento suborizzontale.

I camini a servizio di focolari con potenzialità uguale o superiore ad 1.000.000 di kcal/h (1,16 MW), i camini a tiraggio forzato nonché quelli per i quali i progettisti non ritengono di poter applicare la formula 1) dovranno essere progettati con uno dei metodi di calcolo che tengano conto delle perdite di carico effettive e delle più sfavorevoli condizioni meteorologiche che possano verificarsi localmente. L'efficacia dei camini così progettati agli effetti del tiraggio dovrà essere verificata all'atto del collaudo dell'impianto per le diverse condizioni di funzionamento del focolare dall'avviamento fino alla massima potenzialità.

I cambiamenti di sezione ed i cambiamenti di forma della sezione dei camini devono essere raccordati fra loro con tronchi intermedi a pareti formanti tra loro inclinazione non superiore a 1/5.

150.4.2. Caratteristiche costruttive

Al piede di ogni tratto ascendente del camino deve sempre essere costituita una camera per la raccolta e lo scarico dei materiali solidi: la sua sezione retta deve risultare non inferiore ad una volta e mezza quella del camino; la sua altezza utile (cioè sottostante al raccordo orizzontale) non deve essere inferiore ad 1/20 dell'altezza del tratto di camino soprastante, con un minimo di 0,50 m per gli altri impianti funzionanti a combustibile solido, e non inferiore ad 1/30

dell'altezza del tratto di camino soprastante, sempre con un minimo di 0,50 m per gli impianti funzionanti a combustibile liquido.

Nella parte inferiore di ogni camera deve essere praticata una apertura munita di sportello di chiusura a tenuta d'aria formato con una doppia parete metallica, per la facile estrazione dei depositi e l'ispezione dei canali.

Le bocche dei camini devono risultare più alte di almeno un metro rispetto al colmo dei tetti, ai parapetti ed a qualunque altro ostacolo o struttura distante meno di 10 m.

Le bocche possono terminare con mitrie o comignoli di sezione utile d'uscita non inferiore al doppio della sezione del camino, conformati in modo da non ostacolare il tiraggio e favorire la dispersione dei fumi nell'atmosfera.

Le bocche dei camini situati a distanza compresa fra 10 e 50 m da aperture di locali abitati devono essere a quota non inferiore a quella del filo superiore dell'apertura più alta, salvo deroghe particolari, considerate nei regolamenti comunali di igiene, che i comuni potranno concedere ad istanza degli interessati, su conforme parere del competente comitato regionale contro l'inquinamento atmosferico. In ogni caso, dovrà essere rispettata la norma che i camini possano sboccare ad altezza non inferiore a quella del filo superiore dell'apertura più alta, diminuita di 1 metro per ogni metro di distanza orizzontale eccedente i 10 m.

Per la porzione di camino sporgente dal tetto o dalla copertura dell'edificio non può essere imposta un'altezza di costruzione superiore a metri cinque.

I camini devono essere costituiti con strutture e materiali impermeabili ai gas, resistenti ai fumi ed al calore. Uguali requisiti devono essere posseduti da eventuali elementi prefabbricati impiegati nella costruzione dei camini, sia singolarmente che nell'insieme.

I camini devono risultare per tutto il loro sviluppo, ad eccezione del tronco terminale emergente dalla copertura degli edifici, sempre distaccati dalle murature circostanti e devono essere circondati da una controcanna continua formante intercapedine di caratteristiche tali da non permettere nel caso di tiraggio naturale cadute della temperatura dei fumi mediamente superiori ad un grado centigrado per ogni metro del loro percorso verticale. La intercapedine deve risultare aperta alla estremità superiore. Sono ammessi nell'intercapedine elementi distanziatori o di fissaggio necessari per la stabilità del camino.

Le pareti dell'intercapedine che danno verso ambienti abitati devono essere sufficientemente resistenti agli urti.

I tratti dei camini a tiraggio naturale che si sviluppano all'interno dei fabbricati possono, in aggiunta alla intercapedine, essere provvisti di adeguato rivestimento coibente, in modo tale che sia sempre rispettata la condizione che la caduta di temperatura risulti mediamente inferiore ad un grado centigrado per metro di sviluppo verticale.

Le sezioni dei camini aventi forma non circolare devono avere gli angoli arrotondati con raggio non inferiore a 2 cm. Le pareti interne dei camini devono risultare lisce per tutto il loro sviluppo.

Al fine di consentire con facilità rilevamenti e prelevamenti di campioni devono essere predisposti alla base del camino due fori allineati sull'asse del camino, uno del diametro di 50 mm ed uno del diametro di 80 mm, con relativa chiusura metallica, e, nel caso di impianti aventi potenzialità superiore a 500.000 kcal/h (580 kW), anche due identici fori alla sommità, distanti dalla bocca non meno di cinque volte il diametro medio della sezione del camino, con un minimo di 1,50 m, in posizione accessibile per le verifiche.

I fori da 80 mm devono trovarsi in un tratto rettilineo del camino e a distanza non inferiore a 5 volte la dimensione minima della sezione retta interna da qualunque cambiamento di direzione o di sezione. Qualora esistano impossibilità tecniche di praticare i fori alla base del camino alla distanza stabilita, questi possono essere praticati alla sommità del camino con distanza minima dalla bocca di 1,5 m in posizione accessibile per le verifiche.

Norme di riferimento:

UNI 10640 *Canne fumarie collettive ramificate per apparecchi di tipo B a tiraggio naturale. Progettazione e verifica.*

UNI 10641 *Canne fumarie collettive e camini a tiraggio naturale per apparecchi a gas di tipo C con ventilatore nel circuito di combustione. Progettazione e verifica.*

150.5. Canali da fumo

I canali da fumo devono rispettare le prescrizioni del D.P.R. 22 dicembre 1970, n. 1391 - Regolamento per l'esecuzione della legge 13 luglio 1966, n. 615, recante provvedimenti contro l'inquinamento atmosferico, limitatamente al settore degli impianti termici - di seguito riportato.

I canali da fumo degli impianti termici devono avere in ogni loro tratto un andamento sub-orizzontale ascendente con pendenza non inferiore al 5%. I canali da fumo al servizio di impianti di potenzialità uguale o superiore a 1.000.000 di kcal/h (1,16MW) possono avere pendenza non inferiore al 2 per cento.

La sezione dei canali da fumo deve essere, in ogni punto del loro percorso, sempre non superiore del 30% alla sezione del camino e non inferiore alla sezione del camino stesso.

Per quanto riguarda la forma, le variazioni ed i raccordi delle sezioni dei canali da fumo e le loro pareti interne devono essere osservate le medesime norme prescritte per i camini.

I canali da fumo devono essere costituiti con strutture e materiali aventi le medesime caratteristiche stabilite per i camini.

I canali da fumo devono avere per tutto il loro sviluppo un efficace e duraturo rivestimento coibente tale che la temperatura delle superfici esterne non sia in nessun punto mai superiore a 50°C. È ammesso che il rivestimento coibente venga omissa in corrispondenza dei giunti di dilatazione e degli sportelli d'ispezione dei canali da fumo nonché dei raccordi metallici con gli apparecchi di cui fanno parte i focolari.

I raccordi fra i canali da fumo e gli apparecchi di cui fanno parte i focolari devono essere esclusivamente metallici, rimovibili con facilità e dovranno avere spessore non inferiore ad 1/100 del loro diametro medio, nel caso di materiali ferrosi comuni, e spessore adeguato, nel caso di altri metalli.

Sulle pareti dei canali da fumo devono essere predisposte aperture per facili ispezioni e pulizie ad intervalli non superiori a 10 m ed una ad ogni tratto rettilineo. Le aperture dovranno essere munite di sportelli di chiusura a tenuta d'aria, formati con doppia parete metallica.

Nei canali da fumo dovrà essere inserito un registro qualora gli apparecchi di cui fanno parte i focolari non possiedano propri dispositivi per la regolazione del tiraggio.

Al fine di consentire con facilità rilevamenti e prelievi di campioni, devono essere predisposti sulle pareti dei canali da fumo due fori, uno del diametro di 50 mm ed uno del diametro di 80 mm, con relative chiusure metalliche, in vicinanza del raccordo con ciascun apparecchio di cui fa parte un focolare.

La posizione dei fori rispetto alla sezione ed alle curve o raccordi dei canali deve rispondere alle stesse prescrizioni date per i fori praticati sui camini.

150.6. Dispositivi accessori per camini e canali da fumo. Depuratori di fumo

Ai sensi dell'art. 8 del D.P.R. n. 1391/1970 è vietato l'uso di qualunque apparecchio od impianto di trattamento dei fumi funzionante secondo ciclo ad umido che comporti lo scarico, anche parziale delle sostanze derivanti dal processo adottato, nelle fognature pubbliche o nei corsi di acqua.

Gli eventuali dispositivi di trattamento possono essere inseriti in qualunque punto del percorso dei fumi purché l'ubicazione ne consenta la facile accessibilità da parte del personale addetto alla conduzione degli impianti ed a quello preposto alla loro sorveglianza.

L'adozione dei dispositivi di cui sopra non esime dalla osservanza di tutte le prescrizioni contenute nel presente regolamento.

Gli eventuali dispositivi di trattamento, per quanto concerne le altezze di sbocco, le distanze, le strutture, i materiali e le pareti interne, devono rispondere alle medesime norme stabilite per i camini.

Il materiale che si raccoglie nei dispositivi suddetti deve essere periodicamente tolto e trasportato in luoghi di scarico di riconosciuta idoneità oppure consegnato ai servizi di nettezza urbana, separatamente ad altri rifiuti e racchiuso in sacchi impermeabili.

Tutte le operazioni di manutenzione e di pulizia devono potersi effettuare in modo tale da evitare qualsiasi accidentale dispersione del materiale raccolto.

I depuratori di fumo devono essere di tipo a secco (meccanici o centrifughi a ciclone) in relazione alla velocità dei fumi e della granulometria delle particelle e nel rispetto delle prescrizioni progettuali.

150.7. Sistemi di espansione

Nel circuito dell'impianto deve essere previsto un sistema per tenere conto dell'aumento di volume dell'acqua per effetto del riscaldamento: tale sistema è costituito dal vaso di espansione che può essere chiuso o aperto.

150.7.1. Vaso di espansione aperto

Il vaso di espansione aperto deve essere costituito da un recipiente adeguato, in ferro zincato, fibrocemento, dotato di coperchio collocato nella parte più alta dell'impianto ed allacciato alla rete di distribuzione mediante:

- tubo di sfogo per mantenere la pressione atmosferica all'interno del vaso;
- tubo di sicurezza, in funzione della potenza nominale della caldaia e della sua lunghezza virtuale, per trasferire al vaso gli aumenti progressivi di volume del fluido entro il circuito. La lunghezza virtuale del tubo di sicurezza è data dallo sviluppo del tubo fino alla sezione di scarico del tubo di sfogo, aumentata della lunghezza equivalente del tubo per tenere conto delle perdite di carico concentrate. Il tubo di sicurezza deve avere diametro interno minimo di 18 mm. Il tubo di sicurezza deve partire dalla caldaia e scaricare sopra il vaso di espansione;
- tubo di raccordo installato nella parte superiore del vaso, eventualmente dotato di saracinesca per le operazioni di manutenzione però da mantenere aperta durante il funzionamento dell'impianto;
- tubo di troppo-pieno per scaricare il volume di acqua in eccesso dovuto a varie cause. Il condotto deve essere collocato in posizione visibile;
- tubo di alimentazione automatica per ripristinare il volume del fluido perso per evaporazione o attraverso il troppo-pieno.

Il vaso di espansione aperto deve essere dotato di alimentazione automatica con valvola a galleggiante per garantire circa 100 mm di acqua all'interno del serbatoio, quando il sistema è freddo. Il volume utile d'espansione, alla temperatura massima di regime, deve posizionarsi a circa 50 mm dal tubo di troppo-pieno.

Il vaso di espansione n deve essere collocato direttamente sulla distribuzione di mandata o di ritorno, ovvero secondo le indicazioni impartite dalla Direzione dei lavori. I vasi di espansione installati all'esterno devono essere opportunamente protetti dal gelo.

Tabella 150.5 - Diametri minimi del tubo di sicurezza in funzione della lunghezza virtuale

Lunghezza virtuale (m)	Diametro interno (mm)
50	18
40-60	25
60-80	32
80-100	40

150.7.2. Vaso di espansione chiuso

Il vaso di espansione chiuso è costituito da un recipiente chiuso di cui una parte del volume interno è occupata dall'acqua e l'altra dall'aria; possono essere:

- a membrana, in questo caso i volumi di gas e d'acqua sono separati da una membrana;
- senza membrana autopressurizzato, in questo caso i volumi di aria e d'acqua non sono separati da membrana.

Il vaso di espansione chiuso può essere collocato in qualsiasi parte dell'impianto.

150.8. Unità terminali a convezione naturale

150.8.1. Radiatori

I radiatori (ghisa, acciaio, alluminio) conformi alle prescrizioni contrattuali devono essere installati a distanza non inferiore a 5 cm dalla parete e a 10-12 cm da pavimenti o davanzali di finestre, al fine di consentire una buona circolazione dell'aria e la facile pulizia e manutenzione.

La porzione di parete alle spalle del radiatore deve essere realizzata con idoneo strato di materiale isolante.

Norme di riferimento:

UNI 8464 Valvole per radiatori. Prescrizioni e prove.

UNI EN 442-1 Radiatori e convettori. Specifiche tecniche e requisiti.

UNI EN 442-2 Radiatori e convettori. Metodi di prova e valutazione.

UNI EN 442-3 Radiatori e convettori. Valutazione della conformità.

UNI EN 215-1 Valvole termostatiche per radiatori. Requisiti e metodi di prova.

UNI HD 1215-2 Valvole termostatiche per radiatori. Dimensioni e dettagli degli attacchi.

150.8.2. Piastre radianti

Le piastre radianti sono costituite da piastre metalliche saldate fra di loro in modo da costituire una serie di condotti entro cui circola il fluido scaldante. Il riscaldamento dell'aria avviene per convezione naturale.

Per l'installazione valgono le stesse considerazioni dei radiatori.

150.8.3. Tubi alettati

I tubi alettati entro cui circola il fluido scaldante possono essere collocati a vista o entro appositi contenitori protettivi in lamiera opportunamente sagomata.

Norme di riferimento:

UNI EN 442-1 Radiatori e convettori. Specifiche tecniche e requisiti.

UNI EN 442-2 Radiatori e convettori. Metodi di prova e valutazione.

UNI EN 442-3 Radiatori e convettori. Valutazione della conformità.

150.8.4. Termoconvettori

I termoconvettori sono dei corpi scaldati composti da tubi alettati all'interno dei quali circola il fluido scaldante. L'aria fredda attraverso delle aperture entra dal basso e fuoriesce dall'alto per effetto del movimento ascensionale dovuto alla differenza di temperatura dell'aria stessa.

Norme di riferimento:

UNI EN 442-1 Radiatori e convettori. Specifiche tecniche e requisiti.

UNI EN 442-2 Radiatori e convettori. Metodi di prova e valutazione.

UNI EN 442-3 Radiatori e convettori. Valutazione della conformità.

150.8.5. Pannelli radianti

I pannelli radianti sono costituiti da una serpentina di tubo (acciaio, rame, materiali plastici) entro cui circola il fluido scaldante.

I pannelli radianti debbono essere collocati:

- a parete;
- a pavimenti, inseriti nel sottofondo o in apposita intercapedine;
- a soffitto, collocati nell'intradosso del solaio.

In tutti i casi debbono essere collocati in posizione orizzontale per evitare la formazione di sacche di gas che possano ostacolare la circolazione del fluido scaldante.

Nei pannelli radianti a pavimento bisogna:

- prevedere giunti e fughi nelle pavimentazioni per consentire le prevedibili dilatazioni termiche senza danni;
- ricoprire i tubi con caldana di spessore sufficiente.

Il massetto entro cui sono alloggiati i tubi del fluido scaldante deve essere privo di bolle d'aria tra malta e tubazione. Le pavimentazioni debbono essere del tipo a bassa resistenza termica per non limitare l'efficacia dei pannelli radianti.

Sopra o sotto lo strato di alloggiamento dei tubi deve essere posto uno strato di isolante termico per evitare la propagazione del calore verso altri ambienti con diversa destinazione o a svantaggio rispetto a quelli interessati.

Il Direttore dei lavori potrà impartire altre indicazioni in merito all'installazione dei pannelli radianti qualora non espressamente indicato nel progetto esecutivo.

150.9. Verifiche e prove

150.9.1. Verifiche preliminari e prove

Gli impianti di riscaldamento devono essere collaudati con verifiche e prove preliminari da effettuarsi in contraddittorio con l'Impresa appaltatrice prima dell'ultimazione delle opere murarie, al fine di poter meglio intervenire nei casi di non corretto funzionamento o di risultato negativo delle prove. Un primo controllo è quello di constatare che i materiali forniti o impiegati per la costruzione dell'impianto corrispondano alle prescrizioni contrattuali.

Successivamente si procederà alle prove vere e proprie per la verifica dell'impianto secondo la norma **UNI 5634** - Sistemi di identificazione delle tubazioni e canalizzazioni convoglianti fluidi - e precisamente:

- 1) *prova idraulica di circolazione dell'acqua fredda*, preferibilmente da effettuarsi per tratti durante l'esecuzione dell'impianto ed in ogni caso ad impianto ultimato;
- 2) *prova preliminare di circolazione, di tenuta e di dilatazione con fluidi scaldanti e/o raffreddanti*;
- 3) *prova di dilatazione termica del contenuto dell'acqua nell'impianto*. La prova viene effettuata stabilendo prima il valore della temperatura di prova tenendo del tipo di impianto, elementi scaldanti. Per gli impianti a vapore si stabilisce invece il valore della pressione;
- 4) *prova di dilatazione termica dei materiali metallici dell'impianto*. La prova ha come obiettivo quello di valutare la dilatazione soprattutto delle tubazioni per verificare la presenza di eventuali perdite nei giunti o di deformazioni permanenti con danni eventualmente di tipo estetico per le pareti degli ambienti. La prova viene solitamente eseguita alternando periodi di riscaldamento con altrettanti periodi di raffreddamento;

Per gli impianti ad acqua calda la verifica viene effettuata portando a 90°C la temperatura dell'acqua nelle caldaie e mantenendola per il tempo necessario per l'accurata ispezione di tutto il complesso delle condutture e dei corpi scaldanti.

L'ispezione si deve iniziare quando la rete abbia raggiunto lo stato di regime col suindicato valore massimo di 90°C.

Si ritiene positivo il risultato della prova, solo quando in tutti indistintamente i corpi scaldanti l'acqua arrivi alla temperatura stabilita, quando le dilatazioni non abbiano dato luogo a fughe o deformazioni permanenti e quando il vaso di espansione contenga a sufficienza tutta la variazione di volume dell'acqua dell'impianto.

Per gli impianti a vapore la verifica viene effettuata portando la pressione delle caldaie al valore massimo stabilito e mantenendolo per il tempo necessario come sopra indicato. L'ispezione si deve iniziare quando la rete abbia raggiunto lo stato di regime col suindicato valore massimo della pressione nella caldaia. Si ritiene positivo il risultato della prova solo quando il vapore arrivi ai corpi scaldanti alla temperatura corrispondente alla pressione prevista e quando le dilatazioni non abbiano dato luogo a fughe o deformazioni permanenti.

150.9.2. Tempi di collaudo

Il collaudo definitivo degli impianti di riscaldamento o condizionamento invernale deve essere eseguito durante la prima stagione invernale successiva all'ultimazione per lavori.

In genere, per gli impianti di condizionamento il collaudo sarà effettuato durante un periodo di un anno a decorrere dalla data di ultimazione dei lavori per tutti i periodi stagionali nei quali è previsto che l'impianto debba funzionare. È fondamentale che l'impianto sia stato messo in funzione per almeno due mesi prima del collaudo.

150.9.3. Caratteristiche dei locali

Prima delle operazioni di collaudo definitivo tutti gli ambienti debbono rispettare le condizioni normali di abitabilità pertanto debbono essere dotati di infissi esterni ed interni, con le caratteristiche costruttive di progetto, e durante le prove dovranno essere perfettamente chiusi.

150.9.4. Valore della temperatura esterna. Misurazioni

Per la validità delle operazioni di collaudo è necessario che il valore della temperatura esterna media (t'_e) non risulti troppo discordante da quella prevista negli elaborati progettuali. Nella pratica le operazioni di collaudo vengono eseguite quando il valore della temperatura esterna è compresa entro i valori indicati dalla seguente relazione:

$$t_e - 0,20 (t_i - t_e) < t'_e < t_e + 0,40 (t_i - t_e)$$

dove t_i è il valore della temperatura all'interno dei locali.

Il valore della temperatura esterna media deve essere misurato alle ore 6 del mattino del giorno o dei singoli giorni del collaudo, a nord e a 200 cm dal muro dell'edificio con termometro schermato e posizionato in modo tale da non essere influenzato da condizioni esterne.

Per temperatura esterna media t'_e si intende il valore dell'ordinata media del diagramma di registrazione giornaliera della temperatura; in pratica si impiega il valore di t'_e è ottenuto come media aritmetica delle letture massima e minima, temperature misurate alle ore 8,00 ed alle ore 19,00. Il Direttore dei lavori potrà prevedere la misurazione della temperatura alle ore 6,00 del mattino del giorno della prova.

150.9.5. Valore della temperatura interna. Misurazioni. Sfasamento tra le misurazioni delle temperature esterna ed interna

$$t_i = \frac{t_{i1} + t_{i2} + t_{i3} + \dots + t_{in}}{n}$$

Il valore di t_i deve essere misurato nella parte centrale dell'ambiente e ad un'altezza di 150 cm dal pavimento, lo strumento non deve essere influenzato da fonti di calore o effetti radianti. Per gli ambienti di grandi dimensioni la misura della temperatura in °C viene effettuata in più punti e sempre ad altezza di 150 cm dal pavimento, assumendo il valore dato dalla media aritmetica delle misure eseguite:

In caso di uso di termometri registratori il valore della temperatura media sarà dato dall'ordinata media del grafico di registrazione giornaliera della temperatura.

Sui valori della temperatura interna media sono ammesse tolleranze da -1 a + 2°C rispetto alle temperature t^i_1 di contratto:

$$(t_i - 1) < t^i_1 < (t_i + 2)$$

In particolare per i locali che siano soggetti alla irradiazione solare o ad altre eventuali addizioni o sottrazioni di calore si potranno ammettere tolleranze maggiori fino a due gradi in più od in meno.

Nel caso di molti ambienti si prenderanno in considerazione soltanto i più importanti e imprescindibili.

È importante, per le operazioni di collaudo, che gli ambienti siano riscaldati uniformemente a tal fine sarà cura del collaudatore accertarsi della temperatura in vari punti dell'ambiente ed in quelli adiacenti, sono ammesse le tolleranze di cui sopra.

La temperatura dei locali deve essere misurata dopo che è trascorsa almeno un'ora dalla chiusura delle finestre e, in caso, di pannelli radianti collocati nel soffitto o su di esso o nella parte alta delle pareti, almeno un'ora e mezzo dopo la chiusura.

È da tener presente che in una qualunque ora del giorno per la parte d'impianto a funzionamento continuo si potranno tenere aperte le finestre per 15 minuti.

Fa eccezione il riscaldamento degli ambienti con aerotermini.

Si fa rilevare che per diversi motivi si ha necessariamente uno sfasamento tra le misurazioni della temperatura esterna ed interna pertanto, le misurazioni della temperatura esterna dovrebbero essere misurate in quei giorni in cui si mantiene più o meno costante. Per la valutazione dello sfasamento tra il periodo di rilievo delle temperature esterna ed interna e la durata del rilievo della temperatura esterna può farsi riferimento all'appendice B della norma **UNI 5364-76** che rimanda alla tabella riportata nell'opuscolo "Rapport n. 5 - Tables de calcul pour chauffage intermittent" pubblicato dal "Comité Technique dell'Industrie du Chauffage et de la Ventilation", Parigi.

Tabella 150.6 - Durata del rilievo della temperatura esterna

Caratteristiche della parete esterna	Tipo/spessore totale della parete esterna (m)	Capacità termica media		Durata della temperatura esterna (ore)	Intervallo tra la fine del rilievo della temperatura esterna e l'inizio del rilievo della temperatura interna (ore)
		kcal/(°Cm ²)	kJ/K·m ²)		
Vetro	semplice	1,8	7,5	3	0
Vetro	doppio	2,5	10	6	0
Laterizio	0,05÷0,15	35	146	12	3
Laterizio	0,16÷0,25	70	293	24	6

Laterizio	0,26÷0,35	105	440	24	12
Laterizio	0,36÷0,45	140	586	24	24
Laterizio	0,46÷0,55	175	733	24	48
Laterizio con camera d'aria	0,25÷0,35	35	146	24	4
Laterizio con camera d'aria	0,36÷0,45	55	230	24	6

Per pareti aventi caratteristiche costruttive diverse si dovrà calcolare la capacità calorifica media ¹ ed in base al confronto con i valori della suddetta tabella si avrà la durata del rilievo e lo sfasamento tra la fine del rilievo della temperatura esterna e l'inizio del rilievo della temperatura interna.

150.9.6. Temperatura media di mandata e di ritorno dell'acqua

La temperatura di mandata dell'acqua è quella riferita alla temperatura dell'acqua di andata misurata in corrispondenza del tubo di uscita dal generatore o collettore di uscita in caso di caldaie in parallelo.

La temperatura di ritorno e la temperatura misurata in corrispondenza del tubo di ritorno o collettore di ritorno in caso di caldaie in parallelo.

Le suddette temperature, solitamente riferite a valori medi sulla base di diverse letture effettuate nel corso della giornata, devono essere misurate con appositi termometri schermati e posizionati in modo tale da non risultare influenzati da condizioni esterne.

150.9.7. Metodo di collaudo in base alla CTI-UNI 5364-76

La complessità delle operazioni di collaudo di un impianto di riscaldamento possono essere notevolmente semplificate con il metodo proposto dalla **CTI-UNI 5364-76**, che si basa sulle seguenti considerazioni.

La temperatura dell'acqua all'uscita della caldaia non deve superare il valore di calcolo ottenuto procedendo nel seguente modo:

- 1) rilevazione dal progetto i valori della temperatura interna t_i e di quella esterna t_e ;
- 2) misurazione dei valori delle temperature interne t'_i e di quelle esterne t'_e ;
- 3) calcolo del fattore di carico dell'impianto:

$$m = \frac{t'_i - t'_e}{t_i - t_e}$$

- 4) calcolo della temperatura media dell'acqua circolante nell'impianto:

$$t'_m = (t_m - t_i)m^{\frac{1}{1+n}} + t'_i$$

dove n è un numero minore dell'unità, calcolato sperimentalmente, in funzione del corpo scaldante utilizzato per l'impianto di riscaldamento.

Tabella 150.7 - Valori di n per riscaldamento continuo e prevalentemente a convezione

Corpo scaldante	Temperatura media (°C)	N	1/1+n
Radiatori: tubi lisci tubi alettati	60÷ 90	0,29	0,775
Termoconvettori	60÷ 90	0,50	0,667
Aerotermini	60÷ 90	0,00	1,000
Pannelli a pavimento	30÷ 50	0,13	0,885

Tabella 150.8 - Valori di n per riscaldamento continuo e prevalentemente a irradiazione

Corpo scaldante	Temperatura media (°C)	n	1/1+n
Pannelli a soffitto	30÷ 50	0,10	0,909

Piastre a soffitto	60÷ 90	0,14	0,877
Piastre in alto libere	90÷ 130	0,18	0,847
Piastre in alto libere	130÷ 180	0,30	0,769

5) calcolo di metà delle differenze delle temperature fra l'andata e il ritorno dell'acqua calda:

a) impianti a circolazione naturale:

$$\frac{\Delta t'}{2} = \frac{\Delta t}{2} m^{0,648} \left(\frac{t_m}{t'_m} \right)^{0,253}$$

b) impianti a circolazione forzata:

$$\frac{\Delta t'}{2} = \frac{\Delta t}{2} m$$

6) calcolo della temperatura dell'acqua all'uscita del generatore mediante la seguente relazione:

$$t'_a = t'_m + \frac{\Delta t'}{2}$$

150.10. Collaudo del generatore di calore

150.10.1. Controllo del grado di fumosità. Limiti delle emissioni

L'art. 13 del D.P.R. 22 dicembre 1970, n. 1391, Regolamento per l'esecuzione della legge 13 luglio 1966, n. 615, recante provvedimenti contro l'inquinamento atmosferico, limitatamente al settore degli impianti termici, fissa per i fumi che gli impianti termici scaricano nell'atmosfera le caratteristiche e composizioni comprese entro i limiti appresso specificati.

Il limite massimo ammissibile delle particelle solide contenute nei fumi emessi dagli impianti termici è espresso dalla seguente relazione:

$$q = 0,25 (1 + A)$$

nella quale q rappresenta il quantitativo di particelle espresse in g/m^3 di emissioni ed A un aumento percentuale consentito per impianti di potenzialità uguale o superiore a 1.000.000 di kcal/h (1,16MW), in funzione della potenzialità dell'impianto e delle altezze di sbocco superiori a m 30, come indicato nel diagramma riportato nella appendice n. 3. È ammessa l'interpolazione lineare per potenzialità intermedie a quelle tabulate.

Il contenuto di 0,25 g di sostanze solide per mc di emissioni si assume pari all'indice n. 1 della scala Ringelmann² ed all'indice n. 8 della scala Bacharach³.

L'indice dei fumi emessi dagli impianti termici non deve in nessun caso essere superiore al n. 2 della scala Ringelmann, con la sola eccezione delle circostanze appresso specificate.

È consentito che l'indice dei fumi emessi dagli impianti termici che bruciano combustibili liquidi assuma i seguenti valori per periodi complessivi non superiori a 5 minuti primi durante ogni ora di funzionamento:

- camini alti fino a 50 m n. 2 della scala Ringelmann;
- camini alti oltre 50 m n. 3 della scala Ringelmann.

Le durate dei periodi complessivi sopradetti possono essere raddoppiate per gli impianti termici che bruciano combustibili solidi.

Il limite massimo ammissibile per la concentrazione dei composti dello zolfo, espressi come anidride solforosa, contenuti nei fumi emessi dagli impianti termici nei cui focolari vengono bruciati combustibili liquidi aventi viscosità superiori a 5 gradi Engler e contenuti in zolfo non superiori al 4 per cento in peso, non deve risultare superiore allo 0,20 per cento in volume, in nessuna fase del funzionamento. La misura della concentrazione deve essere effettuata alla base dei camini.

L'accertamento del contenuto di particelle solide e di composti dello zolfo nei fumi emessi dagli impianti termici di nuova installazione, trasformati od ampliati, deve essere effettuato in sede di collaudo secondo le modalità specificate nella appendice n. 4.

$$\eta = 1 - \frac{\text{perdita per calorie sensibile}}{\text{potere calorifico inferiore}}$$

Qualora il rilevamento visivo dell'indice dei fumi emessi da un impianto termico già installato, effettuato dal personale del competente comando provinciale dei vigili del fuoco o dal personale degli uffici tecnici comunali, incaricati dal comando medesimo, periodicamente o su indicazioni dell'autorità sanitaria o degli organi di controllo previsti dalla legge, metta in evidenza valori superiori a quelli consentiti dal regolamento, per due volte, si deve procedere all'accertamento del contenuto di particelle solide nei fumi con metodo ponderale secondo le modalità specificate in appendice.

Nel caso in cui i risultati degli accertamenti basati sui metodi descritti nelle appendici diano valori superiori a quelli consentiti dal regolamento, il comando provinciale dei vigili del fuoco trasmette all'ufficio del medico provinciale il verbale redatto a conclusione della ispezione effettuata, per l'applicazione delle sanzioni previste dalla legge. Copia del medesimo verbale deve essere notificata al responsabile dell'impianto.

150.10.2. Misura della percentuale di anidride carbonica (CO₂)

L'art. 13, commi 13 e 12, del D.P.R. n. 1391/1970, limitatamente al settore degli impianti termici, indica la concentrazione della anidride carbonica (CO₂) contenuta nei fumi emessi dagli impianti termici funzionanti a *combustibili liquidi*, misurata allo sbocco o alla base dei camini, il valore compreso tra il 10% ed il 13% in volume, quale indice di una buona combustione.

Si indica, per la concentrazione dell'anidride carbonica (CO₂) contenuta nei fumi emessi dagli impianti termici funzionanti a combustibili solidi, misurata allo sbocco o alla base dei camini, il valore superiore al 10% in volume, quale indice di una buona combustione.

Tutti i limiti ammessi nel presente regolamento per le materie inquinanti presenti nei fumi sono riferiti a volumi unitari secchi di emissione riportati alla temperatura di 15°C ed alla pressione di 760 mm di mercurio.

La percentuale di anidride carbonica nei prodotti della combustione è determinata mediante appositi apparecchi detti analizzatori che possono essere del tipo:

- a peso specifico;
- elettrotermici;
- ad assorbimento.

Le norme tecniche, all'art. 11, comma 1, lettera *c*) del D.P.R. n. 1391/1970, prescrivono l'installazione di un apparecchio misuratore della concentrazione volumetrica percentuale dell'anidride carbonica (CO₂) nonché dell'ossido di carbonio e dell'idrogeno (CO + H₂) contenuti nei fumi, inserito in un punto appropriato del loro percorso. In sostituzione dell'apparecchio misuratore della concentrazione dell'ossido di carbonio e dell'idrogeno può essere adottato un apparecchio misuratore dell'ossigeno in eccesso o anche un indicatore della opacità dei fumi. È richiesta un'apparecchiatura composta dei due dispositivi, come sopra specificato, solamente per ogni focolare di potenzialità superiore a 1.000.000 di kcal/h (1,16 MW); essa deve essere integrata con un dispositivo di allarme acustico riportato in un punto riconosciuto idoneo all'atto del collaudo dell'impianto termico. Le indicazioni di questi apparecchi, nel caso di focolari aventi potenzialità superiore a 2.000.000 di kcal/h (2,32 MW), devono essere registrate in maniera continua. Le suddette norme tecniche prescrivono che i dati forniti dagli apparecchi indicatori a servizio degli impianti termici aventi potenzialità superiore a 5.000.000 di kcal/h (5,8 MW), anche se costituiti da un solo focolare, devono essere riportati su di un quadro raggruppante i ripetitori ed i registratori delle misure, situato in un punto riconosciuto idoneo per una lettura agevole da parte del personale addetto alla conduzione, al collaudo dell'impianto termico.

150.10.3. Temperatura dei fumi

La temperatura dei fumi emessi dagli impianti termici misurata allo sbocco nell'atmosfera, deve essere in ogni circostanza, esclusi solo i periodi di avviamento, superiore a 90°C. Detta temperatura può anche essere misurata alla base del camino previa determinazione della diminuzione della temperatura dei fumi nel loro percorso dalla base alla bocca del camino.

Al fine di consentire con facilità rilevamenti e prelievi di campioni, per gli impianti aventi potenzialità inferiore a 500.000 kcal/h (580 kW), devono essere predisposti alla base del camino due fori allineati sull'asse del camino, uno del diametro di 50 mm ed uno del diametro di 80 mm, con relativa chiusura metallica, e, nel caso di impianti aventi potenzialità superiore a 500.000 kcal/h (580 kW), anche due identici fori alla sommità, distanti dalla bocca non meno di cinque volte il diametro medio della sezione del camino, con un minimo di 1,50 m, in posizione accessibile per le verifiche (art. 6, comma 24, D.P.R. 1391/1970).

I fori da 80 mm devono trovarsi in un tratto rettilineo del camino e a distanza non inferiore a 5 volte la dimensione minima della sezione retta interna da qualunque cambiamento di direzione o di sezione. Qualora esistano impossibilità tecniche di praticare i fori alla base del camino alla distanza stabilita, questi possono essere praticati alla sommità del camino con distanza minima dalla bocca di 1,5 m in posizione accessibile per le verifiche (art. 6, comma 25, D.P.R. n. 1391/1970).

Le norme tecniche, all'art. 11, comma 1, lettere *a*) e *b*) del D.P.R. n. 1391/1970, prescrivono i seguenti strumenti indicatori:

- a) un termometro indicatore della temperatura dei fumi deve essere installato stabilmente alla base di ciascun camino. Le indicazioni del termometro, nel caso di focolari, aventi potenzialità superiore ad un 1.000.000 di kcal/h (1,16 MW), devono essere registrate con apparecchio a funzionamento continuo;
- b) due apparecchi misuratori delle pressioni relative (riferite a quella atmosferica) che regnano rispettivamente nella camera di combustione ed alla base del camino, per ciascun focolare di potenzialità superiore ad un 1.000.000 di kcal/h (1,16 MW).

150.10.4. Rendimento della combustione

È noto che non tutto il calore prodotto dal generatore di calore può essere trasmesso ed assorbito dall'acqua in esso contenuto, pertanto è definito rendimento della combustione (o rendimento della caldaia) il rapporto tra le calorie utilizzate e quelle prodotte:

$$\eta = \frac{\text{calorie utilizzate}}{\text{calorie utilizzate} - \text{calorie perdute}}$$

le perdite di calore del generatore di calore possono essere dovute alla dispersione del calore nell'ambiente per conducibilità e irraggiamento, alla perdita al camino per il calore sensibile dei fumi e per calore latente, perdita per carbonio incombusto, perdita per incombusti gassosi.

Il rendimento di un generatore di calore è dato dalla seguente relazione:

Per la valutazione del calore sensibile per kg di combustibile si può adottare la seguente relazione:

$$\text{perdita per calore sensibile} = (V_1C_1 + V_2C_2 + V_3C_3 + \dots + V_nC_n)(t_1 - t_0) \text{ kcal/kg}$$

dove:

t_0 è la temperatura in °C del combustibile o del comburente al momento dell'immissione nell'apparecchio di combustione;

t_1 è la temperatura in °C alla quale i prodotti della combustione abbandonano il camino (250 ÷ 260 °C);

V_i è il volume in m³ dei singoli gas componenti i fumi;

C_i sono i calori specifici in kcal/m³ dei singoli gas componenti i fumi;

Noto che i prodotti della combustione contengono anidride carbonica (CO₂), vapore d'acqua (H₂O), ossigeno (O₂) e azoto (N₂), l'espressione del calcolo della perdita per calore sensibile assume la seguente forma:

$$\text{perdita per calore sensibile} = (V_{CO_2} 0,44 + V_{N_2} 0,318 + V_{O_2} 0,318 + V_{H_2O} 0,361)(t_1 - t_0) \text{ kcal/kg}$$

i numeri indicano i valori medi dei calori specifici valutati fra 0 e 360°C.

Art. 151 - Impianti di climatizzazione

151.1. Riferimenti legislativi e normativi

In conformità alla legge 5 marzo 1990, n. 46, gli impianti di climatizzazione devono rispondere alle regole di buona tecnica; il riferimento alle norme UNI e CEI sono considerate norme di buona tecnica.

Legge 5 marzo 1990, n. 46 - Norme per la sicurezza degli impianti.

Legge 9 gennaio 1991, n. 10 - Norme per l'attuazione del Piano energetico nazionale in materia di uso razionale dell'energia, di risparmio energetico e di sviluppo delle fonti rinnovabili di energia

D.P.R. 26 agosto 1993, n. 412 - Regolamento recante norme per la progettazione, l'installazione, l'esercizio e la manutenzione degli impianti termici degli edifici ai fini del contenimento dei consumi di energia, in attuazione dell'art. 4, comma 4, della legge 9 gennaio 1991, n. 10.

UNI 7357 *Calcolo del fabbisogno termico per il riscaldamento di edifici.*

UNI 7357 FA 3-89 *Calcolo del fabbisogno termico per il riscaldamento di edifici.*

UNI 8477-1 *Energia solare. Calcolo degli apporti per applicazioni in edilizia. Valutazione dell'energia raggiante ricevuta.*

UNI 8852 *Impianti di climatizzazione invernali per gli edifici adibiti ad attività industriale ed artigianale. Regole per l'ordinazione, l'offerta ed il collaudo.*

UNI 10339 *Impianti aeraulici ai fini di benessere. Generalità, classificazione e requisiti. Regole per la richiesta d'offerta, l'offerta, l'ordine e la fornitura.*

UNI 10345 *Riscaldamento e raffrescamento degli edifici. Trasmissione termica dei componenti edilizi finestrati. Metodo di calcolo.*

UNI 10346	<i>Riscaldamento e raffrescamento degli edifici. Scambi di energia termica tra terreno ed edificio. Metodo di calcolo.</i>
UNI 10347	<i>Riscaldamento e raffrescamento degli edifici. Energia termica scambiata tra una tubazione e l'ambiente circostante. Metodo di calcolo.</i>
UNI 10348	<i>Riscaldamento degli edifici. Rendimenti dei sistemi di riscaldamento. Metodo di calcolo.</i>
UNI 10355	<i>Murature e solai. Valori della resistenza termica e metodo di calcolo.</i>
UNI 10376	<i>Isolamento termico degli impianti di riscaldamento e raffrescamento degli edifici.</i>
UNI 10379	<i>Riscaldamento degli edifici. Fabbisogno energetico convenzionale normalizzato. Metodo di calcolo e verifica.</i>
UNI 10381-1	<i>Impianti aeraulici. Condotte. Classificazione, progettazione, dimensionamento e posa in opera.</i>
UNI 10381-2	<i>Impianti aeraulici. Componenti di condotte. Classificazione, dimensioni e caratteristiche costruttive.</i>

151.2. Requisiti dell'impianto di climatizzazione

L'impianto di climatizzazione, conformemente al progetto esecutivo, deve assicurare negli ambienti specifici:

- una determinata temperatura;
- una determinata umidità relativa;
- un determinato rinnovo dell'aria.

L'aria immessa, sia essa esterna di rinnovo o ricircolata è di regola filtrata.

La climatizzazione può essere:

- soltanto invernale, nel qual caso la temperatura ambiente è soggetta alle limitazioni previste dalle vigenti disposizioni in materia di contenimento dei consumi energetici;
- soltanto estiva;
- generale, ossia estiva ed invernale.

Qualunque sia il sistema di climatizzazione, deve essere assicurata la possibilità di una regolazione locale, almeno della temperatura e per i locali principali.

Qualora l'impianto serva una pluralità di unità immobiliari, ciascuna di tali unità deve essere servita separatamente ai fini della possibilità della contabilizzazione dell'energia utilizzata.

Per quanto concerne le prescrizioni in vigore e le normative da osservare si fa espresso riferimento alle prescrizioni valide per gli impianti di riscaldamento.

151.3. Sistemi di climatizzazione

a) La climatizzazione viene classificata secondo uno dei criteri seguenti.

- 1) Mediante impianti "a tutt'aria", in cui l'aria, convenientemente trattata centralmente, viene immessa nei singoli locali con caratteristiche termo-igrometriche tali da assicurare le condizioni previste.
- 2) Mediante impianti in cui l'aria viene trattata localmente nella, o nelle, batterie di apparecchi singoli; tali batterie, se riscaldanti, sono alimentate con acqua calda o con vapore, se raffreddanti, sono alimentate con acqua refrigerata, oppure si prevede l'evaporazione di un fluido frigorifero entro le batterie in questione.
- 3) Nei cosiddetti "ventilconvettori" l'aria ambiente viene fatta circolare mediante un elettroventilatore, nei cosiddetti "induttori" l'aria ambiente viene richiamata attraverso le batterie per l'effetto induttivo creato dall'uscita da appositi ugelli (eiettori) di aria, cosiddetta "primaria", immessa nell'apparecchio ad alta velocità.

Il rinnovo dell'aria negli impianti con ventilconvettori, avviene:

- o per ventilazione naturale dell'ambiente e quindi in misura incontrollabile;
- o per richiamo diretto dall'esterno, da parte di ciascun apparecchio, attraverso un'apposita apertura praticata nella parete;
- o con l'immissione mediante una rete di canalizzazioni, di aria cosiddetta "primaria" trattata centralmente.

Negli impianti con induttori il rinnovo avviene mediante l'aria ad alta velocità trattata centralmente che dà luogo all'effetto induttivo e che, in parte o totalmente è aria esterna.

Negli impianti con aria primaria questa, di regola, soddisfa essenzialmente le esigenze igrometriche, mentre gli apparecchi locali operano di regola sul solo calore sensibile.

b) L'impianto di climatizzazione può essere dal punto di vista gestionale:

- autonomo, quando serve un'unica unità immobiliare;
- centrale, quando serve una pluralità di unità immobiliari di un edificio, o di un gruppo di edifici.

Gli "impianti" ed i "condizionatori autonomi" destinati alla climatizzazione di singoli locali devono rispondere alle norme CEI ed UNI loro applicabili.

151.4. Componenti degli impianti climatizzazione

Tutti i componenti destinati al riscaldamento dei locali debbono avere attestato di conformità.

I componenti degli impianti di condizionamento dovranno comunque essere conformi alle norme UNI, mentre gli apparecchi di sicurezza e di protezione dovranno essere provvisti di certificato di conformità come indicato per gli impianti di riscaldamento. Inoltre i componenti degli impianti in questione:

- debbono essere accessibili ed agibili per la manutenzione e suscettibili di essere agevolmente introdotti e rimossi nei locali di loro pertinenza, ai fini della loro revisione, o della eventuale sostituzione;

- debbono essere in grado di non provocare danni alle persone, o alle cose, se usati correttamente ed assoggettati alla manutenzione prescritta.

La rumorosità dei componenti, in corso di esercizio, deve essere contenuta, eventualmente con l'ausilio di idonei apprestamenti, entro limiti tali da non molestare né gli utilizzatori, né i terzi.

Di tutti i dispositivi di sicurezza, di protezione e di controllo, debbono essere rese chiaramente individuabili le cause di intervento onde renderne possibile l'eliminazione.

151.5. Gruppi frigoriferi⁴

Possono essere del tipo:

- che forniscono all'evaporatore acqua refrigerata da far circolare nelle batterie di raffreddamento dell'aria;
- che prevedono l'espansione nelle batterie di raffreddamento del fluido frigorifero (batterie ad espansione diretta).

I gruppi frigoriferi possono essere:

- azionati meccanicamente (di regola mediante motori elettrici) e si tratta di compressori alternativi, di compressori a vite, di compressori centrifughi, oppure possono utilizzare energia termica, sotto forma di vapore o acqua surriscaldata, e si tratta dei cosiddetti gruppi frigoriferi;
- ad assorbimento (di regola al bromuro di litio) nei quali la potenza meccanica assorbita è trascurabile rispetto alla potenza frigorifera prodotta.

In ogni caso la potenza frigorifica resa deve corrispondere alla potenza massima richiesta dall'impianto e la potenza meccanica o termica assorbita deve essere compatibile con quella sicuramente disponibile.

Salvo il caso di piccole potenze (5 kW) la potenza frigorifica deve essere parzializzabile così da far fronte alla variabilità del carico.

Oltre alle valvole di sicurezza, applicate al condensatore e all'evaporatore, prescritte per tutti gli apparecchi a pressione di capacità superiore a 25 litri (e pertanto provviste di certificato di conformità) ogni refrigeratore deve essere provvisto di idonei apparecchi per il controllo del funzionamento (manometri sull'alta e sulla bassa pressione, manometro per la misura della pressione dell'olio, termometri sulla mandata e sul ritorno dell'acqua refrigerata, nonché sull'ingresso e sull'uscita del fluido di raffreddamento) ed altresì di apparecchiature di protezione atte ad arrestare il gruppo in caso di:

- pressione temperatura troppo alta (pressostato di massima);
- pressione temperatura troppo bassa (pressostato di minima);
- pressione troppo bassa dell'olio lubrificante (pressostato sul circuito dell'olio);
- temperatura troppo bassa dell'aria refrigerata (termostato antigelo);
- arresto nella circolazione del fluido raffreddante.

Nei gruppi "ad assorbimento" a bromuro di litio l'apparecchiatura deve essere idonea ad intervenire in tutti i casi in cui può verificarsi la cristallizzazione della soluzione.

151.6. Raffreddamento del gruppo frigorifero

Qualunque sia il tipo del gruppo frigorifero è indispensabile l'impiego di un fluido per il raffreddamento del "condensatore" nei gruppi azionati meccanicamente, del "condensatore" e "dell'assorbitore" nei gruppi di assorbimento.

Si deve impiegare a tale scopo acqua fredda, proveniente dall'acquedotto, od altre fonti, oppure acqua raffreddata per evaporazione nelle cosiddette "torri di raffreddamento".

Nel caso di gruppi frigoriferi azionati meccanicamente il raffreddamento per evaporazione può avvenire all'interno dello stesso condensatore (condensatore evaporativo).

Occorre in ogni caso assicurarsi della portata disponibile e, se si tratta di acqua prelevata dall'acquedotto o da altre sorgenti, occorre poter contare su temperature determinate.

L'acqua proveniente da fonti esterne quali sorgenti, fiumi, laghi, mare, deve essere assoggettata ad accurata filtrazione e ad eventuali trattamenti onde evitare fenomeni di corrosione, incrostazioni e intasamenti.

È necessario in ogni caso:

- prevedere un adeguato spurgo dell'acqua in circolazione onde evitare eccessiva concentrazione di sali disciolti;
- prevedere la protezione invernale dal gelo delle torri (vuotamento del bacino o riscaldamento dell'acqua in esso contenuta).

Il raffreddamento del condensatore può essere attuato mediante circolazione di aria esterna (condensatore ad aria), nel qual caso occorre assicurarsi che l'aria esterna possa affluire nella misura necessaria e che l'aria espulsa possa defluire senza mescolarsi con la prima e senza arrecare danni in conseguenza del notevole contenuto di vapore acqueo.

Deve avvenire l'arresto automatico del gruppo frigorifero ogni qualvolta venisse meno la circolazione del fluido raffreddante.

151.7. Circolazione dei fluidi

151.7.1. Pompe di circolazione

L'acqua di raffreddamento, nei gruppi frigoriferi raffreddati ad acqua, deve circolare in quanto condotta sotto pressione oppure per opera di pompe; sempre per opera di pompe nel caso di condensatori evaporativi e torri di raffreddamento.

L'acqua refrigerata deve circolare unicamente per opera di pompe. Tenendo conto della temperatura dell'acqua, della caduta di temperatura (circa 5°C) e dell'attraversamento, rispettivamente, del condensatore e dell'evaporatore, la potenza assorbita dovrebbe essere contenuta in 1/150 della potenza frigorifera resa per le pompe di raffreddamento ed in 1/100 per le pompe dell'acqua refrigerata.

Per quanto concerne caratteristiche ed accessori delle pompe si rimanda alle prescrizioni per gli impianti di riscaldamento.

Per quanto concerne le pompe impiegate per il refrigerante e per la soluzione, nei gruppi ad assorbimento, si devono usare pompe ermetiche speciali che fanno parte integrante del gruppo.

151.7.2. Ventilatori

Negli impianti di climatizzazione a tutt'aria i ventilatori impiegati per la distribuzione, per la ripresa e per la espulsione dell'aria e negli impianti con apparecchi locali a ventilazione (ventilconvettori) dove ogni apparecchio dispone di un proprio ventilatore, oltre al ventilatore centrale nel caso in cui sia prevista l'immissione di aria primaria trattata devono essere utilizzati ventilatori rispondenti alle norme tecniche vigenti.

Negli impianti ad induzione il ventilatore centrale deve inoltre fornire aria a pressione sufficientemente elevata per vincere la resistenza nei condotti, percorsi ad alta velocità, e per determinare l'effetto induttivo uscendo dagli appositi eiettori.

La potenza assorbita varia ovviamente secondo la portata e prevalenza necessarie; in impianti a tutt'aria la potenza assorbita dovrebbe essere contenuta in un valore dell'ordine di 1/50 della potenza frigorifera.

151.8. Distribuzioni dei fluidi termovettori

151.8.1. Tubazioni

Per quanto concerne il riscaldamento si rimanda alle prescrizioni per gli impianti di riscaldamento, per quanto concerne la climatizzazione estiva la rete di tubazioni comprende:

- a) le tubazioni della centrale frigorifica;
- b) la rete dell'acqua di raffreddamento nel caso in cui il gruppo frigorifero sia raffreddato ad acqua;
- c) le tubazioni di allacciamento alle batterie dei gruppi condizionatori; e, nel caso di apparecchi locali;
- d) la rete di distribuzione dell'acqua refrigerata che comprende:
 - la rete orizzontale principale;
 - le colonne montanti;
 - eventuali reti orizzontali;
 - gli allacciamenti ai singoli apparecchi locali;
- e) la rete di scarico di eventuali condensazioni;
- f) la rete di sfogo dell'aria.

Di regola la temperatura dell'acqua refrigerata che alimenta le batterie raffreddanti dei gruppi condizionatori è più bassa di quella dell'acqua che alimenta gli apparecchi locali, qualora alla deumidificazione dei locali serviti da tali apparecchi si provveda con aria primaria; in tal caso vi sono reti separate, a temperatura diversa.

Le reti di distribuzione possono essere:

- a 4 tubi (di cui due per il riscaldamento e due per il raffreddamento);
- oppure a due tubi, alimentati, alternativamente, con acqua calda e con acqua refrigerata, secondo le stagioni.

Ferme restando le prescrizioni per gli impianti di riscaldamento, le tubazioni di acqua fredda per il raffreddamento del gruppo frigorifero e le tubazioni di acqua refrigerata debbono essere coibentate affinché l'acqua giunga agli apparecchi alla temperatura prevista e non si verifichino fenomeni di condensazione; va inoltre applicata una valida barriera al vapore, senza soluzione di continuità, onde evitare che la condensazione si verifichi sulla superficie dei tubi con conseguenti danneggiamenti ai tubi stessi ed alla coibentazione.

Tubazioni particolari sono quelle impiegate per il collegamento alle batterie ad espansione diretta in cui circola il fluido frigorifero liquido, fornite di regola dai produttori degli apparecchi già precaricate, debbono essere: a perfetta tenuta, coibentate e sufficientemente elastiche affinché le vibrazioni del gruppo non ne causino la rottura.

151.8.2. Canalizzazioni

Salvo il caso in cui si impieghino apparecchi locali a ventilazione (ventilconvettori) senza apporto di aria primaria le reti di canali devono permettere:

- 1) Negli impianti a tutt'aria:
 - la distribuzione dell'aria trattata;
 - la ripresa dell'aria da ricircolare e/o espellere.Le canalizzazioni di distribuzione possono essere costituite:
 - a) da un unico canale;
 - b) da due canali con terminali per la miscelazione;
 - c) da due canali separati.
- 2) Negli impianti con apparecchi locali a ventilazione:
 - la distribuzione di aria primaria.

3) Negli impianti con apparecchi locali ad induzione:

alta velocità per l'immissione dell'aria primaria destinata altresì a determinare l'effetto induttivo.

Per ciò che concerne le caratteristiche delle canalizzazioni e delle bocche di immissione e di ripresa si rimanda alle prescrizioni per gli impianti di riscaldamento.

I canali di distribuzione dell'aria debbono essere coibentati nei tratti percorsi in ambienti non climatizzati per evitare apporti o dispersioni di calore, i canali che condottano aria fredda debbono essere coibentati anche nei locali climatizzati e completati con barriera al vapore allo scopo di impedire fenomeni di condensazione che oltre tutto danneggiano i canali stessi e la coibentazione.

Di massima l'aria non deve essere immessa a temperatura minore di 13°C o maggiore di 16°C rispetto alla temperatura ambiente.

151.9. Apparecchi per la climatizzazione

151.9.1. Gruppi di trattamento dell'aria (condizionatori)

Sono gli apparecchi, allacciati alle reti di acqua calda e di acqua refrigerata, nei quali avviene il trattamento dell'aria: sia quella destinata alla climatizzazione dei locali, negli impianti a tutt'aria, sia quella cosiddetta primaria impiegata negli impianti con apparecchi locali.

Il gruppo di trattamento comprende:

- filtri;
- batteria, o batterie, di pre- e/o post-riscaldamento;
- dispositivi di umidificazione;
- batteria, o batterie, di raffreddamento e deumidificazione;
- ventilatore, o ventilatori, per il movimento dell'aria.

Se destinato a servire più zone (gruppo multizone) il gruppo potrà attuare due diversi trattamenti dell'aria ed alimentare i vari circuiti di canali previa miscelazione all'ingresso mediante coppie di serrande.

Se destinato a servire un impianto "a doppio canale" la miscela dell'aria prelevata dai due canali avverrà mediante cassette miscelatrici terminali.

Dei filtri occorre stabilire il grado di filtrazione richiesto che può essere assai spinto nei cosiddetti filtri assoluti.

I filtri devono poter essere rimossi ed applicati con facilità e se ne deve prescrivere tassativamente la periodica pulizia, o sostituzione.

Le batterie debbono avere la potenza necessaria tenendo conto di un adeguato fattore di "sporco" e devono essere dotate di organi di intercettazione e di regolazione.

Il complesso di umidificazione può essere del tipo ad ugelli nebulizzatori alimentati direttamente da una condotta in pressione, oppure (umidificazione adiabatica) con acqua prelevata da una bacinella all'interno del gruppo e spinta con una pompa ad hoc.

In tal caso deve essere reso agevole l'accesso agli ugelli ed alla bacinella per le indispensabili operazioni periodiche di pulizia.

Nel caso di impiego di vapore vivo, questo deve essere ottenuto da acqua esente da qualsiasi genere di additivi.

In corrispondenza ad eventuali serrande, automatiche, o manuali, deve essere chiaramente indicata la posizione di chiuso ed aperto.

A monte ed a valle di ogni trattamento (riscaldamento, umidificazione, raffreddamento, deumidificazione) si debbono installare termometri o prese termometriche ai fini di controllare lo svolgimento del ciclo previsto.

151.9.2. Unità terminali a convenzione forzata - Ventilconvettori

Possono essere costituiti da una batteria unica alimentata alternativamente da acqua calda e acqua refrigerata secondo le stagioni, oppure da due batterie: l'una alimentata con acqua calda e l'altra con acqua refrigerata.

Il ventilatore deve poter essere fatto funzionare a più velocità così che nel funzionamento normale la rumorosità sia assolutamente trascurabile. La regolazione può essere del tipo "tutto o niente" (col semplice arresto o messa in moto del ventilatore), oppure può operare sulla temperatura dell'acqua.

In ogni caso l'apparecchio deve poter essere separato dall'impianto mediante organi di intercettazione a tenuta.

In caso di uso per raffrescamento il ventilconvettore dovrà essere dotato di opportuno tubo di plastica (con diametro interno di 30÷40 mm) per lo smaltimento della condensa per gravità.

UNI 7940-1 *Ventilconvettori. Condizioni di prova e caratteristiche.*

UNI 7940-1 FA 243-88 *Foglio di aggiornamento n. 1 alla UNI 7940 parte 1. Ventilconvettori. Condizioni di prova e caratteristiche.*

UNI 7940-2 30/09/79 *Ventilconvettori. Metodi di prova.*

UNI ENV 1397 *Scambiatori di calore. Ventilconvettori acqua-aria. Procedimenti di prova per la determinazione delle prestazioni.*

151.9.3. Induttori

Negli induttori l'aria viene spinta attraverso ugelli eiettori ed occorre pertanto che la pressione necessaria sia limitata (5-10 mm cosiddetta aria) onde evitare una rumorosità eccessiva.

Delle batterie secondarie alimentate ad acqua calda e refrigerata occorre prevedere la separazione dall'impianto mediante organi di intercettazione a tenuta.

151.9.4. Espansione dell'acqua dell'impianto

Anche nel caso di acqua refrigerata occorre prevedere un vaso di espansione per prevenire i danni della sia pure limitata dilatazione del contenuto passando dalla temperatura minima ad una temperatura maggiore, che può essere quella dell'ambiente.

Al riguardo del vaso di espansione si rimanda al punto 150.7.

151.9.5. Regolazioni automatiche. Tolleranze massime

Le regolazioni automatiche impiegate debbono essere in grado di assicurare i valori convenuti entro le tolleranze massime espressamente previste.

Si considerano accettabili tolleranze:

- di 1°C, soltanto in più, nel riscaldamento;
 - di 2°C, soltanto in meno, nel raffreddamento;
 - del 20% in più o in meno per quanto concerne l'umidità relativa;
- a meno che non sia stato previsto diversamente nel progetto esecutivo.

Ove occorra la regolazione deve poter essere attuata manualmente con organi adeguati, accessibili ed agibili.

151.9.6. Alimentazione e scarico dell'impianto

A servizio delle batterie di raffreddamento ovunque installate (nei gruppi centrali o negli apparecchi locali) va prevista una rete di scarico del condensato.

Negli apparecchi locali con aria primaria la temperatura dell'acqua destinata a far fronte a carichi di solo calore sensibile è abbastanza elevata (circa 12°C) e l'aria primaria mantiene un tasso di umidità relativa abbastanza basso, tuttavia la rete di scarico si rende parimenti necessaria in quanto, soprattutto all'avviamento, si presentano nei locali condizioni atte a dar luogo a fenomeni di condensazione sulle batterie.

151.9.7. Verifiche del Direttore dei lavori

Il Direttore dei lavori per la realizzazione dell'impianto di climatizzazione opererà come segue.

- a) Nel corso dell'esecuzione dei lavori, con riferimento ai tempi ed alle procedure, verificherà via via che i materiali impiegati e le tecniche di esecuzione siano effettivamente quelle prescritte ed inoltre per le parti destinate a non restare in vista, o che possono influire irreversibilmente sul funzionamento finale, verificherà che l'esecuzione sia coerente con quella concordata (questa verifica potrà essere effettuata anche in forma casuale e statistica nel caso di grandi opere).
- b) Al termine dei lavori eseguirà una verifica finale dell'opera e si farà rilasciare dall'esecutore una dichiarazione di conformità dell'opera alle prescrizioni del progetto, del presente Capitolato e di altre eventuali prescrizioni concordate.

Il Direttore dei lavori raccoglierà inoltre in un fascicolo i documenti progettuali più significativi, la dichiarazione di conformità predetta (ed eventuali schede di prodotti) nonché le istruzioni per la manutenzione con modalità e frequenza delle operazioni.

Art. 152 - Impianti elettrici

152.1. Direzione dei lavori

Il Direttore dei lavori per la pratica realizzazione dell'impianto, oltre al coordinamento di tutte le operazioni necessarie alla realizzazione dello stesso, deve prestare particolare attenzione alla verifica della completezza di tutta la documentazione, ai tempi della sua realizzazione e ad eventuali interferenze con altri lavori.

Verificherà inoltre che i materiali impiegati e la loro messa in opera siano conformi a quanto stabilito dal progetto.

Al termine dei lavori si farà rilasciare il rapporto di verifica dell'impianto elettrico come precisato nella "Appendice G" della Guida CEI 64-50=UNI 9620, che attesterà che lo stesso è stato eseguito a regola d'arte. Raccoglierà inoltre la documentazione più significativa per la successiva gestione e manutenzione.

152.2. Prescrizioni generali

152.2.1. Norme e leggi

Gli impianti elettrici dovranno essere realizzati a regola d'arte in rispondenza alle seguenti norme:

D.P.R. 27 aprile 1955, n. 547 - Norme per la prevenzione degli infortuni sul lavoro

Legge 1° marzo 1968, n. 186 - Disposizioni concernenti la produzione di materiali, apparecchiature, macchinari, installazioni e impianti elettrici ed elettronici;

Legge 18 ottobre 1977, n. 791 - Attuazione della direttiva del consiglio delle Comunità europee (n. 72/23/CEE) relativa alle garanzie di sicurezza che deve possedere il materiale elettrico destinato 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 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

Legge 5 marzo 1990, n. 46 - Norme per la sicurezza degli impianti;

D.P.R. 6 dicembre 1991, n. 447 - Regolamento di attuazione della legge 5 marzo 1990, n. 46, in materia di sicurezza degli impianti;

D.P.R. 21 aprile 1993, n. 246 - Regolamento di attuazione della direttiva 89/106/CEE relativa ai prodotti da costruzione;

D.Lgs. 25 novembre 1996, n. 626 - Attuazione della direttiva 93/68/CEE, in materia di marcatura CE del materiale elettrico destinato 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.

Si considerano a regola d'arte gli impianti elettrici realizzati secondo le norme CEI applicabili, in relazione alla tipologia di edificio, di locale o di impianto specifico oggetto del progetto e precisamente:

CEI 11-17 (1981) e variante VI (1989). *Impianti di produzione, trasporto e distribuzione di energia elettrica. Linee in cavo.*

CEI 64-8 (1987) e varianti VI (1988) e V2 (1989). *Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1.000 V in corrente alternata a 1.500 V in corrente continua.*

CEI 64-9 (1987) - *Impianti elettrici utilizzatori negli edifici a destinazione e residenziale e similare.*

CEI 64-10 (1988) - *Impianti elettrici nei luoghi di spettacolo o intrattenimento.*

CEI 64-2 (1987) - *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 (1971) e variante VI (1987). *Impianti telefonici interni.*

CEI 64-50=UNI 9620 *Edilizia residenziale. Guida per l'integrazione nell'edificio degli impianti elettrici utilizzatori, ausiliari e telefonici.*

Inoltre vanno rispettate le disposizioni del D.M. 16 febbraio 1982 e della Legge 7 dicembre 1984, n. 818 per quanto applicabili.

152.2.2. Prescrizioni tecniche

152.2.2.1. Distinzione dei circuiti

Nelle abitazioni e negli edifici residenziali in genere, si devono alimentare, attraverso circuiti protetti e singolarmente sezionabili facenti capo direttamente al quadro elettrico, almeno le seguenti utilizzazioni:

- a) illuminazione: sezione dei conduttori non inferiore a 1,5 mm²; protezione 10 A; potenza totale erogabile 2,2 kW;
- b) prese a spina da 10 A per l'illuminazione supplementare e per piccoli elettrodomestici: sezione dei conduttori 1,5 mm²; protezione 10A; potenza totale erogabile 2,2 kW;
- c) prese a spina da 16 A e apparecchi utilizzatori con alimentazione diretta (scalda-acqua, lavatrice, lavastoviglie, forno elettrico, etc) con potenza unitaria minore o uguale a 3,6 kW: sezione dei conduttori 2,5 mm², protezione 16 A; potenza totale erogabile 3,6 kW;
- d) eventuale linea per alimentazione di utilizzatori con potenza maggiore di 3,6 kW: sezione conduttori 4 mm², protezione 25 A.

Inoltre, se la superficie abitabile è maggiore di 150 m², sul quadro elettrico devono essere previsti un numero superiore di circuiti protetti e:

- prevedere più linee per l'illuminazione di base al fine di contenere entro 150 m² la superficie dei locali interessati da una singola linea;
- prevedere un elevato numero di prese da 10 A;
- prevedere una linea da 10 A ogni 15 prese;
- prevedere un elevato numero di apparecchi utilizzatori fissi o trasportabili (scalda-acqua, lavatrici, lavastoviglie) che debbono funzionare contemporaneamente prelevando una potenza totale superiore a 3,6 kW;
- alimentare ciascun apparecchio utilizzatore con potenza unitaria maggiore di 2,2 kW direttamente dal quadro con una linea protetta.

Nella valutazione della sezione dei conduttori relativi al singolo montante, oltre a tener conto della caduta di tensione del 4%, occorre considerare anche i tratti orizzontali. Il potere di interruzione degli interruttori automatici deve essere di almeno 3000 A (norma CEI 11-11, Variante V2) a meno di diversa comunicazione del fornitore di energia; gli interruttori automatici devono essere bipolari con almeno un polo protetto in caso di distribuzione fase-fase.

152.2.2.2. Tensione di alimentazione e resistenza massima di terra - valori massimi

La tensione di alimentazione di tutti gli apparecchi utilizzatori monofasi e delle lampade ad incandescenza non dovrà essere superiore a $220\text{ V} \pm 10\%$.

Negli impianti in cui la protezione contro i contatti indiretti è effettuata mediante interruzione automatica, la resistenza di terra deve avere valori che devono soddisfare le relazioni di cui alla norma 64-8/4, riportate nei punti seguenti rispettivamente per sistemi TT, IT, TN.

152.2.2.2.1. Sistemi TT

Ai sensi della Norma **CEI 64-8/4**, tutte le masse protette contro i contatti indiretti dallo stesso dispositivo di protezione devono essere collegate allo stesso impianto di terra. Il punto neutro o, se questo non esiste, un conduttore di fase, di ogni trasformatore o di ogni generatore, deve essere collegato a terra.

Deve essere soddisfatta la seguente condizione:

$$R_a \cdot I_a = 50 \quad (1)$$

dove:

R_a è la somma delle resistenze del dispersore e dei conduttori di protezione delle masse, in ohm;

I_a è la corrente che provoca il funzionamento automatico del dispositivo di protezione, in ampere.

Quando il dispositivo di protezione è un dispositivo di protezione a corrente differenziale, I_a è la corrente nominale differenziale I_d .

Per ragioni di selettività, si possono utilizzare dispositivi di protezione a corrente differenziale del tipo S (vedere Norme CEI 23-42, 23-44, 17-5 V1) in serie con dispositivi di protezione a corrente differenziale di tipo generale. Per ottenere selettività con i dispositivi di protezione a corrente differenziale nei circuiti di distribuzione è ammesso un tempo di interruzione non superiore a 1 s.

Quando il dispositivo di protezione è un dispositivo di protezione contro le sovracorrenti esso deve essere:

- un dispositivo avente una caratteristica di funzionamento a tempo inverso, ed in questo caso I_a deve essere la corrente che ne provoca il funzionamento automatico entro 5 s, oppure
- un dispositivo con una caratteristica di funzionamento a scatto istantaneo ed in questo caso la deve essere la corrente minima che ne provoca lo scatto istantaneo.

Se la condizione (1) non può essere soddisfatta, si deve realizzare un collegamento equipotenziale supplementare secondo la Norma **CEI 64-8/4**.

152.2.2.2.2. Sistemi IT

Nei sistemi IT le parti attive devono essere isolate da terra oppure essere collegate a terra attraverso un'impedenza di valore sufficientemente elevato. Questo collegamento può essere effettuato al punto neutro del sistema oppure ad un punto neutro artificiale, che può venire collegato direttamente a terra quando l'impedenza di sequenza zero risultante sia sufficientemente elevata. Se non esiste alcun punto neutro, si può collegare a terra attraverso un'impedenza un conduttore di fase.

Nel caso di un singolo guasto a terra la corrente di guasto è quindi debole e non è necessario interrompere il circuito se le prescrizioni di cui alla relazione (2) seguente sono soddisfatte. Si devono tuttavia prendere precauzioni per evitare il rischio di effetti fisiologici dannosi su persone in contatto con parti conduttrici simultaneamente accessibili nel caso di doppio guasto a terra.

Le masse devono essere messe a terra individualmente, per gruppi o collettivamente.

Deve essere soddisfatta la seguente condizione:

$$R_T \cdot I_d = 50 \quad (2)$$

dove:

R_T è la resistenza del dispersore al quale sono collegate le masse, in ohm;

I_d è la corrente di guasto nel caso di primo guasto di impedenza trascurabile tra un conduttore di fase e una massa, in ampere.

Il valore di I_d tiene conto delle correnti di dispersione verso terra e dell'impedenza totale di messa a terra dell'impianto elettrico.

Inoltre si deve prevedere un dispositivo di controllo dell'isolamento per indicare il manifestarsi di un primo guasto tra una parte attiva e masse o terra, questo dispositivo deve azionare un segnale sonoro e/o visivo.

152.2.2.2.3. Sistemi TN

Tutte le masse dell'impianto devono essere collegate al punto di messa a terra del sistema di alimentazione con conduttori di protezione che devono essere messi a terra in corrispondenza od in prossimità di ogni trasformatore o generatore di alimentazione.

Il punto di messa a terra del sistema di alimentazione è generalmente il punto neutro. Se un punto neutro non è disponibile o non è accessibile, si deve mettere a terra un conduttore di fase. In nessun caso un conduttore di fase deve servire da conduttore PEN ⁵.

Le caratteristiche dei dispositivi di protezione e le impedenze dei circuiti devono essere tali che, se si presenta un guasto di impedenza trascurabile in qualsiasi parte dell'impianto tra un conduttore di fase ed un conduttore di protezione o una massa, l'interruzione automatica dell'alimentazione avvenga entro il tempo specificato, soddisfacendo la seguente condizioni:

$$Z_s \cdot I_a = U_o \quad (3)$$

dove:

Z_s è l'impedenza dell'anello di guasto che comprende la sorgente, il conduttore attivo fino al punto di guasto ed il conduttore di protezione tra il punto di guasto e la sorgente;

I_a è la corrente che provoca l'interruzione automatica del dispositivo di protezione entro il tempo definito nella tabella 41 A della norma CEI 64-8/4 in funzione della tensione nominale U_o oppure, nelle condizioni specificate in 413.1.3.5 della stessa norma, entro un tempo convenzionale non superiore a 5 s; se si usa un interruttore differenziale I a è la corrente differenziale nominale I_d ;

U_o è la tensione nominale in c.a., valore efficace tra fase e terra.

152.2.2.3. Valori massimi della caduta di tensione

La differenza fra la tensione a vuoto e la tensione rilevabile in qualsiasi punto degli impianti, quando fossero inseriti tutti gli apparecchi utilizzatori suscettibili di funzionare simultaneamente, non dovrà superare il 4% della tensione a vuoto per i circuiti di illuminazione e misti ed il 6% per gli altri circuiti.

152.2.2.4. Resistenza d'isolamento

Per tutte le parti di impianto comprese tra due fusibili o interruttori successivi o poste a valle dell'ultimo fusibile od interruttore, la resistenza d'isolamento verso terra e fra conduttori appartenenti a fasi o polarità diverse non dovrà essere inferiore a:

- 250.000 Ohm, per i sistemi a tensione nominale verso terra superiore a 65 V;
- 150.000 Ohm, per i sistemi a tensione nominale verso terra inferiore od uguale a 65 V.

152.2.2.5. Isolamento e sezioni minime dei conduttori

Per tutti gli impianti alimentati direttamente con la piena tensione normale della rete a B.T. e per quelli alimentati a tensione ridotta, di segnalazioni automatiche di incendi, per gli impianti elettroacustici, di citofoni, d'impianti interfonici e di portiere elettrico, la sezione minima ammessa per i conduttori sarà di 1 mm² e l'isolamento minimo ammesso sarà del grado 3.

Faranno eccezione i conduttori dei circuiti di forza motrice, delle prese a spina per utilizzazioni elettrodomestiche e varie, per i quali la sezione minima ammessa-sarà di 2,5 mm², sempre con isolamento minimo ammesso del grado 3. Per gli impianti di segnalazioni comuni per usi civili nell'interno dei fabbricati, alimentati a tensione ridotta (impianti di categoria ZERO), saranno ammessi conduttori con sezione minima di 0,5 mm², con isolamento minimo del grado 2. Alle sezioni minime sopra indicate faranno eccezione i conduttori di messa a terra ed il conduttore neutro dichiaratamente a terra, se utilizzato per la messa a terra ai fini della protezione da tensioni di contatto, le cui sezioni dovranno essere adeguati alla intensità della corrente verso terra e comunque non inferiore a 16 mm², se di rame, ed a 50 mm², se di ferro o acciaio zincato.

Possono essere tollerate per i tratti visibili dei conduttori di terra in rame, sezioni inferiori a 16 mm², purché non inferiori alla sezione dei conduttori del circuito elettrico, sino ad un minimo in ogni caso di 5 mm².

152.2.2.6. Densità massime di corrente

Indipendentemente dalle sezioni conseguenti alle massime cadute di tensione di cui al precedente punto 152.2.2.3., per i conduttori di tutti gli impianti alimentati a piena tensione normale della rete a B.T., la massima densità di corrente ammessa non dovrà superare l'80% di quella ricavabile dalle tabelle UNEL in vigore.

In ogni caso la densità di corrente dovrà essere limitata a valori tali che la temperatura raggiunta dai conduttori, quando la temperatura ambiente fosse quella massima prevista, non comprometta l'isolamento delle parti stesse e non danneggi gli oggetti posti nelle vicinanze.

La densità di corrente in ciascuna parte dei circuiti dovrà essere valutata in base alla corrente assorbita da tutti gli apparecchi utilizzatori alimentati dai circuiti stessi e suscettibili di funzionare contemporaneamente o, in mancanza di precise indicazioni, con riferimento al carico convenzionale. Per quanto riguarda il fattore di potenza dei carichi induttivi esso, in mancanza di diversa specificazione, verrà assunto al valore convenzionale di 0,8.

La temperatura massima agente dei conduttori (in rame in alluminio) non dovrà superare:

- 60°C per la gomma di qualità Ge per il materiale termoplastico di qualità R;
- 70°C per la gomma di qualità G₁ per il materiale termoplastico di qualità R₁.

152.2.2.7. Alimentazione da più sorgenti

Qualora in un impianto utilizzatore od una sua parte può essere alimentato da due o più sorgenti di energia tra di loro indipendenti, deve essere previsto l'inserimento di un dispositivo commutatore che escluda la possibilità di mettere in parallelo, attraverso l'impianto utilizzatore, le due o più sorgenti di energia.

152.2.2.8. Protezione contro i corto-circuiti e i sovraccarichi

All'inizio di ogni unità d'impianto dovranno essere previsti adeguati dispositivi di protezione contro i corto-circuiti ed i sovraccarichi (interruttori di massima corrente, ai quali potrà essere affidato che il compito di interruttore generale, o fusibili, che dovranno venire installati immediatamente valle dell'interruttore generale).

Il dispositivo adottato dovrà essere in grado di interrompere la massima corrente di cortocircuito che potrà verificarsi nel punto di installazione. Tale potere di interruzione non dovrà essere inferiore a:

- 3000 A, nel caso di circuiti alimentati in monofase;
- 4500 A, nel caso di circuiti alimentati in trifase.

La protezione dovrà essere estesa a tutti i poli del circuito, salvo il neutro. Dovranno essere, comunque singolarmente protetti contro i sovraccarichi:

- le derivazioni all'esterno;
- le derivazioni installate negli ambienti speciali (con eccezione per gli ambienti umidi);
- i motori di potenza superiore a 0,5 KW.

152.2.2.9. Sezione minima dei conduttori neutri e divieto della loro interruzione

Affinché la caduta di tensioni non superi il valore del 4% della tensione a vuoto, le sezioni dei conduttori calcolate in funzione della potenza impegnata e della lunghezza dei circuiti devono essere scelte tra quelle unificate. In ogni caso non devono essere superati i valori delle portate di corrente ammesse, per i diversi tipi di conduttori, dalle tabelle di unificazione CEI-UNEL.

Indipendentemente dai valori ricavati con le precedenti indicazioni, le sezioni minime ammesse per i conduttori di rame sono:

a) Sezioni minime dei conduttori normali per le linee di cui al punto 152.2.2.1;

- 0,75 mm² per i circuiti di segnalazione e telecomando;
- 1,5 mm² per illuminazione di base, derivazione per prese a spina per altri apparecchi di illuminazione e per apparecchi con potenza unitaria inferiore o uguale a 2,2 kW;
- 2,5 mm² per derivazione con o senza prese a spina per utilizzatori con potenza unitaria superiore a 2,2 kW e inferiore o uguale a 3,6 kW;
- 4 mm² per montanti singoli o linee alimentanti singoli apparecchi utilizzatori con potenza nominale superiore a 3,6 kW.

b) Sezione minima dei conduttori neutri:

- la sezione dei conduttori neutri non deve essere inferiore a quella dei corrispondenti conduttori di fase. Per conduttori in circuiti polifasi, con sezione superiore a 16 mm², la sezione dei conduttori neutri può essere ridotta alla metà di quella dei conduttori di fase, con il minimo tuttavia di 16 mm² (per conduttori in rame), purché siano soddisfatte le condizioni degli artt. 522, 524.1, 524.2, 524.3, 543.1.4. della norma CEI 64-8.

c) Sezione dei conduttori di terra e 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 1, tratta dalla tab. 54F della norma CEI 64-8. (Vedi anche le prescrizioni riportate agli artt. 543, 547.1.1., 547.1.2. e 547.1.3. della norma CEI 64-8).

Salvo quanto prescritto per l'interruttore generale, è tassativamente vietato inserire interruttori o fusibili sia sui conduttori di terra, che sui neutri.

152.2.3. Protezione contro le tensioni di contatto (contatti indiretti)

152.2.3.1. Generalità

Tutte le parti metalliche accessibili dell'impianto elettrico e degli apparecchi utilizzatori, normalmente non in tensione ma che, per cedimento dell'isolamento principale o per altre cause accidentali, potrebbero trovarsi sotto tensione (masse) devono essere protette contro i contatti indiretti.

Per la protezione contro i contatti indiretti tutti gli impianti elettrici, utilizzatori o raggruppamento d'impianti, contenuti in uno stesso edificio o nelle sue dipendenze se fisicamente staccate, devono avere un proprio impianto di terra.

A tale impianto di terra devono essere collegati tutti i sistemi di tubazioni metalliche accessibili destinati ad adduzione, distribuzione e scarico delle acque, nonché tutte le masse metalliche accessibili esistenti nell'area dell'impianto elettrico utilizzatore stesso.

152.2.3.2. Parti dell'impianto di terra

L'impianto di messa a terra deve soddisfare le prescrizioni della vigente norma CEI 64-8. Tale impianto, che deve essere realizzato in modo da poter effettuare le verifiche e le misure periodiche necessarie a valutare il suo grado d'efficienza, comprenderà:

- il dispersore (o i dispersori) di terra, costituito da uno o più elementi metallici infissi nel terreno, allocati in appositi pozzetti, che hanno il compito di realizzare il collegamento elettrico con la terra;
- il conduttore di terra, non in intimo contatto con il terreno destinato a collegare i dispersori fra di loro e al collettore (o nodo) principale di terra. I conduttori parzialmente interrati e non isolati dal terreno devono essere considerati, a tutti gli effetti, dispersori per la parte non interrata (o comunque isolata dal terreno);
- il conduttore di protezione, che parte dal collettore di terra, arriva in ogni impianto e deve essere collegato a tutte le prese a spina (destinate ad alimentare utilizzatori per i quali è prevista la protezione contro i contatti indiretti mediante messa a terra), o direttamente alle masse di tutti gli apparecchi da proteggere, compresi gli apparecchi di illuminazione, con parti metalliche comunque accessibili;
- il conduttore equipotenziale, avente lo scopo di assicurare l'equipotenzialità fra le masse e/o le masse estranee (parti conduttrici, non facenti parte dell'impianto elettrico, suscettibili di introdurre il potenziale di terra);
- il collettore (o nodo) principale di terra nel quale confluiscono i conduttori di terra, di protezione e di equipotenzialità (ed eventualmente di neutro, in caso di sistemi TN, in cui il conduttore di neutro ha anche la funzione di conduttore di protezione).

Nei sistemi TT (cioè nei sistemi in cui le masse sono collegate a un impianto di terra elettricamente indipendente da quello del collegamento a terra del sistema elettrico), il conduttore di neutro non può essere utilizzato come conduttore di protezione.

È vietato l'impiego di conduttori di protezione non protetti meccanicamente con sezione inferiore a 4 mm².

152.2.3.3. Raccomandazioni

È indispensabile che l'esecuzione del sistema dispersore proprio debba aver luogo durante la prima fase delle opere edili nella quale è ancora possibile interrare i dispersori stessi senza particolari opere di scavo o di infissione ed inoltre possono essere eseguiti, se del caso, i collegamenti dello stesso ai ferri dei plinti di fondazione, utilizzando così dispersori naturali.

I collegamenti di equipotenzialità principali devono essere eseguiti in base alle prescrizioni della norma CEI 64-8. Occorre preoccuparsi del coordinamento per la realizzazione dei collegamenti equipotenziali, richiesti per tubazioni metalliche o per altre masse estranee all'impianto elettrico che fanno parte della costruzione; è opportuno che vengano assegnate le competenze di esecuzione.

Si raccomanda una particolare cura nella valutazione dei problemi d'interferenza tra i vari impianti tecnologici interrati ai fini della limitazione delle correnti vaganti, potenziali cause di fenomeni corrosivi. Si raccomanda infine la misurazione della resistività del terreno.

152.2.3.4. 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. Con riferimento alle figg. 152.1e 152.2 (vedi § 152.7.2.6).

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 a alta sensibilità, con corrente differenziale non superiore a 30 mA.

Gli apparecchi installati nelle zone 1 e 2 devono essere protetti contro gli spruzzi d'acqua (grado di protezione IP4).

Sia nella zona 1 che nella zona 2 non devono esserci materiali di installazione come interruttori, prese a spina, scatole di derivazione; possono essere installati soltanto pulsanti a tirante con cordone isolante e frutto incassato ad altezza superiore a 2,25 m dal pavimento.

Le condutture devono essere limitate a quelle necessarie per l'alimentazione degli apparecchi installati in queste zone e devono essere incassate con tubo protettivo non metallico; gli eventuali tratti in vista necessari per il collegamento con gli apparecchi utilizzatori (ad esempio, con lo scaldabagno) devono essere protetti con tubo di plastica o realizzati con cavo munito di guaina isolante;

Le regole enunciate per le varie zone in cui sono suddivisi i locali da bagno servono a limitare i pericoli provenienti dall'impianto elettrico del bagno stesso e sono da considerarsi integrative rispetto alle regole e prescrizioni comuni a tutto l'impianto elettrico (isolamento delle parti attive, collegamento delle masse al conduttore di protezione, ecc.).

152.2.3.5. Collegamenti equipotenziali nei locali da bagno

Nelle zone 1-2-3 così come definite al punto precedente, onde evitare tensioni pericolose provenienti dall'esterno del locale da bagno, deve mettersi in opera un conduttore equipotenziale che colleghi fra di loro tutte le masse estranee, con il conduttore di protezione all'ingresso dei locali da bagno.

Le giunzioni devono essere realizzate conformemente a quanto prescritto dalla norma CEI 64-8; in particolare, devono essere protette contro eventuali allentamenti o corrosioni ed essere impiegate fascette che stringono il metallo vivo. Il collegamento equipotenziale deve raggiungere il più vicino conduttore di protezione.

È vietata l'inserzione di interruttori o di fusibili sui conduttori di protezione.

Per i conduttori si devono rispettare le seguenti sezioni minime:

- 2,5 mm² (rame) per i collegamenti protetti meccanicamente, cioè posati entro tubi o sotto intonaco;

- 4 mm² (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.

152.2.3.6. Altre prescrizioni per i locali da bagno

L'alimentazione dei locali da bagno può essere effettuata come per il resto dell'appartamento (o dell'edificio, per i bagni in edifici non residenziali).

Anche 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.

Negli alberghi, un telefono può essere installato anche nel bagno, ma in modo che non possa essere usato da chi si trova nella vasca o sotto la doccia.

152.2.3.7. Protezioni contro i contatti diretti in ambienti pericolosi

Negli ambienti in cui il pericolo di elettrocuzione è maggiore sia per condizioni ambientali (umidità) cantine, garage, portici, giardini, ecc. o per particolari utilizzatori elettrici usati, le prese a spina devono essere alimentate come prescritto per la zona 3 dei bagni così come definita al punto 152.2.3.4.

152.2.3.8. Coordinamento dell'impianto di terra con dispositivi di interruzione

Realizzato l'impianto di messa a terra, la protezione contro i contatti indiretti può essere realizzata con uno dei seguenti sistemi:

1) coordinamento fra impianto di messa a terra e protezione di massima corrente. Questo tipo di protezione richiede l'installazione di un impianto di terra coordinato con un interruttore con relè magnetotermico, in modo che risulti soddisfatta la seguente relazione:

$$R_t = 50/I_s$$

dove I_s è il valore in ampere della corrente di intervento in 5 s del dispositivo di protezione; se l'impianto comprende più derivazioni protette da dispositivi con correnti di intervento diverse, deve essere considerata la corrente di intervento più elevata;

2) coordinamento di impianto di messa a terra e interruttori differenziali. Questo tipo di protezione richiede l'installazione di un impianto di terra coordinato con un interruttore con relè differenziale che assicuri l'apertura dei

circuiti da proteggere non appena eventuali correnti di guasto creino situazioni di pericolo. Affinché detto coordinamento sia efficiente deve essere osservata la seguente relazione:

$$R_t = 50/I_d$$

dove I_d è il valore della corrente nominale di intervento differenziale del dispositivo di protezione.

Negli impianti di tipo TT, alimentati direttamente in bassa tensione dalla Società distributrice, la soluzione più affidabile, e in certi casi l'unica che si possa attuare, è quella con gli interruttori differenziali che consentono la presenza di un certo margine di sicurezza, a copertura degli inevitabili aumenti del valore di R_t durante la vita dell'impianto.

152.2.3.9. Protezione contro i contatti indiretti in luoghi adibiti a uso medico

Negli impianti destinati a servire i locali ad uso medico-chirurgico la tensione di contatto limite non deve superare i 24 V e devono essere eseguiti in conformità alla norma **CEI 64-4** e relative varianti.

152.2.3.10. Impianto di protezione contro le scariche atmosferiche

Nel caso tale impianto fosse previsto, esso deve essere realizzato in conformità alle disposizioni della legge n. 46/1990. È opportuno predisporre tempestivamente l'organo di captazione sulla copertura ed adeguate sedi per le calate, attenendosi alle distanze prescritte dalle norme **CEI 81-1**. Si fa presente che le suddette norme prevedono anche la possibilità di utilizzare i ferri delle strutture edili alle condizioni indicate al punto 1.2.17 della norma stessa.

152.2.3.11. Protezione delle condutture elettriche

I conduttori che costituiscono gli impianti devono essere protetti contro le sovracorrenti causate da sovraccarichi o da corto circuiti.

La protezione contro i sovraccarichi deve essere effettuata in ottemperanza alle prescrizioni della norma CEI 64-8. In particolare, i conduttori devono essere scelti in modo che la loro portata (I_z) sia superiore o almeno uguale alla corrente di impiego (I_b) (valore di corrente calcolato in funzione della massima potenza da trasmettere in regime permanente).

Gli interruttori automatici magnetotermici da installare a loro protezione devono avere una corrente nominale (I_n) compresa fra la corrente di impiego del conduttore (I_b) e la sua portata nominale (I_z) e una corrente in funzionamento (I_f) minore o uguale a 1,45 volte la portata (I_z).

In tutti i casi devono essere soddisfatte le seguenti relazioni:

$$I_b = I_n = I_z \qquad I_f = 1,45 I_z$$

La seconda delle due disuguaglianze sopra indicate è automaticamente soddisfatta nel caso di impiego di interruttori automatici conformi alle norme CEI 23-3 e CEI 17-5.

Gli interruttori automatici magnetotermici devono interrompere le correnti di corto circuito che possono verificarsi nell'impianto per garantire che nel conduttore protetto non si raggiungano temperature pericolose secondo la relazione:

$$I^2 t = K s^2$$

(artt. 434.3, 434.3.1, 434.3.2 e 434.2 della norma **CEI 64-8**).

Essi devono avere un potere di interruzione almeno uguale alla corrente di corto circuito presunta nel punto di installazione.

È tuttavia ammesso l'impiego di un dispositivo di protezione con potere di interruzione inferiore a condizione che a monte vi sia un altro dispositivo avente il necessario potere di interruzione (artt. 434.3, 434.3.1., 434.3.2 della norma CEI 64-8).

In questo caso le caratteristiche dei 2 dispositivi devono essere coordinate in modo che l'energia specifica passante, $I^2 t$, lasciata passare dal dispositivo a monte, non risulti superiore a quella che può essere sopportata senza danno dal dispositivo a valle e dalle condutture protette.

152.2.3.12. Protezione dal fuoco

152.2.3.12.1. Propagazione del fuoco lungo i cavi

I cavi in aria installati individualmente, cioè distanziati fra loro di almeno 250 mm, devono rispondere alla prova di non propagazione della norma CEI 20-35.

Quando i cavi sono raggruppati in ambiente chiuso, nel quale sia da contenere il pericolo di propagazione di un eventuale incendio, essi devono avere i requisiti di non propagazione dell'incendio in conformità alla norma CEI 20-22.

152.2.3.12.2. Provvedimenti contro il fumo

Allorché i cavi siano installati in notevole quantità in ambienti chiusi frequentati dal pubblico e di difficile e lenta evacuazione, si devono adottare sistemi di posa atti a impedire il dilagare del fumo negli ambienti stessi o in alternativa ricorrere all'impiego di cavi a bassa emissione di fumo secondo le norme CEI 20-37 e 20-38.

152.2.3.12.3. Problemi connessi allo sviluppo di gas tossici e corrosivi

Qualora cavi in quantità rilevanti siano installati in ambienti chiusi frequentati dal pubblico, oppure si trovino a coesistere, in ambiente chiuso, con apparecchiature particolarmente vulnerabili da agenti corrosivi, deve essere tenuto presente il pericolo che i cavi stessi bruciando sviluppino gas tossici o corrosivi.

Ove tale pericolo sussista occorre fare ricorso all'impiego di cavi aventi la caratteristica di non sviluppare gas tossici e corrosivi ad alte temperature, secondo la norma CEI 20-38.

152.3. Qualità dei materiali elettrici

Ai sensi dell'art. 2 della legge n. 791/1977 e dell'art. 7 della legge n. 46/1990, dovrà essere utilizzato materiale elettrico costruito a regola d'arte ovvero che sullo stesso materiale sia stato apposto un marchio che ne attesti la conformità (per esempio IMQ), ovvero abbia ottenuto il rilascio di un attestato di conformità da parte di uno degli organismi competenti per ciascuno degli stati membri della Comunità Economica Europea, oppure sia munito di dichiarazione di conformità rilasciata dal costruttore.

I materiali non previsti nel campo di applicazione della legge n. 791/1977 e per i quali non esistono norme di riferimento dovranno comunque essere conformi alla legge n. 186/1968.

Tutti i materiali dovranno essere esenti da difetti qualitativi e di lavorazione.

152.4. Criteri per la dotazione e predisposizione degli impianti

Nel caso più generale gli impianti elettrici utilizzatori prevedono:

punti di consegna ed eventuale cabina elettrica; circuiti montanti, circuiti derivati e terminali; quadro elettrico generale e/o dei servizi, quadri elettrici locali o di unità immobiliari; alimentazioni di apparecchi fissi e prese; punti luce fissi e comandi; illuminazione di sicurezza, ove prevedibile.

Con impianti ausiliari si intendono:

- l'impianto citofonico con portiere elettrico o con centralino di portineria e commutazione al posto esterno;
- l'impianto videocitofonico;
- l'impianto centralizzato di antenna TV e MF.

L'impianto telefonico generalmente si limita alla predisposizione delle tubazioni e delle prese.

È indispensabile per stabilire la consistenza e dotazione degli impianti elettrici, ausiliari e telefonici la definizione della destinazione d'uso delle unità immobiliari (ad uso abitativo, ad uso uffici, ad altri usi) e la definizione dei servizi generali (*servizi comuni*: portinerie, autorimesse, box auto, cantine, scale, altri; *servizi tecnici*: cabina elettrica; ascensori; centrali termiche, idriche e di condizionamento; illuminazione esterna ed altri).

Quali indicazioni di riferimento per la progettazione degli impianti elettrici, ausiliarie telefonici, ove non diversamente concordato e specificato, si potranno assumere le indicazioni formulate dalla Guida CEI 64-50 per la dotazione delle varie unità immobiliari e per i servizi generali.

Sulla necessità di una cabina elettrica e sulla definizione del locale dei gruppi di misura occorrerà contattare l'Ente distributore dell'energia elettrica. Analogamente per il servizio telefonico occorrerà contattare il gestore di questo servizio.

152.5. Scelta e requisiti dei componenti

152.5.1. Regole generali

Il capitolo 51 della Norma CEI 64-8/5 indica delle regole di scelta comuni a tutti i componenti elettrici; i criteri generali da seguire sono:

- la scelta dei componenti elettrici e la loro messa in opera devono permettere di soddisfare alle misure di protezione per la sicurezza, alle prescrizioni per un funzionamento corretto per l'uso previsto dell'impianto ed alle prescrizioni appropriate alle influenze esterne previste.
- ogni componente dell'impianto deve essere scelto ed installato tenendo conto delle caratteristiche di ciascun ambiente e in modo da soddisfare alle prescrizioni del presente Capitolato e le prescrizioni, in quanto applicabili, contenute in altri Capitoli della Norma **CEI 64-8/5** (ad esempio gli interruttori automatici rispondenti alle norme **CEI 23-3**, le prese a spina rispondenti alle norme **CEI 23-5** e **23-16**, gli involucri di protezione rispondenti alle norme **CEI 70-1**).

152.5.2. Conformità alle norme

Ogni componente elettrico deve essere conforme alle prescrizioni di sicurezza delle Norme CEI che lo riguardano. Le prescrizioni fondamentali, discendenti dalle Norme CEI sono così riassunte:

- i componenti devono essere idonei al funzionamento alla tensione e frequenza di impiego; nei sistemi IT i componenti collegati fra fase e neutro devono essere isolati per la tensione concatenata;
- i componenti devono essere in grado di sopportare la corrente che li percorre in servizio ordinario ed anche eventuali sovraccarichi, fino all'intervento del dispositivo di protezione, senza danneggiarsi;
- i componenti scelti in funzione della potenza devono essere adatti alle condizioni ordinarie di servizio, tenendo conto del coefficiente di utilizzazione; i componenti e le relative connessioni devono essere disposti in modo da facilitare la manovra, l'ispezione, la manutenzione e l'accesso alle connessioni. Devono essere individuabili mediante targhette o altri mezzi;
- i componenti devono essere scelti in modo da non causare effetti dannosi agli altri componenti ed alla rete di alimentazione, e devono essere in grado di funzionare correttamente nell'ambiente in cui verranno installati;
- i dispositivi di manovra e protezione devono corrispondere, come colore e senso del movimento, alle prescrizioni delle Norme CEI 16-3 e 16-5.

152.6. Apparecchi e componenti

152.6.1. Componenti dell'impianto

La Norma CEI 64-812 definisce come segue i vari elementi che compongono un impianto elettrico: Ogni elemento utilizzato per la produzione, trasformazione, trasmissione o distribuzione di energia elettrica, come macchine, trasformatori, apparecchiature, strumenti di misura, apparecchi di protezione, condutture.

Apparecchio utilizzatore

Apparecchio che trasforma l'energia elettrica in un'altra forma di energia, per es. luminosa, calorica e meccanica.

Componente elettrico

Termine generale usato per indicare sia i componenti dell'impianto sia gli apparecchi utilizzatori.

Apparecchiatura

Insieme di componenti dell'impianto destinati ad essere inseriti in un circuito elettrico per realizzare una o più delle seguenti funzioni: protezione, comando, sezionamento e connessione.

Conduttura

Insieme costituito da uno o più conduttori elettrici e dagli elementi che assicurano il loro isolamento, il loro supporto, il loro fissaggio e la loro eventuale protezione meccanica.

Parte attiva

Conduttore o parte conduttrice in tensione nel servizio ordinario, compreso il conduttore di neutro, ma escluso, per convenzione, il conduttore PEN.

Massa

Parte conduttrice di un componente elettrico che può essere toccata e che non è in tensione in condizioni ordinarie, ma che può andare in tensione in condizioni di guasto ⁶.

Massa estranea

Parte conduttrice non facente parte dell'impianto elettrico in grado di introdurre un potenziale, generalmente il potenziale di terra.

152.6.2. Componenti

152.6.2.1. Cavi

I cavi si distinguono in:

- cavi per energia, che devono portare correnti elevate alla piena tensione di rete;
- cavi per comandi e segnalazioni, che portano correnti modeste, generalmente a tensione ridotta.

La normativa riguardante i cavi elettrici di bassa tensione può essere suddivisa in quattro gruppi:

- a) norme per cavi isolati in gomma;
- b) norme per cavi isolati in PVC;
- c) norme di carattere generale;
- d) norme riguardanti particolari tipi di cavi.

Per i cavi isolati in gomma bisogna riferirsi alla Norma CEI:

20-1911 -(HD 22.1) *Cavi isolati in gomma con tensione nominale non superiore a 450/750 V - Parte 1: Prescrizioni generali.*

e in dettaglio:

20-19/2 -(HD 22.2) *Parte 2: Metodi di prova.*

20-19/3 -(HD 22.3) *Parte 3: Cavi isolati con gomma siliconica.*

20-19/4 -(HD 22.4) *Parte 4: Cavi flessibili.*

20-19/6 -(HD 22.6) *Parte 6: Cavi per saldatrici ad arco.*

20-ign-(HD 22.7) *Parte 7: Cavi resistenti al calore per cablaggi interni.*

20-19/8-(HD 22.8) *Parte 8: Cavi sotto guaina per catene decorative.*

20-19/9-(HD 22.9) *Parte 9: Cavi unipolari senza guaina a bassa emissione di fumi tossici.*

20-19/10-(HD 22.10) *Parte 10: Cavi flessibili isolati in EPR.*

20-19/11-(HD 22.11) Parte 11: Cavi flessibili con isolamento in EVA.

20-19/13-(HD 22.13) Parte 13: Cavi con isolante e guaina in mescola reticolata, a bassa emissione di fumi e gas tossici e corrosivi.

Per i cavi isolati in PVC bisogna riferirsi alla Norma CEI:

20-20/1-(HD 21.1) Cavi isolati in polivinilcloruro con tensione nominale non superiore a 450/750 V. Parte. Prescrizioni generali.

E in dettaglio:

20-20/2-(HD 21.2) Parte 2: Metodi di prova.

20-20/3-(HD 21.3) Parte 3: Cavi senza guaina per posa fissa.

20-20/4-(HD 21.4) Parte 4: Cavi con guaina per posa fissa.

20-20/5-(HD 21.5) Parte 5: Caviflessibili.

20-20/7-(HD 21.7) Parte 7: Cavi unipolari senza guaina per cavetteria interna.

20-20/8-(HD 21.8) Parte 8: Cavi unipolari senza guaina per catene decorative.

20-20/9-(HD 21.9) Parte 9: Cavi senza guaina per installazione a bassa temperatura.

20-20/10-(HD 21.10) Parte 10: Cordoni estensibili.

20-20/11-(HD 21.11) Parte 11: Cavi per apparecchi di illuminazione.

20-20/12-(HD 21.12) Parte 12: Caviflessibili resistenti al calore.

Altre Norme CEI di carattere generale alle quali riferirsi sono:

Caratteristiche delle mescole per isolanti e guaine di cavi.

20-21 Portate dei cavi in regime permanente.

20-22/1 Prove d'incendio su cavi elettrici. Parte 1: Generalità e scopo.

20-22/2 Prove d'incendio su cavi elettrici. Parte 2: Prova di non propagazione dell'incendio.

20-22/3 Prove d'incendio sui cavi elettrici. Parte 3: Prove su fili e cavi disposti a fascio.

20-27-(HD 361) Sistema di designazione dei cavi.

20-29-(HD 383) Conduttori per cavi isolati.

20-34-(EN 6081 1; HD 505) Prove sui materiali per cavi.

20-35-(HD 405. 1) Prove sui cavi sottoposti al fuoco.

20-40-(HD 516) Guida all'uso dei cavi a bassa tensione.

Le seguenti Norme CEI riguardano tipi particolari di cavi:

20-31 Cavi isolati con polietilene reticolato.

20-32 Cavi con neutro concentrico.

20-38/1 Cavi isolati con gomma non propaganti l'incendio e a basso sviluppo di fumi e gas tossici.

20-39 Cavi ad isolamento minerale con tensione nominale non superiore a 750 V.

20-41 Cavi per energia con conduttori piatti per posa sotto tappeto.

20-45 Cavi resistenti al fuoco isolati con mescola elastomerica con tensione nominale U_0/U non superiore a 0,611 kV.

Le seguenti tabelle CEI-UNEL riguarda la normalizzazione dei cavi:

CEI-UNEL 00722-(HD 308) Colori distintivi delle anime dei cavi.

CEI-UNEL 00725-(HD 186) Marcatura per l'identificazione delle anime dei cavi a più di 5 anime.

CEI-UNEL 35023 Cadute di tensione nei cavi.

CEI-UNEL 35d24/1 Portate in regime permanente di cavi isolati con materiale elastomerico o termoplastico.

CEI-UNEL 35024/2 Portate in regime permanente di cavi ad isolamento minerale.

152.6.2.2. Tubi di protezione dei conduttori, cassette di derivazione

152.6.2.2.1. Tubi di protezione

Nell'impianto previsto per la realizzazione sotto traccia, i tubi protettivi devono essere in materiale termoplastico serie leggera per i percorsi sotto intonaco, in acciaio smaltato a bordi saldati oppure in materiale termoplastico serie pesante per gli attraversamenti a pavimento.

Il diametro interno dei tubi deve essere pari ad almeno 1,3 volte il diametro del cerchio circoscritto al fascio dei cavi in esso contenuti. Tale coefficiente di maggiorazione deve essere aumentato a 1,5 quando i cavi siano del tipo sotto piombo o sotto guaina metallica; il diametro del tubo deve essere sufficientemente grande da permettere di sfilare e reinfilare i cavi in esso contenuti con facilità e senza che ne risultino danneggiati i cavi o il tubo. Comunque il diametro interno non deve essere inferiore a 10 mm.

Il tracciato dei tubi protettivi deve consentire un andamento rettilineo orizzontale (con minima pendenza per favorire lo scarico di eventuale condensa) o verticale. Le curve devono essere effettuate con raccordi o piegature che non danneggino il tubo e non pregiudichino la sfilabilità dei cavi.

A ogni brusca deviazione resa necessaria dalla struttura muraria dei locali, a ogni derivazione secondaria dalla linea principale e in ogni locale servito, la tubazione deve essere interrotta con cassette di derivazione.

Le giunzioni dei conduttori devono essere eseguite nelle cassette di derivazione impiegando opportuni morsetti e morsetterie. Dette cassette devono essere costruite in modo tale che nelle condizioni ordinarie di installazione non sia possibile introdurre corpi estranei e risulti agevole la dispersione di calore in esse prodotta. Il coperchio delle cassette deve offrire buone garanzie di fissaggio ed essere apribile solo con attrezzo.

I tubi protettivi dei montanti di impianti utilizzatori alimentati attraverso organi di misura centralizzati e le relative cassette di derivazione devono essere distinti per ogni montante. Tuttavia è ammesso utilizzare lo stesso tubo e le stesse cassette purché i montanti alimentino lo stesso complesso di locali e siano contrassegnati per la loro individuazione, almeno in corrispondenza delle due estremità.

Qualora si preveda l'esistenza, nello stesso locale, di circuiti appartenenti a sistemi elettrici diversi, questi devono essere protetti da tubi diversi e far capo a cassette separate. Tuttavia è ammesso collocare i cavi nello stesso tubo e far capo alle stesse cassette, purché essi siano isolati per la tensione più elevata e le singole cassette siano internamente munite di diaframmi, non amovibili se non a mezzo di attrezzo, tra i morsetti destinati a serrare conduttori appartenenti a sistemi diversi.

Il numero dei cavi che si possono introdurre nei tubi è indicato nella tabella 152.1.

Tabella 152.1 - Numero massimo di cavi unipolari da introdurre in tubi protettivi

Diametro esterno/ diametro interno (mm)	Sezione dei cavetti [mm ²]								
	(0,5)	(0,75)	(1)	1,5	2,5	4	6	10	16
12/8,5	(4)	(4)	(2)						
14/10	(7)	(4)	(3)	2					
16/11,7			(4)	4	2				
20/15,5			(9)	7	4	4	2		
25/19,8			(12)	9	7	7	4	2	
32/26,4					12	9	7	7	3

I numeri fra parentesi sono per i cavi di comando e segnalazione

I tubi protettivi dei conduttori elettrici collocati in cunicoli che ospitano altre canalizzazioni devono essere disposti in modo da non essere soggetti a influenze dannose in relazione a sovrariscaldamenti, sgocciolamenti, formazione di condensa, ecc. È inoltre vietato collocare, nelle stesse incassature, montanti e colonne telefoniche o radiotelevisive. Nel vano degli ascensori o montacarichi non è consentita la messa in opera di conduttori o tubazioni di qualsiasi genere che non appartengano all'impianto dell'ascensore o del montacarichi stesso.

I circuiti degli impianti a tensione ridotta per "controllo ronda" e "antifurto", nonché quelli per impianti di traduzioni simultanee o teletraduzioni simultanee, dovranno avere i conduttori in ogni caso sistemati in tubazioni soltanto di acciaio smaltato o tipo mannesman.

152.6.2.2.2. Tubazioni per le costruzioni prefabbricate

I tubi protettivi annegati nel calcestruzzo devono rispondere alle prescrizioni della norma **CEI 23-17**.

Essi devono essere inseriti nelle scatole preferibilmente con l'uso di raccordi atti a garantire una perfetta tenuta. La posa dei raccordi deve essere eseguita con la massima cura, in modo che non si creino strozzature. Allo stesso modo, i tubi devono essere uniti tra loro per mezzo di appositi manicotti di giunzione.

La predisposizione dei tubi deve essere eseguita con tutti gli accorgimenti della buona tecnica, in considerazione del fatto che alle pareti prefabbricate non è in genere possibile apportare sostanziali modifiche né in fabbrica né in cantiere. Le scatole da inserire nei getti di calcestruzzo devono avere caratteristiche idonee per sopportare le sollecitazioni termiche e meccaniche che si presentano in tali condizioni.

In particolare, le scatole rettangolari porta-apparecchi e le scatole per i quadretti elettrici devono essere costruite in modo che il loro fissaggio sui casseri avvenga con l'uso di rivetti, viti o magneti da inserire in apposite sedi ricavate sulla membrana anteriore della scatola stessa.

La serie di scatole proposta deve essere completa di tutti gli elementi necessari per la realizzazione degli impianti, comprese le scatole di riserva conduttori necessarie per le discese alle tramezze che si monteranno in un secondo tempo a getti avvenuti.

152.6.2.2.3. Canalette porta cavi

Per i sistemi di canali battiscopa e canali ausiliari si applica la norma CEI 23-19.

Per gli altri sistemi di canalizzazione si applicheranno le norme CEI specifiche, ove esistenti.

Il numero dei cavi installati deve essere tale da consentire un'occupazione non superiore al 50% della sezione utile dei canali, secondo quanto prescritto dalla norma CEI 64-8.

Per il grado di protezione contro i contatti diretti, si applica quanto richiesto dalla norma CEI 64-8 utilizzando i necessari accessori (angoli, derivazioni ecc.); in particolare, opportune barriere devono separare cavi a tensioni nominali differenti.

I cavi vanno utilizzati secondo le indicazioni fornite nella norma CEI 20-20.

Per canali metallici devono essere previsti i necessari collegamenti di terra ed equipotenziali secondo quanto prescritto dalla norma CEI 64-8.

Nei passaggi di parete devono essere previste opportune barriere tagliafiamma che non degradino i livelli di segregazione assicurati dalle pareti stesse.

Le caratteristiche di resistenza al calore anormale e al fuoco dei materiali utilizzati devono soddisfare quanto richiesto dalla norma CEI 64-8.

152.6.3. Interruttori, interruttori automatici, valvole e fusibili

152.6.3.1. Generalità

Tutti i dispositivi devono essere in materiale isolante e collocati a distanze di isolamento adeguate alla tensione di esercizio, i conduttori di connessione e i contatti devono essere adeguati alla corrente nominale, dovranno essere robusti e prevedere tutti gli accorgimenti necessari allo smaltimento del calore generato.

Tali dispositivi se installati nei quadri di comando o negli armadi devono essere del tipo modulare e componibili con fissaggio a scatto su profilato preferibilmente normalizzato EN 50022 (norma CEI 17-18), a eccezione degli interruttori automatici da 100 A in su che si fisseranno anche con mezzi diversi. In particolare:

- gli interruttori automatici magnetotermici da 1 a 100 A devono essere modulari e componibili con potere di interruzione fino a 6000 A, salvo casi particolari;
- tutte le apparecchiature necessarie per rendere efficiente e funzionale l'impianto (ad esempio, trasformatori, suonerie, portafusibili, lampade di segnalazione, interruttori programmatori, prese di corrente CE ecc.) devono essere modulari e accoppiabili nello stesso quadro con gli interruttori automatici di cui al punto a);
- gli interruttori con relè differenziali fino a 80 A devono essere modulari e appartenere alla stessa serie di cui ai punti a) e b), nonché essere del tipo ad azione diretta;
- gli interruttori magnetotermici differenziali tetrapolari con 3 poli protetti fino a 63 A devono essere modulari e dotati di un dispositivo che consenta la visualizzazione dell'avvenuto intervento e permetta preferibilmente di distinguere se detto intervento è provocato dalla protezione magnetotermica o dalla protezione differenziale. È ammesso l'impiego di interruttori differenziali puri purché abbiano un potere di interruzione con dispositivo associato di almeno 4500 A.

Tutti i dispositivi dovranno rispondere alle norme sottoelencate in funzione della tipologia del dispositivo.

152.6.3.1.1. Norme relative ai sezionatori ed interruttori con comando manuale

Scopo degli interruttori e dei sezionatori è quello di inserire o disinserire determinati carichi, o impianti, o porzioni di rete, ed eventualmente provvedere alla relativa protezione.

Con riguardo alle caratteristiche funzionali gli interruttori dovranno:

- poter raggiungere la posizione di aperto o chiuso con scatto rapido e senza possibilità di arresto in posizione intermedia;
- operare simultaneamente e contemporaneamente l'apertura di tutti i poli;
- portare, se del tipo con contatti non in vista e per correnti nominali oltre 6 A, una chiara indicazione di posizione "aperto" o "chiuso" (eventualmente con colori rosso e verde);
- avere la leva od il volantino di comando ben isolati per la tensione del sistema e, se metallici, con possibilità di messa a terra;
- avere le parti isolanti in porcellana o materiale non igroscopico per gli apparecchi da montare all'aperto od in luoghi umidi;
- interrompere la corrente massima per la quale sono stati previsti, senza dar luogo ad arco permanente, né a corto-circuito o messa a terra dell'impianto.

Le Norme CEI riguardanti gli interruttori ed i sezionatori a bassa tensione con comando manuale (non automatici) sono:
CEI 17-11 (EN 60947-3) *Interruttori di manovra, sezionatori, interruttori-sezionatori in aria e unità combinate confusibili.*

CEI 17-44 (EN 60947-1) *Apparecchiature a bassa tensione. Parte 1: Regole generali.*

CEI 23-9 (EN 60669-1) *Apparecchi di comando non automatici per installazione fissa e per uso domestico e similare. Parte 1: Prescrizioni generali.*

CEI 23-11 (EN 61058-1) *Interruttori per apparecchi. Parte 1: Prescrizioni generali.*

CEI 23-37 (EN 61058-2-1) *Interruttori per apparecchi. Parte 2-1: Prescrizioni particolari per interruttori per cavi flessibili.*

CEI 23-47 (EN 61058-2-5) *Interruttori per apparecchi. Parte 2-5: Prescrizioni particolari per i selettori.*

CEI 23-60 (EN 60669-2-1) *Apparecchi di comando non automatici per installazione fissa per uso domestico e similare. Parte 2: Prescrizioni particolari. Sezione 1: Interruttori elettronici.*

CEI 48 *Interruttori a levetta per apparecchiature di telecomunicazione ed elettroniche.*

152.6.3.1.2. Norme relative agli interruttori automatici a bassa tensione

Gli interruttori automatici in aria per la protezione degli impianti e delle macchine elettriche dai sovraccarichi e dai corto-circuiti dovranno essere muniti di organi (relè) che al passaggio di correnti di valore superiore a quello previsto, od in caso di corto-circuiti a valle dell'interruttore, possano con sicurezza provocare a mezzo di opportuni sganciatori l'apertura dei contatti, interrompendo il circuito.

Gli interruttori automatici per bassa tensione saranno generalmente del tipo a “soffio magnetico”. Per interruttori oltre 400 A (od anche meno se prescritto), i contatti tra i quali scocca l’arco saranno contenuti in apposite camere d’estinzione (caminetti).

I contatti degli interruttori automatici dovranno presentare debole resistenza e non essere soggetti ad ossidazione o sporco; saranno in argento (o leghe), a pressione e, per interruttori oltre 400 A, saranno sussidiati da contatti secondari per la derivazione dell’arco.

I relè saranno di norma di tipo magnetico di massima corrente o di minima tensione (per i corto-circuiti) e termici di massima corrente (per i sovraccarichi).

Nella fornitura degli interruttori automatici devono essere specificati:

- destinazione d’esercizio (corto-circuito, sovraccarico od entrambi);
- tensione;
- corrente;
- frequenza nominale;
- potere di interruzione nominale;
- caratteristica di intervento.

Gli interruttori automatici devono rispondere sia alle esigenze di manovra del circuito che a quelle della sua protezione, devono pertanto essere in grado di interrompere le correnti di guasto (sovraccarico o corto-circuito), secondo il tipo di protezione adottata.

Le Norme CEI riguardanti gli interruttori automatici a bassa tensione sono le seguenti:

CEI 17-5 (EN 60947-2) *Apparecchiature a bassa tensione. Parte 2: Interruttori automatici. Questa Norma è ora uscita in quinta edizione, come Norma Europea, ed ha come parte generale la Norma 17-44 (EN 60947- 1), concerne gli interruttori di potenza più elevata.*

CEI 23-3 (EN 60898) *Interruttori automatici per la protezione contro le sovracorrenti per impianti domestici e similari; contestuale alla Pubblicazione IEC 898, riguarda in particolare gli interruttori a taratura fissa, impiegati nelle abitazioni e installazioni similari*

CEI 23-33 (EN 60934) *Interruttori automatici per apparecchiature.*

152.6.3.1.3. Interruttori differenziali “salvavita”

Gli interruttori differenziali per la protezione delle persone contro i contatti indiretti, interrompono l’alimentazione prima che la corrente che attraversa il corpo umano, in caso di contatto accidentale, assuma valori pericolosi.

Le norme, nella protezione contro i contatti diretti, assegnano agli interruttori differenziali solo una funzione ausiliaria, e il loro impiego non dispensa dall’applicazione delle altre norme di sicurezza, difatti l’interruttore differenziale interviene in caso di contatto fra le parti attive e la terra, e non in caso di contatto fra due parti attive a potenziale diverso.

Il loro impiego è utile per la protezione contro i contatti indiretti e permette di limitare, entro determinati valori, la tensione verso terra che si ha, in caso di guasto a terra, per effetto della corrente che provoca l’intervento del dispositivo di protezione. Qualora detto dispositivo sia costituito da un interruttore differenziale, la sua corrente differenziale di intervento I_{DN} sostituisce la corrente I_a nelle formule che determinano la tensione verso terra. Essendo questa molto più piccola di quella che provoca l’intervento di massima corrente negli interruttori automatici, ne consegue che la protezione risulta efficiente anche con valori di resistenza di terra molto più elevati di quelli necessari agli interruttori di massima corrente.

Inoltre, le prescrizioni che riguardano alcuni ambienti particolari come bagni o docce, ammettono la presenza di prese a spina solo se alimentate con trasformatori di isolamento o protette da interruttori differenziali con corrente di intervento inferiore a 30 mA.

Come disposto dall’art. 5, comma 8 del Regolamento di applicazione della legge n. 46/1990, per gli impianti già esistenti alla data di entrata in vigore della stessa legge, si considera sufficiente per assicurare da sola la protezione contro i contatti indiretti e quale interruttore di protezione, un interruttore differenziale con corrente di intervento inferiore a 30 mA.

152.6.3.1.4. Normativa

Le Norme CEI di riferimento e relativa agli interruttori differenziali sono le seguenti:

CEI 23-42 (EN 61008-1) *Interruttori differenziali senza sganciatori di sovracorrente incorporati per installazioni domestiche e similari. Parte 1: Prescrizioni generali.*

CEI 23-43 (EN 61008-2-1) *Interruttori differenziali senza sganciatori di sovracorrente incorporati per installazioni domestiche e similari. Parte 2: Applicabilità ad apparecchi con funzionamento indipendente dalla tensione di rete.*

CEI 23-44 (EN 61009-1) *Interruttori differenziali con sganciatori di sovracorrente incorporati per installazioni domestiche e similari. Parte 1: Prescrizioni generali.*

CEI 23-45 (EN 61009-2-1) *Interruttori differenziali con sganciatori di sovracorrente incorporati per installazioni domestiche e similari. Parte 2: Applicabilità ad apparecchi con funzionamento indipendente dalla tensione di rete.*

CEI 23-53 (EN 61543) *Interruttori differenziali per usi domestici e similari compatibilità elettromagnetica.*

152.6.3.1.5. Fusibili e portafusibili

Per la protezione dei corto-circuiti e, entro determinati limiti dai sovraccarichi, quando non sia conveniente l'impiego di interruttori automatici, e comunque se ammesso o prescritto dalla Direzione Lavori, possono essere usati apparecchi di protezione a fusibile, comunemente chiamati *valvole fusibili* o semplicemente *fusibili*.

L'elemento completo è composto generalmente di due parti, una fissa, alla quale vengono portati i conduttori di collegamento, detta *portafusibile*, ed una mobile (detta anche *cartuccia*) costituita dal fusibile vero e proprio, che deve essere sostituita dopo l'intervento e deve essere pertanto asportabile ed inseribile con facilità. In alcuni il portafusibile può anche mancare e la cartuccia stessa è collegata all'apparecchiatura tramite bulloni.

Le valvole potranno classificarsi in base alla tensione, oppure a seconda delle caratteristiche del fusibile ed in genere in base al tipo di costruzione. Per le caratteristiche costruttive dovranno comunque rispettarsi le seguenti norme:

CEI 32-1 (EN 60269- 1) Parte 1: prescrizioni generali (Definizioni, classificazioni e metodi di prova).

CEI 32-4 (EN 60269-2) Parte 2: prescrizioni supplementari per i fusibili per uso da parte di persone addestrate (principalmente per uso industriale).

CEI 32-5 (EN 60269-3) Parte 3: prescrizioni supplementari per i fusibili per uso da parte di persone non addestrate (applicazioni domestiche e similari).

CEI 32-7 (EN 60269-4) Parte 4: norme supplementari per le cartucce per la protezione di dispositivi a semiconduttore.

CEI 32-12 (EN 60269-2- 1) Parte 2: prescrizioni supplementari per i fusibili per uso da parte di persone addestrate (principalmente per uso industriale).

Le valvole dovranno essere:

- facilmente individuabili nei loro elementi;
- contrassegnate col marchio di fabbrica;
- contrassegnate con i valori di corrente e tensione nominale.

Le parti isolanti contenenti i fusibili dovranno essere di materiale ceramico; le cartucce dovranno essere costruite in modo da realizzare la fusione chiusa e da essere sostituite senza pericolo. Il portacartuccia dovrà trattenere la cartuccia ben centrata e dovrà consentire la visibilità del dispositivo indicatore di fusione.

Per circuiti di potenza limitata le valvole, se non diversamente disposto, possono essere del tipo "Diazed"; negli altri casi (correnti nominali da oltre 100 A a 630 A e tensione alternata fino a 500 V) saranno del tipo "NH"

(Niederspannungs-Hochleistungs-Sicherungen) ad alta capacità di rottura. Entrambi i tipi potranno essere, in rapporto alle condizioni di impiego, a fusione rapida o ritardata.

152.6.3.1.6. Morsetterie - Cassette - Scatole

Le morsetterie dovranno avere i morsetti per i conduttori neutri e per i conduttori di terra chiaramente contraddistinti. I morsetti dovranno essere montati su elementi isolanti di materiale ceramico oppure di materiale con caratteristiche equivalenti al materiale ceramico.

Le cassette dovranno essere costruite in modo che nelle condizioni normali di installazione non sia possibile introdurre corpi estranei- dovrà inoltre risultare agevole la dispersione di calore in esse prodotto. Il coperchio delle cassette dovrà offrire buone garanzie di fissaggio, essere apribile solo con attrezzo e dovrà coprire il giunto cassetta-muratura.

Le cassette avranno il lato con dimensione minima di 70 mm e non dovranno essere di legno, se metalliche, dovranno essere quantomeno trattate con fondo antiruggine.

Le scatole di contenimento dei comandi e delle prese di corrente dovranno essere di lamiera pesante e di robusto materiale isolante, escluso il legno, e presentare caratteristiche meccaniche tali da resistere alle sollecitazioni dell'uso normale. Dovranno inoltre essere adatte al fissaggio inamovibile dei frutti mediante viti od altri sistemi, escluso quello ad espansione di griffe (tollerato solo nel caso di comandi a bilancere ed a pulsante).

152.6.4. Quadri

152.6.4.1. Definizioni

I quadri saranno installati in luoghi accessibili e facilmente raggiungibili, è vietata la loro installazione in luoghi soggetti a pericolo d'incendio o di esplosione. Per gli ambienti bagnati sarà ammessa la loro installazione se saranno completamente chiusi e senza parti metalliche accessibili.

Qualora il progetto riguarda edifici che si sviluppano su più piani o su ambienti suddivisibili in settori, si dovrà prevedere oltre al quadro generale un quadro per ogni piano ed eventualmente altri quadri di settore in funzione delle attività specifiche che possono svolgersi.

Il quadro generale dovrà collocarsi il più vicino possibile al punto di consegna.

Negli appartamenti, o in specifici ambienti verrà collocato un quadretto di distribuzione, incassato, con scatole di contenimento, frontalino trasparente apribile contenente:

- due interruttori generali automatici differenziali magnetotermici, di sensibilità non superiore a 30 mA, di cui uno per il circuito di illuminazione ed uno per il circuito di alimentazione degli elettrodomestici, di corrente nominale non superiore a quella di calcolo.
- due interruttori bipolari a valle dell'interruttore generale del circuito di illuminazione, di cui uno per i punti luce e l'altro per il circuito prese.

152.6.4.2. Quadri elettrici di distribuzione principale

Le dimensioni indicative, le caratteristiche costruttive essenziali dei quadri, e così pure lo schema unifilare devono essere riportati sui disegni di progetto.

I quadri dovranno essere di tipo sporgente o ad incasso, adatti all'installazione all'interno a parete, o a pavimento a seconda delle dimensioni, nella posizione indicata sulle piante.

Essi saranno rispondenti alle prescrizioni di legge, nonché conformi alla norma **CEI 17 -13/1** fasc.1433 (norma europea EN 60439-1) e costituiti da:

- un contenitore (o eventualmente più contenitori accostati e collegati fra loro) in lamiera di acciaio di spessore non inferiore a 1,2 mm, saldata ed accuratamente verniciata a forno internamente ed esternamente con smalti a base di resine epossidiche, previo trattamento preventivo antiruggine. Per consentire l'ingresso dei cavi, il contenitore sarà dotato, sui lati inferiore e superiore, di aperture chiuse con coperchio fissato con viti, o di fori pretranciati.

Contenitori di tipo diverso da quanto descritto potranno essere adottati solo se esplicitamente indicato sui disegni o nella descrizione dell'elenco prezzi, o se approvati dalla D.L..

- pannelli di fondo oppure intelaiatura per consentire il fissaggio degli apparecchi o delle guide profilate di tipo unificato. Il pannello di fondo sarà in lamiera di acciaio verniciata a forno o zincata e passivata, e dovrà essere regolabile in profondità. L'intelaiatura sarà, invece, in lamiera zincata e passivata o in alluminio anodizzato, ed oltre alla regolazione in profondità dovrà consentire anche di variare in senso verticale la posizione di apparecchi e/o guide profilate;
- pannelli di chiusura frontali in lamiera di acciaio di spessore minimo 1,2 mm, ribordata e verniciata internamente ed esternamente come descritto per i contenitori. I pannelli saranno modulari in modo da costituire una chiusura a settori del quadro. Saranno ciechi se destinati a chiudere settori non utilizzati del quadro, o settori contenenti morsettiere, o altri apparecchi su cui non sia normalmente necessario agire; oppure dotati di finestrate che consentono di affacciare la parte anteriore degli apparecchi fissati sulle guide o sui pannelli di fondo.

Le finestrate per gli apparecchi modulari avranno tutte la medesima lunghezza, e le parti non occupate dovranno essere chiuse con placche copriforo in materiale plastico inserite a scatto.

Le dimensioni dei quadri dovranno essere tali da consentire l'installazione di un numero di eventuali apparecchi futuri pari ad almeno il 20% di quelli previsti. Sui pannelli di chiusura potranno essere fissati solo apparecchi di comando e segnalazione (selettori, commutatori, indicatori luminosi, ecc.) appartenenti a circuiti ausiliari o strumenti di misura; apparecchi per il cui collegamento non siano necessari conduttori di sezione superiore a 1,5 mmq, in questo caso, i pannelli dovranno essere apribili a cerniera su un lato verticale e fissati con viti sull'altro. Con tutti i pannelli inseriti, non dovrà essere possibile il contatto con le parti in tensione; il fronte del quadro dovrà presentare un grado di protezione non inferiore a IP 20.

- porte anteriori in lamiera di acciaio saldata ribordata ed irrigidita, e protetta con lo stesso trattamento superficiale sopra descritto. A seconda di quanto indicato sull'elenco prezzi, le porte saranno di tipo cieco o con vetro temperato. Esse dovranno comunque essere dotate di maniglie in materiale isolante e di serrature con chiavi.

In generale, oltre a quanto sopra specificato, tutte le parti in acciaio dovranno essere accuratamente verniciate a forno con smalti a base di resine epossidiche, previo trattamento protettivo (sgrassatura, fosfatazione e due mani di antiruggine). Le parti non verniciate, ed in particolare la bulloneria, dovranno viceversa essere state sottoposte a trattamenti di protezione superficiali (zincatura, zincocromatura, ecc.).

Tutti i materiali isolanti impiegati nell'esecuzione dei quadri saranno di tipo incombustibile o non propagante la fiamma. Sull'elenco prezzi e sui disegni di progetto sono indicati il numero e le caratteristiche necessarie per definire gli interruttori previsti. Essi provvederanno ad interrompere tutti i conduttori (sia le fasi che il neutro) della linea su cui sono inseriti, e saranno conformi alla tabella di cui all'art. 473.3.2 delle norme CEI 64.8/4 per quanto riguarda la protezione del neutro.

Oltre che di tutti gli apparecchi riportati sui disegni di progetto e/o descritti nell'elenco prezzi, il quadro dovrà essere completo di ogni accessorio, anche se non espressamente indicato, necessario ad assicurare il perfetto funzionamento. L'esecuzione dovrà essere conforme alle prescrizioni seguenti:

I cablaggi dei circuiti ausiliari dovranno essere eseguiti con conduttori flessibili isolati in PVC (cavo N07V-K) aventi sezioni non inferiori a 2,5 mmq, dotati di capicorda a compressione isolati e di collari di identificazione. Essi verranno disposti in maniera ordinata e, per quanto possibile, simmetrica entro canalette in PVC munite di coperchio e ampiamente dimensionate.

Le canalette dovranno essere fissate al pannello di fondo mediante viti autofilettanti, o con dado, o rivetti. Non è ammesso l'impiego di canalette autoadesive.

I conduttori per il collegamento degli eventuali apparecchi montati su pannelli di chiusura frontali dovranno essere raccolti in fasci, protetti con guaina o spirale in plastica ed avere lunghezza sufficiente ad evitare sollecitazioni di trazioni o strappi a pannello completamente aperto.

Tutti i conduttori di neutro e di protezione o di terra saranno chiaramente contraddistinti fra loro e dagli altri conduttori per mezzo di colorazioni diverse (blu chiaro per il neutro e giallo-verde per i conduttori di terra).

Tutti i conduttori in arrivo e/o in partenza dal quadro e di sezione minore o uguale a 25 mmq dovranno essere attestati su morsetti di adeguata sezione di tipo isolato, componibili, montati su guida profilata unificata e numerati o contrassegnati; quelli aventi sezioni superiore a 25 mmq saranno provvisti di adatto capicorda a compressione e collegati direttamente agli interruttori ed ancorati all'intelaiatura per non sollecitare gli interruttori stessi.

Tutti i conduttori di terra o di protezione in arrivo e/o in partenza dovranno essere attestati su una sbarra di terra di rame. I conduttori dovranno essere collegati singolarmente mediante viti con dado e capicorda ad occhiello. Tutte le parti metalliche del quadro dovranno essere collegate a terra. Il collegamento di quelle mobili o asportabili sarà eseguito con cavo flessibile (cavo N07V.K) di colore giallo-verde o con treccia di rame stagnato di sezione non inferiore a 16 mmq, muniti alle estremità di capicorda a compressione di tipo ad occhiello. Sui pannelli frontali verranno riportate, incise con pantografo su targhe in trafolite, tutte le scritte necessarie ad individuare chiaramente i vari apparecchi di comando, manovra, segnalazione, ecc. Per quanto possibile tutte le apparecchiature installate nei quadri dovranno essere prodotte dalla stessa casa costruttrice. Salvo diversa indicazione riportata sui disegni o sull'elenco prezzi, il grado di protezione dei contenitori dovrà essere, con la porta chiusa, non inferiore a IP 40 negli ambienti normali, ed IP 44 nelle centrali tecnologiche; in particolare cura sarà posta nell'adattare adeguati sistemi di tenuta nei punti di ingresso e di uscita dei cavi affinché tali gradi di protezione non risultino abbassati. Al fine di consentire all'utente di manovrare con sicurezza le apparecchiature installate nei quadri elettrici anche in situazioni di pericolo, in ogni quadro devono essere installate una o più lampade di emergenza fisse o estraibili ricaricabili con un'autonomia minima di 2 ore.

152.6.4.3. Piccoli quadri elettrici di distribuzione locale

Le caratteristiche costruttive essenziali dei quadri, e così pure lo schema unifilare sono riportati sui disegni di progetto. I quadri dovranno essere di tipo sporgente o ad incasso, adatti all'installazione all'interno a parete, o a pavimento a seconda delle dimensioni, nella posizione indicata sulle piante.

Essi saranno rispondenti alle prescrizioni di legge, nonché conformi alla norma CEI 17 -13/1 fasc.1433 (norma europea EN 60439-1) e costituiti da:

- un contenitore in materiale termoplastico autoestinguento completo di cassetta per l'incasso a parete. Per consentire l'ingresso dei cavi il contenitore è dotato, sui lati inferiore e superiore, di fori pretranciati;
- intelaiatura per consentire il fissaggio degli apparecchi all guide profilate DIN di tipo unificato, in lamiera zincata e passivata, che consente la regolazione in profondità degli apparecchi;
- pannello di chiusura frontale in materiale termoplastico autoestinguento. Il pannello è dotato di finestrature che consentono di affacciare la parte anteriore degli apparecchi fissati sulle guide. Le finestrature per gli apparecchi modulari presentano tutte la medesima lunghezza, e le parti non occupate sono chiuse con placche copriforo in materiale plastico inserite a scatto. Con il pannello inserito, non è possibile il contatto con le parti in tensione; il fronte del quadro presenta un grado di protezione non inferiore a IP 20.

Tutti i materiali isolanti impiegati nell'esecuzione dei quadri saranno di tipo incombustibile o non propagante la fiamma. Sul computo metrico e sui disegni di progetto sono indicati il numero e le caratteristiche necessarie per definire gli interruttori previsti. Essi provvederanno ad interrompere tutti i conduttori (sia le fasi che il neutro) della linea su cui sono inseriti, e saranno conformi alla tabella di cui all'art. 473.3.2 delle norme CEI 64.8/4 per quanto riguarda la protezione del neutro.

Oltre che di tutti gli apparecchi riportati sui disegni di progetto e/o descritti nel computo metrico, il quadro dovrà essere completo di ogni accessorio, anche se non espressamente indicato, necessario ad assicurare il perfetto funzionamento.

L'esecuzione dovrà essere conforme alle prescrizioni seguenti.

- i cablaggi dei circuiti ausiliari dovranno essere eseguiti con conduttori flessibili isolati in PVC (cavo N07V-K) aventi sezioni non inferiori a 2,5 mmq;
- tutti i conduttori di neutro e di protezione o di terra saranno chiaramente contraddistinti fra loro e dagli altri conduttori per mezzo di colorazioni diverse (blu chiaro per il neutro e giallo-verde per i conduttori di terra);
- tutti i conduttori di terra o di protezione in arrivo e/o in partenza dovranno essere attestati su un morsetto avente funzione di collettore equipotenziale di terra;
- sui pannelli frontali verranno riportate, su targhette autoadesive, tutte le scritte necessarie ad individuare chiaramente i vari apparecchi di comando, manovra, segnalazione, ecc.;
- per quanto possibile tutte le apparecchiature installate nei quadri dovranno essere prodotte dalla stessa casa costruttrice.

Il grado di protezione dei contenitori dovrà essere, con la porta chiusa, non inferiore a IP 40; in particolare cura sarà posta nell'adattare adeguati sistemi di tenuta nei punti di ingresso e di uscita dei cavi affinché tale grado di protezione non risulti abbassato.

152.7. Verifiche e collaudo dell'impianto

152.7.1. Generalità

Le verifiche dell'impianto elettrico sono condotte secondo le indicazioni del capitolo 61 della Norma **CEI 64-8**:

- art. 611. Esame a vista;
- art. 612. Prove.

In linea generale le operazioni di collaudo di un impianto elettrico possono così articolarsi:

- 1) esame a vista;
- 3) rilievi strumentali;
- 4) calcoli di controllo.

Le verifiche debbono essere eseguite anche nei casi di trasformazioni, ampliamenti e/o interventi che hanno alterato le caratteristiche originarie.

152.7.2. Esame a vista

L'esame a vista (Norma **CEI 64-8**), eseguito con l'impianto fuori tensione, ha lo scopo di accertare la corretta esecuzione dell'impianto prima della prova. L'esame a vista dell'impianto elettrico è condotto sulla base del progetto ed ha lo scopo di verificare che gli impianti siano realizzati nel rispetto delle prescrizioni delle norme vigenti; l'esame può essere eseguito sia durante la realizzazione dell'impianto o alle fine dei lavori.

L'esame a vista dell'impianto comprende i seguenti controlli relativi a:

- analisi del progetto;
- verifica qualitativa dei componenti dell'impianto;
- verifica quantitativa dei componenti dell'impianto;
- controllo della sfilabilità dei cavi e delle dimensioni dei tubi e dei condotti;
- verifica dell'idoneità delle connessioni dei conduttori;
- verifica dei tracciati per le condutture incassate;
- verifica dei gradi di protezione degli involucri;
- controllo preliminare dei collegamenti a terra;
- controllo dei provvedimenti di sicurezza nei servizi igienici;
- controllo dell'idoneità e della funzionalità dei quadri elettrici;
- controllo dell'idoneità, funzionalità e sicurezza degli impianti ausiliari;
- controllo delle sezioni minime dei conduttori e dei colori distintivi;
- verifica per gli apparecchi per il comando e l'arresto di emergenza;
- presenza e corretta installazione dei dispositivi di sezionamento e di comando.

152.7.2.1. Analisi del progetto

L'analisi del progetto è fondamentale ai fini dell'accertamento della corretta documentazione ai fini del collaudo, della gestione e della manutenzione. In particolare dovranno essere analizzati:

- schemi planimetrici generali di distribuzione, accertando l'ubicazione planimetrica delle cabine, dei quadri e dei centralini, il percorso delle linee principali, la sezione e la modalità di installazione delle condutture principali;
- schemi di potenza dei quadri e/o dei centralini: accertando il numero, le destinazioni, la formazione, la sezione dei conduttori in arrivo e in partenza da ciascun quadro e/o centralino; le correnti nominali degli apparecchi; le correnti nominali differenziali degli apparecchi destinati alla protezione contro i contatti accidentali; la funzione del circuito di ciascun componente;
- piani d'installazione, accertando che essi riportino: l'ubicazione approssimativa dei punti luce, delle prese, degli allacciamenti di utilizzatori; la sezione, la formazione e le modalità d'installazione di ciascun circuito terminale; il percorso planimetrico approssimativo dei circuiti di distribuzione (dorsali) con l'indicazione di sezioni, formazioni, modalità d'installazione;
- schemi funzionali per impianti complessi.

Le suddette analisi vanno condotte con sopralluoghi in relazioni alle fasi di collaudo. Gli schemi progettuali devono essere redatti secondo le prescrizioni normative.

La mancanza della documentazione di progetto comporta la non collaudabilità dell'impianto non essendoci parametri di riferimento progettuali, fermo restando quelli normativi.

152.7.2.2. Verifica qualitativa e quantitativa

La verifica qualitativa e quantitativa dei componenti dell'impianto ha lo scopo di verificare:

- la rispondenza qualitativa dei materiali ed apparecchiature impiegate siano rispondenti alle prescrizioni del Capitolato speciale d'appalto ed ai dati di progetto, accertando la consistenza quantitativa e il funzionamento;
- la conformità delle indicazioni riportate negli schemi e nei piani d'installazione: individuando l'ubicazione dei principali componenti, la conformità delle linee di distribuzione agli schemi, la conformità dei punti di utilizzazione ai piani d'installazione, l'univocità d'indicazione tra schemi e segnaletica applicata in loco;
- la compatibilità con l'ambiente: accertando che tutti i componenti elettrici siano stati scelti e collocati tenendo conto delle specifiche caratteristiche dell'ambiente e siano tali da non provocare effetti nocivi sugli altri elementi esistenti nell'ambiente;
- accessibilità che deve essere: agevole per tutti i componenti con pannelli di comando, misura, segnalazione manovra; possibile, eventualmente con facili operazioni di rimozione di ostacoli, per i componenti suscettibili di controlli periodici o di interventi manutentivi (scatole, cassette, pozzetti di giunzione o connessione, ecc.).

L'accertamento della garanzia di conformità è data dal marchio IMQ (Marchio Italiano di Qualità) o altri marchi equivalenti, in caso contrario l'impresa deve fornire apposita certificazione.

Le suddette analisi vanno condotte con sopralluoghi in relazioni alle fasi di collaudo.

152.7.2.3. Verifica della sfilabilità dei cavi e controllo delle dimensioni dei tubi e dei condotti

La verifica della sfilabilità dei cavi consiste nell'estrarre un cavo dal tratto di tubo protettivo, incassato o a vista, compreso tra due cassette o scatole successive e nell'osservare se questa operazione abbia danneggiato il cavo stesso. La verifica deve essere effettuata preferibilmente sui tratti di tubo non rettilinei e deve essere estesa a tratti di tubo per una lunghezza compresa tra l'1% e il 5% della totale lunghezza dei tubi degli impianti utilizzatori presi in esame; in caso di esito non favorevole, fermo restando l'obbligo per l'installatore di modificare gli impianti, la prova dovrà essere ripetuta su di un numero di impianti utilizzatori doppio rispetto al primo campione scelto; qualora anche la seconda prova fornisse esito sfavorevole la verifica della sfilabilità dovrà essere ripetuta su tutti gli impianti utilizzatori. Il controllo deve verificare che i tubi abbiano diametro interno maggiore di 10 mm e che in generale sia almeno uguale a 1,3 volte il diametro circoscritto al fascio di cavi contenuti entro i tubi. Per le condutture costituite da canalette la superficie interna della sezione retta degli alloggiamenti dei cavi elettrici deve essere almeno uguale al doppio della superficie della sezione retta dei cavi contenuti.

Tabella. 151.2. - Dimensioni dei tubi protettivi flessibili e rigidi in PVC

Grandezza	Tubi flessibili in PVC		Tubi rigidi in PVC	
	Diametro esterno D (mm)	Diametro interno min d (mm)	Diametro esterno D (mm)	Diametro interno min d (mm)
16	16	10,7	16	13,0
20	20	14,1	20	16,9
25	25	18,3	25	21,4
32	32	24,3	32	27,8
40	40	31,2	40	35,4
50	50	39,6	50	44,3
63	63	50,6	63	56,5

152.7.2.4. 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 presente Capitolato. Per la verifica si fa riferimento alla Norme **CEI-64.8** e **CEI 70-1**. Il grado di protezione è indicato con le lettere IP (*International Protection*) seguite da due cifre indicanti la prima il grado di protezione delle persone contro il contatto con gli elementi in tensione e la penetrazione dannosa dell'acqua, es. IP 55. Quando una delle due cifre è sostituita da una X (es. IP4X o IPX4), significa che il materiale garantisce soltanto un tipo di protezione. Lo 0 indica nessun grado di protezione., es IP20, indica l'assenza di protezione dalla penetrazione dell'acqua.

Sono oggetto di verifica:

- i componenti installati in luoghi umidi (che presentano sul pavimento, sulle pareti o sul soffitto tracce di stilibidicio da condensa o da infiltrazione d'acqua);
- i componenti installati in luoghi esposti alle intemperie ma non soggetti a spruzzi di pioggia battente con stravento > 60° dalla verticale;
- i componenti soggetti a spruzzi, pioggia a stravento, intemperie;
- i componenti installati in locali di lavaggio o in ambienti occasionalmente polverosi;
- i componenti installati in ambienti con pericolo d'inondazione occasionale e temporanea o su terreno soggetto a pozzanghere;
- il materiale installato in altri ambienti speciali con temperatura elevata, vibrazioni, mufte, atmosfere corrosive, ecc..

Sono esclusi dall'esame i componenti installati nei locali bagno e doccia e quelli pertinenti ad 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.

152.7.2.5. Controllo dei collegamenti a terra

Le verifiche dell'impianto di terra sono descritte nelle norme per gli impianti di messa a terra (Norme **CEI 64-8** e **CEI 11-8**); per gli impianti soggetti alla disciplina del D.P.R. n. 547/1955 va effettuata la denuncia degli stessi alle Aziende Unità Sanitarie Locali (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 colore giallo-verde. Si intende che andranno controllate sezioni, materiali e modalità di

posa nonché lo stato di conservazione sia dei conduttori stessi che delle giunzioni. Si deve inoltre controllare che i conduttori di protezione assicurino il collegamento tra i conduttori di terra e il morsetto di terra degli utilizzatori fissi e il contatto di terra delle prese a spina;

- misurazione del valore di resistenza di terra dell'impianto, utilizzando un dispersore ausiliario ed una sonda di tensione con appositi strumenti di misura o con il metodo voltamperometrico. La sonda di tensione e il dispersore ausiliario vanno posti ad una sufficiente distanza dall'impianto di terra e tra loro; si possono ritenere ubicati in modo corretto quando sono sistemati ad una distanza dal suo contorno pari a 5 volte la dimensione massima dell'impianto stesso; quest'ultima nel caso di semplice dispersore a picchetto può assumersi pari alla sua lunghezza. Una pari distanza va mantenuta tra la sonda di tensione e il dispersore ausiliario;
- collegamenti: si deve controllare che tutte le masse (compresi gli apparecchi illuminanti), i poli di terra delle prese a spina e tutte le masse estranee presenti nell'area dell'impianto siano collegate al conduttore di protezione;
- continuità: bisogna accertarsi della continuità del conduttore di protezione e l'assenza di dispositivi di sezionamento o di comando;
- tracciato e sezionabilità: I conduttori di protezione devono, in linea di massima, seguire il tracciato dei conduttori di fase e dipartirsi dalle scatole di derivazione per consentirne il sezionamento in caso di guasti;
- sezione del conduttore protezione-neutro (PEN): Il controllo a vista dei componenti del dispersore dovrebbe essere effettuato in corso d'opera, in caso contrario è consigliabile eseguire dei sondaggi.

152.7.2.6. 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 maggiore rischio elettrico.

Con riferimento alla classificazione di cui al punto 152.2.3.4. e alle figg.152.1 e 152.2 del presente Capitolato speciale d'appalto, nelle varie zone possono essere installati le seguenti apparecchiature:

Nella zona 0 è vietata l'installazione di qualsiasi componente elettrico.

Nella zona 1 possono essere installati soltanto scaldacqua (con marchio IMQ) ed altri utilizzatori fissi alimentati a bassissima tensione di sicurezza con tensione nominale non superiore a 25V e grado di protezione non inferiore a IP X4.

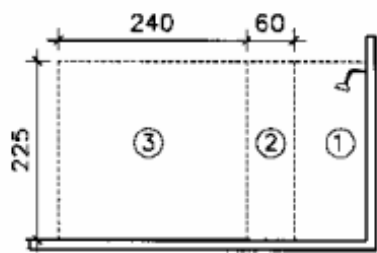
Nella zona 2 possono essere installati, oltre agli utilizzatori possibili nella zona 1, anche apparecchi illuminanti fissi, di classe II e grado di protezione non inferiore a IP X4. Sono ammesse le sole condutture di alimentazione degli utilizzatori qui ubicati, che devono avere isolamento equivalente alla classe II in tubi non metallici ed essere incassate, salvo l'ultimo tratto in prossimità dell'utilizzatore che deve essere il più breve possibile. Nessuna limitazione invece prevista per le condutture incassate ad una profondità superiore a 5 cm. Nella zona non è ammessa l'installazione di apparecchi di comando, derivazione o protezione (interruttore, prese, scatole di derivazione, ecc.). Gli infissi metallici a contatto con i ferri d'armatura delle strutture in calcestruzzo armato debbono essere collegati al conduttore equipotenziale.

Nella zona 3 può essere realizzato un impianto ordinario con condutture incassate in tubi non metallici aventi isolamento equivalente alla classe II. I componenti elettrici devono avere grado di protezione minimo IP X1.

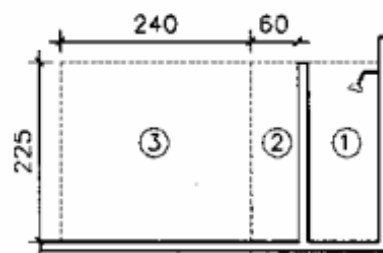
Tutto ciò premesso vanno controllati:

- collegamenti equipotenziali delle tubazioni. Deve accertarsi il collegamento al morsetto di terra di tutte le tubazioni e delle masse estranee;
- conduttori equipotenziali e mezzi di connessione alle masse estranee;
- prese ed apparecchi di comando. Va verificata la loro assenza fuori dalle zone 0, 1, 2 e l'esistenza di interruttore differenziale;
- apparecchi illuminanti;
- scaldacqua elettrico. Deve essere verificato il marchio (IMQ) e il collegamento breve con cavo munito di guaina se ubicato nella zona 1;
- condutture. Deve essere verificata l'assenza di scatole di derivazione fuori dalle zone 0, 1, 2, e le linee in tubo di materiale isolante = 5 cm.

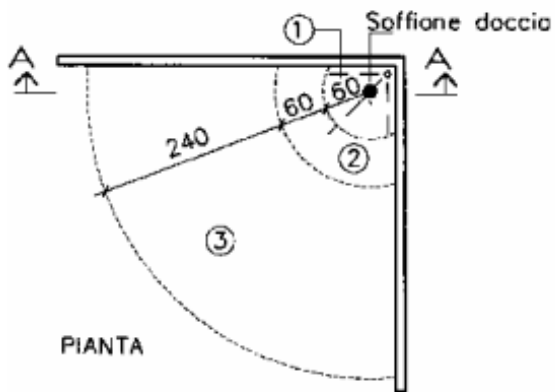
Le conduttore ed i componenti incassati ad una profondità superiore a 5 cm vanno considerati fuori dalle zone pericolose.



SEZIONE A-A

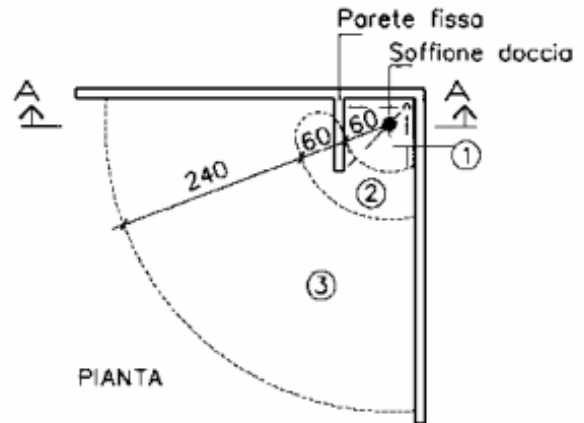


SEZIONE A-A



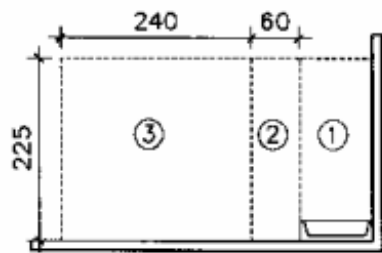
PIANTA

DOCCIA SENZA PIATTO-DOCCIA

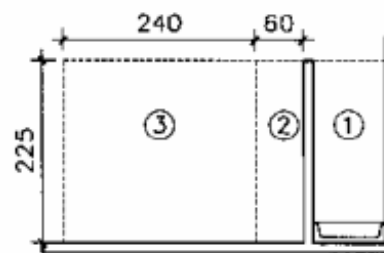


PIANTA

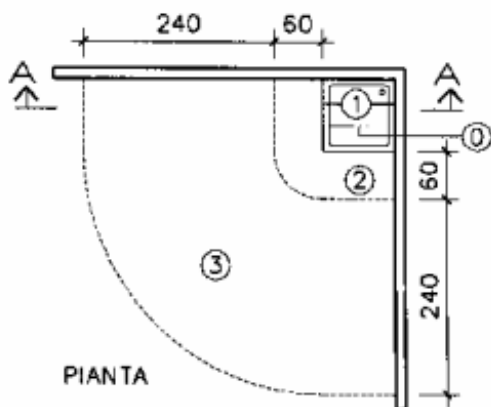
DOCCIA SENZA PIATTO-DOCCIA,
DELIMITATO DA PARETE FISSA



SEZIONE A-A

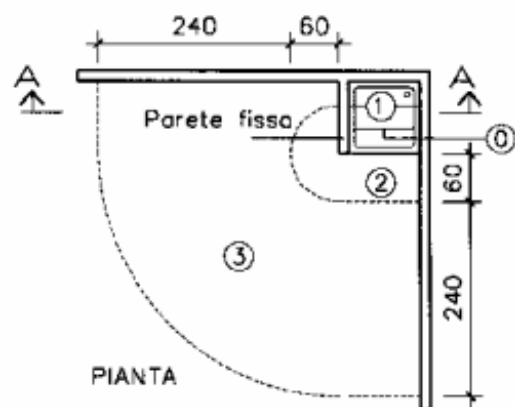


SEZIONE A-A



PIANTA

DOCCIA CON PIATTO-DOCCIA



PIANTA

DOCCIA CON PIATTO-DOCCIA,
DELIMITATO DA PARETE FISSA

Fig. 152.1. - Dimensioni delle zone di sicurezza nei locali igienici con doccia

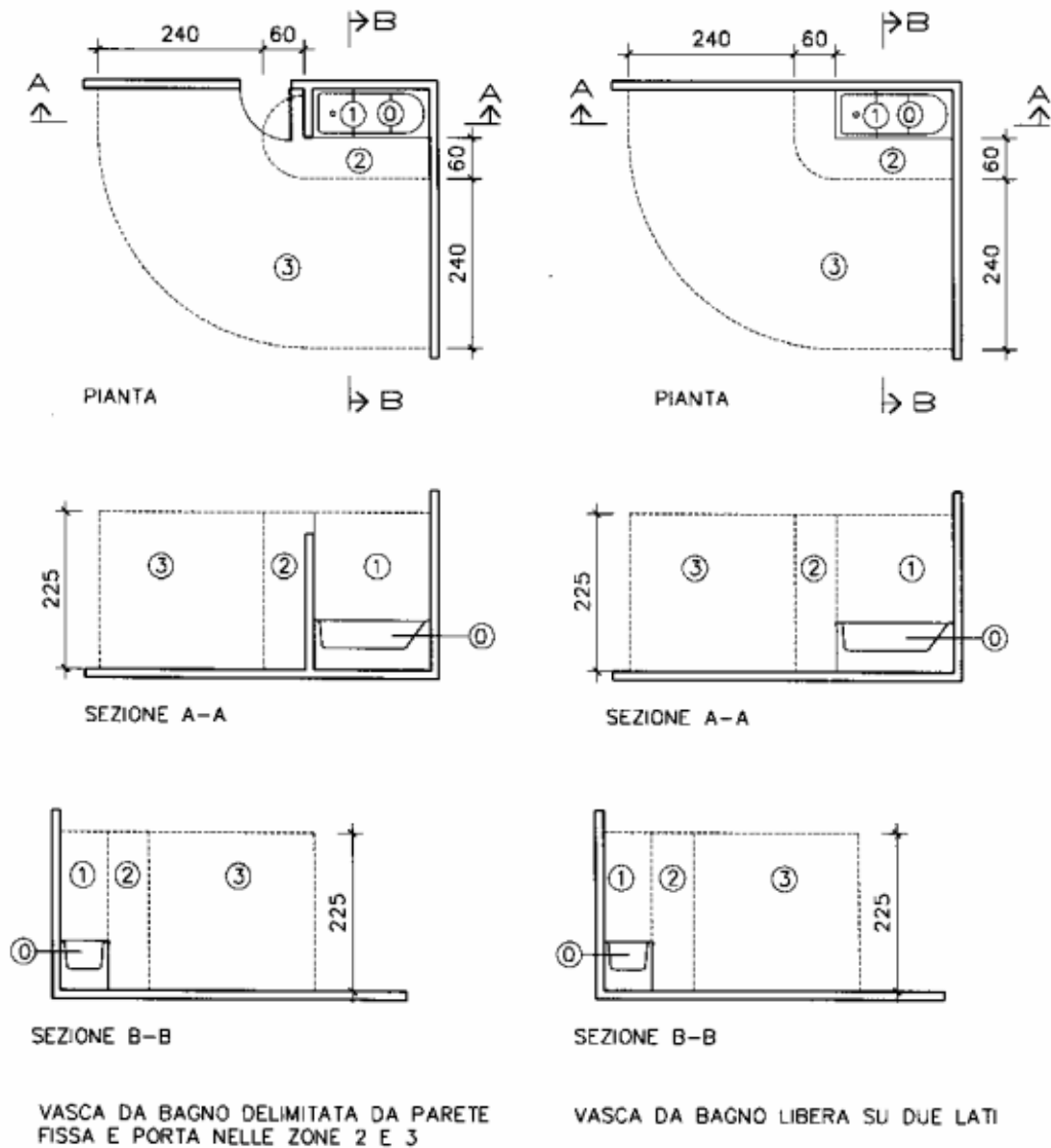


Fig. 152.2. – Dimensioni delle zone di sicurezza nei locali igienici con vasca da bagno

152.7.2.7. Verifica delle condutture, cavi e connessioni

La verifica ha lo scopo di controllare che nell'esecuzione dell'impianto siano state rispettate le prescrizioni minime riguardo a;

- sezioni minime dei conduttori rispetto alle prescrizioni del Capitolato speciale d'appalto delle norme CEI:
 - 1,5 mm²: cavi unipolari isolati in PVC, posati in tubi o canalette;
 - 0,5 mm²: circuiti di comando, segnalazione e simili, ecc.;
- colori distintivi:
 - colore giallo-verde per i conduttori di protezione e di collegamento equipotenziali;
 - colore blu chiaro per il neutro;
 - altri colori (marrone, nero, grigio) per i conduttori di fasi diverse;
- idoneità delle connessioni dei conduttori e degli apparecchi utilizzatori. Devono essere verificati le dimensioni idonee dei morsetti rispetto al conduttore serrato, le scatole di derivazione e le modalità di connessione. Sono vietate le giunzioni fuori scatola o entro i tubi di protezione.

Tabella 152.3 - Caratteristiche fondamentali dei morsetti e sezioni dei conduttori serrabili (Norma CEI 23-21)

Grandezza del morsetto	Conduttori serrabili		Massima forza applicabile al conduttore in estrazione (N)
	Rigidi flessibili (mm ²)	Flessibili (mm ²)	
0	-	1	30
1	1,5	1,5	40
2	2,5	2,5	50
3	4	4	50
4	6	6	60
5	10	6	80
6	16	10	90
7	25	16	100
8	35	25	120

La verifica deve riguardare anche il grado di isolamento dei cavi rispetto alla tensione di esercizio. In sistemi con tensione 220/380V sono consigliati i seguenti valori:

- per cavi monofase U_0/U 300/300V, sigla H03;
- per cavi trifase U_0/U 300/500V, sigla H05;
- per cavi a posa fissa U_0/U 450/750V, sigla H07.

Per le prese di corrente, incassate o sporgenti, deve essere verificata che la distanza dell'asse geometrico delle spine risulti orizzontale e distante almeno 17,5 cm dal pavimento.

152.7.2.8. 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 e comando di emergenza.

La verifica dei dispositivi di sezionamento lo scopo di accertare la presenza e corretta installazione dei dispositivi di sezionamento e di comando, al fine di consentire di agire in condizioni di sicurezza durante gli interventi di manutenzione elettrica ad altro sugli impianti e macchine.

In questa verifica dovranno essere controllati:

- l'interruttore generale, verificando la sua presenza all'inizio di ogni attività di impianto e la sua idoneità alla funzione di sezionamento;
- gli interruttori divisionali, verificando il loro numero e la loro idoneità alla funzione di sezionamento;
- gli interruttori di macchine installati in prossimità delle macchine pericolose per il pubblico e gli operatori (scale mobili, ascensori, nastri trasportatori, macchine utensili, impianti di lavaggio auto, ecc.).

La verifica dei dispositivi di comando per l'arresto di emergenza ha lo scopo di accertare la possibilità di potere agire sull'alimentazione elettrica per eliminare i pericoli dipendenti dal malfunzionamento di apparecchi, macchine o impianti.

In questa verifica dovranno essere controllati:

- gli interruttori d'emergenza a comando manuale, accertando la loro presenza a portata di mano nei pressi di macchine o apparecchi pericolosi;
- apparecchi d'emergenza telecomandati.

Sono oggetto di verifica:

- a) interruttori, prese, quadri, scatole di derivazione, apparecchi illuminanti;
- b) condutture;
- c) involucri protetti;
- d) numero dei poli degli interruttori;
- e) interruttore generale;
- f) impianto di messa a terra.

152.7.2.9. Verifica del tipo e dimensionamento dei componenti dell'impianto e della apposizione dei contrassegni di identificazione

Si deve verificare che tutti i componenti dei circuiti messi in opera nell'impianto utilizzatore siano del tipo adatto alle condizioni di posa e alle caratteristiche dell'ambiente, nonché correttamente dimensionati in relazione ai carichi reali in funzionamento contemporaneo, o, in mancanza di questi, in relazione a quelli convenzionali. Per cavi e conduttori si deve controllare che il dimensionamento sia fatto in base alle portate indicate nelle tabelle CEI-UNEL; inoltre si deve verificare che i componenti siano dotati dei debiti contrassegni di identificazione, ove prescritti.

152.7.2.10. Abbattimento barriere architettoniche. Terminali degli impianti elettrici di comando e di segnalazione

Gli apparecchi elettrici, i quadri generali, le valvole e i rubinetti di arresto delle varie utenze, i regolatori degli impianti di riscaldamento e condizionamento, nonché i campanelli, pulsanti di comando ed i citofoni, devono essere per tipo e posizione planimetrica ed altimetrica, tali da permettere un uso agevole anche da parte della persona su sedia a ruote; devono, inoltre, essere facilmente individuabili anche in condizioni di scarsa visibilità, mediante l'impiego di piastre o pulsanti fluorescenti, ed essere protetti dal danneggiamento per urto. Gli interruttori inoltre devono essere azionabili con leggere pressioni e preferibilmente del tipo a tasto largo rispetto a quelli normali, per facilitare i portatori di handicap. Le indicazioni contenute nel D.M. n. 236/1989 consigliano che i terminali degli impianti siano collocati ad un'altezza compresa tra 40 e 140 cm dal pavimento. In particolare si ha:

- interruttori: altezza tra 60 e 140 cm (consigliata tra 75 e 140 cm);
- campanello e pulsante di comando: altezza tra 40 e 140 cm (consigliata tra 60 e 140 cm);
- pulsanti bottoniere ascensori: altezza tra 110 e 140 cm. Altezza consigliata per il pulsante più alto 120 cm;
- prese luce: altezza tra 45 e 115 cm (consigliata tra 60 e 110 cm);
- citofono: altezza tra 110 e 130 cm (consigliata 120 cm);
- telefono: altezza tra 100 e 140 cm (consigliata 120 cm).

I terminali degli impianti elettrici, in tutti gli ambienti, vanno collocati in posizione facilmente percettibile visivamente ed acusticamente.

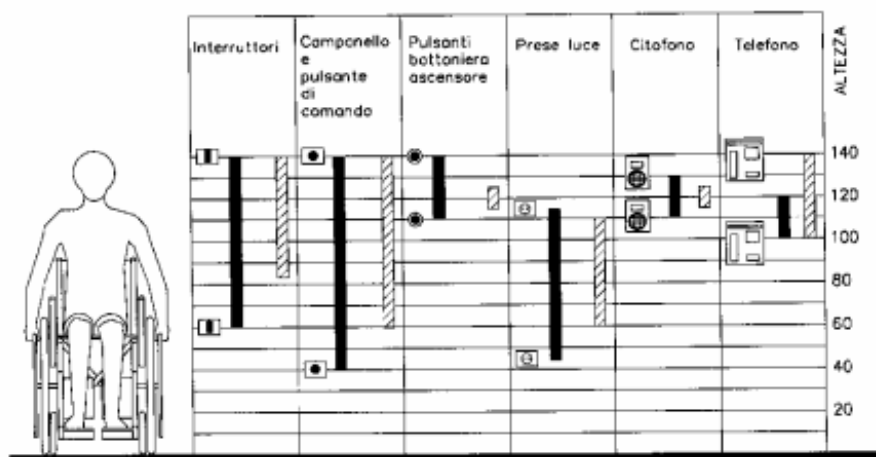


Fig. 152.3. – Altezza consigliata per i terminali degli impianti elettrici

152.8. Prove

La prova consiste nell'effettuazione di misure o di altre operazioni per accertare l'efficienza dell'impianto. La misura è accertata mediante idonea strumentazione, le prove possono riguardare:

- prova della continuità dei conduttori di protezione compresi i conduttori equipotenziali principali e supplementari;
- misura della resistenza dell'isolamento dell'impianto elettrico;
- misura della resistenza d'isolamento dei pavimenti e delle pareti;
- verifica della separazione dei circuiti;
- verifica della protezione mediante interruzione automatica dell'alimentazione;
- prova di polarità;
- prova di tensione applicata;
- prove di funzionamento alla tensione nominale;
- verifica della protezione contro gli effetti termici;
- verifica caduta di tensione.

152.8.1. Prova della continuità dei conduttori di protezione

La prova della continuità dei conduttori di protezione (Norma **CEI 64-8**, art. 612.2) consiste nell'accertare la continuità dei conduttori di protezione (PE), del neutro con funzione anche di conduttore di protezione (PEN), dei collegamenti equipotenziali principali (EQP) e supplementari (EQS) e sui conduttori terra (CT).

In particolare l'analisi deve riguardare:

- poli a terra delle prese a spina, verificando la continuità metallica tra i poli a terra delle prese ed il collettore di terra;

- morsetti di terra dei componenti di classe 1, verificando la continuità metallica tra i morsetti di terra ed il collettore di terra;
- collegamenti dei dispersori ausiliari al collettore di terra, verificando la continuità metallica tra le masse principali estranee principali (tubi d'acqua, gas, riscaldamento, ferri d'armature di strutture in cls) ed il collettore di terra;
- collegamenti equipotenziali supplementari massa-massa estranea, massa estranea-massa estranea (nei bagni e nelle docce), verificando la continuità tra masse estranee e morsetto di terra e tra tubazioni nei bagni, docce, ecc. e nei luoghi conduttori ristretti.

La prova deve essere effettuata con corrente = 0,2 A e con tensione di compresa tra 4 V e 24 V ad impianto sezionato.

152.8.2. Prova di funzionamento alla tensione nominale

La prova di funzionamento alla tensione nominale (Norma **CEI 64-8**, art. 612.9) ha lo scopo di verificare che le apparecchiature, i motori con i relativi ausiliari, i comandi ed i blocchi funzionino regolarmente senza difficoltà né anomalie, sia in fase di spunto che di funzionamento gravoso.

In particolare l'analisi deve riguardare:

- tensione a vuoto e sottocarico al quadro o ai quadri principali, verificando che la tensione a vuoto sia compresa tra $\pm 10\%$ del valore nominale. Nelle condizioni peggiori di spunto, la tensione non deve scendere a meno del 75% del valore nominale. In genere non si devono verificare rilasci di dispositivi a minima tensione;
- tensione agli utilizzatori più gravosi, verificando che gli utilizzatori più gravosi, dal punto di vista della caduta di tensione, devono avere tensione ai loro morsetti sia a vuoto che sottocarico o sottospunto, contenuta entro i limiti di corretto funzionamento indicati dal costruttore.

Devono essere sottoposti a misure di tensione in ingresso tutti i quadri generali, i quadri principali ed i quadri di zona e di reparto e tutte le macchine con potenza superiore a 10 kVA, gli impianti di illuminazione con lampada scarica sia a catodo caldo che a catodo freddo.

152.8.3. Prova d'intervento dei dispositivi di sicurezza e di riserva

La prova d'intervento dei dispositivi di sicurezza e di riserva (Norma **CEI 64-8**, art. 612.9) ha lo scopo di accertare che i generatori e gli automatismi destinati a garantire l'alimentazione di apparecchi o parti d'impianto destinati alla sicurezza o alla riserva entrino tempestivamente in funzione fornendo valore di tensione, frequenza e forma d'onda conformi alle previsioni di progetto.

La prova è di carattere preliminare e serve a verificare la correttezza dell'installazione dei collegamenti.

In particolare l'analisi deve riguardare:

- alimentatori non automatici, verificando i valori di tensione e forma d'onda secondo le previsioni di progetto;
- alimentatori automatici di continuità, verificando i valori di tensione di frequenza e forma d'onda progettuali anche nel periodo transitorio e di commutazione fra rete e alimentazione di sicurezza;
- alimentatori ad 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 ad 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.

152.8.4. Prova d'intervento degli interruttori differenziali

La prova d'intervento degli interruttori differenziali (Norma **CEI 64-8**, art. 612.6.1 e 612.9) ha lo scopo di accertare il corretto funzionamento degli impianti protetti da interruttori automatici differenziali con l'impianto completo dei principali utilizzatori fissi.

In particolare l'analisi deve riguardare:

- circuiti terminali protetti da interruttori differenziali ad altissima sensibilità, verificando il non intervento con corrente di dispersione di 5 mA e l'intervento con corrente di 11 mA;
- circuiti terminali o principali protetti da interruttori differenziali ad alta sensibilità, provando il non intervento con corrente di dispersione di 15 mA e l'intervento con corrente di 33 mA;
- circuiti terminali o principali protetti da interruttori differenziali a bassa sensibilità, provando il non intervento con corrente di dispersione $\frac{1}{2} I_{Dn}$ e l'intervento con corrente di dispersione di $1,1 I_{Dn}$.

La prova deve essere effettuata provando nel punto campionato una corrente controllata di dispersione pari a $0,5 I_{Dn}$, il differenziale non deve intervenire. Aumentando la corrente di dispersione fino a $1,1 I_{Dn}$, il differenziale deve intervenire.

152.8.5. Misura della resistenza d'isolamento dell'impianto

La misura della resistenza d'isolamento dell'impianto (Norma **CEI 64-8**, art. 612.3) ha lo scopo di accertare che la resistenza d'isolamento di ciascun tronco di circuito compresa fra due interruttori sia adeguata ai valori prescritti dalle norme CEI.

In particolare l'analisi deve riguardare:

- circuiti terminali a bassissima tensione (= 50V), accertando che l'isolamento risulti = 250 kW provato a 250 V;
- circuiti di distribuzione e terminali con tensione > 50V = 500V, accertando che l'isolamento risulti = 500 kW provato a 500 V;
- circuiti di distribuzione e terminali con tensione > 500V, accertando che l'isolamento risulti = 1000 kW provato a 1000 V;
- circuiti TT o TN rispetto a circuiti a bassissima tensione di sicurezza, accertando che l'isolamento risulti = 5000 kW provato a 5000 V;
- circuiti separati da terra mediante trasformatore di sicurezza, accertando che l'isolamento da terra risulti = 1000 W per V provato a 5000 V.

La resistenza deve essere misurata ad 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.

Le misure devono essere eseguite in corrente continua mediante apparecchi di prova in grado di fornire la tensione prescritta con un carico di 1 mA. Chiaramente la tensione di prova deve essere applicata per il tempo necessario a rendere stabile la lettura della resistenza d'isolamento. Per la valutazione della resistenza del pavimento e delle pareti è consigliato eseguire almeno 3 misure nello stesso locale di cui almeno una a distanza di 1 m da una massa estranea accessibile.

152.8.6. Misura della resistenza del dispersore

a) Dispersore di piccola e media estensione nei sistemi TT:

la misura della resistenza del dispersore (Norma CEI 64-8, art. 612.6.2.) ha lo scopo di accertare che il valore della resistenza di terra sia adeguato alle esigenze d'interruzione delle correnti di guasto a terra secondo la seguente relazione:

$$R_T = 50/I_a$$

dove I_a è la corrente che provoca il funzionamento automatico del dispositivo di protezione in ampere.

In particolare l'analisi deve riguardare:

- dispersore principale scollegato dall'impianto di protezione e dai dispersori ausiliari, accertando che $R_T = 50/I_a$;
- dispersore principale collegato dall'impianto di protezione e dai dispersori ausiliari, accertando che $R_T = 50/I_a$;

La resistenza del dispersore può essere misurata con strumenti che utilizzano il metodo voltamperometrico diretto o indiretto con tensione di alimentazione a vuoto di 125÷220 V elettricamente separata dalla rete con neutro a terra.

b) dispersore di grandi dimensioni:

- dispersore d'utente nei sistemi TT anche collegati a dispersori ausiliari o costituito da acquedotto, accertando che $R_T = 50/I_a$;
- dispersore di cabina nei sistemi TN, accertando che $R_T = U_T/I_G$, dove I_G è la corrente di guasto a terra e U la tensione totale di terra massima, in relazione al tempo di interruzione del guasto.

La resistenza del dispersore può essere misurata con il metodo del dispersore ausiliario.

152.8.7. Misura dell'impedenza totale dell'anello di guasto

La misura dell'impedenza totale dell'anello di guasto (Norma CEI 64-8, art. 612.6.3.) ha lo scopo di accertare che il valore dell'impedenza dell'anello di guasto Z_s sia adeguata alle esigenze d'interruzione della corrente di guasto a terra in base alla seguente relazione:

$$Z_s = U_0/I_a$$

dove I_a è la corrente di scatto entro 5s dell'apparecchio di protezione contro i contatti indiretti e U_0 è la tensione nominale del sistema verso terra.

In particolare l'analisi deve riguardare:

- circuiti di distribuzione, a livello dei sottoquadri, dei quadri di zona e dei centralini, accertando che $Z_s = U_0/I_a$;
- circuiti terminali, a livello delle morsetterie di allacciamento degli utilizzatori fissi o delle prese di corrente, accertando che $Z_s = U_0/I_a$.

Tabella 152.4. - Tempi massimi di interruzione per i sistemi TN

U_0 (*)	Tempo di interruzione
-----------	-----------------------

120 V	0,8 s
230 V	0,4 s
400 V	0,2 s
> 400 V	0,1 s

(*) Valori riferiti alla Norma CEI 8-6.

L'impedenza dell'anello di guasto deve essere misurata con il metodo a prelievo controllato di corrente utilizzando la tensione di rete ed una corrente di prova di almeno 1A.

152.8.8. Misura della resistenza di corto circuito tra fase e neutro

La misura della resistenza di corto circuito tra fase e neutro e valutazione (per eccesso) della corrente presunta di corto circuito (Norma CEI 64-8) ha lo scopo di accertare che il potere d'interruzione degli apparecchi destinati alla protezione contro il corto circuito non sia sufficiente.

In particolare l'analisi deve riguardare:

- quadro generale, accertando la resistenza di corto circuito misurata sia = V_f / I_{CN} dove I_{CN} = potere di corto circuito nominale degli apparecchi di protezione e da sovracorrente installati nel quadro generale e V_f = tensione di fase;
- quadro di reparto, accertando la resistenza di corto circuito misurata sia = V_f / I_{CN} ;
- quadro di zona, accertando la resistenza di corto circuito misurata sia = V_f / I_{CN} ;
- centralini, accertando la resistenza di corto circuito misurata sia = V_f / I_{CN} ;
- circuiti terminali, accertando la resistenza di corto circuito misurata sia = V_f / I_{CN} nel punto di installazione degli apparecchi di protezione da sovracorrenti installati in coda agli impianti.

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 e con corrente di 1,1 A.

152.8.9. Misura della caduta di tensione

La misura della caduta di tensione, allo studio della Norma **CEI-64-8**, art. 612.11, ha lo scopo di accertare che le cadute di tensione con l'impianto percorso dalle correnti d'impiego siano contenute entro il 4% qualora non sia stato diversamente specificato nel Capitolato speciale d'appalto.

La caduta di tensione è data dalla differenza tra il valore della corrente all'inizio della linea (V_1) e quello alla fine (V_2) della stessa linea:

$$\Delta V\% = V_1 - V_2$$

La caduta percentuale di tensione $\Delta V\%$ è data dalla seguente relazione:

$$\Delta V\% = \frac{V_1 - V_2}{V_1} 100$$

In particolare l'analisi deve riguardare:

- linee principali di distribuzione, accertando che $\Delta V = 2 \div 3\%$;
- circuiti terminali più sfavoriti, accertando che $\Delta V = 1 \div 2\%$;
- impianto di illuminazione esterna, accertando che $\Delta V = 4\%$.

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.

152.8.10. Misura dei segnali in uscita alle prese TV

La misura dei segnali in uscita alle prese TV, ha lo scopo di accertare che i segnali disponibili siano contenuti entro i limiti e minimi e massimi stabiliti dalle norme CEI.

In particolare l'analisi deve riguardare:

- prese TV vicine all'amplificatore;
- prese TV lontane dall'amplificatore;
- prese TV adiacenti agli impianti centralizzati;
- ogni presa TV.

L'accertamento deve effettuarsi su tutte le bande di frequenza distribuite nei periodi di trasmissione del monoscopio in modo da controllare non solamente la presenza del colore e la quantità del segnale, ma anche l'eventuale presenza di riflessioni o distorsioni dell'immagine.

152.8.11. Calcoli di controllo

152.8.11.1. Controllo del coefficiente di stipamento

Il controllo del coefficiente di stipamento ha lo scopo di verificare la corretta posa in opera dei cavi, valutando se i parametri rispettano le prescrizioni delle Norme **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.

152.8.11.2. Controllo del coordinamento fra correnti d'impiego e portate dei conduttori

Il controllo ha lo scopo di verificare il corretto dimensionamento dei conduttori in relazione alle correnti d'impiego (I_B) alle portate dei conduttori (I_Z) ed 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**.

152.8.11.3. Controllo del coordinamento fra correnti di corto circuito e poteri di interruzione degli apparecchi

Il controllo del coordinamento fra correnti di corto circuito e poteri di interruzione degli apparecchi ha lo scopo di verificare che gli apparecchi installati siano idonei a funzionare ed a sopportare le sollecitazioni termiche e elettrodinamiche che si verificano nel loro punto d'installazione durante un corto circuito.

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

Va curata la più razionale integrazione degli impianti elettrici, ausiliari e telefonici nell'edificio e la loro coesistenza con le altre opere ed impianti.

A tale scopo vanno formulate indicazioni generali relative alle condutture nei montanti (sedi, canalizzazioni separate, conduttori di protezione ed altre) o nei locali (distribuzione a pavimento o a parete, altre).

Per la definizione di tali indicazioni si può fare riferimento alla Guida CEI 64-50 ove non diversamente specificato.

È opportuno, in particolare, che prima dell'esecuzione e nel corso dei lavori vengano assegnati agli impianti elettrici spazi adeguati o compatibili con quelli per gli altri impianti tecnici, onde evitare interferenze dannose ai fini dell'installazione e dell'esercizio.

Art. 153 - Impianti di illuminazione. Verifiche illuminotecniche

Le operazioni del collaudo illuminotecnico sono simili a quelle di un impianto elettrico e comprendono:

- esami a vista;
- rilievi strumentali;
- calcoli di controllo.

153.1. Esami a vista

L'esame a vista è condotto dal Direttore dei Lavori sulla base della documentazione di progetto, dovrà essere verificata la rispondenza degli apparecchi di illuminazione installati, completi di tutti gli accessori, siano rispondenti alle prescrizioni progettuali ed in particolare del Capitolato speciale d'appalto.

Per gli impianti di illuminazione stradale dovranno essere controllati:

- la disposizione dei centri luminosi (unilaterale, alternata, bilaterale, assiale, biassiale, doppia centrale);
- l'interdistanza tra i centri luminosi, soprattutto lungo le curve e gli incroci;

- l'altezza dei centri luminosi. L'altezza (h) dei centri luminosi è proporzionata in base alla larghezza della porzione di strada illuminata (L), per la disposizione unilaterale è consigliato il rapporto h/L @ 1, mentre per quella biassiale o bilaterale è consigliato il rapporto h/0,5L = 1;
- la sporgenza e l'inclinazione sulla carreggiata.

153.2. Impianti di illuminazione interna

Gli impianti di illuminazione interna vengono collaudati eseguendo misure dirette alla determinazione:

- dell'illuminamento medio e dell'uniformità;
- della luminanza nel campo visivo;
- dell'abbagliamento prodotto dall'impianto;
- del contrasto del testo stampato con inchiostro nero su carta bianca.

153.2.1. Misura dell'illuminamento medio e dell'uniformità

153.2.1.1. Misura dell'illuminamento medio

La misura dell'illuminamento medio ha lo scopo di accertare che i livelli e l'uniformità di illuminamento siano conformi alle prescrizioni del Capitolato speciale d'appalto.

In particolare l'analisi deve riguardare:

- impianti di illuminazione generale:
illuminamento massimo in lux = dati di progetto;
lux max/lux min = dati di progetto;
- impianti di illuminazione concentrata:
illuminamento medio sul piano interessato = dati di progetto;
- impianti di illuminazioni esterna:
illuminamento minimo nell'area illuminata lux = dati di progetto;
lux max/lux min = 4 (se il progetto non prevede condizioni più gravose).

La misura dell'illuminamento artificiale va eseguita in assenza totale di luce naturale; durante il giorno è perciò essenziale oscurare gli infissi con elementi in vetro.

L'illuminamento viene misurato mediante un reticolo, costruito in funzione dell'indice del locale ed eseguendo la misura al centro di ogni maglia.

La misurazione è eseguita mediante un luxmetro con precisione non inferiore a 5% posto in posizione orizzontale a 85-90 cm dal pavimento per attività da svolgere in piedi e all'altezza del compito visivo nel posto di lavoro, solitamente 75 cm. La cellula deve essere disposta perpendicolare alla direzione del flusso luminoso e la lettura deve essere effettuata a cellula ferma.

Tabella 153.1 - Valori di illuminamento raccomandati

Compito visivo	Ambiente	Illuminamento (Lux)
Visione generale	Scale, corridoi	70 - 100
Lavori manuali grossolani	Magazzini	100 - 200
Lettura, scrittura	Uffici	200 - 400
Studio e lavori impegnativi	Scuole	300 - 500
Disegno e lavori di precisione	Uffici tecnici, laboratori	oltre 500

L'illuminamento medio è ottenuto effettuando più misure, dopo avere diviso la superficie illuminata in reticoli di 2-3 metri di lato, secondo le dimensioni del locale e misurando l'illuminamento (E_i) al centro di ogni reticolo:

$$E_m = \frac{E_1 + E_2 + E_3 + \dots + E_n}{n}$$

dove n è il numero dei reticoli. Il numero minimo dei punti di misura adottato comunemente è di 9.

L'illuminamento medio può essere determinato anche attraverso media ponderale, effettuando le misure lungo i punti dei lati dei reticoli, distinguendo le misure riferite ai punti interni, ai punti lungo i lati ed ai vertici del locale.

Il grado di uniformità dell'illuminamento U_o è ottenuto dal rapporto tra l'illuminamento minimo E_{min} ed l'illuminamento massimo E_{max} del locale:

$$U_o = \frac{E_{min}}{E_{max}}$$

153.2.2. Misura di luminanza nel campo visivo

La luminanza è misurata con il luminanzometro fissato su supporto orientabile e regolabile in altezza, sulle superfici, l'angolo di apertura dello strumento è solitamente = 1°. Lo strumento deve puntato nella direzione di osservazione dell'utente durante l'attività lavorativa, eseguendo le misure:

- del compito visivo;
- dello sfondo che contiene il compito visivo;
- delle zone periferiche circostanti al compito visivo;
- verticali più lontane poste di fronte all'osservatore.

153.2.3. Abbagliamento

L'abbagliamento si verifica quando l'osservatore si trova di fronte alla sorgente luminosa, con luminanza maggiore di tutte le superfici che compongono l'ambiente.

L'abbagliamento nei confronti degli effetti provocati su un osservatore può essere dei seguenti tipi:

- *abbagliamento diretto*, provocato da sorgenti luminose poste nella stessa direzione di osservazione;
- *abbagliamento indiretto*, provocato da sorgenti luminose non ubicate nella stessa direzione di osservazione;
- *abbagliamento riflesso*, quando è prodotto da riflessioni speculari di uno o più oggetti o sorgenti luminose che possono non essere presenti nell'ambiente.

Gli effetti sulla prestazione visiva possono del tipo:

- *abbagliamento perturbatore* (disability glare), quando produce una limitazione della visione, senza generare una sensazione sgradevole;
- *abbagliamento molesto* (discomfort glare), quando provoca nell'osservatore sensazioni di disagio psicologico, affaticamento visivo pur senza compromettere la visione.

Quest'ultimo tipo è quello che si può manifestare nella progettazione di illuminazione interna, dovuto alle forti differenze di luminanza dovuta all'emissione di luce diretta delle sorgenti, oppure dalle riflessioni da parte di superfici lucide o speculari orientate in modo che i raggi luminosi si trovino sulla congiungente tra la fonte, la superficie e l'apparato visivo dell'osservatore.

Tabella 153.2. - Classi di qualità per la limitazione dell'abbagliamento

Tipo di compito o attività	Grado di abbagliamento	Classe di qualità
Compiti visivi molto difficoltosi	1,15	A
Compiti visivi che richiedono prestazioni visive elevate	1,5	B
Compiti visivi che richiedono prestazioni visive normali	1,85	C
Compiti visivi che richiedono prestazioni visive modeste	2,2	D
Per interni dove le persone non sono confinate in una posizione di lavoro precisa, ma si spostano da un posto all'altro esplicando compiti che richiedono prestazioni visive modeste	2,5	E

Fonte : Cataliotti V. - Morana G., *Impianti elettrici di illuminazione*, Palermo 1998

Il grado di abbagliamento (o indice di abbagliamento) è un parametro di tipo convenzionale per la valutazione dell'effetto provocato all'osservatore.

L'abbagliamento può essere valutato mediante appositi diagrammi relativi ad ogni apparecchio che forniscono la luminanza limite di abbagliamento al variare dell'angolo visivo da 45° a 85°, riferito ad ogni classe di qualità in corrispondenza al livello di illuminamento previsto. Il controllo dell'abbagliamento è eseguito sulla base della relazione geometrica tra l'apparecchio ed l'osservatore rivolto verso lo stesso.

Nella pratica si calcola l'ampiezza dell'angolo γ (angolo di irraggiamento) formato dall'asse verticale dell'apparecchio luminoso e dalla linea congiungente osservatore-apparecchio, variabile tra 45° e 85°, verificando che entro tale zona visiva non esistano direzioni superiori al limite indicato nel diagramma di classe di qualità considerata. Con riferimento alla figura seguente il valore dell'angolo γ è dato dalla seguente relazione:

$$\operatorname{tg}\gamma = \frac{a}{H_s}$$

dove:

a è la distanza orizzontale tra osservatore e baricentro dell'apparecchio luminoso;

H_s è la distanza verticale tra l'apparecchio illuminante e il livello orizzontale dell'occhio, posto convenzionalmente a 120 cm dal pavimento.

Il metodo suddetto non tiene conto di diversi fattori alcuni dei quali ad esempio sono l'effetto prodotto dagli altri apparecchi illuminanti presenti nell'ambiente e soprattutto dalla posizione effettiva dell'osservatore rispetto a quella di

riferimento. La Direzione dei lavori o il collaudatore secondo il fine dell'impianto da collaudare potrà adottare altre procedure per il controllo dell'abbagliamento come il "CIE Glare Index" (1983), basato sul calcolo di un indice di abbagliamento CGI:

$$CGI = 8 \log_2 \left[\frac{1 + \frac{E_d}{500}}{E_d + E_i} \cdot \sum \frac{L_j^2 W_j}{P_j^2} \right]$$

dove:

E_d è l'illuminamento diretto verticale diretto sull'occhio;

E_i è l'illuminamento verticale indiretto sull'occhio;

L_j è la luminanza della sorgente di abbagliamento;

W_j è l'angolo solido della sorgente j-esima in steradiani;

P_j è l'indice di posizione dell'osservatore rispetto alle j-esime sorgente luminosa.

Il valore di E_d è calcolato con la seguente relazione:

$$E_d = 0,5 \cdot K \cdot (1 - DR) \cdot \frac{\phi}{A}$$

dove:

K è l'indice del locale calcolato con la relazione:

$$K = \frac{ab}{h(a+b)}$$

dove a e b sono le dimensioni planimetriche ed h la distanza degli apparecchi illuminanti dal piano di lavoro;

DR è il rapporto fra flusso luminoso totale emesso dagli apparecchi illuminanti e diretto sul piano di lavoro e il flusso totale emesso dagli apparecchi nell'emisfero inferiore;

ϕ è il flusso totale emesso dagli apparecchi nell'emisfero inferiore;

A è l'area del locale.

L'illuminamento diretto è calcolato con la seguente relazione:

$$E_i = \frac{\rho_3 \cdot DR + \rho_2(1 - DR) + \rho_1 \cdot FFR}{2 - (\rho_1 + \rho_2) + \frac{2}{k(1 - \rho_2)}} \cdot \frac{\Phi}{A}$$

dove:

ρ_1 è il coefficiente di riflessione del soffitto;

ρ_2 è il coefficiente di riflessione delle pareti;

ρ_3 è il coefficiente di riflessione del pavimento;

FFR è la frazione del flusso luminoso emesso da tutti gli apparecchi verso il soffitto uguale a:

0 con un flusso emesso verso il soffitto pari allo 0%;

1 con un flusso emesso verso soffitto pari a 50%;

1,5 con un flusso emesso verso soffitto pari a 60%.

L'indice di posizione P_j è calcolato con la seguente relazione:

$$\frac{1}{P_j} = \frac{d^2 \cdot E}{d^2 + 1,5 \cdot d + 4,6} + 0,12(1 - E)$$

dove:

$$E = e^{(-0,18 \frac{e}{d} + 0,011 \frac{e^3}{d^3})}$$

d è la distanza longitudinale tra l'occhio e la sorgente;

e è la distanza trasversale tra l'occhio e la sorgente.

I valori consigliati per l'indice CGI variano da un minimo di 10 ad un massimo di 30.

153.2.4. Misura del contrasto

Un importante fattore da controllare, in fase di collaudo, è la resa del contrasto che può definirsi la valutazione dell'aspetto di due zone del campo visive viste simultaneamente.

Il contrasto C relativo alla luminanza di adattamento di un oggetto:

$$C = \frac{L_a - L_b}{L_b}$$

dove:

L_a è la luminanza dell'oggetto;

L_b è la luminanza dell'area di sfondo.

La valutazione della condizione di contrasto è eseguita mediante l'indice CRF.R (*Contrast rendering factor*), calcolato dal rapporto tra il contrasto nella condizione di illuminamento (C) e il contrasto di riferimento (C_r):

$$CRF.R = \frac{C}{C_r}$$

Il valore standard di C_r è 0,917.

Tab. 153.3 - Classi di qualità per la resa del contrasto (CIE, Publication, n. 29.2, 1986)

Classi di qualità per la resa del contrasto	CRF.R	Aree di applicazione per la lettura e scrittura
I	$\geq 1,00$	Interni ove si usano prevalentemente materiali lucidi, per esempio: sale per composizione tipografica
II	$\geq 0,85$	Materiali lucidi usati saltuariamente, per esempio: uffici e scuole normali
III	$\geq 0,70$	Interni dove i materiali sono normalmente diffondenti, per esempio: scuole e certi tipi di uffici

In fase di collaudo prima viene misurata la luminanza del campione di riferimento e successivamente le luminanze L_a e L_b illuminate dall'impianto da collaudare.

Il giudizio di qualità è espresso sulla base delle tre classi di qualità per la resa del contrasto relativi ad ambienti in cui si svolgono attività di lettura e scrittura, proposte dalla CIE e riportate nella tabella 4.13.

153.3. Impianti di illuminazione esterna

Il collaudo degli impianti di illuminazione esterna è basato su misure relative alla determinazione:

- illuminamento medio;
- abbagliamento prodotto;
- sulla carreggiata stradale.

La misura della luminanza sulla carreggiata, secondo le raccomandazioni CIE, devono essere eseguito ai nodi un reticolo avente le seguenti prescrizioni:

- senso longitudinale, maglia con lato non superiore ad un 1/3 dell'interdistanza tra i centri luminosi;
- senso trasversale minimo due punti per ogni corsia di marcia.

La misura della luminanza è eseguita con un luminanzometro posto ad un'altezza di cm 150 dalla carreggiata e con inclinazione di 1° al di sotto dell'orizzontale; l'illuminamento è misurato con un luxmetro in questo caso dotato di cupola diffondente.

153.3.1. Impianti sportivi

Per il collaudo illuminotecnico degli impianti sportivi occorre fare riferimento alla norma **UNI 9821** che prevede:

- le misure devono essere eseguite con i proiettori puliti e dopo almeno 100 ore di funzionamento; le lampade devono essere accese almeno 30 minuti prima dell'inizio delle misurazioni. All'inizio, e periodicamente durante le misurazioni fotometriche, deve essere misurata la tensione di rete e quella ai morsetti di ingresso degli alimentatori. In caso di scostamenti della tensione rispetto al valore nominale è ammesso il riporto ai valori delle grandezze illuminotecniche misurate; per scostamenti di frequenza superiori o 0,3 Hz le misurazioni illuminotecniche devono essere rinviate. Nel caso di lampade fluorescenti occorre effettuare misure della temperatura ambiente. Le

misurazioni devono essere effettuate quando l'atmosfera è chiara e quando la luce proveniente da sorgenti esterne è trascurabile;

- l'illuminamento orizzontale deve essere misurato a cm 100 dal pavimento. L'illuminamento orizzontale va misurato nei centri dei rettangoli in cui occorre suddividere l'area di gioco, le dimensioni delle maglie è meglio specificato dalla Norma **UNI 9316**. Indicando p e q rispettivamente i lati lungo e corto del campo, le dimensioni D_p e D_q delle maglie rispettivamente devono essere non superiori a:

$$\Delta p = \frac{p}{11}; \quad \Delta q = \frac{q}{7}$$

Maglie di uguali dimensioni debbono essere previste anche per le zone esterne al campo di gioco:

- l'illuminamento verticale deve essere misurato sui quattro piani verticali orientati verso i lati dell'area di gioco o campo. La misura deve essere effettuata a cm 100 dal livello dal pavimento.

153.3.1.1. Misura dell'abbagliamento

La misura dell'abbagliamento consiste nella misura della luminanza velante dovuta ai proiettori L_{vi} e della luminanza velante dovuta alla luce L_{va} . I valori degli indici vanno raccolti in tabelle.

La misura di L_{vi} può essere eseguita mediante:

- a) l'illuminamento E prodotto da tutte le sorgenti di luce misurato all'altezza dell'occhio in un piano perpendicolare alla direzione di osservazione considerata;
- b) misura degli angoli compresi fra la direzione di osservazione e le direzioni di provenienza della luce emessa da tutti gli apparecchi illuminanti.

Le misurazioni devono essere eseguite a cm 150 dal suolo. La misura dei proiettori installati su un sostegno va effettuata schermato l'apparecchio luminoso da tutte le radiazioni luminose non appartenenti al sostegno in oggetto. In caso di proiettori disposti su file continue, si dividerà ogni fila in segmenti che sottendono angoli superiori a 5° , e per ciascuno di essi dovrà considerarsi una misura rivolta verso il suo centro.

Durante le misure devono essere schermate le radiazioni luminose provenienti dai proiettori limitrofi.

La misura di L_{va} può essere effettuata nei seguenti modi:

- a) con luminanzometro di apertura compresa tra 1° e 5° per la misura della luminanza del terreno, posto nel centro del bordo del campo, ad altezza di 150 cm dal suolo, e orientato trasversalmente al campo verso il punto del terreno di gioco distante $\frac{1}{4}$ della lunghezza del lato opposto alla posizione di misura;
- b) con luminanzometro dotato di lenti F_{ry} , posizionato come sopra.

153.3.1.2. Misura del colore della luce

La misura del colore della luce incidente l'area di gioco viene effettuata posizionando un colorimetro nei centri dei quattro quadranti in cui può suddividersi l'area di gioco, ad un'altezza di cm 150 dal suolo.

Art. 154 - Ascensori, servoscala e piattaforme elevatrici

154.1. Norme sugli ascensori

I requisiti essenziali di sicurezza e di salute relativi alla progettazione e alla costruzione degli ascensori e dei componenti di sicurezza sono disciplinati dal D.P.R. 30 aprile 1999, n. 162 recante il Regolamento recante norme per l'attuazione della direttiva 95/16/CE sugli ascensori e di semplificazione dei procedimenti per la concessione del nulla osta per ascensori e montacarichi, nonché della relativa licenza di esercizio.

Il comma 2, dell'art. 17 del D.P.R. n. 162/1999 dispone che è vietato l'uso degli ascensori a cabine multiple a moto continuo ai ciechi, alla persone con abolita o diminuita funzionalità degli arti ed ai minori di dodici anni, anche se accompagnati.

154.2. Considerazioni generali e osservazioni preliminari

154.2.1. Considerazioni generali

Applicazione della direttiva 89/392/CEE, modificata dalle direttive 91/368/CEE, 93/44/CEE e 93/68/CEE.

Allorquando il rischio corrispondente sussiste, e non è trattato nell'allegato I del D.P.R. 162/1999, si applicano i requisiti essenziali di salute e di sicurezza di cui all'allegato I della direttiva 89/392/CEE. In ogni caso, si applica il requisito essenziale di cui al punto 1.1.2 dell'allegato I della direttiva 83/392/CEE.

154.2.2. Osservazioni preliminari

Gli obblighi previsti dai requisiti essenziali di sicurezza e di salute si applicano soltanto se sussiste il rischio corrispondente per l'ascensore o per il componente di sicurezza in questione allorché viene utilizzato alle condizioni previste dall'installatore dell'ascensore o dal fabbricante del componente di sicurezza.

I requisiti essenziali di sicurezza e di salute elencati nella direttiva sono inderogabili. Tuttavia, tenuto conto dello stato della tecnica, gli obiettivi da essi prefissi possono non essere raggiunti. In questo caso e nella misura del possibile l'ascensore o il componente di sicurezza deve essere progettato e costruito per tendere verso tali obiettivi.

Il fabbricante del componente di sicurezza e l'installatore dell'ascensore hanno l'obbligo di effettuare un'analisi dei rischi per individuare tutti quelli che concernono il loro prodotto; devono, inoltre, progettare e costruirlo tenendo presente tale analisi.

154.3. Cabina

La cabina deve essere progettata e costruita in modo da offrire lo spazio e la resistenza corrispondenti al numero massimo di persone e al carico nominale dell'ascensore fissati dall'installatore.

Se l'ascensore è destinato al trasporto di persone e le dimensioni lo permettono, la cabina deve essere progettata e costruita in modo da non ostacolare o impedire tramite le sue caratteristiche strutturali l'accesso e l'uso da parte dei disabili e in modo da permettere tutti gli adeguamenti appropriati destinati a facilitarne l'utilizzazione.

154.4. Elementi di sospensione e elementi di sostegno

Gli elementi di sospensione e/o sostegno della cabina, compresi i collegamenti e gli attacchi terminali, devono essere studiati e progettati in modo da garantire un adeguato livello di sicurezza totale e ridurre al minimo il rischio di caduta della cabina, tenendo conto delle condizioni di utilizzazione, dei materiali impiegati e delle condizioni di fabbricazione. Qualora per la sospensione della cabina si utilizzino funi o catene, devono esserci almeno due funi o catene indipendenti l'una dall'altra, ciascuna con un proprio sistema di attacco. Tali funi o catene non devono comportare né raccordi, né impiombature, eccetto quelli necessari al loro fissaggio o al loro allacciamento.

154.5. Controllo delle sollecitazioni (compresa la velocità eccessiva)

Gli ascensori devono essere progettati, costruiti e installati in modo da rendere senza effetto l'ordine di comando dei movimenti qualora il carico superi il valore nominale.

Gli ascensori devono essere dotati di un dispositivo limitatore di velocità eccessiva. Detti requisiti non si applicano agli ascensori che, per la progettazione del sistema di azionamento, non possono raggiungere una velocità eccessiva.

Gli ascensori a velocità elevata devono essere dotati di un dispositivo di controllo e di regolazione della velocità.

Gli ascensori con puleggia di frizione devono essere progettati in modo che sia assicurata la stabilità delle funi di trazione sulla puleggia.

154.6. Motore

Ciascun ascensore destinato al trasporto di persone deve avere un proprio macchinario. Questo requisito non concerne gli ascensori in cui i contrappesi siano sostituiti da una seconda cabina.

L'installatore dell'ascensore deve prevedere che il macchinario e i dispositivi associati di un ascensore non siano accessibili tranne che per la manutenzione e per i casi di emergenza.

154.7. Comandi

I comandi degli ascensori destinati al trasporto dei disabili non accompagnati devono essere opportunamente progettati e disposti.

La funzione dei comandi deve essere chiaramente indicata.

I circuiti di azionamento di una batteria di ascensori possono essere destinati o interconnessi.

Il materiale elettrico deve essere installato e collegato in modo che:

- sia impossibile fare confusione con circuiti non appartenenti all'ascensore;
- l'alimentazione di energia possa essere commutata sotto carico;
- i movimenti dell'ascensore dipendano da meccanismi di sicurezza collocati in un circuito di comando a sicurezza intrinseca;
- un guasto all'impianto elettrico non provochi una situazione pericolosa.

154.8. Rischi per le persone al di fuori della cabina

L'ascensore deve essere progettato e costruito in modo che l'accesso al volume percorso dalla cabina sia impedito, tranne che per la manutenzione e i casi di emergenza. Prima che una persona si trovi in tale volume, l'utilizzo normale dell'ascensore deve essere reso impossibile.

L'ascensore deve essere progettato e costruito in modo da impedire il rischio di schiacciamento quando la cabina venga a trovarsi in una posizione estrema, tale obiettivo si raggiunge mediante uno spazio libero o un volume di rifugio oltre le posizioni estreme.

Gli accessi di piano per l'entrata e l'uscita della cabina devono essere muniti di porte di piano aventi una resistenza meccanica sufficiente in funzione delle condizioni di uso previste.

Nel funzionamento normale, un dispositivo di interbloccaggio deve rendere impossibile:

- un movimento della cabina comandato deliberatamente o no se non sono chiuse e bloccate tutte le porte di piano;
 - l'apertura di una porta di piano se la cabina non si è fermata ed è al di fuori della zona di piano prevista a tal fine.
- Tuttavia, tutti i movimenti di ripristino del livello al piano con porte aperte sono ammessi nelle zone definite a condizione che la velocità di tale ripristino sia controllata.

154.9. Rischi per le persone nella cabina

Le cabine degli ascensori devono essere completamente chiuse da pareti cieche, compresi pavimenti e soffitti, ad eccezione di aperture di ventilazione, e dotate di porte cieche. Le porte delle cabine devono essere progettate ed installate in modo che la cabina non possa effettuare alcun movimento, tranne quelli di ripristino del livello di cui al precedente punto 154.8, terzo comma, se le porte non sono chiuse, e si fermi in caso di apertura delle porte.

Le porte delle cabine devono rimanere chiuse e bloccate in caso di arresto tra due livelli se esiste un rischio di caduta tra la cabina e le difese del vano o in mancanza di difese del vano.

In caso di guasto dell'alimentazione di energia o dei componenti, l'ascensore deve essere dotato di dispositivi destinati ad impedire la caduta libera della cabina o movimenti ascendenti incontrollati di essa.

Il dispositivo che impedisce la caduta libera della cabina deve essere indipendente dagli elementi di sospensione della cabina.

Tale dispositivo deve essere in grado di arrestare la cabina con il suo carico nominale ed alla velocità massima prevista dall'installatore dell'ascensore. L'arresto dovuto all'azione di detto dispositivo non deve provocare una decelerazione pericolosa per gli occupanti, in tutte le condizioni di carico.

Devono essere installati ammortizzatori tra il fondo del vano di corsa ed il pavimento della cabina.

In questo caso lo spazio libero previsto al punto 154.8 deve essere misurato con gli ammortizzatori completamente compressi.

Detto requisito non si applica agli ascensori la cui cabina, per la progettazione del sistema di azionamento, non può invadere lo spazio libero previsto al paragrafo 154.8.

Gli ascensori devono essere progettati e costruiti in modo da poter essere messi in movimento soltanto se il dispositivo, di cui al comma 3 del presente punto, è in posizione operativa.

154.10. Altri rischi

Quando sono motorizzate, le porte di piano, le porte delle cabine, o l'insieme di esse, devono essere munite di un dispositivo che eviti i rischi di schiacciamento durante il loro movimento.

Quando debbono contribuire alla protezione dell'edificio contro l'incendio, le porte di piano, incluse quelle che comprendono parti vetrate, debbono presentare un'adeguata resistenza al fuoco, caratterizzata dalla loro integrità e dalle loro proprietà relative all'isolamento (non propagazione della fiamma) e alla trasmissione di calore (irraggiamento termico).

Gli eventuali contrappesi devono essere installati in modo da evitare qualsiasi rischio di collisione con la cabina o di caduta sulla stessa.

Gli ascensori devono essere dotati di mezzi che consentano di liberare e di evacuare le persone imprigionate nella cabina.

Le cabine devono essere munite di mezzi di comunicazione bidirezionali che consentano di ottenere un collegamento permanente con un servizio di pronto intervento.

Gli ascensori devono essere progettati e costruiti in modo che, se la temperatura nel locale del macchinario supera quella massima prevista dall'installatore dell'ascensore, essi possano terminare i movimenti in corso e non accettino nuovi ordini di manovra.

Le cabine devono essere progettate e costruite in modo da assicurare un'aerazione sufficiente ai passeggeri, anche in caso di arresto prolungato.

Nella cabina vi deve essere un'illuminazione sufficiente durante l'uso o quando una porta è aperta; inoltre deve esistere un'illuminazione di emergenza.

I mezzi di comunicazione di cui al comma 5 e l'illuminazione di emergenza di cui al comma 8 del presente punto, devono essere progettati e costruiti per poter funzionare anche in caso di mancanza di energia normale di alimentazione. Il loro tempo di funzionamento deve essere sufficiente per consentire il normale svolgimento delle operazioni di soccorso.

Il circuito di comando degli ascensori utilizzabili in caso di incendio deve essere progettato e costruito in modo che si possa evitarne l'arresto ad alcuni piani e consentire il controllo preferenziale dell'ascensore da parte delle squadre di soccorso.

154.11. Marcatura

Oltre alle indicazioni minime prescritte per qualsiasi macchina conformemente al punto 1.7.3 dell'allegato I della direttiva 89/392/CEE, ogni cabina deve essere dotata di una targa ben visibile nella quale siano chiaramente indicati il carico nominale di esercizio in chilogrammi ed il numero massimo di persone che possono prendervi posto.

Se l'ascensore è progettato in modo tale che le persone imprigionate nella cabina possano liberarsi senza ricorrere ad aiuto esterno, le istruzioni relative devono essere chiare e visibili nella cabina.

154.12. Istruzioni per l'uso

I componenti di sicurezza di cui all'allegato IV del citato D.P.R. 162/1999, devono essere corredati di un libretto d'istruzioni redatto in lingua italiana o in un'altra lingua comunitaria accettata dall'installatore di modo che il montaggio, i collegamenti, la regolazione e la manutenzione, possano essere effettuati correttamente e senza rischi. Detta documentazione deve comprendere almeno:

- un libretto d'istruzioni contenente i disegni e gli schemi necessari all'utilizzazione normale, nonché alla manutenzione, all'ispezione, alla riparazione, alle verifiche periodiche ed alla manovra di soccorso di cui al comma 4 del punto 154.10;
- un registro sul quale si possono annotare le riparazioni e, se del caso, le verifiche periodiche.

154.13. Marcatura CE di conformità

Il D.P.R. n. 162/1999 all'art. 7 ha introdotto la marcatura CE di conformità, costituita dalle iniziali "CE" secondo il modello grafico di cui all'allegato III dello stesso D.P.R., riportato nella figura 154.1.

La marcatura CE deve essere apposta in ogni cabina di ascensore in modo chiaro e visibile conformemente al punto 5 dell'allegato I della direttiva 89/392/CEE, e deve, altresì, essere apposta su ciascun componente di sicurezza elencato nell'allegato IV sempre del D.P.R. 162/1999 o, se ciò non è possibile, su un'etichetta fissata al componente di sicurezza.

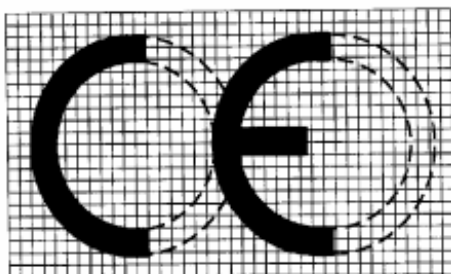


Fig. 154.1. – Simbolo di marcatura CE

È vietato apporre sugli ascensori o sui componenti di sicurezza marchature che possano indurre in errore i terzi circa il significato ed il simbolo grafico della marcatura CE. Sugli ascensori o sui componenti di sicurezza può essere apposto ogni altro marchio purché questo non limiti la visibilità e la leggibilità della marcatura CE.

Quando sia accertata una apposizione irregolare di marcatura CE l'installatore dell'ascensore, il fabbricante del componente di sicurezza o il mandatario di quest'ultimo stabilito nel territorio dell'Unione europea, devono conformare il prodotto alle disposizioni sulla marcatura CE.

In caso di riduzione o di ingrandimento della marcatura CE, devono essere rispettate le proporzioni indicate nel simbolo di cui sopra.

I diversi elementi della marcatura CE devono avere sostanzialmente la stessa dimensione verticale, che non può essere inferiore a 5 mm. Per i componenti di sicurezza di piccole dimensioni si può derogare a detta dimensione minima.

154.14. Componenti di sicurezza

L'elenco dei componenti di sicurezza di cui all'art. 1, paragrafo 1 e all'art. 8, paragrafo 1 del D.P.R. n. 162/1999 è il seguente:

- 1) dispositivi di bloccaggio delle porte di piano;
- 2) dispositivi paracadute di cui al paragrafo 3.2 dell'allegato 1 che impediscono la caduta della cabina o movimenti ascendenti incontrollati;
- 3) dispositivi di limitazione di velocità eccessiva;
- 4) a) ammortizzatori ad accumulazione di energia:
 - a caratteristica non lineare;
 - con smorzamento del movimento di ritorno;b) ammortizzatori a dissipazione di energia;
- 5) dispositivi di sicurezza su martinetti dei circuiti idraulici di potenza quando sono utilizzati come dispositivi paracadute;
- 6) dispositivi elettrici di sicurezza con funzione di interruttori di sicurezza con componenti elettronici.

154.15. Requisiti degli ascensori per i soggetti portatori di handicap

- a) Negli edifici di nuova edificazione, non residenziali, l'ascensore deve avere le seguenti caratteristiche:

- cabina di dimensioni minime di 1,40 m di profondità e 1,10 m di larghezza;
 - porta con luce netta minima di 0,80 m, posta sul lato corto;
 - piattaforma minima di distribuzione anteriormente alla porta della cabina di 1,50 x 1,50 m.
- b) Negli edifici di nuova edificazione residenziali l'ascensore deve avere le seguenti caratteristiche:
- cabina di dimensioni minime di 1,30 m di profondità e 0,95 m di larghezza;
 - porta con luce netta minima di 0,80 m posta sul lato corto;
 - piattaforma minima di distribuzione anteriormente alla porta della cabina di 1,50 x 1,50 m.
- c) L'ascensore in caso di adeguamento di edifici preesistenti, ove non sia possibile l'installazione di cabine di dimensioni superiori, può avere le seguenti caratteristiche:
- cabina di dimensioni minime di 1,20 m di profondità e 0,80 m di larghezza;
 - porta con luce netta minima di 0,75 m posta sul lato corto;
 - piattaforma minima di distribuzione anteriormente alla porta della cabina di 1,40 x 1,40 m.

Le porte di cabina e di piano devono essere del tipo a scorrimento automatico. Nel caso di adeguamento la porta di piano può essere del tipo ad anta incernierata purché dotata di sistema per l'apertura automatica.

In tutti i casi le porte devono rimanere aperte per almeno 8 secondi e il tempo di chiusura non deve essere inferiore a 4 sec.

L'arresto ai piani deve avvenire con autolivellamento con tolleranza massima ± 2 cm.

Lo stazionamento della cabina ai piani di fermata deve avvenire con porte chiuse.

La botoniera di comando interna ed esterna deve avere i bottoni ad una altezza massima compresa tra 1,10 e 1,40 m; per ascensori del tipo a), b) e c) la botoniera interna deve essere posta su una parete laterale ad almeno 35 cm dalla porta della cabina.

Nell'interno della cabina, oltre al campanello di allarme, deve essere posto un citofono ad altezza compresa tra 1,10 m e 1,30 m e una luce d'emergenza con autonomia minima di h. 3

I pulsanti di comando devono prevedere la numerazione in rilievo e le scritte con traduzione in Braille: in adiacenza alla botoniera esterna deve essere posta una placca di riconoscimento di piano in caratteri Braille.

Si deve prevedere la segnalazione sonora dell'arrivo al piano e, ove possibile, l'installazione di un sedile ribaltabile con ritorno automatico.

154.16. Servoscala

154.16.1. Definizioni

Per servoscala si intende un'apparecchiatura costituita da un mezzo di carico opportunamente attrezzato per il trasporto di persone con ridotta o impedita capacità motoria, marciante lungo il lato di una scala o di un piano inclinato e che si sposta, azionato da un motore elettrico, nei due sensi di marcia vincolato a guida/e.

I servoscala si distinguono nelle seguenti categorie:

- a) pedana servoscala: per il trasporto di persona in piedi;
- b) sedile servoscala: per il trasporto di persona seduta;
- c) pedana servoscala a sedile ribaltabile: per il trasporto di persona in piedi o seduta;
- d) piattaforma servoscala a piattaforma ribaltabile: per il trasporto di persona su sedia a ruote;
- e) piattaforma servoscala a piattaforma e sedile ribaltabile: per il trasporto di persona su sedia a ruote o persona seduta.

I servoscala sono consentiti in via alternativa ad ascensori e, preferibilmente, per superare differenze di quota non superiori a 4 m.

Nei luoghi aperti al pubblico e di norma nelle parti comuni di un edificio, i servoscala devono consentire il superamento del dislivello anche a persona su sedia a ruote: in tal caso, allorché la libera visuale tra persona su piattaforma e persona posta lungo il percorso dell'apparecchiatura sia inferiore a 2 m, è necessario che l'intero spazio interessato dalla piattaforma in movimento sia protetto e delimitato da idoneo parapetto e quindi l'apparecchiatura marci in sede propria con cancelletti automatici alle estremità della corsa. In alternativa alla marcia in sede propria è consentita marcia con accompagnatore lungo tutto il percorso con comandi equivalenti ad uso dello stesso, ovvero che opportune segnalazioni acustiche e visive segnalino l'apparecchiatura in movimento. In ogni caso i servoscala devono avere le caratteristiche di cui ai seguenti punti.

154.16.2. Dimensioni

Per categoria a) pedana non inferiore a 35 x 35 cm.

Per categoria b) e c) sedile non inferiore a 35 x 40 cm, posto a 40÷50 cm da sottostante predellino per appoggio piedi di dimensioni non inferiori a 30 x 20 cm.

Per categoria d) ed e) piattaforma (escluse costole mobili) non inferiore a 70 x 75 cm in luoghi aperti al pubblico.

154.16.3. Portata

Per le categorie a), b) e c) non inferiore a 100 kg e non superiore a 200 kg.

Per le categorie d) ed e) non inferiore a 150 kg, in luoghi aperti al pubblico, e 130 negli altri casi.

154.16.4. Velocità

Massima velocità riferita a percorso rettilineo 10 cm/sec.

154.16.5. Comandi

Sia sul servoscala che al piano devono essere previsti comandi per salita-discesa e chiamata-rimando posti ad un'altezza compresa tra 70 cm e 110 cm. È consigliabile prevedere anche un collegamento per comandi volanti ad uso di un accompagnatore lungo il percorso.

154.16.6. Ancoraggi

Gli ancoraggi delle guide e loro giunti devono sopportare il carico mobile moltiplicato per 1,5.

154.16.7. Sicurezze elettriche

Tensione massima di alimentazione V 220 monofase (preferibilmente V 24 cc.).

Tensione del circuito ausiliario: V 24.

Interruttore differenziale ad alta sensibilità (30 mA).

Isolamenti in genere a norma CEI.

Messa a terra di tutte le masse metalliche; negli interventi di ristrutturazione è ammessa, in alternativa, l'adozione di doppi isolamenti.

154.16.8. Sicurezze dei comandi

Devono essere del tipo "uomo presente" e protette contro l'azionamento accidentale in modo meccanico oppure attraverso una determinata sequenza di comandi elettrici; devono essere integrati da interruttore a chiave estraibile e consentire la possibilità di fermare l'apparecchiatura in movimento da tutti i posti di comando.

I pulsanti di chiamata e rimando ai piani devono essere installati quando dalla posizione di comando sia possibile il controllo visivo di tutto il percorso del servoscala ovvero quando la marcia del servoscala avvenga in posizione di chiusura a piattaforma ribaltata.

154.16.9. Sicurezze meccaniche

Devono essere garantite le seguenti caratteristiche:

- a) coefficiente di sicurezza minimo: $K = 2$ per parti meccaniche in genere ed in particolare:
 - per traino a fune (sempre due indipendenti) $K = 6$ cad.;
 - per traino a catena (due indipendenti $K = 6$ cad. ovvero una $K = 10$);
 - per traino pignone cremagliera o simili $K = 2$;
 - per traino ad aderenza $K = 2$;
- b) limitatore di velocità con paracadute che entri in funzione prima che la velocità del mezzo mobile superi di 1,5 volte quella massima ed essere tale da comandare l'arresto del motore principale consentendo l'arresto del mezzo mobile entro uno spazio di 5 cm misurato in verticale dal punto corrispondente all'entrata in funzione del limitatore;
- c) freno mediante dispositivi in grado di fermare il mezzo mobile in meno di 8 cm misurati lungo la guida, dal momento della attivazione.

154.16.10. Sicurezza anticaduta

Per i servoscala di tipo a), b), c) si devono prevedere barre o braccioli di protezione (almeno uno posto verso il basso) mentre per quelli di tipo d) ed e) oltre alle barre di cui sopra si devono prevedere bandelle o scivoli ribaltabili di contenimento sui lati della piattaforma perpendicolari al moto.

Le barre, le bandelle, gli scivoli ed i braccioli durante il moto devono essere in posizione di contenimento della persona e/o della sedia a ruote.

Nei servoscala di categoria d) ed e) l'accesso o l'uscita dalla piattaforma posta nella posizione più alta raggiungibile deve avvenire con un solo scivolo abbassato.

Lo scivolo che consente l'accesso o l'uscita dalla piattaforma scarica o a pieno carico deve raccordare la stessa al calpestio mediante una pendenza non superiore al 15%.

Sicurezza di percorso:

- lungo tutto il percorso di un servoscala lo spazio interessato dall'apparecchiatura in movimento e quello interessato dalla persona utilizzatrice, deve essere libero da qualsiasi ostacolo fisso o mobile quali porte, finestre, sportelli, intradosso, solai sovrastanti ecc. Nei casi ove non sia prevista la marcia in sede propria del servoscala, dovranno essere previste le seguenti sicurezze:
- sistema anticesoimento nel moto verso l'alto da prevedere sul bordo superiore del corpo macchina e della piattaforma;
- sistema antischiacciamento nel moto verso il basso interessante tutta la parte al di sotto del piano della pedana o piattaforma e del corpo macchina;

- sistema antiurto nel moto verso il basso da prevedere in corrispondenza del bordo inferiore del corpo macchina e della piattaforma.

154.17. Piattaforme elevatrici

Le piattaforme elevatrici per superare dislivelli, di norma, non superiori a ml 4, con velocità non superiore a 0,1 m/s, devono rispettare, per quanto compatibili, le prescrizioni tecniche specificate per i servoscala.

Le piattaforme ed il relativo vano corsa devono avere opportuna protezione ed i due accessi muniti di cancelletto. La protezione del vano corsa ed il cancelletto del livello inferiore devono avere altezza tale da non consentire il raggiungimento dello spazio sottostante la piattaforma, in nessuna posizione della stessa.

La portata utile minima deve essere di 130 kg.

Il vano corsa deve avere dimensioni minime pari a 0,80 x 1,20 m.

Se le piattaforme sono installate all'esterno, gli impianti devono risultare protetti dagli agenti atmosferici.

I requisiti costruttivi dei montascale, per molto tempo privi di regolamentazione, sono contenuti nella nuova norma **UNI 9801** - Sollevatori e trasportatori di tipo fisso per disabili (montascale o servoscale). Requisiti di sicurezza.

I componenti di sicurezza dei montacarichi, soggetti a dichiarazione di conformità da parte del costruttore ai sensi del D.P.R. n. 459/1996, sono:

- i dispositivi di blocco delle porte o portelli di piano;
- dispositivo contro eccesso di velocità;
- valvola di blocco (o la valvola di riduzione differenziale);
- i circuiti di sicurezza con componenti elettronici;
- paracadute;
- gli ammortizzatori, esclusi quelli a molla senza ritorno ammortizzato.

Art. 155 - Impianti di antieffrazione ed antintrusione

155.1. Generalità

Il Direttore dei lavori per la pratica realizzazione dell'impianto, oltre al coordinamento di tutte le operazioni necessarie alla realizzazione dello stesso, deve prestare particolare attenzione alla verifica della completezza di tutta la documentazione, ai tempi della sua realizzazione e ad eventuali interferenze con altri lavori.

Verificherà inoltre che i materiali impiegati e la loro messa in opera siano conformi a quanto stabilito dal progetto.

Al termine dei lavori si farà rilasciare il rapporto di verifica dell'impianto che attesterà che lo stesso è stato eseguito a regola d'arte e la documentazione per la successiva gestione e manutenzione.

155.2. Edifici demaniali

In questi edifici per quanto riguarda gli impianti di allarme, l'impresa esecutrice dovrà rilasciare apposita certificazione, verificata favorevolmente dalla USL competente, attestante che gli impianti medesimi sono stati eseguiti in conformità alle normative CEI.

155.3. Norme di riferimento

Gli impianti di allarme dovranno essere realizzati a regola d'arte in rispondenza alla Legge 1° marzo 1968 n. 186. Si considerano a regola d'arte gli impianti di allarme realizzati secondo le norme CEI applicabili, in relazione alla tipologia di edificio, di locale o di impianto specifico oggetto del progetto e precisamente:

- CEI 12-13** *Apparecchi elettronici e loro accessori collegati alla rete per uso domestico o analogo uso generale. Norme di sicurezza.*
- CEI 79-2** *Impianti antieffrazione, antintrusione, antifurto e antiaggressione. Norme particolari per le apparecchiature.*
- CEI 79-3 e variante V1** *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 (1987) e varianti V1 (1988) e V2 (1989)** *Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1.000 V in corrente alternata a 1.500 V in corrente continua.*
- CEI 64-9 (1987)** *Impianti elettrici utilizzatori negli edifici a destinazione residenziale e similare.*
- CEI 64-10 (1988)** *Impianti elettrici nei luoghi di spettacolo o di intrattenimento.*
- CEI 64-2 (1987)** *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 (1971) e variante V1 (1987)** *Impianti telefonici interni.*
- CEI 64-50=UNI 9620** *Edilizia residenziale. Guida per l'integrazione nell'edificio degli impianti elettrici utilizzatori, ausiliari e telefonici.*

Inoltre vanno rispettate le disposizioni della legge 818/1984 per quanto applicabili.

155.4. Prove sulle apparecchiature

- Antintrusione, antifurto, antieffrazione.

Al fine di garantire la piena funzionalità di esercizio ed 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, concentrazione, segnalazione locale/remota (teletrasmissione), nonché di controllo (accessi, televisione a circuito chiuso), dovranno rispondere alle norme **CEI 79-2, 79-3 e 79-4**.

Per attestare la rispondenza alle sopradette norme, dette apparecchiature dovranno riportare il previsto marchio di conformità, ove previsto dalle stesse.

Qualora l'apparecchiatura da impiegare non sia contemplata nelle sopraelencate norme, ma esistano norme di riferimento a livello europeo (CENELEC) oppure internazionale (IEC) essa dovrà essere munita di dichiarazione di conformità rilasciata dal costruttore; in ogni caso dovrà essere garantita la sicurezza d'uso: a tal riguardo tutte le apparecchiature elettriche collegate alle linee di alimentazione in bassa tensione (trasformatori, interruttori, fusibili, ecc.), dovranno essere conformi alle CEI 12-13; tale rispondenza dovrà essere certificata da apposito attestato di conformità rilasciato da parte degli organismi competenti degli stati membri della CEE, oppure da dichiarazione di conformità rilasciata dal costruttore.

Tutte le apparecchiature dovranno essere esenti da difetti qualitativi e di lavorazione.

155.5. Caratteristiche tecniche degli impianti

Per quanto attiene alla esecuzione e alla dotazione di impianti sia per gli edifici di tipo residenziale sia per quelli non a carattere residenziale, il sistema di sicurezza dovrà essere realizzato con un livello di prestazione, definito di volta in volta dal progetto in funzione della particolare destinazione d'uso ed ai beni da proteggere presenti (in caso di insufficienza od incompletezza del progetto si farà specifico riferimento alle norme **CEI 79-3 e 79-3 V1**).

155.6. Installazione

Si intende per installazione l'insieme delle operazioni di posa in opera dei componenti atti a realizzare l'impianto antintrusione, antieffrazione ed antifurto così come progettato e commissionato.

155.7. Collaudo

Le verifiche da effettuare a cura del responsabile per il collaudo degli impianti antieffrazione, antintrusione ed antifurto sulla base della documentazione fornita sono:

- a) controllo dell'elenco dei materiali installati e delle relative caratteristiche tecniche;
- b) controllo a vista del posizionamento, fissaggio ed accessibilità della centrale di gestione, dei singoli rilevatori e ogni altro dispositivo competente il sistema, con ulteriore verifica della conformità a livello di prestazione richiesta;
- c) controllo dello schema di localizzazione dei cavi e degli schemi dei collegamenti, verifica della completezza della documentazione tecnica e dei manuali d'uso e tecnici;
- d) calcolo teorico dell'autonomia di funzionamento dell'impianto sulla base degli assorbimenti, del tipo delle batterie e del dimensionamento degli alimentatori installati;
- e) controllo operativo delle funzioni concordate ed in particolare:
 - risposta dell'impianto ad eventi di allarme;
 - risposta dell'impianto ad eventi temporali;
 - risposta dell'impianto ad interventi manuali.

155.8. 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, ed in particolare:

- a) il funzionamento della centrale di gestione con particolare riguardo alle segnalazioni ottiche ed all'attivazione dei mezzi di allarme;
- b) l'efficienza dell'alimentare e lo stato di carica delle batterie;
- c) la sensibilità e la portata dei rilevatori;
- d) l'efficienza degli organi di segnalazione d'allarme e di comando dei mezzi di trasmissione degli allarmi e di ogni altro dispositivo componente il sistema.

Art. 156 - Criteri di valutazione dei requisiti acustici nelle costruzioni edilizie e nelle scuole

156.1. Generalità e disposizioni normative

156.1.1. Generalità

Le seguenti disposizioni di Capitolato hanno lo scopo di stabilire le modalità per la valutazione quantitativa della protezione contro i rumori in un edificio. Vengono prese in considerazione le modalità di misura, l'elaborazione e la presentazione dei risultati e si stabiliranno criteri di classificazione e di collaudo nei rispetti della protezione contro i rumori.

Tutti gli ambienti che dovranno rispondere a particolari requisiti acustici o di differenti condizioni acustiche dovranno dare esito positivo alle prove nel seguito descritte. Qualora le prove non confermino il raggiungimento dei valori minimi accettabili, dovranno porsi in opera materiali integrativi, quali quelli di cui agli artt. 66 e 67 del presente Capitolato.

Tutti i materiali saranno collocati con tutti gli accorgimenti e le norme prescritte dalle Ditte produttrici o fornitrici, in modo da evitare danneggiamenti o alterazioni tali da far perdere efficacia agli stessi.

I materiali dovranno inoltre collocarsi prevedendo la perfetta tenuta all'aria e al vapore.

Oltre alle disposizioni nel seguito descritte si dovranno comunque rispettare eventuali specifiche tecniche ed esecutive discendenti da norme che potranno essere in futuro emanate.

Le misure, le determinazioni sperimentali, la presentazione e la valutazione dei dati, pur ricercando le modalità più semplici e pratiche, seguiranno, per quanto possibile, le raccomandazioni ISO ⁷ UNI ⁸; le caratteristiche degli strumenti di misura seguiranno le raccomandazioni ISO, IEC ⁹ o CEI ¹⁰.

156.1.2. Disposizioni normative

C.M. 30 aprile 1966, n. 1769 - Criteri di valutazione e collaudo dei requisiti acustici nelle costruzioni edilizie, del Ministero dei Lavori Pubblici - Presidenza del Consiglio Superiore - Servizio Tecnico Centrale.

C.M. 22 maggio 1967, n. 3150 - Criteri di valutazione e collaudo dei requisiti acustici negli edifici scolastici, del Ministero dei Lavori Pubblici - Presidenza del Consiglio Superiore - Servizio Tecnico Centrale

D.M. 18 dicembre 1975 - Norme tecniche aggiornate relative all'edilizia scolastica, ivi compresi gli indici minimi di funzionalità didattica, edilizia ed urbanistica da osservarsi nella esecuzione di opere di edilizia scolastica.

156.2. Zone di ubicazione e condizioni

Le condizioni di silenziosi di un edificio dipendono non solo dalle modalità di costruzione, ma anche dalla zona di ubicazione: rurale, suburbana, residenziale, urbana, semi-industriale, industriale (ISO-TC/43-314).

Eventuale

Considerata la particolarità della costruzione e il suo contesto d'inserimento, dovranno determinarsi i livelli d'isolamento acustico normalizzato e/o di livello di rumore di calpestio normalizzato nonché la misura di riverberazione nell'ambiente disturbato.

156.3. Misura delle caratteristiche acustiche di un edificio

156.3.1. Definizioni

L'isolamento acustico per via aerea tra due ambienti sarà determinato dalla differenza fra il livello di pressione sonora misurato nell'ambiente disturbante e il livello di pressione sonora misurato nell'ambiente disturbato; i livelli di pressione sonora devono essere misurati per bande di ottava.

Il livello di rumore di calpestio sarà determinato dalla misura per bande di ottava del livello di pressione sonora nell'ambiente sottostante quando sul pavimento del vano superiore agisce la macchina normalizzata generatrice di calpestio.

Sia l'isolamento acustico per via aerea, sia il livello di rumore di calpestio debbono essere misurati in ambienti vuoti e non arredati con la presenza di due persone al massimo.

156.3.2. Misurazione di livello sonoro normalizzato

La rumorosità di un servizio verrà determinata dal livello di rumore che sarà rilevato con un misuratore di livello sonoro normalizzato e sarà eseguita in ambienti residenziali, indipendentemente dalla posizione dell'elemento disturbante. Si specificano i servizi da esaminare:

- impianti di riscaldamento;
- scarichi idraulici, bagni, gabinetti, rubinetterie;
- impianto di condizionamento;
- ascensore;
-
-

156.3.3. Grandezze da misurare ed apparecchi di misura

Nelle costruzioni di edilizia di civile abitazione la determinazione in opera dell'isolamento acustico per via aerea di pareti divisorie interne è limitata alle pareti che circoscrivono un alloggio.

La determinazione della rumorosità provocata dai servizi e dagli impianti fissi è limitata agli ambienti residenziali.

Per quanto riguarda i disturbi provenienti dall'impianto idraulico, il livello di rumore va misurato in un appartamento diverso da quello nel quale viene utilizzato il servizio.

Il coefficiente di assorbimento acustico ed il tempo di riverberazione vengono determinati con modalità da stabilire in caso di riconosciuta utilità.

Le grandezze da misurare sono le seguenti:

- a) isolamento acustico per via aerea di pareti divisorie interne e fra determinati ambienti;
- b) isolamento acustico per via aerea di solai;
- c) isolamento acustico per via aerea di pareti esterne;
- d) livello di rumore di calpestio di solai;
- e) rumorosità provocata da servizi e da impianti fissi;
- f) rumorosità provocata da agenti atmosferici;
- g) coefficiente di assorbimento acustico;
- h) tempo di riverberazione.

I misuratori di livello sonoro da utilizzare nei rilievi devono soddisfare le norme CEI (29 gennaio 1958) o le norme IEC per i tipi non di precisione (Pubblicazione 123).

Gli analizzatori per filtri di ottava devono rispondere alle proposte di norme IEC (29 Central Office 62).

La macchina generatrice di calpestio deve rispondere alle prescrizioni ISO (Recommendation 219).

Gli apparecchi di misura devono rientrare nelle tolleranze stabilite.

Per le misurazioni bisogna fare riferimento alle seguenti norme:

UNI EN ISO 140-1 *Acustica. Misurazione dell'isolamento acustico in edifici e di elementi di edificio. Requisiti per le attrezzature di laboratorio con soppressione della trasmissione laterale.*

UNI EN ISO 140-3 *Acustica. Misurazione dell'isolamento acustico in edifici e di elementi di edificio. Misurazione in laboratorio dell'isolamento acustico per via aerea di elementi di edificio.*

UNI EN ISO 140-8 *Acustica. Misurazione dell'isolamento acustico in edificio. Misurazione in laboratorio della riduzione del rumore di calpestio.*

UNI EN ISO 717-1 *Acustica. Valutazione dell'isolamento acustico in edifici e di elementi di edificio. Isolamento acustico per via aerea.*

UNI EN ISO 717-2 *Acustica. Valutazione dell'isolamento acustico in edifici e di elementi di edificio. Isolamento del rumore di calpestio.*

UNI 8270-6:ISO140 *Acustica. Misura dell'isolamento acustico in edifici ed elementi di edificio. Misura in laboratorio dell'isolamento dai rumori di calpestio di solai.*

UNI 10708-1 *Acustica. Misurazione dell'isolamento acustico in edifici e di elementi di edificio. Misurazioni in opera dell'isolamento acustico per via aerea tra ambienti.*

UNI 10708-3 *Acustica. Misurazione dell'isolamento acustico in edifici e di elementi di edificio. Misurazioni in opera dell'isolamento dal rumore di calpestio di solai.*

UNI EN 20140-2 *Acustica. Misura dell'isolamento acustico di edifici e di elementi di edificio. Determinazione, verifica e applicazione della precisione dei dati.*

UNI EN 20140-9 *Acustica. Misurazione dell'isolamento acustico in edifici e in elementi di edificio. Misurazione in laboratorio dell'isolamento acustico per via aerea da ambiente a ambiente coperti dallo stesso controsoffitto.*

UNI EN 20140-10 *Acustica. Misura dell'isolamento acustico in edifici e di elementi di edificio. Misura in laboratorio dell'isolamento acustico per via aerea di piccoli elementi di edificio.*

Art 157 - Collaudo e classificazione degli edifici dal punto di vista acustico

157.1. Generalità

Il collaudo e la classificazione consentono di riassumere un complesso di proprietà, espone in un certificato di prova, che vengono determinate in modo quantitativo attraverso misure dirette; devono risultare da una determinazione sull'edificio stesso ed essere eventualmente integrate da dati di progetto e da rilievi di laboratorio.

Il collaudo dovrà specificare se l'edificio risponde o no alle prescrizioni del presente Capitolato.

Se si richiede una classificazione, ad ogni edificio o parte di esso potrà attribuirsi una qualifica che riassume il comportamento acustico, qualifica che si propone di specificare attraverso una graduatoria se un edificio potrà considerarsi acusticamente isolato. Gli edifici qualificati acusticamente isolati potranno esserlo di grado "normale" o di grado "superiore".

Quando si considerano in una stessa località gruppi di edifici costruiti in serie e con lo stesso sistema si può ammettere sufficiente un collaudo per campioni da eseguirsi nella misura di uno almeno ogni venti edifici costruiti.

In un edificio non è necessario eseguire la stessa misura (ad es. quella di livello di rumore di calpestio) in tutti i casi possibili; si limiteranno le determinazioni per ogni tipo costruttivamente distinto di struttura e possibilmente a tre casi

omogenei (ad esempio, il livello di rumore di calpestio si misura in tre cucine con marmitte ed in tre ambienti di soggiorno con pavimento di legno, perché le due strutture, agli effetti del calpestio, devono essere ritenute diverse). Misure che presentano particolari difficoltà o che si ritengano superflue possono non essere eseguite, ma se ne deve giustificare l'assenza nel certificato di collaudo.

Misure previste dal presente Capitolato, possono essere ulteriormente richieste da interessati all'atto del collaudo, ma saranno effettuate a giudizio del Collaudatore.

Qualunque alterazione nella struttura, variazione nella distribuzione degli ambienti, cambiamento nei servizi, ecc. può alterare qualche dato acustico; quindi le singole valutazioni e la classificazione si riferiscono alle condizioni ed al momento del collaudo.

157.2. Determinazione delle grandezze acustiche

157.2.1. Definizioni, termini, simboli

Termine	Simbolo	Definizione	Unità di misura
Livello di pressione sonora	L	Valore definito dall'espressione: $L = 20 \log_{10} (p/p_0)$ <p>p = valore efficace della pressione sonora nel punto considerato $p_0 =$ valore efficace della pressione sonora di riferimento $2.104 \text{ dine/cm}^2 = 20 \text{ mN/m}^2$</p>	dB
Isolamento acustico tra due ambienti ad una determinata frequenza	D	Differenza tra il livello di pressione sonora nell'ambiente in cui vi è la sorgente sonora (ambiente disturbante) ed il livello di pressione sonora L_2 nell'altro ambiente (ambiente disturbato); definito dall'espressione: $D = L_1 - L_2 = 20 \log(p_1/p_2)$	dB
Isolamento acustico normalizzato ad una determinata frequenza	D_n	Valore definito dall'espressione: $D_n = D + 10 \log(A_0/A)$ dove: A = assorbimento (m^2) dell'ambiente disturbato; $A_0 =$ assorbimento acustico di riferimento stabilito in $10 \text{ (m}^2\text{)}$	dB
Potere fonoisolante di un tramezzo ad una determinata frequenza	R	Valore definito dall'espressione: $R = D - 10 \log(A/S)$ Dove: S = superficie del tramezzo espressa in m^2	dB
Livello di rumore di calpestio ad una determinata frequenza	L_c	Livello di pressione sonora per una data banda di frequenza in un ambiente disturbato quando in un altro ambiente (disturbante) agisce la macchina normalizzata generatrice di calpestio.	dB
Livello di rumore di calpestio normalizzato ad una determinata frequenza	L_n	Valore definito dall'espressione: $L_n = L_0 - 10 \log(A_0/A)$	dB
Coefficiente di assorbimento acustico		Rapporto tra l'energia assorbita e quella incidente	-
Rumore bianco	a	Rumore il cui spettro è continuo e uniforme in funzione della frequenza, misurato per bande Df di larghezza costante	-
Tempo di riverberazione	T	Tempo necessario perché il livello di pressione sonora in un ambiente sia ridotto di 60 dB rispetto a quello che si ha all'istante in cui la sorgente sonora ha cessato di funzionare	sec
Indice di valutazione	I	Ordinata in dB di ciascuna delle curve limite ISO per l'isolamento acustico ed il livello di rumore di calpestio in corrispondenza all'ascissa di 500 Hz	dB

157.3. Isolamento acustico e potere fonoisolante

157.3.1. Produzione del campo sonoro

Il suono per via aerea può essere emesso:

- a) utilizzando uno o più altoparlanti che emettono un rumore bianco filtrato per bande di ottava;
- b) utilizzando (solo per misure in opera) la macchina di calpestio che agisce su una tavola (o sistema di tavole) isolata in modo da eliminare la trasmissione di vibrazioni per via solida. (Per quest'ultima modalità verranno stabilite apposite prescrizioni).

Le misure sono valide soltanto se il livello di pressione sonora misurato nel locale disturbato è almeno di 10 dB superiore al livello di pressione sonora dovuto al rumore di fondo (alla frequenza di misura).

157.3.2. Modalità delle misure

Le misure devono essere effettuate per bande di un'ottava. I valori delle frequenze nominali da utilizzare nella sorgente disturbante sono:

125 250 500 1000 2000 4000 Hz

Le frequenze di frontiera di un filtro di ottava di frequenza nominale f sono:

$$\frac{f}{\sqrt{2}} \text{ ed } f \times \sqrt{2}$$

ossia:

0,70 f ed 1,41 f

157.3.3. Potere fonoisolante ed isolamento acustico di strutture verticali divisorie

I livelli di pressione sonora L_1 nel locale disturbante ed L_2 in quello disturbato sono determinati con un misuratore di livello sonoro (munito di un analizzatore per bande di ottava di frequenze nominali specificate nel punto 157.3.2. Il rilievo avviene almeno in tre posizioni diverse di ciascun locale (una al centro di questo, le altre in posizione non adiacente alle pareti); come valore di L si assume la media di queste misure.

157.3.4. Isolamento acustico per via aerea di strutture orizzontali

Si esegue in modo del tutto analogo a quello descritto nel punto precedente. tra due ambienti sovrapposti. Si deve indicare se l'ambiente disturbato è quello superiore o quello inferiore. Se come sorgente di rumore si adotta la macchina di calpestio su tavola di legno (solo per misure in opera) si consiglia di scegliere come ambiente disturbante quello inferiore.

157.3.5. Isolamento acustico per via aerea di strutture verticali esterne

La misura viene eseguita in laboratorio. Se è richiesta una misura in opera si deve sistemare una sorgente sonora esterna; l'isolamento viene definito come differenza di livelli sonori nell'ambiente disturbato a finestra aperta e a finestra chiusa. Nel certificato di collaudo deve essere indicato se l'isolamento proviene da dati di laboratorio o da misure dirette.

157.4. Livello di rumore di calpestio

Il calpestio è prodotto da un generatore di calpestio normalizzato (punto 157.3.3).

Tale generatore di calpestio comprende cinque martelli allineati ed equidistanti; la distanza tra i due martelli estremi è di 40 cm; le teste dei martelli che colpiscono il pavimento sono cilindri di ottone o di acciaio del diametro di 3 cm, muniti di estremità sferica del raggio di 50 cm; la massa di ogni martello è di (500 ± 12) g, l'altezza di caduta libera è di $(4 \pm 0,1)$ cm l'intervallo fra i colpi è di $(0,1 \pm 0,005)$ sec.

Il livello sonoro nell'ambiente sottostante viene misurato con un misuratore di livello sonoro normalizzato, su scala di ponderazione C, con costante di tempo alta (slow) munito di un analizzatore per ottave avente le frequenze nominali:

125 250 500 1000 2000 4000 Hz

Le misure sono valide soltanto se il livello di pressione sonora misurato nel locale disturbato è almeno di 10 dB superiore al livello di pressione sonora dovuto al rumore di fondo (alla frequenza di misura).

Per l'esecuzione della misura si rilevano per ogni banda i livelli di pressione sonora nell'ambiente sottostante espressi come media di due misure corrispondenti a due diverse posizioni della macchina di calpestio, una normale all'altra ed al centro dell'ambiente.

L'esecuzione della misura in opera deve essere attuata almeno quattro giorni dopo la definitiva posa in opera del pavimento. Nelle prove di laboratorio, nel caso di pavimenti galleggianti, è consigliabile una seconda determinazione dopo che il pavimento in prova è stato caricato durante quattro giorni con 200 kg/m^2 oltre al peso del massetto.

157.5. Rumorosità provocata da servizi ed impianti fissi

La rumorosità di servizi ed impianti fissi viene determinata utilizzando una misura di livello sonoro con scala di ponderazione A, con costante di tempo alta (slow).

157.6. Coefficiente di assorbimento acustico

157.6.1. Determinazione in laboratorio

Il coefficiente di assorbimento acustico viene determinato in laboratorio in campo sonoro diffuso, attraverso misure del tempo di riverberazione, a camera vuota ed a camera contenente il materiale in esame.

La misura va effettuata in una camera riverberante di almeno 200 mc di volume, su almeno 10 m² di materiale che viene sistemato rispettando tutte le modalità adottate nell'installazione reale (intercapedini, ecc.). Il calcolo del coefficiente di assorbimento acustico viene eseguito utilizzando la formula di Sabine:

$$T = 0,16 \cdot V/A$$

essendo T il tempo di riverberazione in secondi, V il volume della camera in mc, A l'assorbimento acustico in m². Il suono in camera riverberante deve essere emesso da altoparlanti alimentati con suono bianco filtrato per ottave. I valori delle frequenze nominali delle bande di ottava da utilizzare sono:

$$(125) 250 500 1000 2000 (4000) \text{ Hz}$$

157.6.2. Presentazione dei risultati

I risultati delle misure in laboratorio o in opera dell'isolamento per via aerea del livello di rumore di calpestio del coefficiente di assorbimento acustico devono essere rappresentati nelle tavole indicate nel successivo punto 157.6.3. mediante le spezzate che collegano i punti sperimentali segnati sui diagrammi.

Si devono disegnare o descrivere le strutture in esame (in particolare deve essere specificata la natura del pavimento sottoposto a calpestio); nel caso di misure in opera si deve allegare una pianta dell'edificio nella quale compaiano chiaramente gli ambienti esaminati.

La rumorosità dei servizi viene indicata in dB (A) Nel certificato devono essere chiaramente indicati i punti di misura, la causa della rumorosità misurata e le condizioni di funzionamento dei servizi stessi durante la misura; deve essere data indicazione del livello di rumore di fondo.

157.6.3. Valutazione dei risultati

Il progetto di raccomandazione ISO (TC 43/362) descrive un metodo che consente di valutare l'isolamento di un locale contro i rumori aerei ed i rumori di calpestio, riunendo i risultati delle misure in un indice di qualità unico, che definisce le prescrizioni sull'isolamento acustico.

Le prescrizioni sono definite da una curva limite per l'isolamento via aerea e da una curva limite per il livello del rumore di calpestio. Queste due curve sono riportate nelle figure 157.1-a e 157.1-b; esse sono caratterizzate dal valore in dB che assumono per la frequenza di 500 Hz, valore che è definito indice di valutazione.

Per stabilire l'accettabilità dell'isolamento acustico e del rumore di calpestio si tracciano le relative curve ISO, caratterizzate dal valore in dB dell'ordinata a 500 Hz, quindi relative a determinati indici di valutazione, come stabilito nel successivo punto 158.6.3.1. Nel caso si debba procedere ad una classificazione si tracciano due curve limite, relative a due indici di valutazione.

157.6.3.1. Criteri di accettabilità per l'isolamento acustico

Come criterio di accettabilità per l'isolamento acustico, si verificherà che i punti sperimentali siano al di sopra della curva limite, a meno della seguente tolleranza: la somma delle differenze di livello fra la curva limite e i punti del diagramma sperimentale che stanno al di sotto di essa non deve superare 12 dB; lo scarto massimo per una frequenza qualsiasi, non deve superare 5 dB.

Nel caso di classificazione, si deve specificare quale curva limite viene soddisfatta.

157.6.3.2. Criterio di accettabilità per il livello di calpestio

Come criterio di accettabilità per il livello di calpestio si verificherà che i punti sperimentali siano al di sotto della curva limite, a meno della seguente tolleranza: la somma delle differenze di livello fra i punti sperimentali che stanno al di sopra della curva limite e la curva limite stessa non deve superare 12 dB; lo scarto massimo per una frequenza qualsiasi non deve superare 7 dB.

Nel caso di classificazione, si deve specificare quale curva limite viene soddisfatta.

157.6.3.3. Criterio di accettabilità per la rumorosità dei servizi

Come criterio di accettabilità per la rumorosità dei servizi (determinata dal massimo livello sonoro rilevato) si stabiliscono i limiti che non devono essere superati (vedi punto 157.6.3.1.).

157.7. Esecuzione delle misure e presentazione definitiva dei dati

Per ogni tipo di costruzione, nel quale vengono richiesti requisiti acustici, si stabiliscono le misure in laboratorio ed in opera da richiedere, i valori numerici atti a stabilire l'accettabilità ed eventualmente la classificazione. I risultati delle misure dovranno essere riassunti nella tabella indicata nel punto 157.9. (*o in parte di essa a seconda delle richieste del presente Capitolato*). In base a questi dati risulteranno o no soddisfatte le condizioni di accettabilità e potrà essere stabilita la classificazione.

CURVE LIMITE

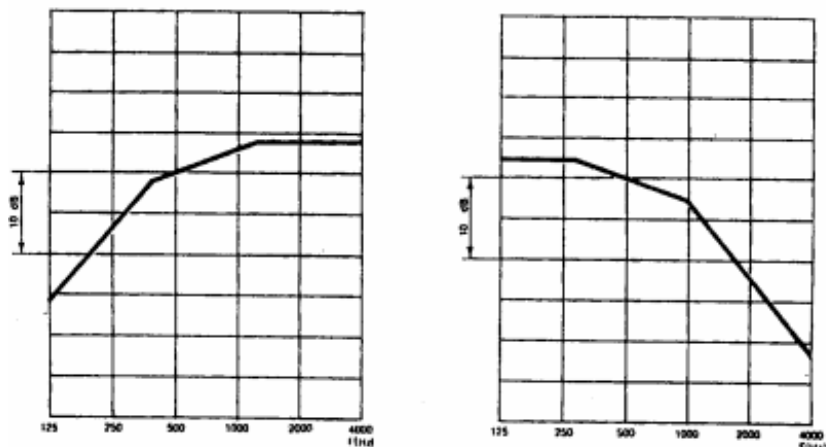


Fig. 157.1 – Isolamento acustico, livello di rumore

157.8. Elenco delle tavole

- 1) Isolamento acustico di parete di solaio.
- 2) Potere fonoisolante.
- 3) Livello di rumore di calpestio.

(Su queste tre tavole devono essere tracciate le curve limite definite dagli indici di valutazione segnati nella tabella riportata nel punto 157.9)

- 4) Coefficiente di assorbimento acustico.

157.9. Tabelle riassuntive e misure da effettuare

(Se non si richiede una classificazione si considera un solo valore di accettabilità per ogni misura richiesta). Si adottano i concetti generali, i metodi di misura di campionamento, i criteri di approssimazione nella valutazione indicati in precedenza.

Le misure di laboratorio da effettuare sono le seguenti:

Requisiti (misure di laboratorio)	Isolamento normale*	Isolamento superiore*
Potere fonoisolante di strutture verticali esterne Indice di valutazione	SI/NO	SI/NO
Potere fonoisolante di strutture divisorie interne Indice di valutazione	SI/NO	SI/NO
Potere fonoisolante di strutture orizzontali Indice di valutazione	SI/NO	SI/NO
Livello di rumore di calpestio normalizzato Indice di valutazione	SI/NO	SI/NO

* Indicare se effettuare la misurazione

Le misure da effettuare in opera sono le seguenti:

Requisiti (misure di laboratorio)	Isolamento normale*	Isolamento superiore*
Isolamento acustico di strutture divisorie interne. Indice di valutazione.	SI/NO	SI/NO
Isolamento acustico di strutture orizzontali. Indice di valutazione.	SI/NO	SI/NO
Livelli di rumore di calpestio. Indice di valutazione.	SI/NO	SI/NO
Livello di rumore di impianti di riscaldamento. Indice di valutazione.	SI/NO	SI/NO
Livello di rumore di scarichi idraulici, bagni, ecc. Indice di valutazione.	SI/NO	SI/NO

* Indicare se effettuare la misurazione

Nel caso di classificazione se sono soddisfatti tutti i dati qualitativamente inferiori l'edificio è classificato acusticamente isolato di grado normale; se sono soddisfatti tutti i dati qualitativamente superiori l'edificio è classificato acusticamente isolato di grado superiore.

157.10. Criteri di valutazione e collaudo dei requisiti acustici per l'edilizia civile

157.10.1. Valori delle misure di laboratorio

I dati devono essere misurati in laboratori autorizzati e presentati nella forma prescritta nel presente Capitolato. I rilievi di laboratorio consentono di specificare alcune proprietà, esposte in un certificato di prova, che vengono determinate in modo quantitativo attraverso misure dirette. Si dovrà specificare se la struttura risponde o no alle prescrizioni richieste.

157.10.2. Requisiti di accettabilità per costruzioni di edilizia civile da determinarsi in laboratorio

Requisiti (misure di laboratorio)	Isolamento normale	Isolamento superiore
Potere fonoisolante di strutture verticali esterne Indice di valutazione	40 dB	47 dB
Potere fonoisolante di strutture divisorie interne Indice di valutazione	40 dB	47 dB
Potere fonoisolante di strutture orizzontali Indice di valutazione	40 dB	47 dB
Livello di rumore di calpestio normalizzato Indice di valutazione	71 dB	66 dB

Nel successivo punto 157.10.4 sono riprodotti i facsimili dei moduli per queste determinazioni, sui quali sono segnate le due curve limite.

157.10.3. Valori delle misure in opera

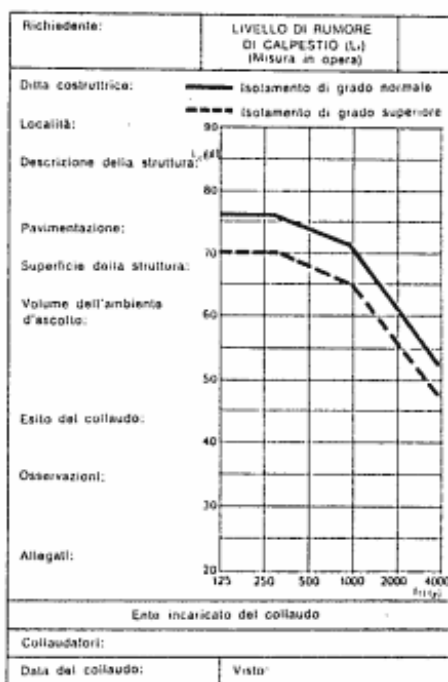
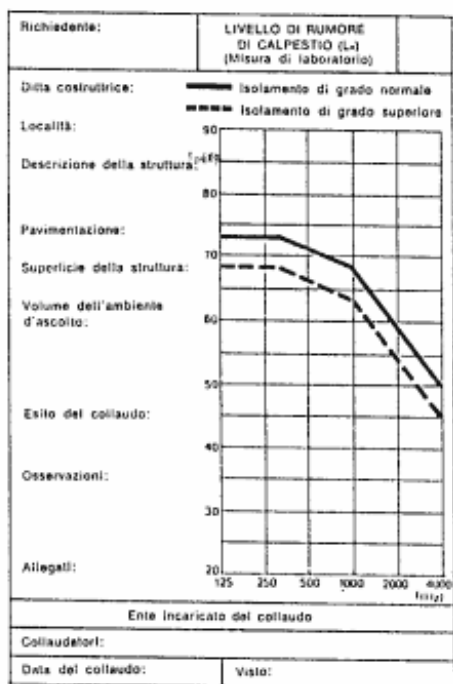
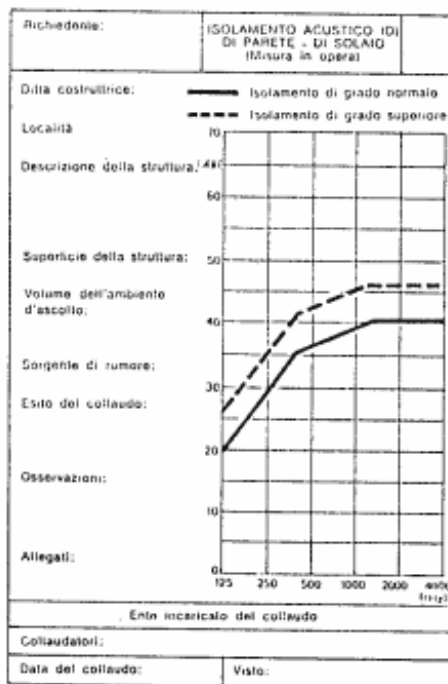
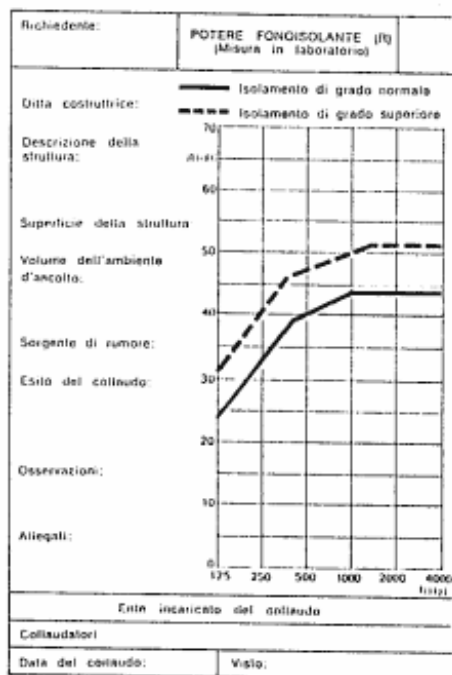
Il collaudo e la classificazione consentono di riassumere un complesso di proprietà esposte in un certificato di prova, che vengono determinate in modo quantitativo attraverso misure dirette: devono risultare da una determinazione sull'edificio stesso ed essere eventualmente integrate da dati di progetto e da rilievi di laboratorio. Tutte le misure saranno eseguite a locali vuoti cioè non arredati, chiusi e presenti al massimo due persone.

157.10.4. Requisiti di accettabilità per le costruzioni di edilizia civile, da determinarsi con misure in opera

Requisiti (misure in opera)	Isolamento normale	Isolamento superiore
Isolamento acustico di strutture divisorie interne. Indice di valutazione.	36 dB	42 dB
Isolamento acustico di strutture orizzontali. Indice di valutazione.	36 dB	42 dB
Livelli di rumore di calpestio. Indice di valutazione.	74 dB	68 dB
Livello di rumore di impianti di riscaldamento. Indice di valutazione.	36 dB	33 dB
Livello di rumore di scarichi idraulici, bagni, ecc. Indice di valutazione.	40 dB	36 dB

Nel successivo punto 157.10.5. sono riprodotti i facsimili dei moduli per queste determinazioni, sui quali sono segnate le due curve limite.

157.10.5. Facsimili dei moduli per le determinazioni



157.11. Criteri di valutazione e collaudo dei requisiti acustici negli edifici scolastici

Si adottano i concetti generali, i metodi di misura e i criteri di valutazione dei risultati indicati nelle norme di carattere generale, di cui ai punti precedenti, salvo alcune prescrizioni riguardanti la particolare destinazione dell'edificio.

157.11.1. Modalità di esecuzione delle misure

Le misure in opera devono essere eseguite su tutti i tipi di aula presentanti caratteristiche diverse. Le determinazioni di isolamento acustico dovranno essere eseguite tra aula e aula. Queste misure potranno essere anche richieste fra aula ed altri locali adiacenti aventi particolare destinazione, anche a titolo saltuario (come ad esempio officine, laboratori, ecc.). Le determinazioni devono essere eseguite in aule complete di rivestimento assorbente, col normale arredamento scolastico: non oltre due persone debbono essere presenti nelle aule durante l'esecuzione delle misure. A discrezione della Direzione dei lavori, potranno essere richieste misure di potere fonoisolante da eseguirsi in laboratorio.

157.11.2. Requisiti particolari

I limiti di isolamento sono fissati essenzialmente tenendo conto dei requisiti minimi richiesti per scuole o aule d'insegnamento generale. Per scuole o aule di determinato tipo, ubicazione o destinate a insegnamento particolare (scuole di musica, ecc.), possono essere richiesti valori più elevati dell'isolamento acustico.

Possano essere richiesti particolari requisiti per ambienti in rapporto alla loro specifica funzione come ad esempio: auditori, sale di musica, sale di spettacolo.

Il tempo di riverberazione nelle aule arredate, e con la presenza di due persone al massimo, non deve superare i prescritti limiti. Il controllo può anche essere effettuato mediante la conoscenza dei coefficienti di assorbimento e delle superfici dei materiali adoperati per il trattamento. L'effetto assorbente dell'arredamento e delle due persone viene valutato convenzionalmente in due unità (mq) di assorbimento acustico. I valori dei coefficienti di assorbimento dei materiali impiegati devono risultare da certificati rilasciati da laboratori universitari, nei quali le misure siano state effettuate disponendo i materiali con le stesse modalità di posa in opera.

157.11.3. Misure di laboratori

I dati di laboratorio devono essere richiesti, rilevati e presentati secondo le norme generali dette in precedenza. Requisiti di Capitolato o di accettabilità per costruzioni di edilizia scolastica, da determinare con misure di laboratorio:

Requisiti (misure di laboratorio)	Indice di valutazione
Potere fonoisolante di strutture divisorie interne	40 dB
Potere fonoisolante di infissi verso l'esterno	25 dB
Potere fonoisolante di griglie e prese d'aria installate verso l'esterno	20 dB
Livelli di rumore di calpestio normalizzato di solai	60 dB

Si ricorda che l'indice di valutazione è riferito al valore dell'ordinata a 500 Hz

Il coefficiente di assorbimento deve essere misurato in camera riverberante e suono diffuso alle frequenze di 250 - 500 - 1000 - 2000 Hz.

157.11.4. Misura in opera

Il collaudo in opera deve essere richiesto, eseguito e presentato secondo le norme generali contenute nella circolare del Ministero dei Lavori Pubblici n. 1769 del 30 aprile 1966, parte I. Le misure devono essere eseguite nelle condizioni prescritte in 157.3.1. della presente Capitolato.

I requisiti di accettabilità per edifici scolastici, da determinarsi con misure in opera sono i seguenti:

Requisiti	Indice di valutazione
Isolamento acustico fra due aule adiacenti sullo stesso piano	40 dB
Isolamento acustico fra due aule sovrapposte	42 dB
Livello di rumore di calpestio fra due aule sovrapposte	68 dB

Si ricorda che l'indice di valutazione è riferito al valore dell'ordinata a 500 Hz

157.11.5. Livelli di rumorosità di locali vari

La rumorosità di servizi (determinata in aula al normale livello di esercizio) non deve superare i seguenti limiti:

- servizi a funzionamento discontinuo: 50 dB (A)
- servizi a funzionamento continuo: 40 dB (A)

La media dei tempi di riverberazione misurati alle frequenze 250 - 500 - 1000 - 2000 Hz, non deve superare 1,2 sec. ad aula arredata, con la presenza di due persone al massimo.

Nelle palestre la media dei tempi di riverberazione (qualora non debbano essere utilizzate come auditorio) non deve superare 2,2 sec. Eventuali aule per musica e spettacolo devono adeguarsi, per quanto riguarda il trattamento acustico, alle norme generali per le sale di spettacolo.

Il tempo di riverberazione può essere misurato in opera o calcolato come indicato al punto 157.6.1. del presente Capitolato.

Eventuale

È richiesta inoltre la seguente determinazione d'isolamento della struttura verso l'esterno.

NOTE

¹ Il valore della capacità calorifica media di una parete è dato dal prodotto del calore specifico medio (c) per lo spessore (s) e per il peso specifico della parete (g):

$$A = c \cdot s \cdot g \text{ [J/m}^2 \cdot \text{k oppure in kcal/(m}^2 \cdot \text{°C)]}$$

² Il sistema di Ringelman si basa sul principio del confronto dell'aspetto del pennacchio di fumo uscente da un camino con le tonalità di grigio di sei cartoni di dimensioni normalizzate, costituenti la scala di Ringelmann, le tonalità variano gradatamente dal bianco al nero. I cartoni vengono posizionati a distanza di 15 m dall'osservatore in modo che possa determinare la tonalità di grigio che più si avvicina a quella del fumo oggetto di esame. Per maggiori dettagli si rimanda al volume di C. De Trizio, Impianti termici negli edifici civili, Milano, 1998.

³ Il metodo Bacharach consiste nell'aspirare un certo volume di fumo mediante una pompa solitamente portatile per i piccoli impianti, congegnata però in modo da farlo passare attraverso una speciale carta da filtro che trattenendo le particelle di fuliggine si annerisce in relazione al quantitativo di particelle solide trattenute e di conseguenza contenute nel fumo. La carta da filtro annerita viene successivamente confrontata con le tonalità di grigio riportate in dieci cerchi, variabili dal bianco al nero; il numero della scala Bacharach del fumo in esame sarà dato dalla tonalità che più si avvicina a quello della carta da filtro.

⁴ Denominati "gruppi refrigeratori" se destinati a produrre acqua refrigerata.

⁵ Se esistono altri collegamenti efficienti di messa a terra, si raccomanda di collegare i conduttori di protezione al maggior numero possibile di tali punti. Il collegamento a terra a questi punti supplementari, regolarmente ripartiti, può essere necessario per assicurare che il potenziale dei conduttori di protezione resti, in caso di guasto, il più vicino possibile a quello di terra.

In grandi edifici, quali gli edifici molto alti, la messa a terra supplementare dei conduttori di protezione non è possibile per ragioni pratiche. Il collegamento equipotenziale tra i conduttori di protezione e le masse estranee ha, tuttavia, in questo caso una funzione simile.

Per la stessa ragione, si raccomanda di collegare a terra i conduttori di protezione nel punto in cui essi entrano in edifici od in stabilimenti.

⁶ Una parte conduttrice che può andare in tensione solo perché è in contatto con una massa non è da considerare una massa.

⁷ ISO - International Standard Organization.

⁸ UNI - Ente Nazionale Italiano di Unificazione.

⁹ IEC - International Electrotechnical Committee.

¹⁰ CEI - Comitato Elettrotecnico Italiano.

CAPITOLATO SPECIALE DI APPALTO

PARTE I

Progetto : Liceo Sc. "S. Cannizzaro" di Palermo - Progetto di completamento, miglioramento delle condizioni igienico-sanitarie e risparmio energetico - Bando MIUR-MATTM del 05/06/2010 - PON FESR "Ambienti per l'apprendimento - obiettivo C"

Comune di: Palermo

Ente appaltante (Committente): Provincia Regionale di Palermo

Responsabile Unico del Procedimento: Prof. Leonardo Saguto

Progetto: Ing. Francesco Ajello

Direzione dei Lavori: _____

Impresa esecutrice: _____

Direttore tecnico di cantiere: _____

Tab. A) Importi

- 1) Importo a base d'asta (esclusi oneri per la sicurezza): **€521.164,04**
- 2) Oneri per la sicurezza non soggetti a ribasso: **€26.277,18**
- 3) Somme a disposizione dell'Amministrazione: **€201.780,78**
- 4) Totale importo finanziato: **€749.222,00**

Palermo, li _____

Capitolo 1
Condizioni di ammissioni all'appalto
(Art. 34 Legge 11 febbraio 1994, n. 109)

1.1 Condizioni di ammissione

Ai sensi del D.P.R. 05/11/2010 n° 207, per l'ammissione alla gara d'appalto relativa ai lavori di cui all'art. 1 è richiesta l'iscrizione alla C.C.I.A.A. , per la tipologia dei lavori inerenti l'appalto e l'abilitazione di cui al D. Lgs. 37/2008 (ex 46/90).

Ai sensi del D.P.R. 25 febbraio 2000, n° 34, per l'ammissione alla gara d'appalto relativa ai lavori di cui all'art. 1 è richiesta l'attestazione di qualificazione dell'impresa per le varie categorie e classifiche come segue.

1.2 Categorie dell'appalto

1.2.1 Categoria prevalente

La categoria prevalente è la **OS6** per un importo di €311.901,60 ; la classifica richiesta è la II per importi (€516.457).

1.2.2 Altre categorie

Le altre categorie assegnate alle lavorazioni previste nel presente progetto sono di seguito riportate, unitamente all'importo, alla percentuale di incidenza sul totale dei lavori, alla Classifica; per ogni categoria è specificato inoltre se Scorporabile e Subappaltabile.

Categ.	Importo	%	Scorp.	Subap.
OG1	€118.220,00	22,0	Si	Si
OS28	€117.319,62	21,0	Si	Si

N.b.: Ai fini della partecipazione alla gara d'appalto, possono partecipare, oltre alle imprese qualificate nella categoria di opera specializzata prevalente OS6, anche le imprese qualificate nella categoria di opera generale OG1.

1.3 Quadro lavori – Oneri per la sicurezza

Ai fini di quanto disposto dal D.P.R. n° 207/2010, artt. 61, 90, 107, 108, 109, i lavori oggetto del presente appalto, illustrati nel capo 1° del C.S.A. , nelle relazioni tecniche e negli elaborati grafici progettuali, i cui requisiti e le cui prestazioni sono rilevabili dalle corrispondenti articolazioni del capo 2° dello stesso C.S.A., per l'importo totale indicato all'art. 2, sono complessivamente articolati come segue.

Le opere che formano oggetto del presente appalto possono riassumersi come appresso:

1) Demolizioni e dismissioni	26.244,88
2) Ponteggi e opere provvisionali	46.183,15
3) Opere murarie e finiture	40.655,97
4) Infissi interni ed esterni, vetrate	311.901,60
5) Impianti di riscaldamento e climatizzazione	117.319,62
6) Manodopera per lavori in economia	5.136,00
	=====
Totale importo lavori	€547.441,22

di cui €521.164,04 soggetti a ribasso e €26.277,18 per oneri di sicurezza non soggetti a ribasso.

F i n e d e l 1 ° c a p i t o l o

Capitolo 2
Oggetto e ammontare dell'appalto.
Designazione, forma e principali dimensioni delle opere

Art. 1. Oggetto dell'appalto

L'appalto ha per oggetto l'esecuzione di tutte le opere, forniture e prestazioni necessarie per "Liceo Sc. "S. Cannizzaro" di Palermo - Progetto di completamento, miglioramento delle condizioni igienico-sanitarie e risparmio energetico - Bando MIUR-MATM del 05/06/2010 - PON FESR "Ambienti per l'apprendimento - obiettivo C"".

Le indicazioni del presente Capitolato, gli elaborati ed i disegni di cui al successivo art. 8 ne forniscono la consistenza quantitativa e qualitativa e le caratteristiche di esecuzione.

Art. 2. Ammontare dell'appalto e modalità di stipula

2.1 Importo complessivo dell'appalto

L'importo complessivo dei lavori a misura, in economia e dei lavori ed oneri compensati a corpo, compresi nel presente appalto, ammonta presuntivamente a **€547.441,22** (Euro cinquecentoquarantasettemilaquattrocentoquarantuno e 22/100), di cui:

A)		Euro
A1)	Per lavori a misura	542.305,22
A2)	Per lavori a corpo	0,00
A3)	Per lavori in economia	5.136,00
	totale lavori	547.441,22
B)		
	Oneri della sicurezza (4,8%) non soggetti a ribasso.	26.277,18
	Importo soggetto a ribasso d'asta	521.164,04

2.2 Variazione dell'importo

Ai sensi dell'art. 132 comma 3° del Codice dei Contratti, così come recepito dalla legislazione regionale, il Direttore dei lavori potrà disporre in corso d'opera interventi per risolvere aspetti di dettaglio che siano contenuti entro un importo non superiore al 10% per i lavori di recupero, ristrutturazione, manutenzione e restauro e al 5% per tutti gli altri lavori delle categorie di lavoro dell'appalto e che non comportino un aumento dell'importo del contratto stipulato per la realizzazione dell'opera, senza che ciò venga considerata variante.

Art. 3 - Designazione sommaria delle opere

3.1- Designazione delle opere

Le opere che formano oggetto dell'appalto, salvo più precise indicazioni che all'atto esecutivo potranno essere impartite dalla direzione dei lavori, possono riassumersi come appresso:

Dismissione di tutti gli infissi non ancora sostituiti con i precedenti appalti; riparazione eventuale di intonaci esterni ed interni, se necessaria a seguito della dismissione infissi; ricoloriture interne; dismissione dei vecchi controsoffitti dell'Aula Magna e dei corridoi di accesso; installazione impianto di condizionamento Aula Magna e corridoi; ricostruzione controsoffitto corridoi.

3.2 - Forma e dimensione dell'opere

La forma e le principali dimensioni delle opere che formano oggetto dell'appalto risultano dai disegni allegati al contratto, salvo quanto verrà meglio precisato all'atto esecutivo della Direzione dei lavori.

Art. 4 - Condizioni di appalto

Il contratto di appalto, ai sensi dell'art. 53 co. 4 D.Lgs 163/2006 e s.m.i. si intende stipulato secondo la distinzione delle categorie di lavoro riportate nel progetto, a corpo e a misura.

Il prezzo come determinato dall'offerta complessiva dell'appaltatore, per la parte a corpo, resta fisso ed invariabile, ai sensi dell'art. 53 co. 4 D.Lgs. 163/2006 e s.m.i., senza che alcuna verifica sulla misura o sul valore attribuito alla quantità di detti lavori possa essere invocata dall'Appaltatore.

Per il fatto di accettare l'esecuzione dei lavori sopradescritti, l'appaltatore ammette e riconosce pienamente:

- a) di avere preso conoscenza delle opere da eseguire, delle condizioni tutte del capitolato speciale e delle condizioni locali;
- b) di avere visitato la località interessata dai lavori e di averne accertato le condizioni di viabilità e di accesso, delle cave e delle provenienze dei materiali da costruzione e le condizioni del suolo su cui dovrà eseguire l'opera;
- c) di avere attentamente vagliato tutte le circostanze generali di tempo, di luogo e contrattuali relativi all'appalto stesso e qualsiasi possibilità contingente che possa influire sull'esecuzione dell'opera;
- d) di avere considerato la distanza delle pubbliche discariche e le condizioni imposte dagli organi competenti.
- e) di avere esaminato il progetto dettagliatamente anche per quanto concerne i particolari costruttivi e decorativi.
- f) di avere giudicato nell'effettuare l'offerta i prezzi, equi e remunerativi anche in considerazione degli elementi che influiscono tanto sul costo dei materiali, quanto sul costo della manodopera, dei noli e dei trasporti.

L'appaltatore non potrà quindi eccepire durante l'esecuzione dei lavori la mancata conoscenza di condizioni o la sopravvenienza di elementi non valutati o non considerato a meno che tali nuovi elementi appartengono alla categoria delle cause di forza maggiore

contemplate dal codice civile e non escluse da altre norme del presente capitolato o che si riferiscono a condizioni soggette a revisioni per esplicita dichiarazione del presente capitolato speciale d'appalto.

Con l'accettazione dei lavori l'Appaltatore dichiara implicitamente di avere la possibilità ed i mezzi necessari per procedere all'esecuzione degli stessi secondo i migliori precetti dell'arte e con i più aggiornati sistemi costruttivi..

Art. 5 – Variazioni alle opere appaltate

L'Amministrazione appaltante si riserva la insindacabile facoltà di introdurre nelle opere all'atto esecutivo quelle variante che riterrà opportune, nell'interesse della buona riuscita e della economia dei lavori, senza che l'appaltatore possa trarne motivi per avanzare pretese di compensi ed indennizzi di qualsiasi natura e specie, con l'osservanza delle prescrizioni e dentro i limiti stabiliti negli art. 161 e 162 del D.P.R. 207/2010 e secondo la vigente legislazione regionale.

Ai sensi dell'art. 161 D.P.R. 207/2010 (ex art. 134 del regolamento approvato con D.P.R. 21.12.1999 n. 554), l'appaltatore non può, per nessun motivo, introdurre di propria iniziativa variazione e/o addizioni introdotte senza il prescritto ordine della direzione dei lavori; potrà essere ordinata l'eliminazione a cura e spese dell'appaltatore stesso, salvo il risarcimento dell'eventuale danno arrecato all'amministrazione appaltante.

Art. 6 – Eccezioni dell'appaltatore

Nel caso che l'appaltatore ritenga che le disposizioni impartite dalla Direzione dei Lavori siano difformi dai patti contrattuali, o che le modalità di esecuzione e gli oneri connessi all'esecuzione stessa dei lavori siano più gravosi di quelli previsti nel presente capitolato speciale e tali, quindi, da richiedere la pattuizione di un nuovo prezzo o le corresponsione di un particolare compenso, egli, prima di dar corso all'ordine di servizio con il quale tali lavori sono stati disposti, dovrà inoltrare le proprie eccezioni e/o riserve nei modi prescritti.

Poiché tale norma ha lo scopo di non esporre l'Amministrazione ad oneri imprevisi, resta contrattualmente stabilito che non saranno accolte richieste postume e che le eventuali riserve si intenderanno prive di qualsiasi efficacia.

F i n e d e l 2 ° c a p i t o l o

Capitolo 3

Disposizioni particolari riguardanti l'appalto

Art. 7 Osservanza delle leggi, del regolamento e del capitolato generale

Per quanto non sia in contrasto, non previsto e comunque non specificato dal presente Capitolato Speciale e dal contratto, l'appalto è soggetto all'osservanza :

- a) Del Capitolato Generale d'appalto approvato con Decreto del Ministro dei LL.PP., 19 aprile 2000 n° 145 e del D.P.R. 207/2010;
- b) Della legge regionale 2 agosto 2002 n° 7 (norme in materia di Opere Pubbliche. Disciplina degli appalti di lavori pubblici, di fornitura, di servizi e nei settori esclusi) e successive modifiche ed integrazioni;
- c) del regolamento di attuazione della legge quadro in materia di lavori pubblici 11 febbraio 1994 n° 109 e successive modificazioni, approvato con decreto del Presidente della Repubblica 21 dicembre 1999, n° 554 ;
- d) della legislazione vigente nella Regione Siciliana;
- e) del codice dei contratti D.L. 163/2006 per le parti applicabili.

L'appalto è altresì, soggetto alla completa osservanza :

- a) del D.Lgs. 81/2008 e successive modificazioni (sicurezza sul lavoro);
- b) del D.M. 37/2008
- c) delle leggi, dei decreti, dei regolamenti e delle circolari vigenti nella regione, provincia e comune nel quale devono essere eseguite le opere oggetto dell'appalto;
- d) delle norme CEI 64-8, e CEI 81-1;
- e) delle norme emanate dal C.N.R., delle norme UNI delle norme CEI, delle norme CEI-UNEL, anche se non espressamente richiamate e di tutte le altre norme modificative e/o sostitutive che venissero eventualmente emanate nel corso dell'esecuzione del presente appalto;
- f) delle leggi, dei decreti e delle circolari ministeriali vigenti alla data di esecuzione dei lavori;
- g) delle norme contenute nella legge 5 novembre 1971, n° 1086 e nelle relative norme tecniche del D.M. 9 gennaio 1996;
- h) delle particolari prescrizioni contenute nelle legge 2 febbraio 1974 n° 64 e nel D.M 16 gennaio 1996, nonché della circolare del Ministero dei LL.PP. n° 65/AA.GG del 10 aprile 1997, essendo stata dichiarata sismica la zona ove si devono eseguire i lavori;
- i) Infine per quanto riguarda il possesso dei requisiti della ditta , che dovesse svolgere sondaggi geognostici, si rimanda a quanto previsto dall'art. 59 del D.P.R. 380 del 06/06/2008 e dalle Circolari del Ministero delle Infrastrutture e dei Trsporti n°7618 e 7619 del 8/09/2010;

La sottoscrizione del contratto del presente capitolato allo stesso allegato, da parte dell'appaltatore equivale a dichiarazione di completa e perfetta conoscenza di tutte le leggi, decreti, regolamenti, norme, ecc., soprarichiamate e della loro accettazione incondizionata.

Art. 8 Documenti che fanno parte del contratto

Fanno parte integrante del contratto di appalto, oltre al presente Capitolato Speciale, alla copia dell'offerta dell'Impresa ed al piano di sicurezza, i seguenti documenti:

- A1: Relazione tecnica
- A2: Elenco prezzi unitari
- A3: Computi metrici estimativi per azioni
- Computo metrico estimativo generale
- A4: Capitolato speciale d'appalto
- A6: Piano di sicurezza
- B1: Planimetria piano seminterrato
- B2: Planimetria piano terra
- B3: Planimetria piano primo
- B4: Planimetria piano secondo
- C1: Sezioni AA e BB
- C2: Prospetti Nord - Sud
- C3: Prospetti Est - Ovest
- E1: Impianto climatizzazione Aula Magna

Eventuali altri disegni e particolari costruttivi delle opere da eseguire non formeranno parte integrante dei documenti di appalto e la Direzione si riserva di consegnarli all'Appaltatore in quell'ordine che crederà più opportuno, in qualsiasi tempo, durante il corso dei lavori.

L'Amministrazione si riserva di consegnare all'Imprenditore, durante il corso dei lavori, il programma dei lavori, che sarà comunque da considerarsi indicativo, infatti le quantità dei lavori ivi indicate potranno variare tanto in più quanto in meno e ciò tanto in via assoluta quanto nelle reciproche proporzioni, anche a causa della soppressione di alcune categorie di lavoro previste. Ciò senza che l'Appaltatore possa trarne motivo per chiedere compensi speciali o prezzi diversi da quelli del presente Capitolato.

Art. 9 Contratto d'appalto – Termine di stipula, spese di contratto ed accessori

L'appaltatore è tenuto a stipulare il contratto definitivo nel termine di trenta giorni dalla data di completamento degli adempimenti connessi alla gara d'appalto e sarà immediatamente esecutivo. In difetto, l'Amministrazione appaltante ne darà comunicazione, entro dieci giorni, al Comitato centrale dell' A.N.C. per i provvedimenti di cui all'art. 5 della legge 8 ottobre 1984 n. 687. Sono a carico dell'appaltatore:

- a) Le spese di contratto e quelle inerenti e conseguenti alla stipulazione del contratto stesso e degli eventuali atti aggiuntivi;
- b) Le tasse di registro e di bollo principale e complementare;
- c) Le spese per le copie esecutive del contratto stesso e dei relativi atti aggiuntivi;
- d) Le spese tutte per le copie dei progetti, dei capitolati e dei contratti da presentare agli organi competenti per le superiori approvazioni;
- e) Le spese per il bollo per i registri di contabilità e per tutti gli elaborati richiesti dal regolamento per la direzione, contabilità e collaudazione dei lavori dello stato (verbali, atti di sottomissione, certificati, ecc)
- f) Le spese per tutte gli eventuali atti di quietanza e qualsiasi altra spesa dipendente in qualsiasi modo dal contratto, senza diritto di rivalsa.

Art. 10 Garanzie e coperture assicurative

Ai sensi dell'art. 75 del D. L.vo 163/2006, l'offerta da presentare per l'affidamento dell'esecuzione dei lavori pubblici deve essere corredata da una cauzione pari al 2 % dell'importo dei lavori, da prestare anche mediante fidejussione bancaria o assicurativa o rilasciata da intermediari finanziari a ciò autorizzati, d'all'impegno di un fideiussore a rilasciare garanzia del 10 % qualora l'offerente risultasse aggiudicatario. La cauzione è svincolata automaticamente al momento della sottoscrizione del contratto.

L'esecutore dei lavori ha obbligato a costituire una garanzia fidejussoria del 10 % dell'importo degli stessi e secondo quanto stabilito dall'art. 75 del Codice.

La mancata costituzione della garanzia determina la revoca dell'affidamento e l'acquisizione della cauzione da parte dell'amministrazione appaltante, che aggiudica l'appalto al concorrente che segue nella graduatoria. La garanzia copre gli oneri per il mancato od inesatto adempimento e cessa di avere effetto solo dalla data di emissione del certificato di collaudo provvisorio.

L'esecutore dei lavori è altresì obbligato a stipulare una polizza assicurativa che tenga indenne l'amministrazione aggiudicatrice da tutti i rischi di esecuzione da qualsiasi causa determinati, salvo quelli derivanti da errori di progettazione, insufficiente progettazione, azione di terzi o cause di forza maggiore e che preveda anche una garanzia di responsabilità civile per danni a terzi nell'esecuzione dei lavori sino alla data di emissione del certificato di collaudo provvisorio.

Resta convenuto che, anche, quando a collaudo finale eseguito, nulla osti da parte dell'amministrazione appaltante alla restituzione della ritenuta di garanzia, questa continuerà a restare in tutto o in parte vincolata a garanzia dei diritti dei creditori, ogni qualvolta la rata di saldo dovuta all'appaltatore, non sia, a giudizio dell'amministrazione appaltante, all'uopo sufficiente.

L'amministrazione appaltante quando ne ricorrano i presupposti, eserciterà, nei confronti dell'appaltatore, le azioni di cui agli artt. 1667 e 1669 del codice civile.

Art. 11 Consegna ed inizio dei lavori

11.1. Consegna generale

Dopo l'approvazione del contratto o, qualora vi siano ragioni di urgenza, subito dopo l'aggiudicazione definitiva, il Responsabile del Procedimento autorizza il direttore dei lavori alla consegna dei lavori.

La consegna dei lavori all'Appaltatore deve avvenire entro 45 giorni dalla data di stipula del contratto.

Qualora l'Appaltatore non si presenti nel giorno stabilito, il direttore dei lavori fissa una nuova data. La decorrenza del termine contrattuale resta comunque quella della data della prima convocazione. Qualora sia inutilmente trascorso il termine assegnato dal direttore dei lavori, l'Amministrazione appaltante ha la facoltà di rescindere il contratto e di incamerare la cauzione.

Qualora la consegna avvenga in ritardo per fatto o colpa dell'Amministrazione appaltante, l'appaltatore può chiedere di recedere dal contratto.

11.2. Consegna frazionata

La consegna dei lavori potrà farsi in più volte, con successivi verbali di consegna parziale, quando la natura e l'importanza dei lavori o dell'opera lo richieda ovvero si preveda una temporanea indisponibilità delle aree o degli immobili. In caso di urgenza, l'appaltatore comincia i lavori per le sole parti già consegnate. La data di consegna a tutti gli effetti di legge è quella dell'ultimo verbale di consegna parziale.

In caso di consegna parziale l'appaltatore è tenuto a presentare un programma di esecuzione dei lavori che preveda la realizzazione prioritaria delle lavorazioni sulle aree e sugli immobili disponibili. Realizzati i lavori previsti dal programma, qualora permangono le cause di indisponibilità, il direttore dei lavori ne ordina la sospensione, indicando le ragioni e l'imputabilità anche con riferimento alle risultanze del verbale di consegna.

11.3. Inizio dei lavori – Penale per il ritardo

L'Appaltatore darà inizio ai lavori immediatamente e ad ogni modo non oltre 5 giorni dal verbale di consegna; in caso di ritardo sarà applicata una penale giornaliera di € 50,00 (Euro cinquanta e 00/100); ove il ritardo dovesse eccedere i trenta giorni dalla data di consegna si farà luogo alla risoluzione del contratto.

Art. 12 - Tempo utile per la ultimazione dei lavori – Penale per il ritardo - Sospensione e ripresa dei lavori – Premio di incentivazione e anticipazione

12.1 Ultimazione dei lavori e penale.

Il tempo utile per dare ultimati tutti i lavori in appalto, ivi comprese eventuali opere di finitura ad integrazione di appalti incorporati, resta stabilito in giorni **300** naturali successivi e continui, decorrenti dalla data del verbale di consegna.

La penale pecuniaria per il tempo in più eventualmente impiegato, oltre il termine precedentemente fissato, sarà pari allo 0,5 per mille dell'ammontare netto contrattuale per ogni giorno di ritardo e sarà applicata con deduzione dall'importo del conto finale così come previsto dall'art. 22 dal Capitolato generale di Appalto approvato con Dec. Min. LL.PP. 19 aprile 2000 n. 145. e nei limiti di quanto previsto dall'art. 117 del regolamento. Nel caso di rescissione in danno o di esecuzione di ufficio il periodo di ritardo si computa fino alla scadenza del termine fissato dall'Amministrazione all'appaltatore.

12.2 Sospensione e ripresa dei lavori

Ai sensi dell'art. 159 del D.P.R. 207/2010 è ammessa la sospensione dei lavori, ordinata dal D.L., qualora cause di forza maggiore, avverse condizioni climatiche o altre circostanze speciali impediscano, in via temporanea, che i lavori procedano utilmente a regola d'arte. Tra le circostanze speciali rientrano le situazioni che determinano la necessità di procedere alla redazione di una variante in corso d'opera. La D.L. disporrà la ripresa quando siano cessate le ragioni che determinarono la sospensione stessa. Per le sospensioni non spetta all'appaltatore alcun compenso o indennizzo ma la durata della sospensione stessa non è calcolata nel termine fissato nel contratto per l'ultimazione dei lavori. Non è comunque consentita la sospensione dei lavori da parte del D.L. per ragioni che possono essere superate con la redazione di perizie di variante e/o suppletive.

12.3 Proroga

Ai sensi dell'art. 159 del D.P.R. 207/2010, l'appaltatore che per cause a lui non imputabili non sia in grado di ultimare i lavori nel termine fissato può richiederne con congruo anticipo rispetto alla scadenza del termine contrattuale, la proroga. La risposta all'istanza di proroga è resa dal responsabile del procedimento sentito il D.L., entro trenta giorni dal suo ricevimento.

12.4 Premio di incentivazione e anticipazione

L'anticipata ultimazione dei lavori rispetto al termine assegnato non dà luogo ad alcun premio di incentivazione.

Ai sensi dell'art. 41 comma 5 della L.R. 2 agosto 2002 n. 7, per le anticipazioni sul prezzo d'appalto continua ad applicarsi il comma 1 dell'art. 5 del D.L. 28 marzo 1997 n. 79, convertito dalla legge 28 maggio 1997 n. 140 e succ. mod. integr. E' pertanto fatto divieto di concedere in qualsiasi forma anticipazioni del prezzo in materia di contratti di appalto di lavori fornitura e servizi.

Art. 13 - Perizie di variante e/o suppletive – Nuovi prezzi

13.1 Perizie di Variante e/o suppletive

Sono ammesse nell'esclusivo interesse dell'Amministrazione appaltante, in aumento o in diminuzione finalizzate al miglioramento dell'opera e alla sua funzionalità, semprechè non comportino modifiche sostanziali e siano motivate da obiettive esigenze derivanti da circostanze sopravvenute e imprevedibili al momento della stipula del contratto. La redazione delle perizie di variante è normato dall'art. 132 del Codice e dall'art. 161 del D.P.R. 207/2010, così come recepito dalla vigente legislazione regionale.

13.2 Nuovi prezzi

Ai sensi dell'art. 163 del regolamento, ove sia necessario eseguire una specie di lavoro non prevista in contratto o adoperare materiale di specie diversa i nuovi prezzi delle lavorazioni o materiali si valutano desumendoli dal prezzario regionale o ragguagliandoli a quelli di lavorazioni consimili compresi nel contratto o, quando sia impossibile l'assimilazione, ricavandoli da nuovi regolari analisi. Le nuove analisi vanno effettuate con riferimento ai prezzi elementari di manodopera, materiali, noli e trasporti alla data di formulazione dell'offerta.

I nuovi prezzi sono determinati in contraddittorio tra il D.L. e l'appaltatore ed approvati dal Responsabile del Procedimento. Ove comportino maggiori spese rispetto alle somme previste nel quadro economico, essi sono approvati dall'Amministrazione appaltante su proposta del Responsabile del Procedimento, prima di essere ammessi alla contabilità dei lavori.

Se l'appaltatore non accetta i nuovi prezzi così determinati e approvati la stazione appaltante può ingiungergli l'esecuzione delle variazioni o la somministrazione dei materiali sulla base di detti prezzi comunque ammessi nella contabilità, ove l'appaltatore non iscriva riserva negli atti contabili nei modi previsti dal regolamento, i prezzi si intendono definitivamente accettati.

Art. 14 - Pagamenti in acconto

14.1 Lavori in generale

All'appaltatore saranno corrisposti, in corso d'opera, pagamenti in acconto, ogni qualvolta l'ammontare dei lavori raggiungerà l'importo di **€ 55.000,00** (Euro cinquantacinquemila e 00/100) al netto del ribasso contrattuale e delle ritenute di garanzia previste dall'art. 48 del R.D. 23 maggio 1924 n. 827 e dall'art. 10 del presente capitolato speciale.

Il certificato per il pagamento dell'ultima rata di acconto, qualunque sia l'ammontare verrà rilasciato dopo l'ultimazione dei lavori. L'appaltatore non avrà diritto ad alcun pagamento o compenso per lavori eseguiti in più, oltre a quelli previsti e regolarmente autorizzati, qualunque sia la motivazione che l'appaltatore stesso possa addurre a giustificazione della loro esecuzione.

14.2 Lavori a misura

La contabilizzazione dei lavori a misura sarà effettuata applicando i prezzi di elenco, al netto del ribasso di contratto, alle quantità delle rispettive categorie di lavoro.

14.3 Compensi a corpo

L'importo dei compensi a corpo, al netto del ribasso contrattuale, verrà corrisposto unitamente ai pagamenti in acconto in proporzione all'ammontare dei lavori eseguiti.

14.4 Materiali in cantiere

A discrezione della D.L., i materiali approvvigionati in cantiere, qualora accertati dalla direzione stessa, potranno, nei limiti del 25 % essere compresi negli stati di avanzamento dei lavori in aggiunta alle aliquote avanti stabilite. La valutazione sarà fatta a misura, con i relativi prezzi di elenco.

Art. 15 - Prezzi di Elenco – Revisione dei Prezzi

15.1 Prezzi di elenco

I prezzi unitari e globali in base ai quali sotto deduzione del pattuito ribasso d'asta, saranno pagati i lavori appaltati a misura ed a corpo e le somministrazioni, risultano dall'elenco allegato al contratto. Essi comprendono:

- a) Per i materiali: ogni spesa per la fornitura, trasporti, imposte, dazi, cali, perdite, sfridi, ecc, nessuna eccettuata per darli pronti all'impiego a piè d'opera in qualsiasi punto del lavoro.
- b) per gli operai e mezzi d'opera: ogni spesa per fornire i medesimi di attrezzi ed utensili del mestiere, nonché quote per assicurazioni sociali, per infortuni ed accessori di ogni specie.
- c) per i noli: ogni spesa per dare a piè d'opera i macchinari ed i mezzi d'opera pronti al loro uso.
- d) per i lavori: tutte le spese per i mezzi d'opera provvisori, nessuna esclusa e quanto altro occorre per dare il lavoro compiuto a perfetta regola d'arte, intendendosi nei prezzi stessi compreso ogni compenso per gli oneri tutti che l'appaltatore dovrà sostenere a tale scopo, anche se non esplicitamente richiamati.

I prezzi medesimi, diminuiti del ribasso offerto e sotto le condizioni tutte del contratto e del presente capitolato, si intendono accettati dall'appaltatore in base a calcoli di sua convenienza a tutto suo rischio e quindi invariabili durante tutto il periodo dei lavori ed indipendenti da qualsiasi volontà. Essi sono fissi ed invariabili.

15.2 Revisione dei prezzi

L'appaltatore ha l'obbligo di condurre a termine i lavori in appalto anche se in corso di esecuzione dovessero intervenire variazioni di tutte o in parte delle componenti dei costi di costruzione.

Non è ammessa la facoltà di procedere alla revisione dei prezzi.

Art. 16 - Danni di forza maggiore

Gli eventuali danni alle opere, per causa di forza maggiore dovranno essere denunciati immediatamente appena verificatosi l'evento o comunque in modo che si possa procedere in tempo utile alle opportune constatazioni.

Il compenso sarà limitato all'importo dei lavori necessari per riparare i guasti, applicando ai lavori i prezzi di contratto, cioè i prezzi depurati del ribasso d'asta.

Pertanto l'Appaltatore non potrà sospendere o rallentare l'esecuzione dei lavori, tranne in quelle parti che dovessero rimanere inalterate sino a che non sia stato eseguito l'accertamento dei fatti.

Nessun compenso però sarà dovuto per danni prodotti da forza maggiore, quando essi siano imputabili anche alla negligenza dell'Appaltatore o delle persone delle quali è tenuto a rispondere e che non abbiano osservato le regole d'arte o le prescrizioni della Direzione dei lavori.

Art. 17 - Accertamento e misurazione dei lavori

La Direzione lavori potrà procedere in qualunque momento all'accertamento e alla misurazione delle opere compiute; ove l'Appaltatore non si prestasse ad eseguire in contraddittorio tali operazioni, gli sarà assegnato un termine perentorio, scaduto il quale, i maggiori oneri che si dovessero per conseguenza sostenere gli verranno senz'altro addebitati.

In tal caso, inoltre, l'Appaltatore non potrà avanzare alcuna richiesta per eventuali ritardi nella contabilizzazione o nell'emissione dei certificati di pagamento.

Art. 18 - Ultimazione dei lavori e conto finale

18.1 Ultimazione dei lavori

L'ultimazione dei lavori, appena avvenuta, deve essere comunicata dall'Appaltatore per iscritto alla Direzione dei lavori che procederà alle necessarie constatazioni in contraddittorio redigendo, ove le opere siano state effettivamente ultimate, l'apposito certificato di ultimazione.

Qualora dall'accertamento risultasse la necessità di rifare o modificare qualche opera, per l'esecuzione non perfetta, l'Appaltatore dovrà effettuare i rifacimenti e le modifiche ordinate, nel tempo che gli verrà prescritto e che verrà considerato, agli effetti di eventuali ritardi, come tempo impiegato per i lavori.

18.2 Conto finale

Si stabilisce che la contabilità finale verrà compilata **entro 3 (tre) mesi** dalla data di ultimazione dei lavori.

Entro lo stesso termine detta contabilità verrà trasmessa all'Amministrazione appaltante per i provvedimenti di competenza.

Art. 19 - Collaudo – Manutenzione delle opere fino al collaudo

Ai sensi dell'art.141 del Codice dei Contratti per tutti i lavori è redatto un certificato di collaudo secondo le modalità previste dal Titolo X del Regolamento.

Il certificato di collaudo ha carattere provvisorio e assume carattere definitivo decorsi due anni dall'emissione del medesimo.

Decorso tale termine, il collaudo si intende tacitamente approvato ancorché l'atto formale di approvazione non sia intervenuto entro due mesi dalla scadenza del medesimo termine.

Nel caso di lavori di importo sino a 500.000,00 euro il certificato di collaudo è sostituito da quello di regolare esecuzione; per i lavori di importo superiore, ma non eccedente il milione di euro, è facoltà dell'Amministrazione appaltante sostituire il certificato di collaudo con quello di regolare esecuzione, il certificato di regolare esecuzione è comunque emesso non oltre tre mesi dalla data di ultimazione dei lavori.

A prescindere dai collaudi parziali che potranno essere disposti dall'Amministrazione appaltante in corso d'opera, le operazioni di collaudo definitive avranno inizio entro il termine di mesi tre a decorrere dalla data di ultimazione e dovranno essere portate a compimento entro 3 (tre) mesi dal loro inizio.

E' obbligatorio il collaudo in corso d'opera in tutti i casi previsti dal comma 7 dell'art.141 del Codice.

L'appaltatore dovrà, a propria cura e spese, mettere a disposizione del Collaudatore gli operai e i mezzi d'opera occorrenti per le operazioni di collaudo e per i lavori di ripristino resi necessari per i saggi eventualmente eseguiti. Dovrà fornire altresì tutto quanto sia necessario per l'esecuzione di prove e verifiche varie, nonché l'acqua occorrente, anche con approvvigionamenti eccezionali.

Ai sensi dell'art.228 comma 3 del Regolamento, il certificato di collaudo ha carattere provvisorio ed assume carattere definitivo decorsi due anni dalla data della relativa emissione. Decorsi i due anni, il collaudo si intende approvato. Nell'arco di tale periodo l'appaltatore è tenuto alla garanzia per le difformità e i vizi dell'opera, indipendentemente dalla intervenuta liquidazione del saldo.

L'eventuale presa di consegna anticipata non incide su tutte le questioni che possano sorgere al riguardo delle operazioni di collaudo e sulle eventuali e conseguenti responsabilità dell'appaltatore.

Art. 20 - Proprietà degli oggetti trovati

L'Amministrazione, salvo i diritti che spettano allo Stato a termini di legge, si riserva la proprietà degli oggetti di valore e di quelli che interessano la scienza, la storia, l'arte o l'archeologia che si rinvenivano nei fondi espropriati per l'esecuzione dei lavori o nella sede dei lavori stessi. Dell'eventuale ritrovamento dovrà essere dato immediato avviso alla Direzione lavori per le opportune disposizioni.

L'Appaltatore non potrà in alcun caso, senza ordine scritto, rimuovere o alterare l'oggetto del ritrovamento, e sospendere i lavori stessi nel luogo interessato. Ove necessario, tale sospensione potrà essere formalizzata dalla Direzione lavori.

Art. 21 - Disciplina nei cantieri

L'Appaltatore dovrà mantenere la disciplina nel cantiere ed ha l'obbligo di osservare e far osservare ai dipendenti ed agli operai le leggi, i regolamenti, le prescrizioni e gli ordini ricevuti.

Il Direttore dei lavori potrà ordinare la sostituzione dei dipendenti e degli operai che, per insubordinazione, incapacità o grave negligenza non siano di gradimento e l'Appaltatore sarà in ogni caso responsabile dei danni causati dall'imperizia o dalla negligenza dei suoi dipendenti e dei suoi operai e di quelli che potrebbero essere subiti ed arrecati da terzi estranei al lavoro introdottisi nel cantiere.

Art. 22 - Custodia dei cantieri

L'eventuale custodia del cantiere dovrà essere affidata, così come previsto dall'art.22 della legge 13 settembre 1982, n.646, a persone provviste della qualifica di guardia particolare giurata e l'Appaltatore dovrà comunicare all'Amministrazione appaltante ed al Direttore dei lavori le generalità del personale addetto alla guardiania, nonché le eventuali variazioni che possano verificarsi nel corso dei lavori.

Art. 23 - Piano per la sicurezza dei cantieri

Il piano della sicurezza nel cantiere indica le procedure esecutive ed i conseguenti apprestamenti ed attrezzature atti a garantire, per tutta la durata dei lavori, il rispetto delle norme per la prevenzione degli infortuni e la tutela della salute dei lavoratori.

Il piano per la sicurezza è costituito da una relazione tecnica, da grafici e prescrizioni operative con grado di definizione commisurato alla complessità dell'opera da realizzare ed alle eventuali fasi critiche del processo di costruzione.

Conformemente a quanto stabilito dal D.L. 81/2008, e ss. mm., il Piano Operativo di Sicurezza (P.O.S.) è redatto a cura dell'Appaltatore, e deve essere sottoscritto, oltre dal progettista del piano medesimo, anche dal rappresentante legale dell'impresa appaltatrice e dal Direttore del cantiere.

Il piano per la sicurezza nel cantiere deve essere allegato al contratto d'appalto.

Il Direttore dei lavori ha il compito della sorveglianza e del controllo in ordine alla predisposizione ed attuazione di detto piano di sicurezza.

I lavori non possono avere inizio se non dopo il deposito, presso l'Amministrazione appaltante, del piano per la sicurezza nel cantiere.

L'Appaltatore è inoltre tenuto a curare il coordinamento tra tutte le eventuali imprese subappaltatrici operanti nel cantiere, al fine di rendere le attività delle stesse compatibili tra loro e coerenti con il piano di sicurezza presentato. Nell'ipotesi di associazione temporanea di Imprese, l'obbligo di coordinamento spetta all'impresa mandataria o a quella designata come Capogruppo.

Il Direttore tecnico di cantiere nominato dall'Impresa appaltatrice principale o, in caso di associazioni temporanee di Imprese o Consorzi, quello nominato dall'Impresa mandataria o Capogruppo, è responsabile del rispetto del piano da parte di tutte le Imprese impegnate nell'esecuzione dei lavori.

Qualora intervengano mutamenti nelle condizioni e nelle fasi esecutive previste dal contratto d'appalto, il soggetto appaltatore deve predisporre e presentare le varianti eventualmente necessarie al piano per la sicurezza del cantiere. Il piano per la sicurezza e le eventuali varianti devono essere presentati alla competente Azienda Sanitaria Locale, che verifica il rispetto della normativa vigente in materia di sicurezza nei luoghi di lavoro ed esercita i controlli di competenza.

Art. 24 - Trattamento e tutela dei lavoratori

L'Appaltatore si obbliga ad effettuare nei confronti dei lavoratori dipendenti occupati nei lavori oggetto del presente appalto e, se Cooperative anche nei confronti dei soci, condizioni normative e retributive non inferiori a quelle risultanti dai contratti collettivi di lavoro applicati alla data dell'offerta, alla categoria e nella località in cui si svolgono i lavori, nonché le condizioni risultanti dalle successive modifiche ed integrazioni ed in genere di ogni altro contratto applicabile nella località che per la categoria venga successivamente stipulato; l'Appaltatore è altresì responsabile in solido dell'osservanza delle norme anzidette da parte degli eventuali subappaltatori nei confronti dei loro dipendenti per le prestazioni rese nell'ambito del subappalto.

L'Appaltatore si obbliga, altresì, a continuare ad applicare i suindicati contratti collettivi anche dopo la scadenza e fino alla loro sostituzione.

I suddetti obblighi vincolano l'Appaltatore anche nel caso che lo stesso non sia aderente alle associazioni stipulanti o receda da esse.

A garanzia degli obblighi inerenti la tutela dei lavoratori sarà operata sull'importo netto progressivo dei lavori una ritenuta dello 0,50 per cento e se l'Appaltatore trascura alcuno degli adempimenti prescritti, vi provvede l'Amministrazione a carico del fondo formato con detta ritenuta, salvo le maggiori responsabilità dell'Appaltatore.

Art. 25 - Estensione di responsabilità

L'appaltatore è responsabile, nei confronti dell'Amministrazione appaltante, dell'osservanza delle norme di cui all'articolo precedente da parte degli eventuali subappaltatori nei confronti dei loro dipendenti, anche nei casi in cui il contratto collettivo non disciplini l'ipotesi del subappalto; il fatto che il subappalto non sia stato autorizzato non esime l'appaltatore dalla citata responsabilità e ciò senza pregiudizio degli altri diritti dell'Amministrazione appaltante. In caso di inottemperanza agli obblighi precisati nel precedente articolo, accertata dall'Amministrazione o ad essa segnalata dall'Ispettorato del Lavoro, l'Amministrazione appaltante stessa comunicherà all'appaltatore e, se del caso, anche all'Ispettorato suddetto, l'inadempienza accertata e procederà ad una detrazione del 20 per cento sui pagamenti in acconto, se i lavori sono in corso di esecuzione, ovvero alla sospensione del pagamento del saldo, se i lavori sono stati ultimati, destinando le somme così accantonate a garanzia dell'adempimento degli obblighi di cui al precedente articolo. Il pagamento all'appaltatore delle somme accantonate non sarà effettuato sino a quando dall'Ispettorato del Lavoro non sia stato accertato che gli obblighi predetti sono stati integralmente adempiuti. Per le detrazioni e sospensioni dei pagamenti di cui sopra, l'appaltatore non può opporre eccezioni all'Amministrazione appaltante, nè ha titolo ad alcun risarcimento di danni.

Art. 26 - Subappalti e cottimi, cessioni e procure

26.1 Subappalti

I subappalti sono disciplinati dalla vigente normativa. L'Amministrazione appaltante è tenuta ad indicare nel progetto e nel bando di gara la categoria o le categorie prevalenti con il relativo importo, nonché le ulteriori categorie, relative a tutte le altre lavorazioni previste in progetto, anch'esse con il relativo importo. Tutte le lavorazioni, a qualsiasi categoria appartengono, sono subappaltabili e affidabili in cottimo, ferme restando le vigenti disposizioni che prevedono per particolari ipotesi il divieto di affidamento in subappalto. Per quanto riguarda la categoria o le categorie prevalenti, con regolamento emanato ai sensi dell'art. 17 comma 2 della legge n° 400/1988, è definita la quota parte subappaltabile, in misura eventualmente diversificata a seconda delle categorie medesime, ma in ogni caso non superiore al 30%. L'affidamento in subappalto o in cottimo è sottoposto alle condizioni indicate nella vigente legislazione.

Non sono considerati subappalti:

- a) I noleggi di macchine, automezzi e mezzi d'opera "a freddo";
- b) Le forniture a piè d'opera di materiali, semilavorati, manufatti macchinari componenti di impianti tecnologici.
Per quanto concerne:
 - a) I noleggi di macchine, automezzi e mezzi d'opera "a caldo";
 - b) La fornitura in opera di manufatti ed impianti idrici, sanitari, elettrici e tecnologici in generale;
 - c) La fornitura in opera di marmi, di altri materiali lapidei, di vetri e applicazioni vetrarie in genere, gli stessi non sono considerati subappalti ma l'appaltatore è tenuto a richiedere alla D.L. la preventiva approvazione attestando l'impegno della/e ditta/e stessa/e ad ottemperare agli obblighi di cui all'art. 23 del presente capitolato speciale, restando, comunque, unico responsabile nei confronti dell'Amministrazione appaltante del perfetto adempimento degli impegni assunti da queste ditte..

26.2 Cessione dei crediti

Ai sensi della vigente normativa, le cessioni di crediti vantati nei confronti delle Amministrazioni pubbliche a titolo di corrispettivo di appalto possono essere effettuate dagli appaltatori a banche o intermediari finanziari a ciò autorizzati. La cessione deve essere stipulata mediante atto pubblico o scrittura privata autenticata e deve essere notificata all'Amministrazione debitrice.

Art. 27 - Oneri, Obblighi e responsabilità dell'appaltatore

Oltre agli altri oneri di cui al Capitolato Generale ed agli altri obblighi indicati nel presente Capitolato Speciale, saranno a carico dell'Appaltatore gli oneri e gli obblighi seguenti:

- 1) Lo smacchiamento generale della zona interessata dai lavori ivi incluso il taglio di alberi e di siepi compresa l'estirpazione delle ceppaie;

- 2) I movimenti di terra ed ogni altro onere relativo alla formazione del cantiere attrezzato, in relazione all'entità dell'opera con tutti i più moderni e perfezionati impianti per assicurare una perfetta e rapida esecuzione di tutte le opere prestabilite, la recinzione del cantiere stesso con solido stucco in legno, in muratura, o metallico, secondo quanto verrà richiesto dalla D.L. nonché la pulizia e la manutenzione dello stesso cantiere, l'inghiaia mento e la sistemazione delle sue strade in modo da rendere sicuri il transito e la circolazione dei veicoli e delle persone addette ai lavori tutti;
 - 3) L'approntamento delle opere provvisorie occorrenti per l'esecuzione dei lavori (impalcature, assiti, armature, centinate, ecc.) compresi gli oneri del montaggio, dello sfilo e dello smontaggio e dell'eventuale manutenzione ordinaria e straordinaria;
 - 4) La costruzione di eventuali ponti di servizio, passerelle, scalette e comunque di tutte le opere provvisorie occorrenti per mantenere i passaggi pubblici e privati e la continuità dei corsi d'acqua, che venissero interrotti per l'esecuzione dei lavori;
 - 5) L'esaurimento delle acque superficiali o di infiltrazioni offerenti nei cavi e l'esecuzione di eventuali opere provvisorie per la deviazione preventiva delle stesse dalle sedi stradali e dalle opere e la riparazione dei danni che si verificassero negli scavi e nei rintocchi;
 - 6) La fornitura e la manutenzione dei cartelli di avviso, di fanali di segnalazione notturna nei punti prescritti e di quant'altro venisse particolarmente indicato dalla D.L. per garantire la sicurezza delle persone e dei veicoli e la continuità del traffico, nel rispetto delle norme di polizia stradale e del relativo Regolamento di esecuzione vigenti al momento dell'offerta;
 - 7) La riparazione o il rifacimento di eventuali danni che in dipendenza dell'esecuzione dei lavori vengono arrecati a proprietà pubbliche e/o private od a persone sollevando l'Amministrazione appaltante la D.L. ed il personale di assistenza e di sorveglianza da qualsiasi responsabilità ;
 - 8) Il libero accesso al cantiere ed il passaggio (anche attraverso manufatti e strabelle costruite a spese dell'appaltatore), nello stesso e nelle opere eseguite ed in corso di esecuzione, alle persone addette di qualsiasi altra impresa alla quale siano stati affidati lavori non compresi nel presente appalto, ed alle persone che eseguendo lavori per conto diretto dell'Amministrazione appaltante, nonché, a richiesta della D.L., l'uso parziale o totale, da parte di dette imprese o persone, dei ponti di servizio, impalcature, costruzioni provvisorie ed apparecchi di sollevamento, ecc.. per tutto il tempo occorrente alla esecuzione dei lavori che l'Amministrazione appaltante intenderà eseguire direttamente ovvero a mezzo di altre ditte, dalle quali, come dall'Amministrazione appaltante, l'appaltatore non potrà pretendere compensi di sorta;
 - 9) Il ricevimento in cantiere, lo scarico ed il trasporto nei luoghi di deposito, situati all'interno del cantiere, od a piè d'opera, secondo le disposizioni della D.L., nonché la buona conservazione e la perfetta custodia dei materiali e dei manufatti esclusi dal presente appalto e provvisti od eseguiti da altre ditte per conto dell'Amministrazione appaltante garantendo il perfetto espletamento di tali operazioni. I danni che per cause dipendenti o per sua negligenza fossero apportati ai materiali e manufatti suddetti, dovranno essere riparati a carico esclusivo dell'appaltatore;
 - 10) La pulizia quotidiana del cantiere, compreso lo sgombero dei materiali di rifiuto lasciate da altre ditte;
 - 11) La guardia e la sorveglianza, sia di giorno che di notte, con il personale necessario, avente la qualifica di cui all'art. 27 del presente Capitolato Speciale, del cantiere e di tutti i materiali, impianti e mezzi d'opera nello stesso, esistenti anche se di proprietà dell'Amministrazione o di altre Ditte, nonché di tutte le opere già eseguite o in corso di esecuzione.
 - 12) L'adozione, nell'esecuzione di tutti i lavori, dei procedimenti e delle cautele necessarie per garantire la vita e l'incolumità degli operai, delle persone addette ai lavori stessi e dei terzi, in caso di infortuni, ogni più ampia responsabilità ricadrà, pertanto, sull'appaltatore, restandone sollevata sia l'Amministrazione appaltante che la Direzione dei lavori ed il personale di sorveglianza.
 - 13) La costruzione di locali e servizi quali spogliatoi, servizi igienico-sanitari, ecc..in numero adeguato agli operai addetti ai lavori.
 - 14) La costruzione (entro il recinto del cantiere o in luoghi prossimi designati o accettati dalla Direzione dei lavori), la manutenzione e la pulizia di locali ad uso ufficio del personale di Direzione ed assistenza arredati, illuminati e riscaldati a seconda delle richieste della Direzione dei lavori stessa, nonché la fornitura di adeguati mezzi di trasporto per gli spostamenti della Direzione dei lavori, del personale di assistenza e dei collaudatori.
 - 15) Le spese per gli allacciamenti provvisori e per il consumo dell'acqua, dell'energia elettrica, del telefono, della fognatura occorrenti per il funzionamento del cantiere.
 - 16) La fornitura e posa in opera, entro dieci giorni dalla consegna dei lavori, nel sito indicato dalla Direzione dei lavori di uno o più cartelli indicatori delle dimensioni minime di mt. 1,00 (larghezza) x 2,00 (altezza); tanto la tabella quanto il sistema di sostegno della stessa, dovranno essere eseguiti con materiali di adeguata resistenza e decoroso aspetto e devono essere mantenuti in perfetto stato sino al collaudo dei lavori. La tabella dovrà recare impresse a colori indelebili le diciture riportate nello schema tipo allegato alla Circolare del Ministero LL.PP. ° Giugno 1990, n° 1729/UL. Per la mancanza od il cattivo stato di uno o più cartelli indicatori, sarà applicata all'appaltatore una multa di €50,00 ed una penale giornaliera di €10,00 dal giorno della contestata inadempienza fino a quello dell'apposizione o riparazione e l'importo della multa e della penale sarà addebitato sul primo certificato di pagamento in acconto successivo all'inadempienza.
 - 17) La comunicazione alla Direzione dei lavori, quindicinalmente a decorrere dal primo sabato successivo alla consegna dei lavori, delle seguenti notizie statistiche sull'andamento dei lavori;
 - a) numero degli operai impiegati, distinti nelle varie categorie con le relative ore lavorative, per ciascun giorno della quindicina;
 - b) lavoro eseguito nella quindicina;
 - c) giorni della quindicina in cui non si è lavorato e cause relative;
- Le notizie precedenti dovranno pervenire entro il primo mercoledì successivo alla quindicina e per ogni giorno di ritardo verrà applicata una penale giornaliera di €50,00, restando salvi più gravi provvedimenti che potranno essere adottati in conformità a quanto sancisce il Capitolato Generale per irregolarità di gestione e per le grosse inadempienze contrattuali.
- 18) Il pagamento delle tasse e l'accollo di ogni altro onere per i permessi, le licenze, le concessioni, le autorizzazioni per eventuali opere di presidio, occupazioni temporanee di suoli pubblici o privati, interruzioni provvisorie di pubblici servizi, attraversamenti, trasporti speciali;
 - 19) Il libero accesso alla D.L. ed al personale di assistenza e di sorveglianza, in qualsiasi momento, nei cantieri e nei luoghi di produzione dei materiali;
 - 20) L'assunzione, ove l'appaltatore non ne abbia titolo, di un tecnico professionalmente abilitato e regolarmente iscritto all'Albo di categoria quale Direttore tecnico del cantiere; il nominativo ed il domicilio del Direttore tecnico del cantiere devono essere comunicati alla D.L., per iscritto, prima dell'inizio;

- 21) La fornitura di personale esperto ed attrezzature adeguate per i tracciati, i rilievi, le misurazioni, le picchettazioni, i saggi, ecc.. relativi alle operazioni di consegna, misura, verifiche in corso d'opera, contabilità e collaudo dei lavori e la riproduzione di grafici, disegni ed allegati vari relativi alle opere in esecuzione nel numero di copie richiesto dalla D.L.;
- 22) L'esecuzione, presso gli Istituti incaricati, di tutte le esperienze e saggi che verranno in ogni tempo ordinati dalla D.L. sui materiali impiegati o da impiegarsi nella costruzione, in correlazione a quanto prescritto circa l'accettazione dei materiali stessi. Dei campioni potrà essere ordinata la conservazione nel competente ufficio direttivo munendoli di sigilli a firma del D.L. e dell'Impresa nei modi più adatti a garantirne l'autenticità;
- 23) L'esecuzione delle prove di carico che vengono ordinate dalla D.L. e/o dal collaudatore su pali di fondazioni, travi, solai, sbalzi, rampe, ecc. con l'apprestamento di materiali, di mezzi d'opera, degli operai, degli strumenti e di quant'altro occorrente per l'esecuzione di tali prove;
- 24) L'osservanza delle norme contenute nella vigente legge sulla polizia mineraria e nel relativo regolamento, restando obbligato alla conservazione e successiva consegna all'Amministrazione appaltante di oggetti di valore archeologico o storico, che eventualmente siano rinvenuti durante l'esecuzione dei lavori;
- 25) Le spese per la fornitura di fotografie nel formato cm. 18 x 24 delle opere in corso nei vari periodi di appalto, nel numero indicato dalla D.L. e comunque non inferiori a due per ogni stato d'avanzamento;
- 26) L'assicurazione contro gli incendi di tutte le opere e del cantiere dall'inizio dei lavori fino al collaudo finale comprendendo nel valore assicurato anche le opere eseguite da altre Ditte; l'assicurazione contro tali rischi dovrà farsi con polizza intestata all'Amministrazione appaltante;
- 27) La consegna e l'uso anticipato di tutte o di parte delle opere eseguite anche prima di essere sottoposte a collaudo e senza che l'appaltatore abbia perciò diritto a speciali compensi. Esso potrà, però, richiedere che sia redatto apposito verbale circa lo stato delle opere, per essere garantito dai possibili danni che potessero derivare ad esse;
- 28) Lo sgombero e la pulizia del cantiere dai materiali, mezzi d'opera, impianti di sua proprietà, entro un mese dal verbale di ultimazione;
- 29) Le spese per tutte le indagini, prove e controlli che i collaudatori, anche in corso d'opera, riterranno, al loro insindacabile giudizio, opportuno disporre;
- 30) La predisposizione del piano per la sicurezza dei cantieri e le misure per la sicurezza fisica dei lavoratori, ai sensi del D.lgt. 19/11/1999 n° 528 (modifiche ed integrazioni al D.lgt. 14/08/1996 n° 494); il piano dovrà essere trasmesso all'Amministrazione, al coordinatore per la sicurezza e al D.L. prima dell'inizio dei lavori e comunque non oltre 30 giorni dalla data del verbale di consegna degli stessi;
- 31) La trasmissione all'Amministrazione e al D.L., prima dell'inizio dei lavori e comunque entro trenta giorni dalla data del verbale di consegna degli stessi della documentazione comprovante l'avvenuta denuncia agli Enti Previdenziali – inclusa la Cassa Edile – assicurativi ed antinfortunistici;
- 32) La trasmissione periodica al D.L., con scadenza quadrimestrale, delle certificazioni rilasciate durante l'esecuzione dei lavori da Inps, Inail, Cassa Edile, in merito ai lavori stessi, nonché le certificazioni liberatorie finali, al fine del pagamento del saldo definitivo. Il corrispettivo per tutti gli obblighi ed oneri sopra specificati e conglobato nei prezzi dei lavori di cui all'art. 2 del presente Capitolato.
- 33) A non muovere la trivella o la sonda dal foro senza precisa autorizzazione della Direzione dei lavori. In caso di inadempienza la Direzione dei lavori si riserva la facoltà di non contabilizzare il foro;
- 34) A fornire i canneggianti, gli attrezzi e gli strumenti necessari per le misurazioni ed il controllo dei lavori, per gli studi particolari di dettaglio per la redazione della contabilità e il successivo collaudo dei lavori;
- 35) A non approfondire il foro oltre la profondità preventiva senza precisa autorizzazione della D.L.;
- 36) Ad assumere a proprio carico le spese occorrenti per la spedizione ai laboratori di analisi dei materiali e delle terre che, a giudizio della direzione debbano essere eseguite da laboratori specializzati e autorizzati dal Ministero delle Infrastrutture alla certificazione ufficiale per prove di laboratorio sui terreni e rocce;
- 37) Ad osservare le norme in vigore sulla Polizia Mineraria;
- 38) Ad eseguire lo smacchiamento, il taglio degli alberi e siepi e la estirpazione delle ceppaie necessari per l'esecuzione delle indagini
- 39) A curare le segnalazioni diurne e notturne, mediante appositi cartelli o fanali, nei tratti stradali interessati dai lavori e dagli impianti, e ad osservare le norme di polizia stradale. I cartelli apposti sulle strade debbono risultare idonei per la visibilità notturna;
- 40) A provvedere all'esaurimento delle acque di superficie o di infiltrazione concorrenti negli scavi, nonché all'esecuzione di opere provvisorie per lo scavo e la deviazione preventiva delle suddette acque dalla sede del Cantiere;
- 41) A riparare i danni di qualsiasi genere, ancorché dipendenti da cause di forza maggiore che si verifichino negli scavi, a provvedere ai rinterrati, alle provviste, agli attrezzi ed a tutte le opere provvisorie;
- 42) Ad approntare i mezzi necessari per lo svolgimento delle operazioni di collaudo, delle prove e degli accertamenti prescritti dal Collaudatore. Sono a carico dell'Impresa le spese occorrenti per effettuare tutte le prove, accertamenti per le operazioni di collaudo;
- 43) A conservare e ripristinare le vie ed i passaggi che venissero interrotti con l'esecuzione dei lavori, provvedendo all'uopo, a sue spese, con opere provvisorie;
- 44) A consegnare all'Amministrazione Appaltante qualunque reperto di valore storico, archeologico che venisse rinvenuto durante la campagna di sondaggi;
- 45) A mantenere in perfetta efficienza, e pertanto saranno a suo carico gli oneri per gli eventuali ripristini ed ogni altra eventuale responsabilità; gli eventuali impianti idrici, fognari, elettrici, telefonici e tecnologici in genere presenti nella sede stradale;
- 46) A fornire cinque copie su supporto cartaceo della documentazione a corredo delle indagini (relazioni ed elaborati grafici), nonché una copia su supporto magnetico, contenente gli stessi dati in un formato compatibile con i seguenti software per Windows: Microsoft Word, Excel, Autocad.
- 47) Ad applicare ai lavoratori dipendenti, occupati nei lavori costituenti oggetto del presente contratto, condizioni normative e retributive non inferiori a quelle risultanti dai contratti collettivi anche dopo la loro scadenza e fino alla loro sostituzione;

48) A provvedere, ove necessario, a sua cura e spese all'ottenimento di visti ed autorizzazioni occorrenti anche in dipendenza di vincoli ambientali, o di altra natura, sul territorio.

49) A redigere in contraddittorio con la D.L. un verbale di ultimazione delle operazioni di piantumazione e/o fornitura di piante in vaso, a decorrere dal quale dovrà garantire per almeno 24 mesi l'attecchimento di tutte le piante che fanno parte dell'appalto, provvedendo all'innaffiamento e alla concimazione delle stesse nei modi e tempi concordati con la D.L., alla cura con eventuali antiparassitari o medicinali, al reimpianto di tutte le piante che dovessero risultare non più vive o non più curabili da mali o parassiti, sempre nel suddetto periodo di 24 mesi.

50) Alla verifica del funzionamento degli impianti di irrigazione che fanno parte dell'appalto, per un periodo di almeno 24 mesi, con cadenza ogni 15gg, a decorrere da un apposito verbale di completamento dell'installazione e verifica del funzionamento, da redigere in contraddittorio con la D.L. . L'Appaltatore si obbliga inoltre, durante tutto il suddetto periodo, a sostituire tutte le parti dell'impianto, comprese le centraline, le elettrovalvole, i tubi di distribuzione e i dispositivi di erogazione, che dovessero risultare non più idonee al funzionamento.

51) A presentare, ai fini dell'emissione dei mandati di pagamento, regolare fattura per l'importo da corrispondere, maggiorato di I.V.A., redatta in conformità alle disposizioni in vigore e recante la seguente dichiarazione firmata dal legale rappresentante dell'impresa:

“Questa Ditta dichiara, sotto la propria responsabilità, che la presente fattura è stata annotata in data _____ al n° del Registro provvisorio/definitivo previsto dalla Circolare n. 32 del 27 aprile 1973, del Ministero delle Finanze”.

L'appaltatore si obbliga in particolare ad osservare tutte le clausole dei contratti nazionali e provinciali.

I suddetti obblighi vincolano l'appaltatore anche nel caso che lo stesso non sia aderente alle associazioni stipulanti i contratti collettivi o receda da esse.

Per i fini indicati dal vigente Capitolato Generale di Appalto, si opera sull'importo netto progressivo dei lavori, una ritenuta dello 0.50%, salvo i casi di maggiore responsabilità dell'appaltatore.

Art. 28 - Esecuzione d'ufficio – Rescissione del contratto

28.1 Generalità

Nel caso in cui l'appaltatore si rifiutasse all'immediato rifacimento delle opere male eseguite, all'esecuzione delle opere mancante, alla demolizione e sostituzione di quelle non corrispondenti alle condizioni contrattuali, o non rispettasse o ritardasse il programma accettato o sospendesse i lavori, ed in generale, in tutti i casi previsti dalla legge e dal Capitolato Generale, l'Amministrazione Appaltante avrà il diritto di procedere all'esecuzione d'ufficio dei lavori o alla rescissione del contratto in danno dell'Appaltatore stesso.

28.2 Esecuzione d'ufficio

Per l'esecuzione d'ufficio l'Amministrazione appaltante potrà avvalersi delle somme extra – liquidate o da liquidarsi all'appaltatore, di quelle depositate in garanzia e di ogni altra somma che risultasse a credito dello stesso in dipendenza del contratto. L'eccedenza delle spese per l'esecuzione d'ufficio si riterrà a carico dell'Appaltatore che dovrà immediatamente rifonderle.

28.3 Rescissione del contratto

Si farà luogo alla rescissione del contratto anche in ogni altro caso di inadempienza dell'appaltatore, ad insindacabile giudizio dell'Amministrazione;

Art. 29 - Rappresentante tecnico dell'appaltatore

Così come stabilito dall'art. 4 del Capitolato Generale d'Appalto, l'Appaltatore che non conduce personalmente i lavori deve conferire mandato con rappresentanza a persona fornita dei requisiti di idoneità tecnici e morali, alla quale deve conferire le facoltà necessarie per l'esecuzione dei lavori, restando sempre l'appaltatore stesso responsabile dell'operato del suo rappresentante.

Tale persona deve, per tutta la durata dell'appalto, garantire la presenza sul luogo dei lavori e, quando ricorrano gravi e giustificati motivi l'Amministrazione appaltante, previa motivata comunicazione all'appaltatore, avrà diritto di esigere il cambiamento immediato del suo rappresentante senza indennità di sorta per l'appaltatore o per il suo rappresentante sostituito.

Art. 30 - Indicazione delle persone che possono riscuotere

I pagamenti delle somme dovute in acconto o a saldo saranno effettuate solo e soltanto alle persone che saranno indicate nel contratto come autorizzate a riscuotere e quietanzare e tale autorizzazione dovrà essere comprovata o mediante certificato della Camera di Commercio per le ditte individuali o per mezzo di atti legali nel caso di società.

Art. 31 - Accordo bonario

L'accordo bonario è disciplinato dall'art. 240 del Codice dei Contratti.

Art. 32 - Definizione delle controversie

Qualora le parti non raggiungano un accordo, il giudizio sulla controversia insorta tra l'Amministrazione appaltante e l'appaltatore è demandato ad un collegio arbitrale istituito presso la Camera Arbitrale dei LL.PP., ai sensi dell'art. 241 del Codice.

Art. 33 - Discordanze negli atti di contratto – Prestazioni alternative

Qualora uno stesso atto contrattuale dovesse riportare delle disposizioni di carattere discordante, l'appaltatore ne farà oggetto di immediata segnalazione all'Amministrazione appaltante per i conseguenti provvedimenti di modifica.

Se le discordanze dovessero riferirsi a caratteristiche di dimensionamento grafico, saranno di norma ritenute valide le indicazioni riportate nel disegno con scala di riduzione minore. In ogni caso dovrà ritenersi nulla la disposizione che contrasta o che in minore misura collima con il contesto delle norme a disposizione riportate nei rimanenti atti contrattuali.

Nel caso si riscontrassero disposizioni discordanti tra i diversi atti del contratto fermo restando quanto stabilito nella seconda parte del precedente capoverso, l'appaltatore rispetterà nell'ordine quelle indicate dagli atti seguenti:

Contratto – Capitolato Speciale di Appalto – Elenco Prezzi – Disegni.

Qualora gli atti contrattuali prevedessero delle soluzioni alternative, resta espressamente stabilito che la scelta spetterà, di norma a salvo diversa specifica, alla Direzione Lavori.

L'appaltatore dovrà comunque rispettare i minimi inderogabili fissati dal presente Capitolato avendo gli stessi, per esplicita statuizione, carattere di prevalenza rispetto alle diverse o minori prescrizioni riportate negli altri atti contrattuali.

F i n e d e l 3 ° c a p i t o l o



Provincia Regionale di Palermo

Direzione Manutenzione del Patrimonio ed Edilizia Scolastica I

Liceo Sc. "S. Cannizzaro" di Palermo - Progetto di
completamento, miglioramento delle condizioni igienico-
sanitarie e risparmio energetico

Bando MIUR-MATM del 05/06/2010 - PON FESR "Ambienti per l'apprendimento - obiettivo C"

Progetto esecutivo

A3

Computi metrici estimativi per azioni
Computo metrico estimativo generale

Aggiornamento:

Sostituisce elaborati:

Gruppo di progettazione

Progettisti:

Ing. Francesco Ajello

Collaboratori tecnici:

Supp. al RUP: Ing. S. Serio



Il Responsabile Unico del Procedimento

(Prof. Leonardo Saguto)

Computo metrico estimativo

Azione C1

N°	Descrizione dei lavori	Quantità	Unità di misura	Prezzo unitario	Art. di tariffa	Importo
	a) Demolizioni e dismissioni					
1	<i>Rimozione di infissi</i>					
	Finestroni corpo scala (7.6+2.6*3+3.85)*2	38,50				
	Finestre corridoio centrale p.t. 4.42*6*2+0.0038	53,04				
	Finestre corridoi Est e Ovest (p. terra, 1 e 2) 4.42*8*2	70,72				
	Finestre Aula Magna 5.85*5+9.18*2	47,61				
	Finestre spogliatoi palestra 10.05*2+14.42	34,52				
	Finestre palestra (1 livello) 5.85*6	35,10				
	WC piano terra 3.4*2+4.42*4	24,48				
	Finestroni ballatoi p. t. e 1 6.71*4	26,84				
	Finestre grandi aule lati Est e Ovest 5.85*8*2	93,60				
	Finestre piccole lati Est e Ovest 4.42*(12+10)	97,24				
	Finestre prospetto Sud 4.42*(31+17)	212,16				
	Finestre laboratori Nord 2.95*15	44,25				
	Portoni di accesso ai cortili 2.1*3*2	12,60				
	Portoni seminterrato 5.4+3.5*2	12,40				
	Portoni principali 8*4+15*4	92,00				
	tot.	895,06 mq		€ 13,10	DM14	€ 11.725,32
2	<i>Taglio a sezione obbligata di muratura a mano</i>					
	Nuove finestre prospetto principale 2.21*6*0.35	4,64				
	tot.	4,64 mc		€ 333,70	DM34	€ 1.548,70
3	<i>Rimozione cancellate, ringhiere e simili in ferro</i>					
	Grate Aula Magna 5.85*5+9.18*2	47,61				
	Grate palestra 5.85*6	35,10				
	Ingresso via M. Villabianca 8*4.5	36,00				
	tot.	118,71 mq		€ 6,95	DM12	€ 825,03
4	<i>Rimozione intonaco interno o esterno</i>					

N°	Descrizione dei lavori	Quantità	Unità di misura	Prezzo unitario	Art. di tariffa	Importo
	Per contorni esterni finestre e portoni 300	300,00				
	Per contorni interni 300	300,00				
	tot.	600,00	mq	€ 9,54	DM9	€ 5.724,00
5	<i>Rimozione di opere in ferro profilato o simili</i>					
	Dismissione falsi telai inidoei 50*20	1000,00				
	tot.	1000,00	kg	€ 0,33	DM13	€ 330,00
6	<i>Dismissione di lastre di marmo</i>					
	Vecchie lastre inidonee 2.8*0.4*70	78,40				
	tot.	78,40	mq	€ 15,40	DM5	€ 1.207,36
		totale del capitolo				€ 21.360,41
	b) Ponteggi e opere provvisionali					
1	<i>Ponteggio in elementi metallici a telaio 1° mese</i>					
	Per aperture finestre nuove via Arimondi 8*20	160,00				
	Per vani nuovi WC piano terra 8*20	160,00				
	Per finestroni vano scala 8*20*2	320,00				
	Per interventi nei prospetti 1200	1200,00				
	tot.	1840,00	mq	€ 7,20	OP1	€ 13.248,00
2	<i>Smontaggio di ponteggio a telaio</i>					
	Si considera il 100% dell'art. OP1 x infissi 1840*100/100	1840,00				
	tot.	1840,00	mq	€ 2,27	OP4	€ 4.176,80
3	<i>Schermatura di ponteggi con stuoie o reti</i>					
	Si prevede 1000	1000,00				
	tot.	1000,00	mq	€ 3,14	OP26	€ 3.140,00
4	<i>Schermo di protezione per ponteggi in tavole</i>					
	Si prevede 600	600,00				
	tot.	600,00	mq	€ 23,20	OP27	€ 13.920,00

N°	Descrizione dei lavori	Quantità	Unità di misura	Prezzo unitario	Art. di tariffa	Importo
5	<i>Ponteggio mobile su ruote</i>					
	Per interventi in interni 1.0*2.0*3.5*10	70,00				
	tot.	70,00 mc		€ 15,10	OP9	€ 1.057,00
6	<i>Spostamento di ponteggio mobile</i>					
	Per interventi interni 100	100,00				
	tot.	100,00 cad		€ 14,00	OP10	€ 1.400,00
		totale del capitolo				€ 36.941,80
	c) Opere murarie e finiture					
1	<i>Muratura in blocchi di cemento pomice spess. >22cm</i>					
	Riduzione vani finestre wc p.t. (4.42-1.36)*4*0.35	4,28				
	tot.	4,28 mc		€ 176,40	MT2	€ 755,70
2	<i>Muratura in blocchi di cemento pomice spess. >22cm</i>					
	Riduzione vani ex uscita via Toselli 3.64*2*0.3*1.3+0.52*4*0.3*2.5	4,40				
	tot.	4,40 mc		€ 176,40	MT2	€ 776,02
3	<i>Intonaco civile x interni a base di malta bastarda senza finitura</i>					
	Vani finestre wc p.t. (4.42-1.36)*4*1.5	18,36				
	Per riprese di intonaco a contorno infissi 200	200,00				
	tot.	218,36 mq		€ 18,50	FR3	€ 4.039,66
4	<i>Intonaco civile x interni a base di malta bastarda senza finitura</i>					
	Riduzione vani ex uscita via Toselli 3.64*2*1.3+0.52*4*2.5+(2.5+2.4)*3*0.2	17,60				
	tot.	17,60 mq		€ 18,50	FR3	€ 325,67
5	<i>Finitura a tonachina per intonaci interni</i>					
	Per riprese di intonaco 200	200,00				
	tot.	200,00 mq		€ 11,20	FRI	€ 2.240,00
6	<i>Rivestimento pareti con piastrelle maiolicate</i>					
	Vani finestre wc p.t. e parete completa (4.42-1.36)*4+17.95	30,19				

N°	Descrizione dei lavori	Quantità	Unità di misura	Prezzo unitario	Art. di tariffa	Importo
		tot.	30,19 mq	€ 45,40	FR17	€ 1.370,63
7	<i>Tinteggiatura con pittura vinilacrilica lavabile</i>					
	Per interventi vari si prevede 500		500,00			
		tot.	500,00 mq	€ 4,29	FR15	€ 2.145,00
8	<i>Intonaco civile x esterni a base di malta bastarda senza finitura</i>					
	Per interventi vari si prevede 450		450,00			
		tot.	450,00 mq	€ 21,90	FR6	€ 9.855,00
9	<i>Intonaco civile x esterni a base di malta bastarda senza finitura</i>					
	Riduzione vani ex uscita via Toselli (17.6+4.48)		22,08			
		tot.	22,08 mq	€ 21,90	FR6	€ 483,55
10	<i>Finitura per esterni tipo LI Vigni</i>					
	Per riduzione vani finestre e interventi vari 450		450,00			
	Riduzione vani ex uscita via Toselli 17.6		17,60			
		tot.	467,60 mq	€ 16,60	FR11	€ 7.762,16
11	<i>Finitura a tonachina per intonaci interni</i>					
	Riduzione vani ex uscita via Toselli 17.6		17,60			
		tot.	17,60 mq	€ 11,20	FR1	€ 197,12
12	<i>F. e c. di lastre di marmo Perlato Sicilia 3cm levigate</i>					
	Nuove lastre x soglie finestre 2.8*0.4*70-2.406		75,99			
		tot.	75,99 mq	€ 119,00	FR24	€ 9.043,29
13	<i>Formazione di gocciolatoio su lastre marmo</i>					
	Per nuove soglie finestre 2.8*70		196,00			
		tot.	196,00 ml	€ 2,23	FR29	€ 437,08
			totale del capitolo			€ 39.430,88
	d) Infissi interni ed esterni, vetrate					
1	<i>Infisso esterno in profilo di ferro rivestito in PVC a battente</i>					

N°	Descrizione dei lavori	Quantità	Unità di misura	Prezzo unitario	Art. di tariffa	Importo
	Finestroni vani scala (4.35*2+1.45*2*2+2.1*2+2*1.55)*2	43,60				
	Finestre corridoio centrale p.t. 4.45*6*2	53,40				
	Finestre corridoi su cortile lati est e ovest 4.45*8*2	71,20				
	Finestre Aula Magna 5.9*4	23,60				
	Nuove fin spogliatoi palestra 4.15*3	12,45				
	Finestre palestra basse 5.9*6	35,40				
	Vasistas wc p.t. 1.38*4+1.3*2	8,12				
	Finestre ballatoi p.t e 1 3.8*(3+2)	19,00				
	Aule grandi fronti est e ovest p.t e 1 5.9*8*2	94,40				
	Aule p.t e 1 lati est e ovest 4.45*46	204,70				
	Aule prospetto sud 4.45*48+2.21*6	226,86				
	Finestre laboratori nord 2.97*15	44,55				
	tot.	837,28 mq		€ 302,60	PF6	€ 253.360,93
2	<i>F. e c. di vetrocamera</i>					
	Si considera il 90% dell'art. PF6 infissi esterni 837.28*90/100	753,55				
	Portoni di accesso ai cortili 12.6*0.8	10,08				
	Portoni seminterrato 17.8*0.8	14,24				
	Portoni principali 46.13*0.8	36,90				
	tot.	814,78 mq		€ 41,50	PF20	€ 33.813,21
3	<i>Portone in profilo di ferro rivestito di PVC</i>					
	Portoni di accesso ai cortili 2.1*3*2	12,60				
	Portoni seminterrato 5.4*2+3.5*2	17,80				
	Ingressi principali 2.65*1.45*6+3.55*3.25*2	46,13				
	tot.	76,53 mq		€ 223,40	PF7	€ 17.096,80
4	<i>Fornitura opere in ferro scatolare</i>					
	Ripresa falsi telai e piccoli interventi 50	50,00				
	tot.	50,00 kg		€ 3,27	OF1	€ 163,50

N°	Descrizione dei lavori	Quantità	Unità di misura	Prezzo unitario	Art. di tariffa	Importo
5	<i>Posa in opera opere in ferro x cancelli e simili</i>					
	Ripresa falsi telai e piccoli interventi 50	50,00				
	tot.	50,00 kg		€ 2,30	OF3	€ 115,00
		totale del capitolo				€ 304.549,44
	e) Manodopera per lavori in economia					
1	<i>Manodopera 1° livello operaio comune</i>					
	Per interventi vari 100	100,00				
	tot.	100,00 h		€ 27,20	EE1	€ 2.720,00
2	<i>Manodopera 2° livello operaio qualificato</i>					
	Per saggi e piccoli interventi 80	80,00				
	tot.	80,00 h		€ 30,20	EE2	€ 2.416,00
		totale del capitolo				€ 5.136,00
		TOTALE				€ 407.418,53

Computo metrico estimativo

Azione C3

N°	Descrizione dei lavori	Quantità	Unità di misura	Prezzo unitario	Art. di tariffa	Importo
	a) Demolizioni e dismissioni					
1	<i>Taglio a sezione obbligata di muratura a mano</i>					
	Varchi canali aula magna 3.1	3,10				
	tot.	3,10	mc	€ 333,70	DM34	€ 1.034,47
2	<i>Rimozione di controsoffitto</i>					
	Corridoi centrali p.terra 285	285,00				
	Aula magna 331	331,00				
	tot.	616,00	mq	€ 3,93	DM15	€ 2.420,88
3	<i>Rimozione orditura metallica di controsoffitti</i>					
	Corridoi centrali p. terra 285	285,00				
	Aula magna 331	331,00				
	tot.	616,00	mq	€ 2,32	DM25	€ 1.429,12
			totale del capitolo			€ 4.884,47
	b) Ponteggi e opere provvisionali					
1	<i>Ponteggio in elementi metallici a telaio 1° mese</i>					
	Per colonne sostegno Aula magna (5x22x4) 5*21.5*4.0	430,00				
	tot.	430,00	mq	€ 7,20	OP1	€ 3.096,00
2	<i>Smontaggio di ponteggio a telaio</i>					
	Si considera 100% art. OP1 430	430,00				
	tot.	430,00	mq	€ 2,27	OP4	€ 976,10
3	<i>Ponteggio sistema tubo giunto 1° mese</i>					
	Per Aula Magna 290*0.72	208,80				
	tot.	208,80	mc	€ 8,68	OP5	€ 1.812,38
4	<i>Smontaggio di ponteggio sistema tubo-giunto</i>					
	Si considera il 100% dell'art. OP5 x Aula magna 208.8	208,80				
	tot.	208,80	mc	€ 3,19	OP8	€ 666,07

N°	Descrizione dei lavori	Quantità	Unità di misura	Prezzo unitario	Art. di tariffa	Importo
5	<i>Nolo di impalcato in legno per ponteggio</i>					
	Piano lavoro Aula magna 280	280,00				
	tot.	280,00 mq		€ 9,61	OP11	€ 2.690,80
		totale del capitolo				€ 9.241,35
	c) Opere murarie e finiture					
1	<i>Intonaco civile x interni a base di malta bastarda senza finitura</i>					
	Per interventi aula magna 30	30,00				
	tot.	30,00 mq		€ 18,50	FR3	€ 555,00
2	<i>Finitura a tonachina per intonaci interni</i>					
	Per interventi aula magna 40	40,00				
	tot.	40,00 mq		€ 11,20	FR1	€ 448,00
3	<i>Tinteggiatura con pittura vinilacrilica lavabile</i>					
	Aula magna 51.77	51,77				
	tot.	51,77 mq		€ 4,29	FR15	€ 222,09
		totale del capitolo				€ 1.225,09
	d) Infissi interni ed esterni, vetrate					
1	<i>Infisso esterno in profilo di ferro rivestito in PVC a battente</i>					
	Vetrate di chiusura corridoi centrali p. terra 2.72*4*2	21,76				
	tot.	21,76 mq		€ 302,60	PF6	€ 6.584,58
2	<i>F. e c. di vetrocamera</i>					
	Vetrate corridoi 21.76*0.85	18,50				
	tot.	18,50 mq		€ 41,50	PF20	€ 767,58
		totale del capitolo				€ 7.352,16
	e) Impianti di riscaldamento e climatizzazione					

N°	Descrizione dei lavori	Quantità	Unità di misura	Prezzo unitario	Art. di tariffa	Importo
1	<i>Unità interna VRF a cassetta 4 vie x soffitto Pf=5,6Kw</i>					
	Corridoi centrali p.terra 4	4,00				
	tot.	4,00 cad		€ 1.510,00	IR72	€ 6.040,00
2	<i>F. e c. di controllo remoto ambiente x unità terminali climatizzazione</i>					
	Per unità dei corridoi 4	4,00				
	Per unità trattamento aria Aula Magna 4	4,00				
	tot.	8,00 cad		€ 241,00	IR75	€ 1.928,00
3	<i>F. e c. di unità a pompa di calore VRF potenza frigo 22,4Kw</i>					
	Per UTA aria esterna 1	1,00				
	tot.	1,00 cad		€ 10.900,00	IR77	€ 10.900,00
4	<i>F. e c. di unità a pompa di calore VRF potenza frigo 45Kw</i>					
	Per Aula Magna e corridoi 1	1,00				
	tot.	1,00 cad		€ 19.500,00	IR78	€ 19.500,00
5	<i>F. e c. di U.T.A. x VRF canalizzata alta prevalenza Pf=9Kw</i>					
	Per aula magna 4	4,00				
	tot.	4,00 cad		€ 2.000,00	IR76	€ 8.000,00
6	<i>Unità trattamento aria esterna VRF da 5000mc/h con recuperatore</i>					
	Per aria di rinnovo aula magna 1	1,00				
	tot.	1,00 cad		€ 28.800,00	IR73	€ 28.800,00
7	<i>F. e c. di diffusore aria a dislocamento <35dB P=3000 mc/h</i>					
	Per aria interna ed esterna aula magna 3	3,00				
	tot.	3,00 cad		€ 4.980,00	IR74	€ 14.940,00
8	<i>Controsoffitto in fibra minerale con struttura a vista</i>					
	Corridoi centrali p. terra 285	285,00				
	tot.	285,00 mq		€ 40,40	CT21	€ 11.514,00
9	<i>Canale x aria in pannelli di poliuretano espanso per interni</i>					
	Per raccordi interni 40	40,00				

N°	Descrizione dei lavori	Quantità	Unità di misura	Prezzo unitario	Art. di tariffa	Importo
	tot.	40,00	mq	€ 46,10	IR2	€ 1.844,00
10	<i>Canale x aria in pannelli di poliuretano espanso per esterni</i>					
	Canali aula magna $((0.5+0.2)*2*(5.4*2+5*2))*2$	58,24				
	+ $(0.8+0.2)*2*12$	24,00				
	+ $(0.6+0.4)*2*(10.5*2+6.7*2+10*2)$	108,80				
	+ $(0.5+0.2)*2*(3.6*2+5*2)-0.2415$	23,84				
	Raccordi e curve esterne 4*8.46	33,84				
	tot.	248,72	mq	€ 55,70	IR3	€ 13.853,62
		totale del capitolo				€ 117.319,62
		TOTALE				€ 140.022,69

Computo metrico estimativo

PROVINCIA REGIONALE DI PALERMO
DIREZIONE MANUTENZIONE DEL PATRIMONIO ED EDILIZIA SCOLASTICA I

N°	Descrizione dei lavori	Quantità	Unità di misura	Prezzo unitario	Art. di tariffa	Importo
	a) Demolizioni e dismissioni					
1	<i>Rimozione di infissi</i>					
	Finestroni corpo scala (7.6+2.6*3+3.85)*2	38,50				
	Finestre corridoio centrale p.t. 4.42*6*2+0.0038	53,04				
	Finestre corridoi Est e Ovest (p. terra, 1 e 2) 4.42*8*2	70,72				
	Finestre Aula Magna 5.85*5+9.18*2	47,61				
	Finestre spogliatoi palestra 10.05*2+14.42	34,52				
	Finestre palestra (1 livello) 5.85*6	35,10				
	WC piano terra 3.4*2+4.42*4	24,48				
	Finestroni ballatoi p. t. e 1 6.71*4	26,84				
	Finestre grandi aule lati Est e Ovest 5.85*8*2	93,60				
	Finestre piccole lati Est e Ovest 4.42*(12+10)	97,24				
	Finestre prospetto Sud 4.42*(31+17)	212,16				
	Finestre laboratori Nord 2.95*15	44,25				
	Portoni di accesso ai cortili 2.1*3*2	12,60				
	Portoni seminterrato 5.4+3.5*2	12,40				
	Portoni principali 8*4+15*4	92,00				
	tot.	895,06 mq		€ 13,10	DM14	€ 11.725,32
2	<i>Taglio a sezione obbligata di muratura a mano</i>					
	Nuove finestre prospetto principale 2.21*6*0.35	4,64				
	Varchi canali aula magna 3.1	3,10				
	tot.	7,74 mc		€ 333,70	DM34	€ 2.583,17
3	<i>Rimozione cancellate, ringhiere e simili in ferro</i>					
	Grate Aula Magna 5.85*5+9.18*2	47,61				
	Grate palestra 5.85*6	35,10				
	Ingresso via M. Villabianca 8*4.5	36,00				
	tot.	118,71 mq		€ 6,95	DM12	€ 825,03

N°	Descrizione dei lavori	Quantità	Unità di misura	Prezzo unitario	Art. di tariffa	Importo
4	<i>Rimozione di controsoffitto</i>					
	Corridoi centrali p.terra 285	285,00				
	Aula magna 331	331,00				
	tot.	616,00 mq		€ 3,93	DM15	€ 2.420,88
5	<i>Rimozione orditura metallica di controsoffitti</i>					
	Corridoi centrali p. terra 285	285,00				
	Aula magna 331	331,00				
	tot.	616,00 mq		€ 2,32	DM25	€ 1.429,12
6	<i>Rimozione intonaco interno o esterno</i>					
	Per contorni esterni finestre e portoni 300	300,00				
	Per contorni interni 300	300,00				
	tot.	600,00 mq		€ 9,54	DM9	€ 5.724,00
7	<i>Rimozione di opere in ferro profilato o simili</i>					
	Dismissione falsi telai inidoei 50*20	1000,00				
	tot.	1000,00 kg		€ 0,33	DM13	€ 330,00
8	<i>Dismissione di lastre di marmo</i>					
	Vecchie lastre inidonee 2.8*0.4*70	78,40				
	tot.	78,40 mq		€ 15,40	DM5	€ 1.207,36
		totale del capitolo				€ 26.244,88
	b) Ponteggi e opere provvisionali					
1	<i>Ponteggio in elementi metallici a telaio 1° mese</i>					
	Per aperture finestre nuove via Arimondi 8*20	160,00				
	Per vani nuovi WC piano terra 8*20	160,00				
	Per finestroni vano scala 8*20*2	320,00				
	Per interventi nei prospetti 1200	1200,00				
	Per colonne sostegno Aula magna (5x22x4) 5*21.5*4.0	430,00				

N°	Descrizione dei lavori	Quantità	Unità di misura	Prezzo unitario	Art. di tariffa	Importo
		tot.	2270,00 mq	€ 7,20	OP1	€ 16.344,00
2	<i>Smontaggio di ponteggio a telaio</i>					
	Si considera il 100% dell'art. OP1 x infissi 1840*100/100		1840,00			
	Si considera 100% art. OP1 430		430,00			
		tot.	2270,00 mq	€ 2,27	OP4	€ 5.152,90
3	<i>Schermatura di ponteggi con stuoie o reti</i>					
	Si prevede 1000		1000,00			
		tot.	1000,00 mq	€ 3,14	OP26	€ 3.140,00
4	<i>Schermo di protezione per ponteggi in tavole</i>					
	Si prevede 600		600,00			
		tot.	600,00 mq	€ 23,20	OP27	€ 13.920,00
5	<i>Ponteggio mobile su ruote</i>					
	Per interventi in interni 1.0*2.0*3.5*10		70,00			
		tot.	70,00 mc	€ 15,10	OP9	€ 1.057,00
6	<i>Spostamento di ponteggio mobile</i>					
	Per interventi interni 100		100,00			
		tot.	100,00 cad	€ 14,00	OP10	€ 1.400,00
7	<i>Ponteggio sistema tubo giunto 1° mese</i>					
	Per Aula Magna 290*0.72		208,80			
		tot.	208,80 mc	€ 8,68	OP5	€ 1.812,38
8	<i>Smontaggio di ponteggio sistema tubo-giunto</i>					
	Si considera il 100% dell'art. OP5 x Aula magna 208.8		208,80			
		tot.	208,80 mc	€ 3,19	OP8	€ 666,07
9	<i>Nolo di impalcato in legno per ponteggio</i>					
	Piano lavoro Aula magna 280		280,00			
		tot.	280,00 mq	€ 9,61	OP11	€ 2.690,80

N°	Descrizione dei lavori	Quantità	Unità di misura	Prezzo unitario	Art. di tariffa	Importo
		totale del capitolo				€ 46.183,15
	c) Opere murarie e finiture					
1	<i>Muratura in blocchi di cemento pomice spess. >22cm</i>					
	Riduzione vani finestre wc p.t. (4.42-1.36)*4*0.35	4,28				
	tot.	4,28 mc		€ 176,40	MT2	€ 755,70
2	<i>Muratura in blocchi di cemento pomice spess. >22cm</i>					
	Riduzione vani ex uscita via Toselli 3.64*2*0.3*1.3+0.52*4*0.3*2.5	4,40				
	tot.	4,40 mc		€ 176,40	MT2	€ 776,02
3	<i>Intonaco civile x interni a base di malta bastarda senza finitura</i>					
	Vani finestre wc p.t. (4.42-1.36)*4*1.5	18,36				
	Per riprese di intonaco a contorno infissi 200	200,00				
	Per interventi aula magna 30	30,00				
	tot.	248,36 mq		€ 18,50	FR3	€ 4.594,66
4	<i>Intonaco civile x interni a base di malta bastarda senza finitura</i>					
	Riduzione vani ex uscita via Toselli 3.64*2*1.3+0.52*4*2.5+(2.5+2.4)*3*0.2	17,60				
	tot.	17,60 mq		€ 18,50	FR3	€ 325,67
5	<i>Finitura a tonachina per intonaci interni</i>					
	Per riprese di intonaco 200	200,00				
	Per interventi aula magna 40	40,00				
	tot.	240,00 mq		€ 11,20	FR1	€ 2.688,00
6	<i>Rivestimento pareti con piastrelle maiolicate</i>					
	Vani finestre wc p.t. e parete completa (4.42-1.36)*4+17.95	30,19				
	tot.	30,19 mq		€ 45,40	FR17	€ 1.370,63
7	<i>Tinteggiatura con pittura vinilacrilica lavabile</i>					
	Per interventi vari si prevede 500	500,00				
	Aula magna 51.77	51,77				

N°	Descrizione dei lavori	Quantità	Unità di misura	Prezzo unitario	Art. di tariffa	Importo
	tot.	551,77	mq	€ 4,29	FR15	€ 2.367,09
8	<i>Intonaco civile x esterni a base di malta bastarda senza finitura</i>					
	Per interventi vari si prevede 450	450,00				
	tot.	450,00	mq	€ 21,90	FR6	€ 9.855,00
9	<i>Intonaco civile x esterni a base di malta bastarda senza finitura</i>					
	Riduzione vani ex uscita via Toselli (17.6+4.48)	22,08				
	tot.	22,08	mq	€ 21,90	FR6	€ 483,55
10	<i>Finitura per esterni tipo LI Vigni</i>					
	Per riduzione vani finestre e interventi vari 450	450,00				
	Riduzione vani ex uscita via Toselli 17.6	17,60				
	tot.	467,60	mq	€ 16,60	FR11	€ 7.762,16
11	<i>Finitura a tonachina per intonaci interni</i>					
	Riduzione vani ex uscita via Toselli 17.6	17,60				
	tot.	17,60	mq	€ 11,20	FR1	€ 197,12
12	<i>F. e c. di lastre di marmo Perlato Sicilia 3cm levigate</i>					
	Nuove lastre x soglie finestre 2.8*0.4*70-2.406	75,99				
	tot.	75,99	mq	€ 119,00	FR24	€ 9.043,29
13	<i>Formazione di gocciolatoio su lastre marmo</i>					
	Per nuove soglie finestre 2.8*70	196,00				
	tot.	196,00	ml	€ 2,23	FR29	€ 437,08
			totale del capitolo			€ 40.655,97
	d) Infissi interni ed esterni, vetrate					
1	<i>Infisso esterno in profilo di ferro rivestito in PVC a battente</i>					
	Finestroni vani scala (4.35*2+1.45*2*2+2.1*2+2*1.55)*2	43,60				
	Finestre corridoio centrale p.t. 4.45*6*2	53,40				
	Finestre corridoi su cortile lati est e ovest 4.45*8*2	71,20				

N°	Descrizione dei lavori	Quantità	Unità di misura	Prezzo unitario	Art. di tariffa	Importo
	Finestre Aula Magna 5.9*4	23,60				
	Nuove fin spogliatoi palestra 4.15*3	12,45				
	Finestre palestra basse 5.9*6	35,40				
	Vasistas wc p.t. 1.38*4+1.3*2	8,12				
	Finestre ballatoi p.t e l 3.8*(3+2)	19,00				
	Aule grandi fronti est e ovest p.t e l 5.9*8*2	94,40				
	Aule p.t e l lati est e ovest 4.45*46	204,70				
	Aule prospetto sud 4.45*48+2.21*6	226,86				
	Finestre laboratori nord 2.97*15	44,55				
	Vetrature di chiusura corridoi centrali p. terra 2.72*4*2	21,76				
	tot.	859,04 mq		€ 302,60	PF6	€ 259.945,51
2	<i>F. e c. di vetrocamera</i>					
	Si considera il 90% dell'art. PF6 infissi esterni 837.28*90/100	753,55				
	Vetrature corridoi 21.76*0.85	18,50				
	Portoni di accesso ai cortili 12.6*0.8	10,08				
	Portoni seminterrato 17.8*0.8	14,24				
	Portoni principali 46.13*0.8	36,90				
	tot.	833,27 mq		€ 41,50	PF20	€ 34.580,79
3	<i>Portone in profilo di ferro rivestito di PVC</i>					
	Portoni di accesso ai cortili 2.1*3*2	12,60				
	Portoni seminterrato 5.4*2+3.5*2	17,80				
	Ingressi principali 2.65*1.45*6+3.55*3.25*2	46,13				
	tot.	76,53 mq		€ 223,40	PF7	€ 17.096,80
4	<i>Fornitura opere in ferro scatolare</i>					
	Ripresa falsi telai e piccoli interventi 50	50,00				
	tot.	50,00 kg		€ 3,27	OF1	€ 163,50
5	<i>Posa in opera opere in ferro x cancelli e simili</i>					

N°	Descrizione dei lavori	Quantità	Unità di misura	Prezzo unitario	Art. di tariffa	Importo
	Ripresa falsi telai e piccoli interventi 50	50,00				
	tot.	50,00	kg	€ 2,30	OF3	€ 115,00
		totale del capitolo				€ 311.901,60
	e) Impianti di riscaldamento e climatizzazione					
1	<i>Unità interna VRF a cassetta 4 vie x soffitto Pf=5,6Kw</i>					
	Corridoi centrali p.terra 4	4,00				
	tot.	4,00	cad	€ 1.510,00	IR72	€ 6.040,00
2	<i>F. e c. di controllo remoto ambiente x unità terminali climatizzazione</i>					
	Per unità dei corridoi 4	4,00				
	Per unità trattamento aria Aula Magna 4	4,00				
	tot.	8,00	cad	€ 241,00	IR75	€ 1.928,00
3	<i>F. e c. di unità a pompa di calore VRF potenza frigo 22,4Kw</i>					
	Per UTA aria esterna 1	1,00				
	tot.	1,00	cad	€ 10.900,00	IR77	€ 10.900,00
4	<i>F. e c. di unità a pompa di calore VRF potenza frigo 45Kw</i>					
	Per Aula Magna e corridoi 1	1,00				
	tot.	1,00	cad	€ 19.500,00	IR78	€ 19.500,00
5	<i>F. e c. di U.T.A. x VRF canalizzata alta prevalenza Pf=9Kw</i>					
	Per aula magna 4	4,00				
	tot.	4,00	cad	€ 2.000,00	IR76	€ 8.000,00
6	<i>Unità trattamento aria esterna VRF da 5000mc/h con recuperatore</i>					
	Per aria di rinnovo aula magna 1	1,00				
	tot.	1,00	cad	€ 28.800,00	IR73	€ 28.800,00
7	<i>F. e c. di diffusore aria a dislocamento <35dB P=3000 mc/h</i>					
	Per aria interna ed esterna aula magna 3	3,00				
	tot.	3,00	cad	€ 4.980,00	IR74	€ 14.940,00

N°	Descrizione dei lavori	Quantità	Unità di misura	Prezzo unitario	Art. di tariffa	Importo
8	<i>Controsoffitto in fibra minerale con struttura a vista</i>					
	Corridoi centrali p. terra 285	285,00				
	tot.	285,00 mq		€ 40,40	CT21	€ 11.514,00
9	<i>Canale x aria in pannelli di poliuretano espanso per interni</i>					
	Per raccordi interni 40	40,00				
	tot.	40,00 mq		€ 46,10	IR2	€ 1.844,00
10	<i>Canale x aria in pannelli di poliuretano espanso per esterni</i>					
	Canali aula magna $((0.5+0.2)*2*(5.4*2+5*2))*2$	58,24				
	+ $(0.8+0.2)*2*12$	24,00				
	+ $(0.6+0.4)*2*(10.5*2+6.7*2+10*2)$	108,80				
	+ $(0.5+0.2)*2*(3.6*2+5*2)-0.2415$	23,84				
	Raccordi e curve esterne 4*8.46	33,84				
	tot.	248,72 mq		€ 55,70	IR3	€ 13.853,62
		totale del capitolo				€ 117.319,62
	f) Manodopera per lavori in economia					
1	<i>Manodopera 1° livello operaio comune</i>					
	Per interventi vari 100	100,00				
	tot.	100,00 h		€ 27,20	EE1	€ 2.720,00
2	<i>Manodopera 2° livello operaio qualificato</i>					
	Per saggi e piccoli interventi 80	80,00				
	tot.	80,00 h		€ 30,20	EE2	€ 2.416,00
		totale del capitolo				€ 5.136,00
		TOTALE				€ 547.441,22



Provincia Regionale di Palermo

Direzione Manutenzione del Patrimonio ed Edilizia Scolastica I

Liceo Sc. "S. Cannizzaro" di Palermo - Progetto di
completamento, miglioramento delle condizioni igienico-
sanitarie e risparmio energetico

Bando MIUR-MATTM del 05/06/2010 - PON FESR "Ambienti per l'apprendimento - obiettivo C"

Progetto esecutivo

A2

Elenco prezzi unitari

Aggiornamento:

Sostituisce elaborati:

Gruppo di progettazione

Progettisti:

Ing. Francesco Ajello



Collaboratori tecnici:

Supp. al RUP - Ing. S. Serio

Il Responsabile Unico del Procedimento

(Prof. Leonardo Saguto)

Visti / N.O. Enti - Annotazioni

Elenco dei prezzi unitari

(Comprensivi di spese generali e utile di impresa)

DM5 ***Dismissione di lastre di marmo***

Dismissione di lastre di marmo per pavimentazioni, soglie, davanzali, pedate ed alzate di gradini e simili, compreso la rimozione dell'eventuale sottostrato di collante e/o di malta di allettamento fino ad uno spessore di cm 2, nonché l'onere per il carico del materiale di risulta sul cassone di raccolta, escluso il trasporto a rifiuto

Unità di misura: mq Prezzo di applicazione €15,40

Dedotto dall'art. 21.1.7 del vigente Prezziario Regionale

DM9 ***Rimozione intonaco interno o esterno***

Rimozione di intonaco interno od esterno, di spessore non superiore a 3 cm, eseguito con qualsiasi mezzo, compreso l'onere del carico del materiale di risulta sul cassone di raccolta, escluso il trasporto a rifiuto.

Unità di misura: mq Prezzo di applicazione €9,54

Dedotto dall'art. 21.1.11 del vigente Prezziario Regionale

DM12 ***Rimozione cancellate, ringhiere e simili in ferro***

Rimozione di opere in ferro, quali ringhiere, grate, cancelli, ecc., compresi l'accatastamento del materiale utilizzabile ed il carico del materiale di risulta sul cassone di raccolta, esclusi il trasporto a rifiuto ed eventuali opere di ripristino connesse

Unità di misura: mq Prezzo di applicazione €6,95

Dedotto dall'art. 21.1.15 del vigente Prezziario Regionale

DM13 ***Rimozione di opere in ferro profilato o simili***

Rimozione di opere in ferro quali travi, mensole e simili, compresi l'accatastamento del materiale utilizzabile ed il carico del materiale di risulta sul cassone di raccolta, esclusi il trasporto a rifiuto ed eventuali opere di ripristino connesse

Unità di misura: kg Prezzo di applicazione €0,33

Dedotto dall'art. 21.1.16 del vigente Prezziario Regionale

DM14 ***Rimozione di infissi***

Rimozione di infissi interni od esterni di ogni specie, inclusi mostre, succieli, telai, ecc., compreso il carico del materiale di risulta sul cassone di raccolta, esclusi il trasporto a rifiuto ed eventuali opere di ripristino connesse.

Unità di misura: mq Prezzo di applicazione €13,10

Dedotto dall'art. 21.1.17 del vigente Prezziario Regionale

OP4 Smontaggio di ponteggio a telaio

Smontaggio ad opera ultimata di ponteggio di cui alla voce 7.2.1, compreso il carico in cantiere, il trasporto e lo scarico al deposito:

per ogni mq di ponteggio in opera misurato dalla base.

Unità di misura: mq

Prezzo di applicazione €2,27

Dedotto dall'art. 7.2.3 del vigente Prezziario Regionale

OP5 Ponteggio sistema tubo giunto 1° mese

Approntamento di ponteggio con tubolari metallici (sistema tubo-giunto), compreso il nolo per i primi 30 giorni, realizzato per interventi ad altezze superiori a m 3,50, costituito in opera compreso il carico al deposito, il trasporto sul posto, lo scarico in cantiere, il montaggio, i pianali in legno o metallo in grado di sopportare il carico delle macchine operatrici e dei materiali e comunque di consentire l'installazione di macchinari idonei al sollevamento di materiali in assenza di gru a qualunque altezza, le tavole ferma piedi, i parapetti, le scale interne di collegamento tra pianale e pianale, i teli di protezione, gli ancoraggi affinché il ponteggio sia efficacemente assicurato al manufatto almeno in corrispondenza ad ogni due piani dello stesso e ad ogni due montanti, con disposizione di ancoraggio a rombo, compreso la segnaletica ed ogni altro onere e magistero per dare la struttura installata nel rispetto della normativa di sicurezza vigente, escluso l'eventuale progettazione, l'illuminazione e le mantovane:

per ogni mc di ponteggio in opera misurato dalla base e per i primi 30 giorni a decorrere dall'ultimazione del montaggio.

Unità di misura: mc

Prezzo di applicazione €8,68

Dedotto dall'art. 7.2.4 del vigente Prezziario Regionale

OP8 Smontaggio di ponteggio sistema tubo-giunto

Smontaggio ad opera ultimata di ponteggio di cui alla voce 7.2.4, compreso il carico in cantiere, il trasporto e lo scarico al deposito:

per ogni mc di ponteggio in opera misurato dalla base.

Unità di misura: mc

Prezzo di applicazione €3,19

Dedotto dall'art. 7.2.6 del vigente Prezziario Regionale

OP9 Ponteggio mobile su ruote

Ponteggio mobile per altezze non superiori a m 7,00 realizzato con elementi tubolari metallici e provvisto di ruote, di tavole ferma piedi, di parapetti, di scale interne di collegamento tra pianale e pianale, compreso il primo piazzamento la manutenzione ed ogni altro onere e magistero per dare la struttura installata nel rispetto della normativa di sicurezza vigente. Il ponteggio mobile sarà utilizzato solo all'interno, per opere di ristrutturazione, restauro ecc. (escluse le nuove costruzioni), nel caso in cui la superficie di scorrimento risulta piana e liscia tale da consentirne agevolmente lo spostamento:

Per ogni mc per tutta la durata dei lavori.

Unità di misura: mc

Prezzo di applicazione €15,10

Dedotto dall'art. 7.2.7 del vigente Prezziario Regionale

FR1 *Finitura a tonachina per intonaci interni*

Strato di finitura per interni su superfici già intonacate con tonachina premiscelata a base di calce idrata ed inerti selezionati (diametro massimo dell'inerte 0,6 mm), dato su pareti verticali od orizzontali, compreso l'onere per spigoli, angoli, compresi i ponti di servizio per interventi fino a m 3,50 d'altezza ed ogni altro onere e magistero per dare il lavoro finito a perfetta regola d'arte.

Unità di misura: mq

Prezzo di applicazione €11,20

*Dedotto dall'art. 9.4 del vigente Prezziario Regionale***FR3** *Intonaco civile x interni a base di malta bastarda senza finitura*

Intonaco civile per interni dello spessore complessivo non superiore a 2,5 cm, costituito da un primo strato di rinzafo, da un secondo strato sestato e traversato con malta bastarda dosata con 150-200 kg di cemento e 200 kg di calce grassa per ogni metro cubo di sabbia, il tutto dato su pareti verticali od orizzontali, compreso l'onere per spigoli e angoli, compresi i ponti di servizio per interventi fino a m 3,50 d'altezza ed ogni altro onere e magistero per dare il lavoro finito a perfetta regola d'arte.

Unità di misura: mq

Prezzo di applicazione €18,50

*Dedotto dall'art. 9.1 del vigente Prezziario Regionale***FR6** *Intonaco civile x esterni a base di malta bastarda senza finitura*

Intonaco civile per esterni dello spessore complessivo non superiore a 2,5 cm, costituito da un primo strato di rinzafo e da un secondo strato sestato e traversato con malta bastarda additivata con idrofugo, dosata con 150 ÷ 200 kg di cemento e 200 kg di calce grassa per ogni metro cubo di sabbia, il tutto dato su pareti verticali od orizzontali, compreso l'onere per spigoli e angoli, compresi i ponti di servizio per interventi fino a m 3,50 d'altezza ed ogni altro onere e magistero per dare il lavoro finito a perfetta regola d'arte.

Unità di misura: mq

Prezzo di applicazione €21,90

*Dedotto dall'art. 9.7 del vigente Prezziario Regionale***FR11** *Finitura per esterni tipo LI Vigni*

Strato di finitura per esterni su superfici già intonacate con tonachina tipo Li Vigni Terranova e simili, nei colori a scelta della D.L., dato su pareti verticali od orizzontali, compreso l'onere per spigoli e angoli, compresi i ponti di servizio per interventi fino a m 3,50 d'altezza ed ogni altro onere e magistero per dare il lavoro finito a perfetta regola d'arte.

Unità di misura: mq

Prezzo di applicazione €16,60

Dedotto dall'art. 9.9 del vigente Prezziario Regionale

CT21 *Controsoffitto in fibra minerale con struttura a vista*

Controsoffitto realizzato con pannelli di fibre minerali componibili, spessore 16mm circa, dimensioni 60x60 cm, ignifughi classe 1, appoggiati su struttura a vista in acciaio zincato rivestita in acciaio preverniciato, composta da profili portanti e profili intermedi a T fissati alla struttura muraria tramite pendinatura regolabile; in opera compreso taglio, sfrido, eventuali zone verticali; compreso ponteggio di servizio ed ogni altro onere ed accessorio.

Unità di misura: mq

Prezzo di applicazione €40,40

PF6 *Infisso esterno in profilo di ferro rivestito in PVC a battente*

Fornitura e posa in opera di serramenti esterni realizzati con profili estrusi in PVC rigido modificato, ad alta resistenza all'urto, a taglio termico, costruiti con sezione interna pluricamera, dimensione minima del telaio a murare mm 60 x 70, dimensione minima anta mobile mm 60 x 80, colore standard RAL 1013, spessore minimo delle pareti secondo norme RAL-RG 716/1. Dovranno essere dotati di precamera esterna di ventilazione e drenaggio e, con il piano della base interna inclinato per meglio favorire eventuali evacuazioni dell'acqua verso l'esterno. Predisposti di sede continua per l'alloggiamento di guarnizioni in EPDM di tenuta sull'anta mobile e sul telaio. Il telaio fisso conterrà in un'unica soluzione la battuta dell'anta, un distanziatore, le guide, l'avvolgibile con i suoi meccanismi di manovra. I profili dovranno avere sezioni adeguate a garantire al serramento le seguenti prestazioni: classe di permeabilità all'aria 4 (UNI EN 12207); classe di tenuta all'acqua 9A (UNI EN 12208); classe di resistenza al vento C3 (UNI EN 12210); trasmittanza termica complessiva U compresa fra 1,5 W/(m²K) calcolata secondo il procedimento previsto dalla norma UNI EN 10077-1, abbattimento acustico 34 dB secondo UNI EN 20717, comportamento al fuoco classe 1 autoestinguente (UNI 7678). Gli accessori di chiusura (dispositivo antiribalta) saranno in acciaio corredati di cerniera frizionata, errata manovra e dispositivo alza anta, compreso di maniglia in duralluminio. I serramenti dovranno essere corredati di guarnizioni a vetro di tenuta in EPDM posta sull'anta nella battuta esterna in modo continuo escludendo ogni taglio o giunzioni negli angoli. Rinforzi metallici inseriti in tutti i 4 lati del telaio a murare e delle ante con larghezza superiore a 600 mm, saranno in acciaio zincato atti a dare resistenza meccanica ai profili in PVC; lo spessore delle pareti sarà dimensionato in relazione alle sollecitazioni statiche dell'infisso. Il telaio e le ante mobili saranno dotati di fori di drenaggio. Il collegamento dei serramenti con il telaio non dovrà dar luogo a vibrazioni, infiltrazioni d'aria o d'acqua per mezzo di sigillanti al silicone, eseguito a perfetta regola d'arte. Sono esclusi la fornitura e posa in opera dei vetri. — Superficie minima di misurazione m² 1,20 per singolo battente o anta: a uno o più battenti (accessori: maniglia tipo cremonese o maniglione e cerniere); a vasistas (accessori: cricchetto, cerniere e aste d'arresto).

Unità di misura: mq

Prezzo di applicazione €302,60

Dedotto dall'art. 8.6.1 del vigente Prezziario Regionale

PF7 Portone in profilo di ferro rivestito di PVC

Fornitura e collocazione d'infisso di PVC per portoncino con profilati delle dimensioni minime di 6x7 cm del peso per metro non inferiore a 1,60 kg rinforzato all'interno con profilati ad U o scatolare di ferro zincato, spessore minimo 1,2 mm, del peso non inferiore a 1 kg per metro, assemblato mediante saldatura a caldo, collocato su controtelai murati di scatolare zincato 45x25 mm, spessore 1,5 mm, completo in opera comprese guarnizioni, cerniere, maniglie, apparecchi di trattenuta e chiusura e quanto altro occorre per dare l'opera completa a perfetta regola d'arte, escluso solo il vetro: — superficie minima di misurazione: mq 2,00 .

Unità di misura: mq

Prezzo di applicazione €223,40

*Dedotto dall'art. 8.7 del vigente Prezziario Regionale***PF20 F. e c. di vetrocamera**

Fornitura e posa in opera di vetri termoacustici isolanti (vetro camera), che seguono le norme di sicurezza dettate dalla UNI 7697, secondo quanto indicato dal D.lgs. 192/05, all. C, punto 4 per quanto riguarda l'individuazione delle classi minime riferite alle zone climatiche interessate, composti da due cristalli incolori da almeno 4 mm, tagliati a misura e collegati fra loro con un'intercapedine di 6-12 mm, compresi distanziatori e tutto quanto altro occorre per dare l'opera completa a perfetta regola d'arte

Unità di misura: mq

Prezzo di applicazione €41,50

*Dedotto dall'art. 8.14 del vigente Prezziario Regionale***OF1 Fornitura opere in ferro scatolare**

Fornitura di opere in ferro in profilati scatolari di qualsiasi sezione e forma, composti a semplice disegno geometrico, completi di ogni accessorio, cerniere, zanche, etc. comprese le saldature e relative molature, tagli, sfridi ed ogni altro onere .

Unità di misura: kg

Prezzo di applicazione €3,27

*Dedotto dall'art. 7.1.1 del vigente Prezziario Regionale***OF3 Posa in opera opere in ferro x cancelli e simili**

Posa in opera di opere in ferro di cui agli artt. 7.1.1 e 7.1.2 (Prez. Reg. Sic.) per cancelli, ringhiere, parapetti, serramenti, mensole, zanche, cravatte ed opere similari, a qualsiasi altezza o profondità comprese opere provvisoriale occorrenti, opere murarie, la stesa di antiruggine nelle parti da murare e quanto altro occorre per dare il lavoro completo a perfetta regola d'arte.

Unità di misura: kg

Prezzo di applicazione €2,30

Dedotto dall'art. 7.1.3 del vigente Prezziario Regionale

IR2 *Canale x aria in pannelli di poliuretano espanso per interni*

Fornitura e collocazione di canali per aria, per applicazioni all'interno di edifici, realizzati con pannelli di poliuretano espanso rigido da 20mm di spessore, rivestito su entrambi i lati con alluminio goffrato di spessore 80 micron secondo le seguenti specifiche:

- Poliuretano espanso densità di massa 52Kg/mc +/-2
- Peso specifico pannello compreso rivestimento 1,6 Kg/mq
- Omologazione antincendio Classe 0-1
- Spessore rivestimento alluminio 80 + 80 micron
- Trattamento superficiale protettivo su entrambi le facce con lacca antiossidante al poliestere (min 2 g/mq)
- Campo di applicazione da -30°C a +65°C
- Conducibilità termica (T=10°C - UNI 7745) 0,025 W/m°C
- Resistenza a compressione (UNI EN 826) 144 KPa

Realizzati su disegno, di qualsiasi sezione e forma, flangiati con speciali profili in alluminio sigillati con guarnizioni e/o collanti; posti in opera tramite staffatura a soffitto o a parete, a qualsiasi altezza da terra, compreso i pezzi speciali, le curve, il taglio, lo sfrido, il trasporto, il ponteggio di servizio ed ogni altro onere ed accessorio.

Da computare a mq di sviluppo della superficie esterna del canale.

Unità di misura: mq

Prezzo di applicazione €46,10

IR3 *Canale x aria in pannelli di poliuretano espanso per esterni*

Fornitura e collocazione di canali per aria, per applicazioni all'esterno, realizzati con pannelli di poliuretano espanso rigido da 30mm di spessore, rivestito con alluminio goffrato di spessore 80 micron sul lato interno e 200micron su quello esterno, secondo le seguenti specifiche:

- Poliuretano espanso densità di massa 46-50Kg/mc +/-2
- Peso specifico pannello compreso rivestimento 1,65 Kg/mq
- Omologazione antincendio Classe 0-1
- Spessore rivestimento alluminio 80 + 200 micron
- Trattamento superficiale protettivo su entrambi le facce con lacca antiossidante al poliestere (min 2 g/mq)
- Campo di applicazione da -30°C a +65°C
- Conducibilità termica (T=10°C - UNI 7745) 0,025 W/m°C
- Resistenza a compressione (UNI EN 826) 144 KPa

Realizzati su disegno, di qualsiasi sezione e forma, flangiati con speciali profili in alluminio sigillati con guarnizioni e/o collanti; posti in opera tramite staffatura a soffitto o a parete, a qualsiasi altezza da terra, compreso i pezzi speciali, le curve, il taglio, lo sfrido, il trasporto, il ponteggio di servizio ed ogni altro onere ed accessorio.

Unità di misura: mq

Prezzo di applicazione €55,70

IR72 Unità interna VRF a cassetta 4 vie x soffitto Pf=5,6Kw

Fornitura e collocazione di unità di condizionamento del tipo a cassetta per installazione ad incasso in controsoffitto, del tipo a portata variabile di refrigerante secondo il sistema VRF, con distribuzione dell'aria a quattro vie, costituita da corpo dell'unità in lamiera zincata rivestita con materiale isolante di colore neutro e griglia in materiale plastico di colore bianco puro.

Le caratteristiche tecniche dell'unità saranno:

- Potenzialità nominale in raffreddamento pari a 5,6 kW ed in riscaldamento 6,3 kW .
- Sistema di regolazione del flusso di refrigerante controllato da valvola modulante LEV con controllo continuo della potenza tra il 25% ed il 100%.
- Refrigerante R410A o R407C o R22 con sistema di controllo in grado di riconoscere il refrigerante utilizzato.
- Portata d'aria assicurata da ventilatore centrifugo a quattro velocità pari a 720/780/840/960 mc/h con prevalenza utile di 0 Pa
- Dimensioni del corpo dell'unità da incassare in controsoffitto pari a (mm) 258(A)-840(P)-840(L) , e dimensioni della griglia di (mm) 35(A)-950(P)-950(L) con peso netto non superiore a 22+6 kg.
- Sistema di controllo di tipo evoluto installato e cablato all'interno dell'unità dotato di dispositivi di settaggio tipo rotary switch.
- Collegamento al sistema di controllo tramite bus di comunicazione di tipo non polarizzato .
- Alimentazione elettrica di tipo monofase 50 Hz - 220 V con assorbimento elettrico nominale in raffreddamento di 0,04 kW ed in riscaldamento 0,03 kW.
- Livello sonoro dell'unità non superiore a 27/28/30/31 dB(A) in funzione della velocità di rotazione del ventilatore.

La sezione di controllo dell'unità interna dovrà essere alimentata autonomamente dalla linea di trasmissione proveniente dall'unità esterna incluse le valvole di espansione LEV, senza che la mancanza di alimentazione di rete all'unità interna stessa costituisca anomalia per il sistema sia per quanto riguarda la sezione elettrica che la sezione frigorifera.

L'unità interna dovrà essere dotata di appositi connettori liberamente programmabili per il collegamento di segnali di INPUT ed OUTPUT digitali, al fine di gestire apparecchiature generiche tecnologiche di terzi presenti in campo.

Dovranno essere disponibili almeno 3 segnali di INPUT e 4 segnali di OUTPUT.

Ogni unità interna dovrà poter collegare 2 apparecchiature generiche, ognuna delle quali gestita attraverso i seguenti segnali :

INPUT :

Stato di ON/OFF

Stato di Anomalia

OUTPUT :

Comando di ON/OFF

Tramite il kit composto da sistema di supervisione + centralizzatori + PLC dovrà essere possibile programmare liberamente i segnali collegati all'unità interna, visualizzarli, ed interagire con essi.

Dovrà inoltre essere possibile programmare liberamente interazioni tra le apparecchiature generiche e le unità interne dell'impianto, per le quali dovranno poter essere controllate le seguenti funzioni :

ON/OFF

Impostazione della temperatura

Modo operativo

Velocità ventilatore

La griglia avrà quattro bocche di mandata dell'aria poste sui lati della griglia stessa, dotate di deflettori ad orientamento motorizzato con posizionamento di chiusura ad apparecchiatura disinserita . Griglia di ripresa ad apertura semplificata posta nella parte centrale , per un facile accesso ai filtri , di tipo in fibra sintetica a nido d'ape rigenerabili e lavabili.

Foratura pre tranciata della scocca per il collegamento sia a presa di aria esterna , che a canale di derivazione La rimozione del pannello di mascheramento dovrà consentire la completa ispezionabilità dal basso di tutti i componenti dell'apparecchiatura.

La batteria a più ranghi sarà di tipo Cross-Fin con tubi di rame alettati in alluminio.

Le apparecchiature elettriche e di controllo saranno poste in posizione con accesso facilitato frontalmente all'unità.

Il movimento dell'aria sarà assicurato da ventilatore centrifugo direttamente accoppiato al motore monofase ad induzione che sarà a quattro velocità. Il ventilatore dovrà essere interamente costruito in materiale plastico consentendo così una drastica riduzione del peso dell'unità ed assenza di vibrazioni . Il motore del ventilatore dovrà avere potenza di 0.050 kW e sarà protetto da un interruttore termico. Gli attacchi della linea gas dovranno essere di 12.7 mm mentre quelli della linea del liquido saranno di 6.35 mm.

Lo scarico della condensa , sarà dotato di pompa di sollevamento con prevalenza 0.06Kpa.

Compreso le tubazioni della linea gas da 12.7 mm e della linea del liquido da 6.35 mm per il collegamento alle linee primarie. Compreso il tubo flessibile di raccordo all'impianto di scarico della condensa.

Compresa la quota parte della linea trasmissione dati tra le unità interne installate entro apposite tubazioni , ed ogni altro onere e magistero occorrenti per dare l'opera installata a perfetta regola d'arte e funzionante.

Unità di misura: cad

Prezzo di applicazione €1.510,00

IR73 **Unità trattamento aria esterna VRF da 5000mc/h con recuperatore**

Fornitura e collocazione di unità per il trattamento dell'aria esterna di tipo packaged di 5.000m³/h, a basso consumo energetico, con recuperatore di calore totale, che dovrà funzionare con una unità esterna remota a pompa di calore di tipo VRF.

La configurazione standard dovrà essere composta da:

- struttura portante costituita da un telaio in profilati di alluminio, realizzato in modo che le viti di fissaggio risultino interne ai profilati, quindi non sporgenti internamente all'unità.
- pannellatura con pannelli a doppia parete, faccia interna in lamiera zincata di spessore 6/10 mm, faccia esterna in lamiera plastificata di spessore 6/10 mm. Pannello con spessore minimo di 45 mm e coibentazione realizzata mediante iniezione a caldo di poliuretano espanso con densità di 46 Kg/mc e coefficiente globale di trasmissione K di 0,58 W/°Cm², classe di reazione al fuoco 1. Classe di tenuta B.
- sistema di accoppiamento pannelli /struttura con viti a scomparsa nei profili (non sporgenti all'interno) e apposite guarnizioni di tenuta in Pivylene.
- cerniere e maniglie in materiale plastico.
- diaframmi interni di separazione realizzati con lamiera zincata di spessore 10/10 mm.
- bacinella di raccolta condensa realizzata in acciaio inox oppure in vetroresina con scarico laterale lato ispezioni.
- basamento realizzato con lamiera di acciaio zincato spessore 25/10 mm piegata a 'C' con elementi costituenti il basamento fissati con apposite basi angolari in alluminio pressofuso.
- versione per esterno con tetto di protezione dalle intemperie in alluminio.
- prese aria esterna equipaggiate con rete antivolatile e griglia parapioviggia ad alette inclinate, realizzate con la stessa lamiera dell'unità.
- prefiltro G4 in fibra di vetro pieghettato sull'aria esterna e sulla ripresa.
- ventilatori di mandata e di ripresa a pale rovesce del tipo a girante libera con motore a commutazione elettronica ad alto rendimento integrato alla struttura della girante per assicurare una maggior affidabilità di funzionamento eliminando cuscinetti e organi rotanti del ventilatore e la trasmissione a cinghie con conseguente riduzione delle vibrazioni e limitazione della manutenzione. Girante e cassa del motore in alluminio, albero e statore in acciaio.
- motori a lunga durata di vita, dovuta alle temperature interne mediamente più basse dei motori tradizionali ed assenza di elevate correnti di spunto, predisposti per azionamento tramite un segnale 0-10 V oppure 4-20 mA.

Avviamento tipo 'soft-start', controllo di minima tensione, controllo di alimentazione (presenza fasi), protezione dalle sovratemperature, dalle sovracorrenti e quella sul controllo del rotore bloccato. Protezione del motore IP54, classe di isolamento F.

- recuperatore di calore serie LU-500 a scambio totale di calore (sensibile e latente) del tipo igroscopico a flussi incrociati ad alto rendimento (minimo 72%).
- serranda di by-pass del recuperatore di calore totale LU-500 per sfruttare la possibilità di risparmio energetico nel periodo medio stagionale, laddove le temperature dell'aria esterna sono tali da consentire un raffrescamento naturale e gratuito degli ambienti (Free Cooling). La serranda sarà costruita con telaio in alluminio e pale in alluminio ad azionamento contrapposto, comando tramite ingranaggi in ABS, guarnizioni di tenuta in EPDM e servocomando on/off asservito al sistema di regolazione della FAU.
- filtro ad alta efficienza F7 sulla mandata, del tipo a tasche rigide non inceneribile e quindi non classificato come rifiuto speciale una volta sostituito.
- batteria di raffreddamento/riscaldamento ad espansione diretta a più ranghi Cross-Fin con tubi di rame rigati internamente (inner grooved) e alette V waffle lover fin in alluminio e collettori in rame.
- vano di alloggiamento dei dispositivi elettrici di alimentazione e controllo, in modo che gli stessi risultino totalmente inglobati nella macchina, comprendente:

- quadro elettrico generale realizzato con componentistica ad alto livello, atta a garantire affidabilità e sicurezza
- predisposizione per il montaggio dei quadri di controllo e dei quadri elettrici ausiliari degli accessori
- illuminazione interna con base magnetica e cavo con lunghezza minima di 1,5 m
- sistema di connettori precablati su ogni componente standard o accessorio da collegare al quadro elettrico generale e ai quadri elettrici ausiliari degli accessori.
- connettori rapidi codificati tra quadro elettrico ed organi in campo
- predisposizione per funzione di gestione remota WEB browser via LAN, WAN e INTERNET delle principali operazioni di accensione, spegnimento, regolazione della temperatura e segnalazione delle anomalie.

ACCESSORI DISPONIBILI

- sezione aggiuntiva di umidificazione a vapore, costruita con la stessa struttura dell'unità standard, comprendente una bacinella di raccolta condensa, un separatore di gocce, un produttore di vapore da 15 kg/h con relativo distributore di vapore e la predisposizione per i collegamenti elettrici di potenza e di controllo da riportare alla morsettiera principale.
- sistema automatico per portata aria costante, che tramite dei trasduttori di pressione e relativo quadro di controllo consenta di monitorare e controllare la portata dei ventilatori.
- filtro a tasche combinato con carboni attivi, che sommi la filtrazione ad alta efficienza F7 del filtro a tasche con le proprietà chimiche dei carboni attivi che neutralizzano i contaminanti gassosi e ne riducono la percezione olfattiva.
- batteria elettrica antigelo da 8 kW, del tipo con elementi corazzati e con controllo modulante tramite relè SSR, completa del relativo quadro elettrico ausiliare completamente cablato e dotato di attacco rapido per l'aggancio al quadro elettrico generale, sonda di temperatura e connettori precablati.
- batteria elettrica di postriscaldamento da 8 kW, del tipo con elementi corazzati e con controllo modulante tramite relè SSR, completa del relativo quadro elettrico ausiliare completamente cablato e dotato di attacco rapido per l'aggancio al quadro elettrico generale, sonda di temperatura e connettori precablati.

Unità di misura: cad

Prezzo di applicazione €28.800,00

IR74 *F. e c. di diffusore aria a dislocamento <35dB P=3000 mc/h*

Fornitura e collocazione di diffusore a dislocamento per bassa velocità e bassi livelli sonori (<35dB con 3000mc/h) per una portata media regolabile di circa 2700mc/h, tipo DBCa Varizon mod. 300-600 o similari con caratteristiche tecniche analoghe o migliori.

Corpo principale in lamiera verniciata, da applicare a parete con canale di alimentazione superiore di uguale sezione, con deflettori interni regolabili come portata e direzione, nascosti dietro la lamiera forata. Dimensioni di ingombro 2000x900 mm circa, comprensivo di lamiera di copertura sopracanale, pannello di chiusura basamento, dispositivo di misura esterno; in opera tassellato a parete compreso canale e copri canale superiore, basamento, assistenza tecnica per la messa in esercizio nelle migliori condizioni di diffusione e rumore ambiente; compreso imballaggio, trasporto ed ogni altro onere ed accessorio per dare l'opera finita a regola d'arte.

Unità di misura: cad

Prezzo di applicazione €4.980,00

IR75 *F. e c. di controllo remoto ambiente x unità terminali climatizzazione*

Fornitura e collocazione di controllo remoto ambiente costituito da un unico dispositivo comprendente tastiera e display a cristalli liquidi alfanumerico.

Esso dovrà essere collegato ai sistemi di climatizzazione per mezzo di linea di trasmissione dedicata costituita da cavo a due conduttori non polarizzato.

Dovrà essere possibile gestire 1 gruppo fino a 16 climatizzatori in modo collettivo.

I climatizzatori dovranno essere rappresentati sul display tramite icone e simboli che riportino lo stato di funzionamento degli stessi.

Le informazioni minime previste saranno le seguenti :

- On/Off
- Modo di funzionamento
- Temperatura regolata
- Temperatura ambiente
- Velocità del ventilatore
- Direzione del flusso aria
- Anomalie
- Segnalazione filtro sporco
- Eventuali programmazioni orarie
- Eventuali Proibizioni/Abilitazioni delle funzioni dei comandi locali

Interagendo con i comandi dovrà essere possibile regolare il funzionamento dei climatizzatori tramite le seguenti operazioni :

- On/Off
- Modo di funzionamento
- Regolazione temperatura
- Regolazione velocità del ventilatore
- Regolazione direzione del flusso aria

Dovrà essere possibile controllare in modo indipendente o interbloccato le funzioni principali di eventuali sistemi di recupero e/o di trattamento aria, ed in modo indipendente eventuali sistemi di trattamento aria.

Il controllo remoto dovrà disporre di apposito connettore per il collegamento optional di un segnale di arresto di emergenza. Il controllo remoto dovrà disporre di un timer interno su base giornaliera, con funzioni di ON/OFF singolo, ciclico, e OFF automatico.

Dovrà essere possibile limitare il campo di impostazione della temperatura, sia da tastiera locale che da parte di un sistema di supervisione.

Dovrà essere possibile proibire, da parte di un controllo gerarchicamente superiore, le funzioni di ON/OFF, scelta modo funzionamento, regolazione temperatura, reset segnalazione filtro.

Il controllo sarà settato tramite rotary switch ai fini della corretta configurazione del sistema.

Compresa la linea di trasmissione dati dal comando alla unità interna installata entro tubo di protezione e ogni altro onere e magistero per dare l'opera completa e funzionante.

Unità di misura: cad

Prezzo di applicazione €241,00

IR76 F. e c. di U.T.A. x VRF canalizzata alta prevalenza Pf=9Kw

Fornitura e collocazione di unità di condizionamento canalizzabile ad alta prevalenza , per installazione a controsoffitto, del tipo a portata variabile di refrigerante secondo il sistema VRF , avente le seguenti caratteristiche.

- Potenzialità nominale in regime di raffreddamento pari a 9 kW ed in riscaldamento 10 kW .
- Sistema di regolazione del flusso di refrigerante controllato da valvola modulante LEV con controllo continuo della potenza tra il 25% ed il 100%.
- Refrigerante utilizzabile R22 o R407C o R410A con sistema di controllo in grado di riconoscere il refrigerante in circuito .
- Portata d'aria assicurata ventilatore a due velocità pari a 1.080/1.500 mc/h con prevalenza utile di 50/100/200 Pa
- Dimensioni dell'unità pari a (mm) 380(A)-1000(P)-900(L) , con peso netto non superiore a 50 kg.
- Sistema di controllo di tipo evoluto installato e cablato all'interno dell'unità dotato di dispositivi di settaggio tipo rotary switch .
- Collegamento al sistema di controllo tramite bus di comunicazione di tipo non polarizzato .
- Alimentazione elettrica di tipo monofase 50 Hz - 220 V con assorbimento elettrico massimo in raffreddamento di 0,40 kW.
- Livello sonoro dell'unità che non superiore a 35/41 dB(A) in funzione della velocità di rotazione del ventilatore.

La sezione di controllo dell'unità interna dovrà essere alimentata autonomamente dalla linea di trasmissione proveniente dall'unità esterna incluse le valvole di espansione LEV, senza che la mancanza di alimentazione di rete all'unità interna stessa costituisca anomalia per il sistema sia per quanto riguarda la sezione elettrica che la sezione frigorifera.

L'unità interna dovrà essere dotata di appositi connettori liberamente programmabili per il collegamento di segnali di INPUT ed OUTPUT digitali, al fine di gestire apparecchiature generiche tecnologiche di terzi presenti in campo.

Dovranno essere disponibili almeno 3 segnali di INPUT e 4 segnali di OUTPUT.

Ogni unità interna dovrà poter collegare 2 apparecchiature generiche, ognuna delle quali gestita attraverso i seguenti segnali :

INPUT :

Stato di ON/OFF

Stato di Anomalia

OUTPUT :

Comando di ON/OFF

Tramite il kit composto da sistema di supervisione + centralizzatori + PLC dovrà essere possibile programmare liberamente i segnali collegati all'unità interna, visualizzarli, ed interagire con essi.

Dovrà inoltre essere possibile programmare liberamente interazioni tra le apparecchiature generiche e le unità interne dell'impianto, per le quali dovranno poter essere controllate le seguenti funzioni :

ON/OFF

Impostazione della temperatura

Modo operativo

Velocità ventilatore

L'unità sarà costituita da telaio di supporto in acciaio zincato stampato

La bocca di mandata dell'aria, posta anteriormente, sarà dotata di flangia metallica per il collegamento alla canalizzazione, mentre la bocca di ripresa posta posteriormente , sarà dotata di flangia metallica per il collegamento alla canalizzazione .

I filtri aria dovranno essere opportunamente collocati o in prossimità della griglia di ripresa o in apposita sezione filtri ispezionabile .

La batteria, a più ranghi, sarà di tipo Cross-Fin con tubi di rame alettati in alluminio.

Il quadretto di alimentazione elettrico sarà posto in posizione esterna con accesso facilitato, semplificando così l'esecuzione dei collegamenti elettrici .

Il movimento dell'aria sarà assicurato da ventilatore tipo Sirocco direttamente accoppiato a motore monofase ad induzione che sarà a due velocità , ed avrà potenza pari a 0.18 kW . Il motore sarà protetto da un interruttore termico.

Gli attacchi della linea gas dovranno essere di 15.88 mm mentre quelli della linea del liquido saranno di 9.52 mm.

Lo scarico della condensa sarà di tipo flessibile .

E' compresa la quota parte della linea trasmissione dati tra le unità interne installate entro apposite tubazioni , ed ogni altro onere e magistero occorrenti per dare l'opera installata a perfetta regola d'arte e funzionante.

Unità di misura: cad

Prezzo di applicazione €2.000,00

IR77 *F. e c. di unità a pompa di calore VRF potenza frigo 22,4Kw*

Fornitura e collocazione di unità a pompa di calore ad espansione diretta secondo il sistema VRF con condensazione ad aria e portata variabile di refrigerante R410A tramite un unico compressore ad inverter, della potenza di 22,4 kW in raffreddamento e di 25,0 kW in riscaldamento alle condizioni nominali di funzionamento e relativa potenza elettrica assorbita di 5,62 kW in raffreddamento e 5,84 kW in riscaldamento.

L'unità a pompa di calore dovrà avere le seguenti caratteristiche:

- alimentazione 380 V 50 Hz.
- corrente assorbita nominale 9,4 A in raffreddamento e 9,8 A in riscaldamento.
- carpenteria dei moduli in lamiera zincata preverniciata, adatta per esposizione esterna.
- dimensioni e peso massimo:
1.710 (H) x 920 (L) x 760 (P) mm, 190 kg
- piedi di sostegno rimovibili per ridurre l'altezza a soli 1.650 mm
- possibilità di installazione affiancata.
- compressore di tipo scroll, ermetico ad alta efficienza, equipaggiato con inverter a controllo lineare con campo di azione tra il 16% ed il 100%, aventi potenza nominale e resistenza di riscaldamento del carter di:
n° 1 x 5,4 kW - 0,035 kW
- circuito frigorifero dotato di separatore d'olio, valvola di inversione a quattro vie, valvola solenoide, ricevitore di liquido, accumulatore di gas, sonde per alta e bassa pressione, pressostato di sicurezza e valvola di by-pass e quanto occorre per ottimizzare il loro funzionamento.
- schede elettroniche di controllo e di sicurezza, in grado di attivare automaticamente le modalità di raffreddamento e riscaldamento e la funzione di sbrinamento degli scambiatori, in relazione ai segnali provenienti dai sensori delle sezioni stesse e dalle singole unità interne periferiche tramite bus di trasmissione.
- sistema di controllo di tipo evoluto installato e cablato all'interno dell'unità, dotato di dispositivi di settaggio tipo rotary switch.
- display a 4 cifre in grado di fornire codici per informazioni di servizio (autodiagnosi).
- collegamento al sistema di controllo tramite bus di comunicazione di tipo non polarizzato. Al fine di garantire la compatibilità con la legge 46/90 relativamente all'indipendenza di apparati in tensione tra porzioni immobiliari contigue di diversa proprietà, nonché per gli aspetti gestionali inerenti la libertà individuale del singolo inquilino di disattivare per qualsivoglia motivo la tensione elettrica all'interno della propria unità immobiliare, e non ultima la necessità che un guasto alle unità interne installate all'interno di una unità immobiliare non comprometta mai il funzionamento di apparati installati presso altrui proprietà, l'unità a pompa di calore dovrà essere in grado di alimentare autonomamente la linea di trasmissione alle unità interne, incluse le valvole di espansione LEV, e i controlli/comandi remoti. Il sistema VRF dovrà quindi essere in grado di garantire la continuità di funzionamento anche nel caso di mancanza di alimentazione di rete a una o più delle unità interne, per qualsivoglia motivo questa venga a mancare (guasto o disattivazione volontaria). La mancanza di alimentazione di rete di una o più unità interne o il guasto ad una scheda di controllo non dovrà in alcun modo costituire anomalia per il sistema che dovrà continuare a funzionare correttamente senza alcun tipo di intervento per le restanti parti, sia per quanto riguarda la sezione elettrica che la sezione frigorifera.
- scambiatore di calore verso l'ambiente esterno, in tubo di rame con alettatura a pacco in alluminio anticorrosione (Blue Fin), di tipo piegato ad U, con prese d'aria protette da rete metallica a maglia quadra.
- refrigerante utilizzabile R410A.
- ventilatore di scambio termico con l'esterno, di tipo elicoidale, con portata d'aria e potenza assorbita di:

n°1 x 10.200 mc/h - 0,46 kW

- livello di rumorosità 56 dB(A).

- campo di funzionamento:

in raffreddamento = esterno tra -5 e 46°C B.S., interno tra 15 e 24°C B.U.

in riscaldamento = esterno tra -20 e 15,5°C B.U. , ed interno tra 15 e 27°C B.S.

L'unità dovrà poter operare secondo due modalità diverse, selezionabili a mezzo Dip Switch:

- modalità 'capacità'

- modalità 'efficienza (COP)'

In modalità 'capacità' l'unità dovrà fornire il 100% della capacità in riscaldamento fino a -2,5°C di temperatura dell'aria esterna, garantendo, inoltre, fino a -20°C maggiore capacità rispetto alla modalità 'efficienza'.

In modalità 'efficienza', invece, l'unità dovrà predisporre per mantenere per tutto l'intervallo operativo di temperatura dell'aria esterna, il miglior bilanciamento tra capacità resa e potenza assorbita.

La pompa di calore potrà essere collegata ad un massimo di 17 unità interne della potenza minima di 1,7 kW in raffreddamento e 1,9 kW in riscaldamento, la cui potenza complessiva dovrà essere compresa tra il 50% ed il 130% in relazione alla potenza nominale della pompa di calore . Il sistema di distribuzione del gas refrigerante sarà a due tubi, con diametri delle tubazioni di 9,52 mm per il liquido e di 19,05 mm per il gas, entrambi con attacco a brasare .

E' compresa la installazione di supporti antivibranti, l'eventuale basamento in ferro o c.a. per la ripartizione del carico su solaio, la quota parte della linea trasmissione dati con le unità interne installata entro apposite tubazioni, la linea elettrica di allaccio all'impianto, l'interruttore automatico di protezione da inserire in quadretto per esterni ed ogni altro onere e magistero necessari a dare l'opera installata a perfetta regola d'arte e funzionante.

Unità di misura: cad

Prezzo di applicazione €10.900,00

IR78 *F. e c. di unità a pompa di calore VRF potenza frigo 45Kw*

Fornitura e collocazione di unità a pompa di calore ad espansione diretta secondo il sistema VRF con condensazione ad aria e portata variabile di refrigerante R410A tramite un unico compressore ad inverter, della potenza di 45,0 kW in raffreddamento e di 50,0 kW in riscaldamento alle condizioni nominali di funzionamento e relativa potenza elettrica assorbita di 13,11 kW in raffreddamento e 12,82 kW in riscaldamento.

L'unità a pompa di calore dovrà avere le seguenti caratteristiche:

- alimentazione 380 V 50 Hz.
- corrente assorbita nominale 22,1 A in raffreddamento e 21,6 A in riscaldamento.
- carpenteria dei moduli in lamiera zincata preverniciata, adatta per esposizione esterna
- dimensioni e peso massimo: 1.710 (H) x 1220 (L) x 760 (P) mm, 250 kg
- piedi di sostegno rimovibili per ridurre l'altezza a soli 1.650 mm
- possibilità di installazione affiancata.
- compressore di tipo scroll, ermetico ad alta efficienza, equipaggiato con inverter a controllo lineare con campo di azione tra il 16% ed il 100%, aventi potenza nominale e resistenza di riscaldamento del carter di: n° 1 x 10,1 kW - 0,045 kW
- circuito frigorifero dotato di separatore d'olio, valvola di inversione a quattro vie, valvola solenoide, ricevitore di liquido, accumulatore di gas, sonde per alta e bassa pressione, pressostato di sicurezza e valvola di by-pass e quanto occorre per ottimizzare il loro funzionamento.
- schede elettroniche di controllo e di sicurezza, in grado di attivare automaticamente le modalità di raffreddamento e riscaldamento e la funzione di sbrinamento degli scambiatori, in relazione ai segnali provenienti dai sensori delle sezioni stesse e dalle singole unità interne periferiche tramite bus di trasmissione.
- sistema di controllo di tipo evoluto installato e cablato all'interno dell'unità, dotato di dispositivi di settaggio tipo rotary switch.
- display a 4 cifre in grado di fornire codici per informazioni di servizio (autodiagnosi).
- collegamento al sistema di controllo tramite bus di comunicazione di tipo non polarizzato. Al fine di garantire la compatibilità con la legge 46/90 relativamente all'indipendenza di apparati in tensione tra porzioni immobiliari contigue di diversa proprietà, nonché per gli aspetti gestionali inerenti la libertà individuale del singolo inquilino di disattivare per qualsivoglia motivo la tensione elettrica all'interno della propria unità immobiliare, e non ultima la necessità che un guasto alle unità interne installate all'interno di una unità immobiliare non comprometta mai il funzionamento di apparati installati presso altrui proprietà, l'unità a pompa di calore dovrà essere in grado di alimentare autonomamente la linea di trasmissione alle unità interne, incluse le valvole di espansione LEV, e i controlli/comandi remoti. Il sistema VRF dovrà quindi essere in grado di garantire la continuità di funzionamento anche nel caso di mancanza di alimentazione di rete a una o più delle unità interne, per qualsivoglia motivo questa venga a mancare (gusto o disattivazione volontaria). La mancanza di alimentazione di rete di una o più unità interne o il guasto ad una scheda di controllo non dovrà in alcun modo costituire anomalia per il sistema che dovrà continuare a funzionare correttamente senza alcun tipo di intervento per le restanti parti, sia per quanto riguarda la sezione elettrica che la sezione frigorifera.
- scambiatore di calore verso l'ambiente esterno, in tubo di rame con alettatura a pacco in alluminio anticorrosione (Blue Fin), di tipo piegato ad U, con prese d'aria protette da rete metallica a maglia quadra.
- refrigerante utilizzabile R410A.
- ventilatore di scambio termico con l'esterno, di tipo elicoidale, con portata d'aria e potenza assorbita di: n°1 x 12.600 mc/h - 0,46 kW
- livello di rumorosità 61 dB(A).
- campo di funzionamento: in raffreddamento = esterno tra -5 e 46°C B.S., interno tra 15 e 24°C B.U. in riscaldamento = esterno tra -20 e 15,5°C B.U. , ed interno tra 15 e 27°C B.S.

L'unità dovrà poter operare secondo due modalità diverse, selezionabili a mezzo Dip Switch:

- modalità 'capacità'
- modalità 'efficienza (COP)'

In modalità 'capacità' l'unità dovrà fornire il 100% della capacità in riscaldamento fino a -2,5°C di temperatura dell'aria esterna, garantendo, inoltre, fino a -20°C maggiore capacità rispetto alla modalità 'efficienza'.

In modalità 'efficienza', invece, l'unità dovrà predisporre per mantenere per tutto l'intervallo operativo di temperatura dell'aria esterna, il miglior bilanciamento tra capacità resa e potenza assorbita.

La pompa di calore potrà essere collegata ad un massimo di 34 unità interne della potenza minima di 1,7 kW in raffreddamento e 1,9 kW in riscaldamento, la cui potenza complessiva dovrà essere compresa tra il 50% ed il 130% in relazione alla potenza nominale della pompa di calore. Il sistema di distribuzione del gas refrigerante sarà a due tubi, con diametri delle tubazioni di 12,7 mm per il liquido e di 28,58 mm per il gas, entrambi con attacco a brasare.

E' compresa la installazione di supporti antivibranti, l'eventuale basamento in ferro o c.a. per la ripartizione del carico su solaio, la quota parte della linea trasmissione dati con le unità interne installata entro apposite tubazioni, la linea elettrica di allaccio all'impianto, l'interruttore automatico di protezione da inserire in quadretto per esterni ed ogni altro onere e magistero necessari a dare l'opera installata a perfetta regola d'arte e funzionante.

Unità di misura: cad	Prezzo di applicazione	€19.500,00
----------------------	------------------------	------------

EE1 *Manodopera 1° livello operaio comune*

Per assistenza muraria ed altri piccoli interventi da compensare tramite liste settimanali.

Unità di misura: h	Prezzo di applicazione	€27,20
--------------------	------------------------	--------

EE2 *Manodopera 2° livello operaio qualificato*

Per assistenze murarie, ed altri piccoli interventi da compensare tramite liste settimanali.

Unità di misura: h	Prezzo di applicazione	€30,20
--------------------	------------------------	--------

RELAZIONE TECNICA

- Premesse:

L'edificio che ospita il Liceo Scientifico S. Cannizzaro, è stato costruito dalla Provincia di Palermo nel 1955, con struttura di c.a. e solai misti in latero-cemento; è dotato di 3 elevazioni fuori terra e un seminterrato, con due cortili interni.

La Provincia, negli anni passati, ha realizzato vari interventi, di ristrutturazione, consolidamento strutturale, adeguamento impianti, etc..

Attualmente è in corso d'opera un intervento di adeguamento a norme e ristrutturazione, che è in fase di ultimazione; detto intervento è stato appaltato sulla base di un progetto generale di adeguamento a norme di sicurezza, igiene ed abbattimento barriere architettoniche, che ha ottenuto i pareri favorevoli del Comando Provinciale VV.FF. (n 2610 del 05/02/2008), della AUSL 6 (n 286 del 18/02/2008), nonché l'attestazione di Conformità Urbanistica del Comune di Palermo (prot. n. 460605 del 01/07/2008).

Nell'ambito del detto intervento in corso, sono stati già sostituiti gli infissi esterni delle aule al secondo piano, prospicienti le vie M.re Toselli e M.se di Villabianca, dei servizi igienici ristrutturati e di alcuni laboratori al seminterrato, con nuovi infissi in pvc animato e vetri camera; ciò anche per migliorare sensibilmente l'isolamento termico e quello acustico.

In particolare, sul fronte della via Villabianca, il rumore causato dal traffico porta notevole disturbo alle lezioni e, già dopo l'installazione degli infissi al secondo piano si è notato un considerevole miglioramento.

A causa di alcuni imprevisti in corso d'opera, (interventi sulle coperture per la sicurezza e l'isolamento termico), la sostituzione degli infissi esterni sarà limitata a quanto già realizzato (circa 2/3 delle aule del 2° piano e parte dei seminterrati).

Nel corso degli attuali lavori si è potuto constatare inoltre che l'Aula Magna presenta condizioni di umidità e temperatura che non ne consentono l'uso durante i mesi estivi; inoltre, quando sarà completata la ristrutturazione del salone, la presenza di

oltre 300 persone, necessita, anche durante i mesi invernali, di un adeguato sistema di ricambio e trattamento dell'aria.

Dai saggi effettuati inoltre risulta che l'attuale controsoffitto dell'aula magna è in condizioni di forte degrado e non garantisce più un buon isolamento termico, a causa di recenti infiltrazioni dal soffitto.

- Finalità del presente progetto

1) Infissi esterni:

Poiché nell'intervento attualmente in corso non sarà possibile sostituire tutti gli infissi del plesso, la prima finalità è il completamento dell'installazione dei nuovi infissi in pvc animato su tutti i piani ed in tutte le finestre di aule, laboratori, uffici e servizi, nonché in tutti i corridoi.

Questo intervento è già inquadrato nel progetto generale di cui nella premessa; le quantità in computo metrico sono state calcolate tenendo conto di quanto già realizzato e programmato nell'intervento in corso.

La tipologia degli infissi dovrà essere identica a quella degli infissi già realizzati, sia come colore che come sezione e profilo.

Tranne che per casi particolari, si procederà allo smontaggio dei vecchi infissi in alluminio, al restauro delle porzioni di muratura interna che dovessero risultare danneggiate nel corso della dismissione, alla ripittura delle pareti, al reinserimento dei nuovi infissi, previo verifica dell'integrità dei preesistenti falsi telai.

A parte casi particolari, non sarà necessario installare ponti di servizio esterni per le dette lavorazioni, rinviando ad un altro intervento, già in fase di progetto, il restauro e la rifinitura dei prospetti.

Tramite l'uso di un ponteggio mobile su ruote, si potrà provvedere a tutte le operazioni sopra descritte.

2) Climatizzazione Aula Magna:

L'impianto previsto è del tipo con unità centrale VRF e unità terminali di trattamento aria, con possibilità di inversione del ciclo (Estate e inverno), collegate per la distribuzione del gas refrigerante, tramite una rete primaria e diramazioni, in rame di opportune sezioni (liquido e gas) coibentate in classe A.

Dovendosi rispettare la disposizione (nell'ambiente scolastico) di un ricambio orario di almeno 5 volumi ora, si adotterà una macchina per il trattamento del ricambio con recuperatore di calore a scambio passivo, che possa immettere l'aria esterna a circa 20°C (in tutte le stagioni).

Per il raffrescamento o il riscaldamento dell'ambiente, per far fronte ai disperdimenti di calore, d'inverno, ed agli apporti, interni ed esterni, d'estate, si useranno 4 UTA collegate su canale di ripresa e di mandata, che tratteranno solo l'aria interna.

Per la realizzazione dei canali, interni da allocare in controsoffitto o in appositi cavedi, ed esterni sulla copertura dell'Aula Magna, si useranno pannelli in poliuretano espanso con lamina d'alluminio, che garantiscono una ottima coibentazione, buona resistenza meccanica e basso peso.

Per ridurre il gradiente termico tra il corridoio di accesso e l'Aula, si installeranno 4 unità a cassetta in controsoffitto nel corridoio di accesso e in quello centrale.

Poiché detti corridoi sono usati spesso dall'Istituto per ospitare gli scritti degli esami di stato, i varchi verso gli altri corridoi saranno dotati di una vetrata, che sarà possibile chiudere a seconda delle necessità, per ridurre le dispersioni.

Sia nell'Aula Magna che nei detti corridoi esistono dei controsoffitti di varia natura, che devono essere dismessi, perché non più in condizioni ottimali; gli stessi saranno sostituiti con nuovi controsoffitti del tipo a pannelli di lana di roccia 60x60cm con struttura in lamierino d'acciaio verniciato.

Posto che sopra i solai di copertura dell'Aula e dei corridoi di accesso vi sono dei terrazzi scoperti, sui pannelli del controsoffitto saranno posti dei materassini isolanti per garantire un efficiente isolamento verso l'esterno.

Quadro economico per azione:

Per le varie azioni su indicate sono riportate le spese previste per i lavori:

C1)	€407.418,53
C3)	<u>€140.022,69</u>
Totale	€547.441,22

Quadro economico generale di spesa:

Nella seguente tabella sono descritte le spese per tipologia di lavoro (senza distinzione per azione), oltre alle relative somme a disposizione dell'Amministrazione .

Quadro economico di spesa

Lavori :

a) - Demolizioni e dismissioni	€26.244,88
b) - Ponteggi e opere provvisoriale	€46.183,15
c) - Opere murarie e finiture	€40.655,97
d) - Infissi interni ed esterni, vetrate	€311.901,60
e) - Impianti di riscaldamento e climatizzazione	€117.319,62
f) - Manodopera per lavori in economia	€5.136,00
Totale lavori	€547.441,22
A detrarre gli oneri per la sicurezza (4,8%) non soggetti a ribasso	€26.277,18
Importo soggetto a ribasso	€521.164,04

Somme a disp. dell'Amministrazione :

	Importo	%Iva	IVA	Totale
1 - Imprevisti	0	0	0,00	38.320,90
2 - IVA 21% sui lavori	0	0	114.962,65	114.962,65
3 - Competenze Uff. Tecn.	0	0	0,00	10.948,82
4 - Comp. tecn. varie	23	23	874,00	4.674,00
5 - Spese per pubblicazione bandi	23	23	2.711,38	14.500,00
6 - Oneri Autorità Vigilanza	0	0	0,00	400,00
7 - Oneri discarica	23	23	1.869,92	10.000,00
8 - Spese gara iva comp	0	0	0,00	2.500,00
9 - Spese organiz. Gestionale DSGA	0	0	0,00	5.474,41
sommano	70.414,00		€131.366,78	€201.780,78
Tot. impegno di				€749.222,00