



REALIZZAZIONE DELL'INTERVENTO NP1

NUOVO PRONTO SOCCORSO DEL P.O. GIOVANNI PAOLO II DI OLBIA

CUP B95F20002610002 - CIG 8929016918

COMUNE DI OLBIA - PROVINCIA DI SASSARI

Elaborati Testuali
CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO -
PARTE SECONDA

E.03 AM_CA2

scala:

Quote: (ml) riferite al livello del mare

Misurazioni: Metri lineari (ml)

PROGETTO ESECUTIVO

Art. 23 comma 8, D.Lgs. n. 50/16

Emissione - Luglio 2023

VISTO:

Il progettista : _____

Il committente: _____

Il direttore Tecnico: _____

Coordinatore della sicurezza in fase di
progettazione:

Ing. Dario Solmona

Coordinatore della sicurezza in fase di
esecuzione:

Coordinamento e progettazione generale :

Arch. Sandra Deiana
Arch. Giovanni Antonio Spano
Ing. Dario Solmona
Dott. Geol. Roberto Tola
Ing. Massimiliano Deiana
Ing. Simone Meli
Ing. Cristina Azzena
Arch. Pian. Daniele Romeo
Arch. Giorgia Marongiu
Arch. Pian. Marco Careddu

A1 Engineering srl
(Capogruppo mandataria)

mythos Consorzio Stabile - S.c.a.r.l
(Mandante)



[www. A1E.it](http://www.A1E.it)

rev.	data	descrizione	dis.	contr.	approv.
0	07/2023	Prima Emissione	Geom.S.Naitana	Arch. G.A.Spano	Arch. G.A.Spano
1					
2					
3					
4					
5					

N.commissa	 Member of CISQ Federation CERTIFIED MANAGEMENT SYSTEM ISO 9001 - ISO 14001 BS OHSAS 18001	A1Engineering srl Architectural & Engineering Solution www.A1E..it Administrative office Via Delle Felci - 07026 Olbia (OT) - Italy +39 0789 22706 email info@a1e.it fax +39 0789 099856	Registered office Località Geovillage - Circonvallazione Nord Tower 4 - 07026 Olbia (OT) - Sardinia - Italy +39 0789 66897 email segreteria@a1e.it	Branch office Via Villa Severini 54 - 00191 Roma - Italy email estero@a1e.it PI 02280950904 - num rea SS-162738	Licenze Bentley Microstation V8i 17e5b00c-91e1-466d-9b15-d68ac1262b3f 89866b63-1db4-4e10-932e-980c616e6b9e Autodesk Revit 2009 346-87929677 Autodesk AutoCad2008 346-74323673	Autodesk Architecture2008 346-87929578 345-78590980 Autodesk AutoCadLT2008 346-41690767 346-41690668 Acca Primus Unico 83011949-2072S Acca CertusPRO Unico 85072462-2015N
------------	--	--	---	---	--	--

CAPITOLO 3

NORME PER LA MISURAZIONE E VALUTAZIONE DEI LAVORI

Art. 3.1 NORME GENERALI

Generalità

La quantità dei lavori e delle provviste sarà determinata a misura, a peso, a corpo, in relazione a quanto previsto nell'elenco dei prezzi allegato.

Le misure verranno rilevate in contraddittorio in base all'effettiva esecuzione. Qualora esse risultino maggiori di quelle indicate nei grafici di progetto o di quelle ordinate dalla Direzione, le eccedenze non verranno contabilizzate. Soltanto nel caso che la Direzione dei Lavori abbia ordinato per iscritto maggiori dimensioni se ne terrà conto nella contabilizzazione.

In nessun caso saranno tollerate dimensioni minori di quelle ordinate, le quali potranno essere motivo di rifacimento a carico dell'Appaltatore. Resta sempre salva in ogni caso la possibilità di verifica e rettifica in occasione delle operazioni di collaudo.

Contabilizzazione dei lavori a corpo e/o a misura

La contabilizzazione dei lavori a misura sarà realizzata secondo le specificazioni date nelle norme del presente Capitolato speciale e nella descrizione delle singole voci di elenco prezzi; in caso diverso verranno utilizzate per la valutazione dei lavori le dimensioni nette delle opere eseguite rilevate in sito, senza che l'appaltatore possa far valere criteri di misurazione o coefficienti moltiplicatori che modifichino le quantità realmente poste in opera.

La contabilizzazione delle opere sarà effettuata applicando alle quantità eseguite i prezzi unitari di contratto. Nel caso di appalti aggiudicati col criterio dell'OEPV (Offerta Economicamente Più Vantaggiosa) si terrà conto di eventuali lavorazioni diverse o aggiuntive derivanti dall'offerta tecnica dell'appaltatore, contabilizzandole utilizzando i prezzi unitari relativi alle lavorazioni sostituite, come desunti dall'offerta stessa.

La contabilizzazione dei lavori a corpo sarà effettuata applicando all'importo delle opere a corpo, al netto del ribasso contrattuale, le percentuali convenzionali relative alle singole categorie di lavoro indicate in perizia, di ciascuna delle quali andrà contabilizzata la quota parte in proporzione al lavoro eseguito.

Lavori in economia

Nell'eventualità siano contemplate delle somme a disposizione per lavori in economia tali lavori non daranno luogo ad una valutazione a misura, ma saranno inseriti nella contabilità secondo i prezzi di elenco per l'importo delle somministrazioni al netto del ribasso d'asta, per quanto riguarda i materiali. Per la mano d'opera, trasporti e noli, saranno liquidati secondo le tariffe locali vigenti al momento dell'esecuzione dei lavori incrementati di spese generali ed utili e con applicazione del ribasso d'asta esclusivamente su questi ultimi due addendi.

Contabilizzazione delle varianti

Nel caso di variante in corso d'opera gli importi in più ed in meno sono valutati con i prezzi di progetto e soggetti al ribasso d'asta che ha determinato l'aggiudicazione della gara ovvero con i prezzi offerti dall'appaltatore nella lista in sede di gara.

Le norme di misurazione per la contabilizzazione saranno le seguenti:

3.1.1) Scavi in genere

Oltre che per gli obblighi particolari emergenti dal presente articolo, con i prezzi di elenco per gli scavi in genere l'Appaltatore si deve ritenere compensato per tutti gli oneri che incontrerà:

- per taglio di piante, estirpazione di ceppaie, radici, ecc.;
- per il taglio e lo scavo con qualsiasi mezzo delle materie sia asciutte che bagnate, di qualsiasi consistenza ed anche in presenza d'acqua;
- per paleggi, innalzamento, carico, trasporto e scarico a rinterro od a rifiuto entro i limiti previsti in elenco prezzi, sistemazione delle materie di rifiuto, deposito provvisorio e successiva ripresa;
- per la regolazione delle scarpate o pareti, per lo spianamento del fondo, per la formazione di gradoni,

attorno e sopra le condotte di acqua od altre condotte in genere, e sopra le fognature o drenaggi secondo le sagome definitive di progetto;

- per puntellature, sbadacchiature ed armature di qualsiasi importanza e genere secondo tutte le prescrizioni contenute nel presente capitolato, comprese le composizioni, scomposizioni, estrazioni ed allontanamento, nonché sfridi, deterioramenti, perdite parziali o totali del legname o dei ferri;
- per impalcature ponti e costruzioni provvisorie, occorrenti sia per il trasporto delle materie di scavo e sia per la formazione di rilevati, per passaggi, attraversamenti, ecc.;
- per ogni altra spesa necessaria per l'esecuzione completa degli scavi.

La misurazione degli scavi verrà effettuata nei seguenti modi:

- il volume degli scavi di sbancamento verrà determinato con il metodo delle sezioni ragguagliate in base ai rilevamenti eseguiti in contraddittorio con l'Appaltatore, prima e dopo i relativi lavori;
- gli scavi di fondazione saranno computati per un volume uguale a quello risultante dal prodotto della base di fondazione per la sua profondità sotto il piano degli scavi di sbancamento, ovvero del terreno naturale quando detto scavo di sbancamento non viene effettuato.
- Al volume così calcolato si applicheranno i vari prezzi fissati nell'elenco per tali scavi; vale a dire che essi saranno valutati sempre come eseguiti a pareti verticali ritenendosi già compreso e compensato con il prezzo unitario di elenco ogni maggiore scavo.

Tuttavia per gli scavi di fondazione da eseguire con l'impiego di casseri, paratie o simili strutture, sarà incluso nel volume di scavo per fondazione anche lo spazio occupato dalle strutture stesse.

I prezzi di elenco, relativi agli scavi di fondazione, sono applicabili unicamente e rispettivamente ai volumi di scavo compresi fra piani orizzontali consecutivi, stabiliti per diverse profondità, nello stesso elenco dei prezzi. Pertanto la valutazione dello scavo risulterà definita per ciascuna zona, dal volume ricadente nella zona stessa e dall'applicazione ad esso del relativo prezzo di elenco.

Dal volume degli scavi non si detrarrà quello delle condutture in essi contenute, delle parti non scavate per lasciare passaggi o per naturali contrafforti, quelli delle fognature e dei muri che si debbono demolire.

Non verranno valutati come scavi di sbancamento maggiori volumi di scavo effettuati dall'impresa per motivi di qualsiasi natura quando il loro tracciato non sia quello di stretta pertinenza delle opere da edificare.

Non verranno riconosciute maggiorazioni al volume di scavo per allargamenti della base effettuati per motivi operativi quali spazi di predisposizione dei casseri, indisponibilità nel cantiere di accessori per lo scavatore di larghezza conforme agli scavi previsti, ecc.

3.1.2) Rilevati e rinterri

Il volume dei rilevati sarà determinato con il metodo delle sezioni ragguagliate, in base a rilevamenti eseguiti come per gli scavi di sbancamento. I rinterri di cavi a sezione ristretta saranno valutati a metro cubo per il loro volume effettivo misurato in opera. Salvo diversa disposizione, la formazione di rilevati ed il riempimento di cavi con materiali provenienti da località esterne al cantiere verranno valutati in base al volume del rilevato o del rinterro eseguito secondo le sagome ordinate e quindi senza tener conto del maggior volume dei materiali che l'Appaltatore dovesse impiegare per garantire i naturali assestamenti e far sì che i rinterri ed i rilevati assumano la sagoma prescritta al cessare degli stessi. Nei prezzi di elenco sono previsti tutti gli oneri per il trasporto dei terreni da qualsiasi distanza e per gli eventuali indennizzi a cave di prestito.

3.1.3) Rimozioni, demolizioni

Nei prezzi relativi a lavori che comportino demolizioni, anche parziali, deve intendersi sempre compensato ogni onere per il recupero del materiale riutilizzabile e per il carico e trasporto a rifiuto di quello non riutilizzabile.

3.1.4) Riempimenti con misto granulare

Il riempimento con misto granulare a ridosso delle murature per drenaggi, vespai, ecc., sarà valutato a metro cubo per il suo volume effettivo misurato in opera.

3.1.5) Paratie di calcestruzzo armato

Saranno valutate per la loro superficie misurata tra le quote di imposta e la quota di testata della trave superiore di collegamento.

Nel prezzo sono compresi tutti gli oneri per la trivellazione, la fornitura ed il getto del calcestruzzo, la fornitura e posa del ferro d'armatura, la formazione e successiva demolizione delle corree di guida nonché la scapitozzatura, la formazione della trave superiore di collegamento, l'impiego di fanghi bentonitici, l'allontanamento dal cantiere di tutti i materiali di risulta e gli spostamenti delle attrezzature.

3.1.6) Murature in genere

Tutte le murature in genere, salvo le eccezioni di seguito specificate, saranno misurate geometricamente, a volume od a superficie, secondo la categoria, in base a misure prese sul vivo dei muri, esclusi cioè gli intonaci. Sarà fatta deduzione di tutti i vuoti di luce superiore a 1,00 m² e dei vuoti di canne fumarie, canalizzazioni, ecc., che abbiano sezione superiore a 0,25 m², rimanendo per questi ultimi, all'Appaltatore, l'onere della loro eventuale chiusura con materiale idoneo. Così pure sarà sempre fatta deduzione del volume corrispondente alla parte incastrata di pilastri, piattabande, ecc., di strutture diverse nonché di pietre naturali od artificiali, da pagarsi con altri prezzi di tariffa.

Nei prezzi unitari delle murature di qualsiasi genere, qualora non debbano essere eseguite con paramento di faccia vista, si intende compreso il rinzaffo delle facce visibili dei muri. Tale rinzaffo sarà sempre eseguito, ed è compreso nel prezzo unitario, anche a tergo dei muri che debbono essere poi caricati a terrapieni. Per questi ultimi muri è pure sempre compresa l'eventuale formazione di feritoie regolari e regolarmente disposte per lo scolo delle acque ed in generale quella delle immorsature e la costruzione di tutti gli incastri per la posa in opera della pietra da taglio od artificiale.

Nei prezzi della muratura di qualsiasi specie si intende compreso ogni onere per la formazione di spalle, squinci, canne, spigoli, strombature, incassature per imposte di archi, volte e piattabande.

Qualunque sia la curvatura data alla pianta ed alle sezioni dei muri, anche se si debbano costruire sotto raggio, le relative murature non potranno essere comprese nella categoria delle volte e saranno valutate con i prezzi delle murature rette senza alcun compenso in più.

Le ossature di cornici, cornicioni, lesene, pilastri, ecc., di aggetto superiore a 5 cm sul filo esterno del muro, saranno valutate per il loro volume effettivo in aggetto con l'applicazione dei prezzi di tariffa stabiliti per le murature.

Per le ossature di aggetto inferiore ai 5 cm non verrà applicato alcun sovrapprezzo.

Quando la muratura in aggetto è diversa da quella del muro sul quale insiste, la parte incastrata sarà considerata come della stessa specie del muro stesso.

Le murature di mattoni ad una testa od in foglio si misureranno a vuoto per pieno, al rustico, deducendo soltanto le aperture di superficie uguale o superiori a 1 m², intendendo nel prezzo compensata la formazione di sordini, spalle, piattabande, ecc., nonché eventuali intelaiature in legno che la Direzione dei lavori ritenesse opportuno di ordinare allo scopo di fissare i serramenti al telaio anziché alla parete.

3.1.7) Casseforme

Tutte le casseforme non comprese nei prezzi del conglomerato cementizio dovranno essere contabilizzate secondo le superfici delle facce interne a contatto con il conglomerato cementizio.

3.1.8) Calcestruzzi

Tutti i calcestruzzi, siano essi per fondazioni o in elevazione, armati o no, vengono misurati a volume con metodi geometrici e secondo la corrispondente categoria, dedotti i vani od i materiali di differente natura in essi compenetranti che devono essere pagati con altri prezzi di elenco.

In ogni caso non si deducono i vani di volume minore od uguale a mc 0,20 ciascuno, intendendosi con ciò compensato l'eventuale maggiore magistero richiesto.

Il massetto di sottofondazione deve essere contabilizzato, in ogni caso, come sporgente dai bordi perimetrali della fondazione di cm 10, anche qualora l'Appaltatore, per propria utilità, al fine di facilitare la posa in opera delle casseforme e relative sbadacchiature, ritenesse di eseguirlo con sporgenza maggiore.

Qualora, invece, perché previsto in progetto o perché specificatamente richiesto dalla Direzione Lavori, tale sporgenza fosse superiore, deve essere contabilizzato l'effettivo volume eseguito.

3.1.9) Conglomerato cementizio armato

Il conglomerato per opere in cemento armato di qualsiasi natura e spessore sarà valutato per il suo volume effettivo, senza detrazione del volume del ferro che verrà pagato a parte.

Quando trattasi di elementi a carattere ornamentale gettati fuori opera, la misurazione verrà effettuata in ragione del minimo parallelepipedo retto a base rettangolare circoscrivibile a ciascun pezzo, e nel relativo prezzo si deve intendere compreso, oltre che il costo dell'armatura metallica, tutti gli oneri specificati nelle norme sui materiali e sui modi di esecuzione, nonché la posa in opera, sempreché non sia pagata a parte.

I casseri, le casseforme e le relative armature di sostegno, se non comprese nei prezzi di elenco del conglomerato cementizio, saranno computati separatamente con i relativi prezzi di elenco. Pertanto, per il compenso di tali opere, bisognerà attenersi a quanto previsto nell'Elenco dei Prezzi Unitari.

Nei prezzi del conglomerato sono inoltre compresi tutti gli oneri derivanti dalla formazione di palchi provvisori di servizio, dall'innalzamento dei materiali, qualunque sia l'altezza alla quale l'opera di cemento armato dovrà essere eseguita, nonché per il getto e la vibratura.

L'acciaio in barre per armature di opere di cemento armato di qualsiasi tipo nonché la rete elettrosaldata sarà valutato secondo il peso effettivo; nel prezzo oltre alla lavorazione e lo sfrido è compreso l'onere della legatura

dei singoli elementi e la posa in opera dell'armatura stessa.

3.1.10) Solai

I solai interamente di cemento armato (senza laterizi) saranno valutati al metro cubo come ogni altra opera di cemento armato.

Ogni altro tipo di solaio, qualunque sia la forma, sarà invece pagata al metro quadrato di superficie netta misurato all'interno dei cordoli e delle travi di calcestruzzo, esclusi, quindi, la presa e l'appoggio su cordoli perimetrali o travi di calcestruzzo o su eventuali murature portanti.

Nei prezzi dei solai in genere è compreso l'onere per lo spianamento superiore della caldana, nonché ogni opera e materiale occorrente per dare il solaio completamente finito, come prescritto nelle norme sui materiali e sui modi di esecuzione. Nel prezzo dei solai, di tipo prefabbricato, misti di cemento armato, anche predalles o di cemento armato precompresso e laterizi sono escluse la fornitura, lavorazione e posa in opera del ferro occorrente, è invece compreso il noleggio delle casseforme e delle impalcature di sostegno di qualsiasi entità, con tutti gli oneri specificati per le casseforme dei cementi armati.

Il prezzo a metro quadrato dei solai suddetti si applicherà senza alcuna maggiorazione anche a quelle porzioni in cui, per resistere a momenti negativi, il laterizio sia sostituito da calcestruzzo; saranno però pagati a parte tutti i cordoli perimetrali relativi ai solai stessi.

Nel prezzo dei solai con putrelle di ferro e voltine od elementi laterizi, è compreso l'onere per ogni armatura provvisoria per il rinfianco, nonché per ogni opera e materiale occorrente per dare il solaio completamente finito e pronto per la pavimentazione e per l'intonaco, restando solamente escluse le travi di ferro che verranno pagate a parte.

Per ogni tipo di solaio si effettuerà la misurazione vuoto per pieno con deduzione delle aperture di luce superiore ad 1,0 m².

Le suindicate norme di misurazione sono da intendersi estese anche alle strutture inclinate che verranno misurate per la loro effettiva superficie in sviluppo.

3.1.11) Controsoffitti

I controsoffitti piani saranno pagati in base alla superficie della loro proiezione orizzontale. È compreso e compensato nel prezzo anche il raccordo con eventuali muri perimetrali curvi, tutte le forniture, magisteri e mezzi d'opera per dare controsoffitti finiti in opera come prescritto nelle norme sui materiali e sui modi di esecuzione; è esclusa e compensata a parte l'orditura portante principale.

3.1.12) Vespai

Nei prezzi dei vespai è compreso ogni onere per la fornitura di materiali e posa in opera come prescritto nelle norme sui modi di esecuzione. La valutazione sarà effettuata al metro cubo di materiali in opera.

3.1.13) Massetti

L'esecuzione di massetti di cemento a vista o massetti di sottofondo normali o speciali verrà computata secondo i metri cubi effettivamente realizzati e misurati a lavoro eseguito.

La superficie sarà quella riferita all'effettivo perimetro delimitato da murature al rustico o parapetti. In ogni caso le misurazioni della cubatura o degli spessori previsti saranno riferite al materiale già posto in opera assestato e costipato, senza considerare quindi alcun calo naturale di volume.

3.1.14) Pavimenti

I pavimenti, di qualunque genere, saranno valutati in base alla superficie vista tra le pareti dell'ambiente, senza tener conto delle parti comunque incassate o sotto intonaco nonché degli sfridi per tagli od altro.

I prezzi di elenco per ciascun genere di pavimento comprendono l'onere per la fornitura dei materiali e per ogni lavorazione intesa a dare i pavimenti stessi completi e rifiniti con l'esclusione della preparazione del massetto in liscio e rasato per i pavimenti resilienti, tessili ed in legno.

In ciascuno dei prezzi concernenti i pavimenti, anche nel caso di sola posa in opera, si intendono compresi gli oneri, le opere di ripristino e di raccordo con gli intonaci, qualunque possa essere l'entità delle opere stesse.

3.1.15) Ponteggi

L'onere relativo alla realizzazione dei ponteggi orizzontali e verticali è sempre compreso nei prezzi di elenco dei lavori.

Per lavorazioni o altezze eccedenti quelle contemplate in elenco prezzi ovvero da realizzare in economia, il noleggio e l'installazione dei ponteggi verrà valutata a m² di effettivo sviluppo orizzontale o verticale secondo quanto previsto nelle voci di elenco.

3.1.16) Opere da pittore

Le tinteggiature di pareti, soffitti, volte, ecc. interni o esterni verranno misurate secondo le superfici effettivamente realizzate; le spallette e rientranze inferiori a 15 cm di sviluppo non saranno aggiunte alle superfici di calcolo.

Per i muri di spessore superiore a 15 cm le opere di tinteggiatura saranno valutate a metro quadrato detraendo i vuoti di qualsiasi dimensione e computando a parte tutte le riquadrature.

L'applicazione di tinteggiatura per lesene, cornicioni, parapetti, architravi, aggetti e pensiline con superfici laterali di sviluppo superiore ai 5 cm o con raggi di curvatura superiori ai 15 cm dovrà essere computata secondo lo sviluppo effettivo.

Le parti di lesene, cornicioni o parapetti con dimensioni inferiori ai 5 o 15 cm indicati saranno considerate come superfici piane.

Le verniciature eseguite su opere metalliche, in legno o simili verranno calcolate, senza considerare i relativi spessori, applicando alle superfici (misurate su una faccia) i coefficienti riportati:

- a) opere metalliche, grandi vetrate, lucernari, etc. (x 0,75)
- b) opere metalliche per cancelli, ringhiere, parapetti (x 2)
- c) infissi vetrati (finestre, porte a vetri, etc.) (x 1)
- d) persiane lamellari, serrande di lamiera, etc. (x 3)
- e) persiane, avvolgibili, lamiere ondulate, etc. (x 2,5)
- f) porte, sportelli, controspartelli, etc. (x 2)

Il prezzo fissato per i lavori di verniciatura e tinteggiatura includerà il trattamento di tutte le guide, gli accessori, i sostegni, le mostre, i telai, i coprifili, i cassonetti, ecc; per le parti in legno o metalliche la verniciatura si intende eseguita su entrambe le facce e con relativi trattamenti di pulizia, anticorrosivi (almeno una mano), e di vernice o smalti nei colori richiesti (almeno due mani), salvo altre prescrizioni.

Le superfici indicate per i serramenti saranno quelle misurate al filo esterno degli stessi (escludendo coprifili o telai).

Il prezzo indicato comprenderà anche tutte le lavorazioni per la pulizia e la preparazione delle superfici interessate.

3.1.17) Rivestimenti di pareti

I rivestimenti di piastrelle o di mosaico verranno misurati per la superficie effettiva qualunque sia la sagoma e la posizione delle pareti da rivestire. Nel prezzo al metro quadrato sono comprese la fornitura e la posa in opera di tutti i pezzi speciali di raccordo, angoli, ecc., che saranno computati nella misurazione, nonché l'onere per la preventiva preparazione con malta delle pareti da rivestire, la stuccatura finale dei giunti e la fornitura di collante per rivestimenti.

3.1.18) Fornitura in opera dei marmi, pietre naturali od artificiali

I prezzi della fornitura in opera dei marmi e delle pietre naturali od artificiali, previsti in elenco saranno applicati alle superfici effettive dei materiali in opera. Ogni onere derivante dall'osservanza delle norme, prescritte nel presente capitolato, si intende compreso nei prezzi.

In particolare, detti prezzi comprendono gli oneri per la fornitura, lo scarico in cantiere, il deposito e la provvisoria protezione in deposito, la ripresa, il successivo trasporto ed il sollevamento dei materiali a qualunque altezza, con eventuale protezione, copertura o fasciatura; per ogni successivo sollevamento e per ogni ripresa con boiacca di cemento od altro materiale, per la fornitura di lastre di piombo, di grappe, staffe, regolini, chivette, perni occorrenti per il fissaggio; per ogni occorrente scalpellamento delle strutture murarie e per la successiva, chiusura e ripresa delle stesse, per la stuccatura dei giunti, per la pulizia accurata e completa, per la protezione a mezzo di opportune opere provvisorie delle pietre già collocate in opera, e per tutti i lavori che risultassero necessari per il perfetto rifinimento dopo la posa in opera.

I prezzi di elenco sono pure comprensivi dell'onere dell'imbottitura dei vani dietro i pezzi, fra i pezzi stessi o comunque tra i pezzi e le opere murarie da rivestire, in modo da ottenere un buon collegamento e, dove richiesto, un incastro perfetto.

3.1.19) Intonaci

I prezzi degli intonaci saranno applicati alla superficie intonacata senza tener conto delle superfici laterali di risalti, lesene e simili. Tuttavia saranno valutate anche tali superfici laterali quando la loro larghezza superi 5 cm. Varranno sia per superfici piane che curve. L'esecuzione di gusci di raccordo, se richiesti, negli angoli fra pareti e soffitto e fra pareti e pareti, con raggio non superiore a 15 cm, è pure compresa nel prezzo, avuto riguardo che gli intonaci verranno misurati anche in questo caso come se esistessero gli spigoli vivi.

Nel prezzo degli intonaci è compreso l'onere della ripresa, dopo la chiusura, di tracce di qualunque genere, della muratura di eventuali ganci al soffitto e delle riprese contro pavimenti, zoccolatura e serramenti.

I prezzi dell'elenco valgono anche per intonaci su murature di mattoni forati dello spessore di una testa, essendo essi comprensivi dell'onere dell'intasamento dei fori dei laterizi.

Gli intonaci interni sui muri di spessore maggiore di 15 cm saranno computati a vuoto per pieno, a compenso dell'intonaco nelle riquadrature dei vani, che non saranno perciò sviluppate. Tuttavia saranno detratti i vani di superficie maggiore di 4 m², valutando a parte la riquadratura di detti vani.

Gli intonaci interni su tramezzi in foglio o ad una testa saranno computati per la loro superficie effettiva, dovranno essere pertanto detratti tutti i vuoti di qualunque dimensione essi siano ed aggiunte le loro riquadrature.

Nessuno speciale compenso sarà dovuto per gli intonaci eseguiti a piccoli tratti anche in corrispondenza di spalle e mazzette di vani di porte e finestre.

3.1.20) Tinteggiature, coloriture e verniciature

Nei prezzi delle tinteggiature, coloriture e verniciature in genere sono compresi tutti gli oneri prescritti nelle norme sui materiali e sui modi di esecuzione del presente capitolato oltre a quelli per mezzi d'opera, trasporto, sfilatura e rinfilatura di infissi, ecc.

Le tinteggiature interne ed esterne per pareti e soffitti saranno in generale misurate con le stesse norme sancite per gli intonaci.

Per la coloritura o verniciatura degli infissi e simili si osservano le norme seguenti:

- per le porte, bussole e simili, si computerà due volte la luce netta dell'infisso, oltre alla mostra o allo sguincio, se ci sono, non detraendo l'eventuale superficie del vetro.
- È compresa con ciò anche la verniciatura del telaio per muri grossi o del cassettoncino tipo romano per tramezzi e dell'imbotto tipo lombardo, pure per tramezzi. La misurazione della mostra e dello sguincio sarà eseguita in proiezione su piano verticale parallelo a quello medio della bussola (chiusa) senza tener conto di sagome, risalti o risvolti;
- per le opere di ferro semplici e senza ornati, quali finestre grandi e vetrate e lucernari, serrande avvolgibili a maglia, saranno computati i tre quarti della loro superficie complessiva, misurata sempre in proiezione, ritenendo così compensata la coloritura di sostegni, grappe e simili accessori, dei quali non si terrà conto alcuno nella misurazione;
- per le opere di ferro di tipo normale a disegno, quali ringhiere, cancelli anche riducibili, inferriate e simili, sarà computata due volte l'intera loro superficie, misurata con le norme e con le conclusioni di cui al punto precedente;
- per le serrande di lamiera ondulata o ad elementi di lamiera sarà computato due volte e mezza la luce netta del vano, in altezza, tra la soglia e la battitura della serranda, intendendo con ciò compensato anche la coloritura della superficie non in vista.

Tutte le coloriture o verniciature si intendono eseguite su ambo le facce e con rispettivi prezzi di elenco si intende altresì compensata la coloritura, o verniciatura di nottole, braccioletti e simili accessori.

3.1.21) Infissi

Gli infissi, come porte, finestre, vetrate, coprirulli e simili, saranno valutati a singolo elemento od al metro quadrato di superficie misurata all'esterno delle mostre e coprifili e compensati con le rispettive voci d'elenco.

Nei prezzi sono compresi i controtelai da murare, tutte le ferramenta e le eventuali pompe a pavimento per la chiusura automatica delle vetrate, nonché tutti gli oneri derivanti dall'osservanza delle norme e prescrizioni sui materiali e sui modi di esecuzione.

Le parti centinate saranno valutate secondo la superficie del minimo rettangolo circoscritto, ad infisso chiuso, compreso come sopra il telaio maestro, se esistente. Nel prezzo degli infissi sono comprese mostre e contromostre.

Gli spessori indicati nelle varie voci della tariffa sono quelli che debbono risultare a lavoro compiuto.

Tutti gli infissi dovranno essere sempre provvisti delle ferramenta di sostegno e di chiusura, delle codette a muro, maniglie e di ogni altro accessorio occorrente per il loro buon funzionamento. Essi dovranno inoltre corrispondere in ogni particolare ai campioni approvati dalla Direzione dei Lavori.

I prezzi elencati comprendono la fornitura a piè d'opera dell'infisso e dei relativi accessori di cui sopra, l'onere dello scarico e del trasporto sino ai singoli vani di destinazione e la posa in opera.

3.1.22) Lavori di metallo

Tutti i lavori di metallo saranno in generale valutati a peso ed i relativi prezzi verranno applicati al peso effettivo dei metalli stessi a lavorazione completamente ultimata e determinato prima della loro posa in opera, con pesatura diretta fatta in contraddittorio ed a spese dell'Appaltatore, escluse ben inteso dal peso le verniciature e coloriture.

Nei prezzi dei lavori in metallo è compreso ogni e qualunque compenso per forniture accessorie, per lavorazioni, montatura e posizione in opera.

3.1.23) Trattamento dei ferri di armatura

Per le opere di ripristino e trattamento di ferri di armatura sarà computato un consumo di prodotto pari a quanto riportato nella seguente tabella ed in misura proporzionale ai diametri inferiori e superiori:

Diametri	Quantità
∅ 8 mm	circa 120 g per metro lineare di tondino da trattare (2 mm di spessore)
∅ 12 mm	circa 180 g per metro lineare di tondino da trattare (2 mm di spessore)
∅ 16 mm	circa 240 g per metro lineare di tondino da trattare (2 mm di spessore)
∅ xx mm	...

3.1.24) Opere da lattoniere

Il calcolo dei canali di gronda, dei condotti, dei pluviali, etc. verrà eseguito, salvo altre prescrizioni, a metro lineare od in base alla superficie (nel caso di grandi condotti per il condizionamento, scossaline, converse, etc.) ed il prezzo fissato sarà comprensivo della preparazione, del fissaggio, delle sigillature, dei tagli e di tutte le altre lavorazioni necessarie o richieste.

I tubi di rame o lamiera zincata necessari per la realizzazione di pluviali o gronde saranno valutati secondo il peso sviluppato dai singoli elementi prima della messa in opera ed il prezzo dovrà comprendere anche le staffe e le cravatte di ancoraggio dello stesso materiale.

3.1.25) Impianti termico, idrico-sanitario, antincendio, gas, innaffiamento

a) Tubazioni e canalizzazioni.

- Le tubazioni di ferro e di acciaio saranno valutate a peso; la quantificazione verrà effettuata misurando l'effettivo sviluppo lineare in opera, comprendendo linearmente anche i pezzi speciali, al quale verrà applicato il peso unitario del tubo accertato attraverso la pesatura di campioni effettuata in cantiere in contraddittorio. Nella misurazione a chilogrammi di tubo sono compresi: i materiali di consumo e tenuta, la verniciatura con una mano di antiruggine per le tubazioni di ferro nero, la fornitura delle staffe di sostegno ed il relativo fissaggio con tasselli di espansione.
- Le tubazioni di ferro nero o zincato con rivestimento esterno bituminoso saranno valutate al metro lineare; la quantificazione verrà valutata misurando l'effettivo sviluppo lineare in opera, comprendente linearmente anche i pezzi speciali. Nelle misurazioni sono comprese le incidenze dei pezzi speciali, gli sfridi, i materiali di consumo e di tenuta e l'esecuzione del rivestimento in corrispondenza delle giunzioni e dei pezzi speciali.
- Le tubazioni di rame nude o rivestite di PVC saranno valutate al metro lineare; la quantificazione verrà effettuata misurando l'effettivo sviluppo lineare in opera, comprendendo linearmente anche i pezzi speciali, i materiali di consumo e di tenuta, l'esecuzione del rivestimento in corrispondenza delle giunzioni e dei pezzi speciali, la fornitura delle staffe di sostegno ed il relativo fissaggio con tasselli ad espansione.
- Le tubazioni in pressione di polietilene poste in vista o interrato saranno valutate al metro lineare; la quantificazione verrà effettuata misurando l'effettivo sviluppo lineare in opera, comprendendo linearmente anche i vari pezzi speciali, la fornitura delle staffe di sostegno e il relativo fissaggio con tasselli ad espansione.
- Le tubazioni di plastica, le condutture di esalazione, ventilazione e scarico saranno valutate al metro lineare; la quantificazione verrà effettuata misurando l'effettivo sviluppo lineare in opera (senza tener conto delle parti sovrapposte) comprendendo linearmente anche i pezzi speciali, gli sfridi, i materiali di tenuta, la fornitura delle staffe di sostegno e il relativo fissaggio con tasselli ad espansione.
- I canali, i pezzi speciali e gli elementi di giunzione, eseguiti in lamiera zincata (mandata e ripresa dell'aria) o in lamiera di ferro nera (condotto dei fumi) saranno valutati a peso sulla base di pesature convenzionali. La quantificazione verrà effettuata misurando l'effettivo sviluppo lineare in opera, misurato in mezz'ora del canale, comprendendo linearmente anche i pezzi speciali, giunzioni, flange, risvolti della lamiera, staffe di sostegno e fissaggi, al quale verrà applicato il peso unitario della lamiera secondo lo spessore e moltiplicando per i metri quadrati della lamiera, ricavati questi dallo sviluppo perimetrale delle sezioni di progetto moltiplicate per le varie lunghezze parziali.

Il peso della lamiera verrà stabilito sulla base di listini ufficiali senza tener conto delle variazioni percentuali del peso. È compresa la verniciatura con una mano di antiruggine per gli elementi in lamiera nera.

b) Apparecchiature.

- Gli organi di intercettazione, misura e sicurezza, saranno valutati a numero nei rispettivi diametri e

- dimensioni. Sono comprese le incidenze per i pezzi speciali di collegamento ed i materiali di tenuta.
- I radiatori saranno valutati, nelle rispettive tipologie, sulla base dell'emissione termica ricavata dalle rispettive tabelle della Ditta costruttrice (watt). Sono comprese la protezione antiruggine, i tappi e le riduzioni agli estremi, i materiali di tenuta e le mensole di sostegno.
 - I ventilconvettori saranno valutati a numero secondo le rispettive caratteristiche costruttive ed in relazione alla portata d'aria e alla emissione termica, ricavata dalle tabelle della Ditta costruttrice. Nei prezzi sono compresi i materiali di tenuta.
 - Le caldaie saranno valutate a numero secondo le caratteristiche costruttive ed in relazione alla potenzialità resa. Sono compresi i pezzi speciali di collegamento ed i materiali di tenuta.
 - I bruciatori saranno valutati a numero secondo le rispettive caratteristiche di funzionamento ed in relazione alla portata del combustibile. Sono compresi l'apparecchiatura elettrica ed i tubi flessibili di collegamento.
 - Gli scambiatori di calore saranno valutati a numero secondo le rispettive caratteristiche costruttive e di funzionamento ed in relazione alla potenzialità resa. Sono compresi i pezzi speciali di collegamento ed i materiali di tenuta.
 - Le elettropompe saranno valutate a numero secondo le rispettive caratteristiche costruttive e di funzionamento ed in relazione alla portata e prevalenza. Sono compresi i pezzi speciali di collegamento ed i materiali di tenuta.
 - I serbatoi di accumulo saranno valutati a numero secondo le rispettive caratteristiche costruttive ed in relazione alla capacità. Sono compresi gli accessori d'uso, i pezzi speciali di collegamento ed i materiali di tenuta.
 - I serbatoi autoclave saranno valutati a numero secondo le rispettive caratteristiche costruttive ed in relazione alla capacità. Sono compresi gli accessori d'uso, i pezzi speciali di collegamento ed i materiali di tenuta.
 - I gruppi completi autoclave monoblocco saranno valutati a numero secondo le rispettive caratteristiche costruttive, in relazione alla portata e prevalenza delle elettropompe ed alla capacità del serbatoio. Sono compresi gli accessori d'uso, tutte le apparecchiature di funzionamento, i pezzi speciali di collegamento ed i materiali di tenuta.
 - Le bocchette, gli anemostati, le griglie, le serrande di regolazione, sovrapprensione e tagliafuoco ed i silenziatori saranno valutati a decimetro quadrato ricavando le dimensioni dai rispettivi cataloghi delle Ditte costruttrici. Sono compresi i controtelai ed i materiali di collegamento.
 - Le cassette terminali riduttrici della pressione dell'aria saranno valutate a numero in relazione della portata dell'aria. È compresa la fornitura e posa in opera di tubi flessibili di raccordo, i supporti elastici e le staffe di sostegno.
 - Gli elettroventilatori saranno valutati a numero secondo le loro caratteristiche costruttive e di funzionamento ed in relazione alla portata e prevalenza. Sono compresi i materiali di collegamento.
 - Le batterie di scambio termico saranno valutate a superficie frontale per il numero di ranghi. Sono compresi i materiali di fissaggio e collegamento.
 - I condizionatori monoblocco, le unità di trattamento dell'aria, i generatori di aria calda ed i recuperatori di calore, saranno valutati a numero secondo le loro caratteristiche costruttive e di funzionamento ed in relazione alla portata d'aria e alla emissione termica. Sono compresi i materiali di collegamento.
 - I gruppi refrigeratori d'acqua e le torri di raffreddamento saranno valutati a numero secondo le loro caratteristiche costruttive e di funzionamento ed in relazione alla potenzialità resa. Sono comprese le apparecchiature elettriche relative ed i pezzi speciali di collegamento.
 - Gli apparecchi per il trattamento dell'acqua saranno valutati a numero secondo le rispettive caratteristiche costruttive e di funzionamento ed in relazione alla portata. Sono comprese le apparecchiature elettriche relative ed i pezzi speciali di collegamento.
- I gruppi completi antincendio [UNI EN 14540](#) e [UNI 9487](#) DN 70, per attacco motopompa e gli estintori portatili, saranno valutati a numero secondo i rispettivi componenti ed in relazione alla capacità.
- I rivestimenti termoisolanti saranno valutati al metro quadrato di sviluppo effettivo misurando la superficie esterna dello strato coibente. Le valvole, le saracinesche saranno valutate con uno sviluppo convenzionale di 2 m² cadauna.
 - Le rubinetterie per gli apparecchi sanitari saranno valutate a numero per gruppi completi secondo le rispettive caratteristiche, tipologie e dimensioni. Sono compresi i materiali di tenuta.
 - Le valvole, le saracinesche e le rubinetterie varie saranno valutate a numero secondo le rispettive caratteristiche e dimensioni. Sono compresi i materiali di tenuta.
 - I quadri elettrici relativi alle centrali, i tubi protettivi, le linee elettriche di alimentazione e di comando delle apparecchiature, le linee di terra ed i collegamenti equipotenziali sono valutati nel prezzo di ogni apparecchiatura a piè d'opera alimentata elettricamente.

3.1.26) Impianti elettrico e telefonico

a) Canalizzazioni e cavi.

- I tubi di protezione, le canalette portacavi, i condotti sbarre, il piatto di ferro zincato per le reti di terra, saranno valutati al metro lineare misurando l'effettivo sviluppo lineare in opera. Sono comprese le incidenze per gli sfridi e per i pezzi speciali per gli spostamenti, raccordi, supporti, staffe, mensole e morsetti di sostegno ed il relativo fissaggio a parete con tasselli ad espansione.
- I cavi multipolari o unipolari di MT e di BT saranno valutati al metro lineare misurando l'effettivo sviluppo lineare in opera, aggiungendo 1 m per ogni quadro al quale essi sono attestati. Nei cavi unipolari o multipolari di MT e di BT sono comprese le incidenze per gli sfridi, i capi corda e i marca cavi, esclusi i terminali dei cavi di MT.
- I terminali dei cavi a MT saranno valutati a numero. Nel prezzo dei cavi di MT sono compresi tutti i materiali occorrenti per l'esecuzione dei terminali stessi.
- I cavi unipolari isolati saranno valutati al metro lineare misurando l'effettivo sviluppo in opera, aggiungendo 30 cm per ogni scatola o cassetta di derivazione e 20 cm per ogni scatola da frutto. Sono comprese le incidenze per gli sfridi, morsetti volanti fino alla sezione di 6 mm², morsetti fissi oltre tale sezione.
- Le scatole, le cassette di derivazione ed i box telefonici, saranno valutati a numero secondo le rispettive caratteristiche, tipologia e dimensione. Nelle scatole di derivazione stagne sono compresi tutti gli accessori quali passacavi pareti chiuse, pareti a cono, guarnizioni di tenuta; in quelle dei box telefonici sono comprese le morsettiere.

b) Apparecchiature in generale e quadri elettrici.

- Le apparecchiature in generale saranno valutate a numero secondo le rispettive caratteristiche, tipologie e portata entro i campi prestabiliti. Sono compresi tutti gli accessori per dare in opera l'apparecchiatura completa e funzionante.
- I quadri elettrici saranno valutati a numero secondo le rispettive caratteristiche e tipologie in funzione di:
 - superficie frontale della carpenteria e relativo grado di protezione (IP);
 - numero e caratteristiche degli interruttori, contattori, fusibili, ecc.

Nei quadri la carpenteria comprenderà le cerniere, le maniglie, le serrature, i pannelli traforati per contenere le apparecchiature, le etichette, ecc. Gli interruttori automatici magnetotermici o differenziali, i sezionatori ed i contattori da quadro, saranno distinti secondo le rispettive caratteristiche e tipologie quali:

- a) il numero dei poli;
- b) la tensione nominale;
- c) la corrente nominale;
- d) il potere di interruzione simmetrico;
- e) il tipo di montaggio (contatti anteriori, contatti posteriori, asportabili o sezionabili su carrello);

comprenderanno l'incidenza dei materiali occorrenti per il cablaggio e la connessione alle sbarre del quadro e quanto occorre per dare l'interruttore funzionante.

- I corpi illuminanti saranno valutati a numero secondo le rispettive caratteristiche, tipologie e potenzialità. Sono comprese le lampade, i portalampade e tutti gli accessori per dare in opera l'apparecchiatura completa e funzionante.
- I frutti elettrici di qualsiasi tipo saranno valutati a numero di frutto montato. Sono escluse le scatole, le placche e gli accessori di fissaggio che saranno valutati a numero.

3.1.27) Impianti ascensori e montacarichi

Gli impianti saranno valutati a corpo per ciascun impianto.

Nel prezzo a corpo sono compresi tutti i materiali e prestazioni di mano d'opera specializzata necessari per dare l'impianto completo e funzionante.

3.1.28) Opere di assistenza agli impianti

Le opere e gli oneri di assistenza di tutti gli impianti compensano e comprendono le seguenti prestazioni:

- scarico dagli automezzi, collocazione in loco compreso il tiro in alto ai vari piani e sistemazione in magazzino di tutti i materiali pertinenti agli impianti;
- apertura e chiusura di tracce, predisposizione e formazione di fori ed asole su murature e strutture di calcestruzzo armato;
- muratura di scatole, cassette, sportelli, controtelai di bocchette, serrande e griglie, guide e porte ascensori;
- fissaggio di apparecchiature in genere ai relativi basamenti e supporti;

- formazione di basamenti di calcestruzzo o muratura e, ove richiesto, la interposizione di strato isolante, baggioli, ancoraggi di fondazione e nicchie;
- manovalanza e mezzi d'opera in aiuto ai montatori per la movimentazione inerente alla posa in opera di quei materiali che per il loro peso e/o volume esigono tali prestazioni;
- i materiali di consumo ed i mezzi d'opera occorrenti per le prestazioni di cui sopra;
- il trasporto alla discarica dei materiali di risulta delle lavorazioni;
- scavi e rinterrati relativi a tubazioni od apparecchiature poste interrate;
- ponteggi di servizio interni ed esterni.

Le opere e gli oneri di assistenza agli impianti dovranno essere calcolate in ore lavoro sulla base della categoria della manodopera impiegata e della quantità di materiali necessari e riferiti a ciascun gruppo di lavoro.

3.1.29) Manodopera

Gli operai per i lavori in economia dovranno essere idonei al lavoro per il quale sono richiesti e dovranno essere provvisti dei necessari attrezzi.

L'Appaltatore è obbligato, senza compenso alcuno, a sostituire tutti quegli operai che non soddisfino la Direzione dei Lavori.

Circa le prestazioni di mano d'opera saranno osservate le disposizioni e convenzioni stabilite dalle leggi e dai contratti collettivi di lavoro.

Nell'esecuzione dei lavori che formano oggetto del presente appalto, l'Appaltatore si obbliga ad applicare integralmente tutte le norme contenute nel contratto collettivo nazionale di lavoro per gli operai dipendenti dalle aziende industriali edili ed affini e negli accordi locali integrativi dello stesso, in vigore per il tempo e nella località in cui si svolgono i lavori anzidetti.

L'Appaltatore si obbliga altresì ad applicare il contratto e gli accordi medesimi anche dopo la scadenza e fino alla sostituzione e, se cooperative, anche nei rapporti con i soci.

I suddetti obblighi vincolano l'Appaltatore anche se non sia aderente alle associazioni stipulanti o receda da esse e indipendentemente dalla natura industriale della stessa e da ogni altra sua qualificazione giuridica, economica o sindacale.

3.1.30) Noleggi

Le macchine e gli attrezzi dati a noleggio devono essere in perfetto stato di esercizio ed essere provvisti di tutti gli accessori necessari per il loro regolare funzionamento.

Sono a carico esclusivo dell'Appaltatore la manutenzione degli attrezzi e prezzi di noleggio di meccanismi in genere, si intendono corrisposti per tutto il tempo durante il quale i meccanismi rimangono a piè d'opera a disposizione dell'Amministrazione, e cioè anche per le ore in cui i meccanismi stessi non funzionano, applicandosi il prezzo prestabilito.

Nel prezzo di noleggio sono compresi gli oneri e tutte le spese per il trasporto a piè d'opera, montaggio, smontaggio ed allontanamento di detti meccanismi.

Per il noleggio di carri ed autocarri il prezzo verrà corrisposto soltanto per le ore di effettivo lavoro, rimanendo escluso ogni compenso per qualsiasi altra causa o perdita di tempo.

3.1.31) Trasporti

I trasporti di terre o altro materiale sciolto verranno valutati in base al volume prima dello scavo, per le materie in cumulo prima del carico su mezzo, senza tener conto dell'aumento di volume all'atto dello scavo o del carico, oppure a peso con riferimento alla distanza. Qualora non sia diversamente precisato in contratto, sarà compreso il carico e lo scarico dei materiali ed ogni spesa per dare il mezzo di trasporto in piena efficienza. Con i prezzi dei trasporti si intende compensata anche la spesa per materiali di consumo, il servizio del conducente, e ogni altra spesa occorrente.

I mezzi di trasporto per i lavori in economia debbono essere forniti in pieno stato di efficienza e corrispondere alle prescritte caratteristiche.

Art. 3.2 MATERIALI A PIÈ D'OPERA

Per determinati manufatti il cui valore è superiore alla spesa per la messa in opera, il prezzo a piè d'opera ed il suo accredito in contabilità prima della messa in opera è stabilito in misura non superiore alla metà del prezzo stesso da valutarsi a prezzo di contratto o, in difetto, al prezzo di progetto.

I prezzi per i materiali a piè d'opera si determineranno nei seguenti casi:

- a) alle provviste dei materiali a piè d'opera che l'Appaltatore è tenuto a fare a richiesta della Direzione dei Lavori, comprese le somministrazioni per lavori in economia, alla cui esecuzione provvede direttamente la Stazione Appaltante;

- b) alla valutazione dei materiali accettabili nel caso di esecuzione di ufficio e nel caso di rescissione coattiva oppure di scioglimento di contratto;
- c) alla valutazione del materiale per l'accreditamento del loro importo nei pagamenti in acconto;
- d) alla valutazione delle provviste a piè d'opera che si dovessero rilevare dalla Stazione Appaltante quando per variazioni da essa introdotte non potessero più trovare impiego nei lavori.

In detti prezzi dei materiali è compresa ogni spesa accessoria per dare i materiali a piè d'opera sul luogo di impiego, le spese generali ed il beneficio dell'Appaltatore.

CAPITOLO 4

QUALITA' DEI MATERIALI E DEI COMPONENTI

Art. 4.1

NORME GENERALI - IMPIEGO ED ACCETTAZIONE DEI MATERIALI

Quale regola generale si intende che i materiali, i prodotti ed i componenti occorrenti per la costruzione delle opere, proverranno da ditte fornitrici o da cave e località che l'Appaltatore riterrà di sua convenienza, purché, ad insindacabile giudizio della Direzione dei Lavori, rispondano alle caratteristiche/prestazioni di cui ai seguenti articoli.

I materiali e i componenti devono corrispondere alle prescrizioni di legge e del presente Capitolato Speciale; essi dovranno essere della migliore qualità e perfettamente lavorati, e possono essere messi in opera solamente dopo l'accettazione della Direzione dei Lavori.

Resta sempre all'Impresa la piena responsabilità circa i materiali adoperati o forniti durante l'esecuzione dei lavori, essendo essa tenuta a controllare che tutti i materiali corrispondano alle caratteristiche prescritte e a quelle dei campioni esaminati, o fatti esaminare, dalla Direzione dei Lavori.

I materiali dovranno trovarsi, al momento dell'uso in perfetto stato di conservazione.

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

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

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

La Direzione dei Lavori o l'organo di collaudo possono disporre ulteriori prove ed analisi ancorché non prescritte nel presente Capitolato ma ritenute necessarie per stabilire l'idoneità dei materiali o dei componenti. Le relative spese sono poste a carico dell'Appaltatore.

Per quanto non espresso nel presente Capitolato Speciale, relativamente all'accettazione, qualità e impiego dei materiali, alla loro provvista, il luogo della loro provenienza e l'eventuale sostituzione di quest'ultimo, si applicano le disposizioni di cui all'art. 4, allegato II.14 del d.lgs. 36/2023 e gli artt. 16, 17, 18 e 19 del Capitolato Generale d'Appalto D.M. 145/2000 e s.m.i.

L'appalto non prevede categorie di prodotti ottenibili con materiale riciclato, tra quelle elencate nell'apposito decreto ministeriale emanato ai sensi dell'art. 2, comma 1 lettera d) del D.M. dell'ambiente n. 203/2003.

(oppure)

Inoltre in ottemperanza al D.M. 203/2003 si prescrive l'utilizzo di materiali riciclati (come da tabella allegata) nella misura complessiva del \$MANUAL\$ % del fabbisogno dell'opera da realizzare.

MATERIALI	quantità (%)

Art. 4.2

ACQUA, CALCI, CEMENTI ED AGGLOMERATI CEMENTIZI, POZZOLANE, GESSO

a) Acqua - L'acqua per l'impasto con leganti idraulici dovrà essere deve essere conforme alla norma **UNI EN 1008**, limpida, priva di grassi o sostanze organiche e priva di sali (particolarmente solfati e cloruri) in percentuali

dannose e non essere aggressiva per il conglomerato risultante.

b) Calci - Le calci aeree ed idrauliche, dovranno rispondere ai requisiti di accettazione delle norme tecniche vigenti; le calci idrauliche dovranno altresì corrispondere alle prescrizioni contenute nella legge 595/65 (Caratteristiche tecniche e requisiti dei leganti idraulici), ai requisiti di accettazione contenuti nelle norme tecniche vigenti, nonché alle norme [UNI EN 459-1](#) e [459-2](#).

c) Cementi e agglomerati cementizi.

1. Devono impiegarsi esclusivamente i cementi previsti dalle disposizioni vigenti in materia (legge 26 maggio 1965 n. 595 e norme armonizzate della serie EN 197), dotati di attestato di conformità ai sensi delle norme [UNI EN 197-1](#) e [UNI EN 197-2](#).
2. A norma di quanto previsto dal Decreto 12 luglio 1999, n. 314 (Regolamento recante norme per il rilascio dell'attestato di conformità per i cementi), i cementi di cui all'art. 1 lettera A) della legge 595/65 (e cioè cementi normali e ad alta resistenza portland, pozzolanico e d'altoforno), se utilizzati per confezionare il conglomerato cementizio normale, armato e precompresso, devono essere certificati presso i laboratori di cui all'art. 6 della legge 595/65 e all'art. 59 del d.P.R. 380/2001 e s.m.i. Per i cementi di importazione, la procedura di controllo e di certificazione potrà essere svolta nei luoghi di produzione da analoghi laboratori esteri di analisi.
3. I cementi e gli agglomerati cementizi dovranno essere conservati in magazzini coperti, ben riparati dall'umidità e da altri agenti capaci di degradarli prima dell'impiego.

d) Pozzolane - Le pozzolane saranno ricavate da strati mondi da cappellaccio ed esenti da sostanze eterogenee o di parti inerti; qualunque sia la provenienza dovranno rispondere a tutti i requisiti prescritti dalle norme tecniche vigenti.

e) Gesso - Il gesso dovrà essere di recente cottura, perfettamente asciutto, di fine macinazione in modo da non lasciare residui sullo staccio di 56 maglie a centimetro quadrato, scevro da materie eterogenee e senza parti alterate per estinzione spontanea. Il gesso dovrà essere conservato in locali coperti, ben riparati dall'umidità e da agenti degradanti. Per l'accettazione valgono i criteri generali dell'articolo "*Norme Generali - Accettazione Qualità ed Impiego dei Materiali*" e le condizioni di accettazione stabilite dalle norme vigenti.

f) Sabbie - Le sabbie dovranno essere assolutamente prive di terra, materie organiche o altre materie nocive, essere di tipo siliceo (o in subordine quarzoso, granitico o calcareo), avere grana omogenea, e provenire da rocce con elevata resistenza alla compressione. Sottoposta alla prova di decantazione in acqua, la perdita in peso della sabbia non dovrà superare il 2%.

La sabbia utilizzata per le murature, per gli intonaci, le stuccature, le murature a faccia vista e per i conglomerati cementizi dovrà essere conforme a quanto previsto dal D.M. 17 gennaio 2018 e dalle relative norme vigenti.

La granulometria dovrà essere adeguata alla destinazione del getto ed alle condizioni di posa in opera. È assolutamente vietato l'uso di sabbia marina.

I materiali dovranno trovarsi, al momento dell'uso in perfetto stato di conservazione. Il loro impiego nella preparazione di malte e conglomerati cementizi dovrà avvenire con l'osservanza delle migliori regole d'arte.

Per quanto non espressamente contemplato, si rinvia alla seguente normativa tecnica: [UNI EN 459](#) - [UNI EN 197](#) - [UNI EN ISO 7027-1](#) - [UNI EN 413](#) - [UNI 9156](#) - [UNI 9606](#).

Tutti i prodotti e/o materiali di cui al presente articolo, qualora possano essere dotati di marcatura CE secondo la normativa tecnica vigente, dovranno essere muniti di tale marchio.

Art. 4.3

MATERIALI INERTI PER CONGLOMERATI CEMENTIZI E PER MALTE

1) Tutti gli inerti da impiegare nella formazione degli impasti destinati alla esecuzione di opere in conglomerato cementizio semplice od armato devono corrispondere alle condizioni di accettazione stabilite dalle norme vigenti in materia.

2) Gli aggregati per conglomerati cementizi, naturali e di frantumazione, devono essere costituiti da elementi non gelivi e non friabili, privi di sostanze organiche, limose ed argillose, di getto, ecc., in proporzioni non nocive all'indurimento del conglomerato o alla conservazione delle armature. La ghiaia o il pietrisco devono avere dimensioni massime commisurate alle caratteristiche geometriche della carpenteria del getto ed all'ingombro delle armature. La sabbia per malte dovrà essere priva di sostanze organiche, terrose o argillose,

ed avere dimensione massima dei grani di 2 mm per murature in genere, di 1 mm per gli intonaci e murature di paramento o in pietra da taglio.

Sono idonei alla produzione di calcestruzzo per uso strutturale gli aggregati ottenuti dalla lavorazione di materiali naturali, artificiali, oppure provenienti da processi di riciclo conformi alla norma europea armonizzata [UNI EN 12620](#) e, per gli aggregati leggeri, alla norma europea armonizzata [UNI EN 13055](#). È consentito l'uso di aggregati grossi provenienti da riciclo, secondo i limiti di cui al punto 11.2.9.2 del D.M. 17 gennaio 2018 a condizione che la miscela di calcestruzzo, confezionato con aggregati riciclati, venga preliminarmente qualificata e documentata, nonché accettata in cantiere, attraverso le procedure di cui alle citate norme.

Per quanto riguarda i controlli di accettazione degli aggregati da effettuarsi a cura del Direttore dei Lavori, questi sono finalizzati almeno alla verifica delle caratteristiche tecniche riportate al punto 11.2.9.2 del D.M. 17 gennaio 2018.

3) Gli additivi per impasti cementizi, come da norma [UNI EN 934](#), si intendono classificati come segue: fluidificanti; aeranti; ritardanti; acceleranti; fluidificanti-aeranti; fluidificanti-ritardanti; fluidificanti- acceleranti; antigelo-superfluidificanti. Per le modalità di controllo ed accettazione la Direzione dei Lavori potrà far eseguire prove od accettare, secondo i criteri dell'articolo "*Norme Generali - Accettazione Qualità ed Impiego dei Materiali*", l'attestazione di conformità alle norme [UNI EN 934](#), [UNI EN 480](#) (varie parti).

4) I conglomerati cementizi per strutture in cemento armato dovranno rispettare tutte le prescrizioni di cui al D.M. 17 gennaio 2018 e relative circolari esplicative.

Per quanto non espressamente contemplato, si rinvia alla seguente normativa tecnica: [UNI EN 934](#) (varie parti), [UNI EN 480](#) (varie parti), [UNI EN 13055-1](#).

Tutti i prodotti e/o materiali di cui al presente articolo, qualora possano essere dotati di marcatura CE secondo la normativa tecnica vigente, dovranno essere muniti di tale marchio.

Art. 4.4

ELEMENTI DI LATERIZIO E CALCESTRUZZO

Gli elementi resistenti artificiali da impiegare nelle murature (elementi in laterizio ed in calcestruzzo) possono essere costituiti di laterizio normale, laterizio alleggerito in pasta, calcestruzzo normale, calcestruzzo alleggerito.

Quando impiegati nella costruzione di murature portanti, essi debbono rispondere alle prescrizioni contenute nel D.M. 17 gennaio 2018, nelle relative circolari esplicative e norme vigenti.

Nel caso di murature non portanti le suddette prescrizioni possono costituire utile riferimento, insieme a quelle della norma [UNI EN 771](#).

Gli elementi resistenti di laterizio e di calcestruzzo possono contenere forature rispondenti alle prescrizioni del succitato D.M. 17 gennaio 2018 e dalle relative norme vigenti.

La resistenza meccanica degli elementi deve essere dimostrata attraverso certificazioni contenenti risultati delle prove e condotte da laboratori ufficiali negli stabilimenti di produzione, con le modalità previste nel D.M. di cui sopra.

Tutti i prodotti e/o materiali di cui al presente articolo, qualora possano essere dotati di marcatura CE secondo la normativa tecnica vigente, dovranno essere muniti di tale marchio.

È facoltà della Direzione dei Lavori richiedere un controllo di accettazione, avente lo scopo di accertare se gli elementi da mettere in opera abbiano le caratteristiche dichiarate dal produttore.

Art. 4.5

VALUTAZIONE PRELIMINARE CALCESTRUZZO

L'appaltatore, prima dell'inizio della costruzione dell'opera, deve effettuare idonee prove preliminari di studio ed acquisire idonea documentazione relativa ai componenti, per ciascuna miscela omogenea di calcestruzzo da utilizzare, al fine di ottenere le prestazioni richieste dal progetto.

Nel caso di forniture provenienti da impianto di produzione industrializzata con certificato di controllo della produzione in fabbrica, tale documentazione è costituita da quella di identificazione, qualificazione e controllo dei prodotti da fornire.

Il Direttore dei Lavori ha l'obbligo di acquisire, prima dell'inizio della costruzione, la documentazione relativa alla valutazione preliminare delle prestazioni e di accettare le tipologie di calcestruzzo da fornire, con facoltà di far eseguire ulteriori prove preliminari.

Il Direttore dei Lavori ha comunque l'obbligo di eseguire controlli sistematici in corso d'opera per verificare

la corrispondenza delle caratteristiche del calcestruzzo fornito rispetto a quelle stabilite dal progetto.

Art. 4.6 **LINOLEUM**

Il linoleum è un materiale bioclimatico compatto, impermeabile, resistente e composto esclusivamente da elementi naturali.

Le materie prime che lo costituiscono sono:

- olio di lino;
- resine naturali;
- juta;
- sughero.

Le superfici dovranno essere eseguite utilizzando un linoleum a due strati composto esclusivamente da olio di lino ossidato, farina di legno, sughero macinato, pigmenti colorati, resine naturali e cariche minerali, su tela di juta naturale priva di minio, con strato di usura e disegno a tutto spessore per un totale di almeno 2 mm compreso il supporto di juta, resistente al traffico leggero. Fornito in rotoli da minimo 200 cm di altezza o in pannelli pretagliati, dovrà possedere una superficie liscia e antistatica, il tutto conforme alle norme di riferimento [UNI EN ISO 24011](#) - [UNI EN 687](#) - [UNI EN 688](#).

Le caratteristiche tecniche e di resa dovranno essere almeno pari alla classe 1 per il comportamento al fuoco, 3 dB come coefficiente di assorbimento acustico, $W1=50$ kJ/mq e $W10=342$ kJ/mq per conducibilità, e inoltre resistente all'usura, agli agenti chimici e ai grassi, stabile al colore e inodore.

La base di posa dovrà essere liscia, piana, asciutta, dura e pulita.

Il pavimento in linoleum dovrà essere adatto per ambienti con riscaldamento a pannelli radianti. Per la manutenzione dovrà essere usato un detergente neutro ed eventualmente effettuata una ceratura per aumentarne l'effetto lucido.

Art 4.7 **SCAVI E RILEVATI IN GENERE**

Gli scavi ed i rilevati saranno eseguiti conformemente alle previsioni di progetto, salvo le eventuali varianti che fossero disposte dalla Direzione dei Lavori.

Le terre, macinati e rocce da scavo, per la formazione di aree prative, sottofondi, reinterri, riempimenti, rimodellazioni e rilevati, conferiti in cantiere, devono rispettare le norme vigenti, i limiti previsti dalla Tabella 1 - Valori di concentrazione limite accettabili nel suolo e nel sottosuolo riferiti alla specifica destinazione d'uso dei siti da bonificare, colonna A (Siti ad uso Verde pubblico, privato e residenziale) e colonna B (Siti ad uso Commerciale ed Industriale) dell'Allegato 5 al Titolo V della Parte Quarta del D.Lgs. 152/2006 e s.m.i. e il d.P.R. n.120/2017 "Regolamento recante la disciplina semplificata della gestione delle terre e rocce da scavo".

L'Appaltatore dovrà consegnare le trincee e i rilevati, nonché gli scavi o riempimenti in genere, al giusto piano prescritto, con scarpate regolari e spianate, con i cigli bene tracciati e profilati, compiendo a sue spese, durante l'esecuzione dei lavori, fino al collaudo, gli occorrenti ricarichi o tagli, la ripresa e sistemazione delle scarpate e banchine e l'espurgo dei fossi.

In particolare si prescrive:

a) Scavi. - Nell'esecuzione degli scavi l'Appaltatore dovrà procedere in modo che i cigli siano diligentemente profilati, le scarpate raggiungano l'inclinazione prevista nel progetto o che sarà ritenuta necessaria e prescritta con ordine di servizio dalla Direzione dei Lavori allo scopo di impedire scoscendimenti, restando egli, oltretutto totalmente responsabile di eventuali danni alle persone ed alle opere, altresì obbligato a provvedere a suo carico e spese alla rimozione delle materie franate in caso di inadempienza delle disposizioni all'uopo impartitegli.

L'Appaltatore dovrà sviluppare i movimenti di materie con adeguati mezzi e con sufficiente mano d'opera in modo da dare gli scavi, possibilmente, completi a piena sezione in ciascun tratto iniziato. Inoltre, dovrà aprire senza indugio i fossi e le cunette occorrenti e, comunque, mantenere efficiente, a sua cura e spese, il deflusso delle acque anche, se occorre, con canali fagatori.

Le materie provenienti dagli scavi, non utilizzabili e non ritenute idonee, a giudizio della Direzione dei Lavori, per la formazione dei rilevati o per altro impiego nei lavori, dovranno essere portate a rifiuto, depositandole su aree che l'Appaltatore dovrà provvedere a sua cura e spese.

Le località per tali depositi a rifiuto dovranno essere scelte in modo che le materie depositate non arrechino danno ai lavori od alle proprietà pubbliche e private nonché al libero deflusso delle acque

pubbliche e private.

La Direzione dei Lavori potrà fare asportare, a spese dell'Appaltatore, le materie depositate in contravvenzione alle precedenti disposizioni.

Qualora i materiali siano ceduti all'Appaltatore, il prezzo ad essi convenzionalmente attribuito deve essere dedotto dall'importo netto dei lavori, salvo che la deduzione non sia stata già fatta nella determinazione dei prezzi.

b) Rilevati. - Per la formazione dei rilevati si impiegheranno in generale e salvo quanto segue, fino al loro totale esaurimento, tutte le materie provenienti dagli scavi di cui alla precedente lettera a), se disponibili ed adatte, a giudizio insindacabile della Direzione dei Lavori, per la formazione dei rilevati, dopo aver provveduto alla cernita ed alla eliminazione del materiale non ritenuto idoneo. Potranno essere altresì utilizzate nei rilevati, per la loro formazione, anche le materie provenienti da scavi di opere d'arte e sempreché disponibile ed egualmente ritenute idonee e previa cernita e separazione dei materiali utilizzabili di cui sopra. Quando venissero a mancare in tutto o in parte i materiali di cui sopra, si provvederanno le materie occorrenti scavandole, o come si suol dire prelevandole, da cave di prestito che forniscano materiali riconosciuti pure idonei dalla Direzione dei Lavori.

Le dette cave di prestito da aprire a totale cura e spese dell'Appaltatore al quale sarà corrisposto il solo prezzo unitario di elenco per le materie scavate di tale provenienza, debbono essere coltivate in modo che, tanto durante l'esecuzione degli scavi quanto a scavo ultimato, sia provveduto al loro regolare e completo scolo e restino impediti ristagni di acqua ed impaludamenti. A tale scopo l'Appaltatore, quando occorra, dovrà aprire, sempre a sua cura e spese, opportuni fossi di scolo con sufficiente pendenza.

Le cave di prestito dovranno avere una profondità tale da non pregiudicare la stabilità di alcuna parte dell'opera appaltata, né comunque danneggiare opere pubbliche o private.

Il suolo costituente la base sulla quale si dovranno impiantare i rilevati dovrà essere accuratamente preparato, espurgandolo da piante, cespugli, erbe, canne, radici e da qualsiasi altra materia eterogenea, e trasportando fuori della sede del lavoro le materie di rifiuto.

La base dei suddetti rilevati, se ricadente su terreno pianeggiante, dovrà essere inoltre arata, e se cadente sulla scarpata di altro rilevato esistente o su terreno a declivio trasversale superiore al quindici per cento, dovrà essere preparata a gradini alti circa 30 cm, con inclinazione inversa a quella del rilevato esistente o del terreno.

La terra da trasportare nei rilevati dovrà essere anch'essa previamente espurgata da erbe, canne, radici e da qualsiasi altra materia eterogenea e dovrà essere disposta in rilevato a cordoli alti da 0,30 m a 0,50 m, bene pigiata ed assodata con particolare diligenza specialmente nelle parti addossate alle murature. Sarà obbligo dell'Appaltatore, escluso qualsiasi compenso, di dare ai rilevati, durante la loro costruzione, quelle maggiori dimensioni richieste dall'assestamento delle terre, affinché, all'epoca del collaudo, i rilevati eseguiti abbiano dimensioni non inferiori a quelle prescritte.

Non si potrà sospendere la costruzione di un rilevato, qualunque sia la causa, senza che ad esso sia stata data una configurazione tale da assicurare lo scolo delle acque piovane. Nella ripresa del lavoro, il rilevato già eseguito dovrà essere espurgato dalle erbe e cespugli che vi fossero nati, nonché configurato a gradoni, praticandovi inoltre dei solchi per il collegamento delle nuove materie con quelle prima impiegate.

Qualora gli scavi ed il trasporto avvengano meccanicamente, si avrà cura che il costipamento sia realizzato costruendo il rilevato in strati di modesta altezza non eccedenti i 30 o i 50 centimetri. Comunque, dovrà farsi in modo che durante la costruzione si conservi un tenore di acqua conveniente, evitando di formare rilevati con terreni la cui densità ottima sia troppo rapidamente variabile col tenore in acqua, e si eseguiranno i lavori, per quanto possibile, in stagione non piovosa, avendo cura, comunque, di assicurare lo scolo delle acque superficiali e profonde durante la costruzione.

Per il rivestimento delle scarpate si dovranno impiegare terre vegetali per gli spessori previsti in progetto od ordinati dalla Direzione dei Lavori.

4.7.1 Gestione dei cantieri di piccole dimensioni

I cantieri di piccole dimensioni rappresentano il tipo di opera maggiormente diffusa sul territorio e comportano movimentazioni minime di terreno a seguito delle attività di scavo. Al fine di procedere alla caratterizzazione delle terre e rocce da scavo per la loro qualifica come sottoprodotti e consentirne la gestione dei materiali in sicurezza, i destinatari del presente capitolato seguiranno le indicazioni operative delle "Linee Guida sull'applicazione della disciplina per l'utilizzo delle terre e rocce da scavo" approvate dal Sistema nazionale per la protezione dell'ambiente (SNPA).

Gli aspetti ivi indicati ed essenziali per la verifica dei requisiti di qualità ambientale delle terre e rocce da scavo prodotte nei piccoli cantieri che si intendono utilizzare come sottoprodotti, riguardano:

- 1)** la numerosità dei punti d'indagine e dei campioni da prelevare
- 2)** le modalità di formazione dei campioni da inviare ad analisi

Tali modalità operative sono da intendersi preliminari alle operazioni effettive di scavo; qualora invece, per specifiche esigenze operative risulti impossibile effettuare le indagini preliminarmente allo scavo, sarà possibile procedere in corso d'opera.

Numerosità dei campioni

Il numero minimo di punti di prelievo da localizzare nei cantieri di piccole dimensioni è individuato tenendo conto della correlazione di due elementi: l'estensione della superficie di scavo e il volume di terre e rocce oggetto di scavo.

La tabella che segue riporta il numero minimo di campioni da analizzare, incrementabile in relazione all'eventuale presenza di elementi sito specifici quali singolarità geolitologiche o evidenze organolettiche. Nel caso di scavi lineari (per posa condotte e/o sottoservizi, realizzazione scoli irrigui o di bonifica, ecc.), dovrà essere prelevato un campione ogni 500 metri di tracciato, e in ogni caso ad ogni variazione significativa di litologia, fermo restando che deve essere comunque garantito almeno un campione ogni 3.000 mc.

	AREA DI SCAVO	VOLUME DI SCAVO	NUMERO MINIMO DI CAMPIONI
a	=< 1000 mq	=< 3000 mc	1
b	=< 1000 mq	3000 mc - 6000 mc	2
c	1000 mq - 2500 mq	=< 3000 mc	2
d	1000 mq - 2500 mq	3000 mc - 6000 mc	4
e	> 2500 mq	< 6000 mc	DPR 120/17 (All. 2 tab. 2.1)

In merito ad "Interventi di scavo in corsi d'acqua" ed alla "modalità di formazione dei campioni da inviare ad analisi", a seconda della casistica ricorrente, si avrà cura di procedere secondo le indicazioni operative contenute al punto 3.3 delle "Linee Guida sull'applicazione della disciplina per l'utilizzo delle terre e rocce da scavo" approvate dal Sistema nazionale per la protezione dell'ambiente (SNPA).

Art 4.7.2 SCAVI DI SBANCAMENTO

Per scavi di sbancamento o tagli a sezione aperta si intendono quelli praticati al di sopra del piano orizzontale, passante per il punto più depresso del terreno naturale o per il punto più depresso delle trincee o splateamenti, precedentemente eseguiti ed aperti almeno da un lato.

Quando l'intero scavo debba risultare aperto su di un lato (caso di un canale fagatore) e non venga ordinato lo scavo a tratti, il punto più depresso è quello terminale.

Appartengono alla categoria degli scavi di sbancamento così generalmente definiti tutti i cosiddetti scavi di splateamento e quelli per allargamento di trincee, tagli di scarpate di rilevati per costruirvi opere di sostegno, scavi per incassatura di opere d'arte (spalle di ponti, spallette di briglie, ecc.) eseguiti superiormente al piano orizzontale determinato come sopra, considerandosi come piano naturale anche l'alveo dei torrenti e dei fiumi.

Art 4.7.3 SCAVI DI FONDAZIONE

Per scavi di fondazione in generale si intendono quelli ricadenti al di sotto del piano orizzontale di cui all'articolo precedente, chiusi fra le pareti verticali riproducenti il perimetro delle fondazioni delle opere d'arte. Qualunque sia la natura e la qualità del terreno, gli scavi per fondazione dovranno essere spinti fino alla profondità che dalla Direzione dei Lavori verrà ordinata all'atto della loro esecuzione.

Le profondità che si trovino indicate nei disegni di consegna sono perciò di semplice avviso e la Stazione Appaltante si riserva piena facoltà di variarle nella misura che reputerà più conveniente, senza che ciò possa dare all'Appaltatore motivo alcuno di fare eccezioni o domande di speciali compensi, avendo egli soltanto diritto al pagamento del lavoro eseguito, coi prezzi contrattuali stabiliti per le varie profondità da raggiungere.

È vietato all'Appaltatore, sotto pena di demolire il già fatto, di porre mano alle murature prima che la Direzione dei Lavori abbia verificato ed accettato i piani delle fondazioni.

I piani di fondazione dovranno essere generalmente orizzontali, ma per quelle opere che cadono sopra a

falde inclinate potranno, a richiesta della Direzione dei Lavori, essere disposti a gradini ed anche con determinate contropendenze.

Gli scavi di fondazione dovranno di norma essere eseguiti a pareti verticali e l'Appaltatore dovrà, occorrendo, sostenerle con conveniente armatura e sbadacchiature, restando a suo carico ogni danno alle cose ed alle persone che potesse verificarsi per smottamenti o franamenti dei cavi. Questi potranno però, ove ragioni speciali non lo vietino, essere eseguiti con pareti a scarpata. In questo caso non sarà compensato il maggiore scavo eseguito, oltre quello strettamente occorrente per la fondazione dell'opera, e l'Appaltatore dovrà provvedere a sue cure e spese al successivo riempimento del vuoto rimasto intorno alle murature di fondazione dell'opera, con materiale adatto, ed al necessario costipamento di quest'ultimo.

Analogamente dovrà procedere l'Appaltatore senza ulteriore compenso a riempire i vuoti che restassero attorno alle murature stesse, pure essendosi eseguiti scavi a pareti verticali, in conseguenza dell'esecuzione delle murature con riseghe in fondazione.

Per aumentare la superficie d'appoggio la Direzione dei Lavori potrà ordinare per il tratto terminale di fondazione per un'altezza sino ad un metro, che lo scavo sia allargato mediante scampanatura, restando fermo quanto sopra detto circa l'obbligo dell'Appaltatore, ove occorra, di armare convenientemente durante i lavori la parete verticale sovrastante.

Qualora gli scavi si debbano eseguire in presenza di acqua e questa si elevi negli scavi, non oltre però il limite massimo di 20 cm (di seguito contemplato), l'Appaltatore dovrà provvedere, se richiesto dalla Direzione dei Lavori, all'esaurimento dell'acqua stessa coi mezzi che saranno ritenuti più opportuni.

L'Appaltatore dovrà provvedere, a sua cura, spesa ed iniziativa, alle suddette assicurazioni, armature, puntellature e sbadacchiature, nelle quantità e robustezza che per la qualità delle materie da scavare siano richieste, adottando anche tutte le altre precauzioni che fossero ulteriormente riconosciute necessarie, senza rifiutarsi per nessun pretesto di ottemperare alle prescrizioni che al riguardo, e per garantire la sicurezza delle cose e delle persone, gli venissero impartite dalla Direzione dei Lavori. Il legname impiegato a tale scopo, sempreché non si tratti di armature formanti parte integrante dell'opera, da lasciare quindi in loco in proprietà della Stazione Appaltante, resterà di proprietà dell'Appaltatore, che potrà perciò recuperarlo ad opera compiuta. Nessun compenso spetta all'Appaltatore se, per qualsiasi ragione, tale recupero possa risultare soltanto parziale od anche totalmente negativo.

Gli scavi di fondazione che si devono eseguire a profondità maggiore di 20 cm (centimetri venti) sotto il livello costante a cui si stabiliscono le acque eventualmente esistenti nel terreno, sono considerati come scavi subacquei per tutto il volume ricadente al disotto del piano di livello situato alle cennate profondità d'acqua di 20 cm. Quindi il volume ricadente nella zona dei 20 centimetri suddetti verrà considerato, e perciò pagato, come gli scavi di fondazione in presenza di acqua, precedentemente indicati, ma non come scavo subacqueo.

Gli scavi subacquei saranno invece pagati col relativo prezzo di elenco, nel quale sono compresi tutti gli occorrenti aggettamenti od esaurimenti di acqua con qualsiasi mezzo siano eseguiti o si ritenga opportuno eseguirli.

In mancanza del prezzo suddetto e qualora si stabilissero acque nei cavi in misura superiore a quella di cui sopra, l'Appaltatore dovrà ugualmente provvedere ai necessari esaurimenti col mezzo che si ravviserà più opportuno: e tali esaurimenti saranno compensati a parte ed in aggiunta ai prezzi di elenco per gli scavi in asciutto od in presenza di acqua.

L'Appaltatore sarà però tenuto ad evitare l'affluenza entro i cavi di fondazione di acque provenienti dall'esterno. Nel caso che ciò si verificasse resterà a suo totale carico la spesa per i necessari aggettamenti.

Art 4.7.4 PARATIE O CASSERI IN LEGNAME PER FONDAZIONI

Le paratie o casseri in legname occorrenti per le fondazioni debbono essere formati con pali o tavoloni o palancole infissi nel suolo e con longarine o filagne di collegamento in uno o più ordini, a distanza conveniente, della qualità e dimensioni che saranno prescritte. I tavoloni debbono essere battuti a perfetto contatto l'uno con l'altro; ogni palo o tavolone che si spezzi sotto la battitura, o che nella discesa devii dalla verticale, deve essere estratto e sostituito a cura ed a spese dell'Appaltatore; esso può essere reinserito regolarmente se ancora utilizzabile a giudizio della Direzione dei Lavori.

Le teste dei pali o dei tavoloni debbono essere munite di adatte cerchiature in ferro per evitare le scheggiature e gli altri guasti che possono essere causati dai colpi di maglio. Le punte dei pali e dei tavoloni debbono essere munite di puntazze di ferro quando la Direzione dei Lavori lo giudichi necessario.

Le teste delle palancole debbono essere portate al livello delle longarine, recidendo la parte sporgente quando sia stata riconosciuta l'impossibilità di farle maggiormente penetrare nel terreno.

Quando le condizioni del sottosuolo lo permettono, i tavoloni o le palancole anziché infissi nel terreno, possono essere posti orizzontalmente sulla fronte dei pali verso lo scavo e debbono essere assicurati ai pali

stessi mediante robusta ed abbondante chiodatura, in modo da formare una parete stagna e resistente.

4.8 MATERIALI E PRODOTTI PER USO STRUTTURALE

Generalità

I materiali ed i prodotti per uso strutturale, utilizzati nelle opere soggette al D.M. 17 gennaio 2018 devono rispondere ai requisiti indicati nel seguito.

I materiali e prodotti per uso strutturale devono essere:

- *identificati* univocamente a cura del fabbricante, secondo le procedure applicabili;
- *qualificati* sotto la responsabilità del fabbricante, secondo le procedure di seguito richiamate;
- *accettati* dal Direttore dei lavori mediante acquisizione e verifica della documentazione di identificazione e qualificazione, nonché mediante eventuali prove di accettazione.

Per ogni materiale o prodotto identificato e qualificato mediante Marcatura CE è onere del Direttore dei Lavori, in fase di accettazione, accertarsi del possesso della marcatura stessa e richiedere copia della documentazione di marcatura CE e della Dichiarazione di Prestazione di cui al Capo II del Regolamento UE 305/2011, nonché – qualora ritenuto necessario, ai fini della verifica di quanto sopra - copia del certificato di costanza della prestazione del prodotto o di conformità del controllo della produzione in fabbrica, di cui al Capo IV ed Allegato V del Regolamento UE 305/2011, rilasciato da idoneo organismo notificato ai sensi del Capo VII dello stesso Regolamento (UE) 305/2011.

Per i prodotti non qualificati mediante la Marcatura CE, il Direttore dei Lavori dovrà accertarsi del possesso e del regime di validità della documentazione di qualificazione o del Certificato di Valutazione Tecnica. I fabbricanti possono usare come Certificati di Valutazione Tecnica i Certificati di Idoneità tecnica all'impiego, già rilasciati dal Servizio Tecnico Centrale prima dell'entrata in vigore delle presenti norme tecniche, fino al termine della loro validità.

Sarà inoltre onere del Direttore dei Lavori, nell'ambito dell'accettazione dei materiali prima della loro installazione, verificare che tali prodotti corrispondano a quanto indicato nella documentazione di identificazione e qualificazione, nonché accertare l'idoneità all'uso specifico del prodotto mediante verifica delle prestazioni dichiarate per il prodotto stesso nel rispetto dei requisiti stabiliti dalla normativa tecnica applicabile per l'uso specifico e dai documenti progettuali.

Le prove su materiali e prodotti, a seconda delle specifiche procedure applicabili, devono generalmente essere effettuate da:

- a) laboratori di prova notificati ai sensi del Capo VII del Regolamento UE 305/2011;
- b) laboratori di cui all'art. 59 del DPR n. 380/2001 e smi;
- c) altri laboratori, dotati di adeguata competenza ed idonee attrezzature, previo nulla osta del Servizio Tecnico Centrale.

4.8.1 VALUTAZIONE PRELIMINARE CALCESTRUZZO

L'appaltatore, prima dell'inizio della costruzione dell'opera, deve effettuare idonee prove preliminari di studio ed acquisire idonea documentazione relativa ai componenti, per ciascuna miscela omogenea di calcestruzzo da utilizzare, al fine di ottenere le prestazioni richieste dal progetto.

Nel caso di forniture provenienti da impianto di produzione industrializzata con certificato di controllo della produzione in fabbrica, tale documentazione è costituita da quella di identificazione, qualificazione e controllo dei prodotti da fornire.

Il Direttore dei Lavori ha l'obbligo di acquisire, prima dell'inizio della costruzione, la documentazione relativa alla valutazione preliminare delle prestazioni e di accettare le tipologie di calcestruzzo da fornire, con facoltà di far eseguire ulteriori prove preliminari.

Il Direttore dei Lavori ha comunque l'obbligo di eseguire controlli sistematici in corso d'opera per verificare la corrispondenza delle caratteristiche del calcestruzzo fornito rispetto a quelle stabilite dal progetto.

4.8.2 Calcestruzzo per usi strutturali, armato e non, normale e precompresso.

Controllo di Accettazione

Il controllo di accettazione è eseguito dal Direttore dei Lavori su ciascuna miscela omogenea e si configura, in funzione del quantitativo di calcestruzzo in accettazione come previsto dal D.M. 17 gennaio 2018.

Il prelievo dei provini per il controllo di accettazione va eseguito alla presenza della Direzione dei Lavori o di un tecnico di sua fiducia che provvede alla redazione di apposito verbale di prelievo e dispone l'identificazione

dei provini mediante sigle, etichettature indelebili, ecc.; la certificazione effettuata dal laboratorio prove materiali deve riportare riferimento a tale verbale.

La domanda di prove al laboratorio deve essere sottoscritta dalla Direzione dei Lavori e deve contenere precise indicazioni sulla posizione delle strutture interessate da ciascun prelievo.

Le prove non richieste dalla Direzione dei Lavori non possono fare parte dell'insieme statistico che serve per la determinazione della resistenza caratteristica del materiale.

Le prove a compressione vanno eseguite conformemente alle norme [UNI EN 12390-3](#) tra il 28° e il 30° giorno di maturazione e comunque entro 45 giorni dalla data di prelievo. In caso di mancato rispetto di tali termini le prove di compressione vanno integrate da quelle riferite al controllo della resistenza del calcestruzzo in opera.

I certificati di prova emessi dai laboratori devono contenere almeno:

- l'identificazione del laboratorio che rilascia il certificato;
- una identificazione univoca del certificato (numero di serie e data di emissione) e di ciascuna sua pagina, oltre al numero totale di pagine;
- l'identificazione del committente dei lavori in esecuzione e del cantiere di riferimento;
- il nominativo del Direttore dei Lavori che richiede la prova;
- la descrizione, l'identificazione e la data di prelievo dei campioni da provare;
- la data di ricevimento dei campioni e la data di esecuzione delle prove;
- l'identificazione delle specifiche di prova o la descrizione del metodo o procedura adottata, con l'indicazione delle norme di riferimento per l'esecuzione della stessa;
- le dimensioni effettivamente misurate dei campioni provati, dopo eventuale rettifica;
- le modalità di rottura dei campioni;
- la massa volumica del campione;
- i valori delle prestazioni misurate.

Per gli elementi prefabbricati di serie, realizzati con processo industrializzato, sono valide le specifiche indicazioni di cui al punto 11.8.3.1 del D.M. 17 gennaio 2018.

L'opera o la parte di opera realizzata con il calcestruzzo non conforme ai controlli di accettazione non può essere accettata finché la non conformità non è stata definitivamente risolta. Il costruttore deve procedere ad una verifica delle caratteristiche del calcestruzzo messo in opera mediante l'impiego di altri mezzi d'indagine, secondo quanto prescritto dal Direttore dei Lavori e conformemente a quanto indicato nel punto § 11.2.6 del D.M. 17 gennaio 2018. Qualora i suddetti controlli confermino la non conformità del calcestruzzo, si deve procedere, sentito il progettista, ad un controllo teorico e/o sperimentale della sicurezza della struttura interessata dal quantitativo di calcestruzzo non conforme, sulla base della resistenza ridotta del calcestruzzo.

Qualora non fosse possibile effettuare la suddetta verifica delle caratteristiche del calcestruzzo, oppure i risultati del controllo teorico e/o sperimentale non risultassero soddisfacenti, si può: conservare l'opera o parte di essa per un uso compatibile con le diminuite caratteristiche prestazionali accertate, eseguire lavori di consolidamento oppure demolire l'opera o parte di essa.

I controlli di accettazione sono obbligatori ed il collaudatore è tenuto a verificarne la validità, qualitativa e quantitativa; ove ciò non fosse rispettato, il collaudatore è tenuto a far eseguire delle prove che attestino le caratteristiche del calcestruzzo, seguendo la medesima procedura che si applica quando non risultino rispettati i limiti fissati dai controlli di accettazione.

Per calcestruzzo confezionato con processo industrializzato, la Direzione dei Lavori, è tenuta a verificare quanto prescritto nel punto 11.2.8. del succitato decreto ed a rifiutare le eventuali forniture provenienti da impianti non conformi; dovrà comunque effettuare le prove di accettazione previste al punto 11.2.5 del D.M. e ricevere, prima dell'inizio della fornitura, copia della certificazione del controllo di processo produttivo.

Per produzioni di calcestruzzo inferiori a 1500 m³ di miscela omogenea, effettuate direttamente in cantiere, mediante processi di produzione temporanei e non industrializzati, la stessa deve essere confezionata sotto la diretta responsabilità del costruttore. La Direzione dei Lavori deve avere, prima dell'inizio della produzione, documentazione relativa ai criteri ed alle prove che hanno portato alla determinazione delle prestazioni di ciascuna miscela omogenea di conglomerato, così come indicato al punto 11.2.3. del D.M. 17 gennaio 2018.

4.8.3 Acciaio

Prescrizioni comuni a tutte le tipologie di acciaio

Gli acciai per l'armatura del calcestruzzo normale devono rispondere alle prescrizioni contenute nel vigente

D.M. attuativo della legge 1086/71 (D.M. 17 gennaio 2018) e relative circolari esplicative.

È fatto divieto di impiegare acciai non qualificati all'origine.

Forniture e documentazione di accompagnamento

Tutte le forniture di acciaio, per le quali non sussista l'obbligo della Marcatura CE, devono essere accompagnate dalla copia dell'attestato di qualificazione del Servizio Tecnico Centrale.

Il riferimento a tale attestato deve essere riportato sul documento di trasporto.

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

La Direzione dei Lavori prima della messa in opera, è tenuta a verificare quanto sopra indicato ed a rifiutare le eventuali forniture non conformi, ferme restando le responsabilità del produttore.

Le forme di controllo obbligatorie

Le nuove Norme Tecniche per le Costruzioni per tutti gli acciai prevedono tre forme di controllo obbligatorie (D.M. 17 gennaio 2018 paragrafo 11.3.1):

- in stabilimento di produzione, da eseguirsi sui lotti di produzione;
- nei centri di trasformazione;
- di accettazione in cantiere.

A tale riguardo *il Lotto di produzione* si riferisce a produzione continua, ordinata cronologicamente mediante apposizione di contrassegni al prodotto finito (rotolo finito, bobina di trefolo, fascio di barre, ecc.). Un lotto di produzione deve avere valori delle grandezze nominali omogenee (dimensionali, meccaniche, di formazione) e può essere compreso tra 30 e 120 tonnellate.

La marcatura e la rintracciabilità dei prodotti qualificati

Ciascun prodotto qualificato deve costantemente essere riconoscibile per quanto concerne le caratteristiche qualitative e riconducibile allo stabilimento di produzione tramite marchiatura indelebile depositata presso il Servizio Tecnico Centrale, dalla quale risulti, in modo inequivocabile, il riferimento all'Azienda produttrice, allo Stabilimento, al tipo di acciaio ed alla sua eventuale saldabilità.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

marchio non dovesse rientrare fra quelli depositati presso il Servizio Tecnico Centrale, le certificazioni emesse dal laboratorio non possono assumere valenza ai sensi delle presenti norme e di ciò ne deve essere fatta esplicita menzione sul certificato stesso. In tal caso il materiale non può essere utilizzato ed il laboratorio incaricato è tenuto ad informare di ciò il Servizio Tecnico Centrale.

Unità marcata scorporata: ulteriori indicazioni della Direzione dei Lavori per le prove di laboratorio

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

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

Conservazione della documentazione d'accompagnamento

I produttori ed i successivi intermediari devono assicurare una corretta archiviazione della documentazione di accompagnamento dei materiali garantendone la disponibilità per almeno 10 anni. Ai fini della rintracciabilità dei prodotti, il costruttore deve inoltre assicurare la conservazione della medesima documentazione, unitamente a marchiature o etichette di riconoscimento, fino al completamento delle operazioni di collaudo statico.

Forniture e documentazione di accompagnamento

Le nuove norme tecniche stabiliscono che tutte le forniture di acciaio devono essere accompagnate dall'attestato di qualificazione del servizio tecnico centrale (D.M. 17 gennaio 2018 paragrafo 11.3.1.5) e dal certificato di controllo interno tipo 3.1, di cui alla norma **UNI EN 10204**, dello specifico lotto di materiale fornito.

Tutte le forniture di acciaio, per le quali sussista l'obbligo della Marcatura CE, devono essere accompagnate dalla "Dichiarazione di prestazione" di cui al Regolamento UE 305/2011, dalla prevista marcatura CE nonché dal certificato di controllo interno tipo 3.1, di cui alla norma **UNI EN 10204**, dello specifico lotto di materiale fornito.

Il riferimento agli attestati comprovanti la qualificazione del prodotto deve essere riportato sul documento di trasporto.

Le forniture effettuate da un distributore devono essere accompagnate da copia dei documenti rilasciati dal fabbricante e completati con il riferimento al documento di trasporto del distributore stesso.

Nel caso di fornitura in cantiere non proveniente da centro di trasformazione, il Direttore dei Lavori, prima della messa in opera, è tenuto a verificare quanto sopra indicato ed a rifiutare le eventuali forniture non conformi, ferme restando le responsabilità del fabbricante.

Centri di trasformazione

Il Centro di trasformazione, impianto esterno alla fabbrica e/o al cantiere, fisso o mobile, che riceve dal produttore di acciaio elementi base (barre o rotoli, reti, lamiere o profilati, profilati cavi, ecc.) e confeziona elementi strutturali direttamente impiegabili in cantiere, pronti per la messa in opera o per successive lavorazioni, può ricevere e lavorare solo prodotti qualificati all'origine, accompagnati dalla documentazione prevista dalle norme vigenti.

La Direzione dei Lavori è tenuta a verificare la conformità a quanto indicato al punto 11.3.1.7 del D.M. 17 gennaio 2018 e a rifiutare le eventuali forniture non conformi, ferme restando le responsabilità del centro di trasformazione. Gli atti di cui sopra sono consegnati al collaudatore che, tra l'altro, riporta nel Certificato di collaudo gli estremi del Centro di trasformazione che ha fornito il materiale lavorato.

Rintracciabilità dei prodotti

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

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

Documentazione di accompagnamento e verifiche della Direzione dei Lavori

Tutti i prodotti forniti in cantiere dopo l'intervento di un centro di trasformazione devono essere accompagnati da idonea documentazione, che identifichi in modo inequivocabile il centro di trasformazione stesso e che consenta la completa tracciabilità del prodotto. In particolare, ogni fornitura in cantiere di elementi

presaldati, presagomati o preassemblati deve essere accompagnata:

1. da dichiarazione, su documento di trasporto, degli estremi dell'Attestato di "Denuncia dell'attività del centro di trasformazione", rilasciato dal Servizio Tecnico Centrale, recante il logo o il marchio del centro di trasformazione;
2. dall'attestazione inerente l'esecuzione delle prove di controllo interno di cui al D.M. 17 gennaio 2018, fatte eseguire dal Direttore Tecnico del centro di trasformazione, con l'indicazione dei giorni nei quali la fornitura è stata lavorata;
3. da dichiarazione contenente i riferimenti alla documentazione fornita dal fabbricante ai sensi del punto 11.3.1.5 del D.M. 17 gennaio 2018 in relazione ai prodotti utilizzati nell'ambito della specifica fornitura. Copia della documentazione fornita dal fabbricante e citata nella dichiarazione del centro di trasformazione, è consegnata al Direttore dei Lavori se richiesta.

4.8.4 Acciaio per usi strutturali

Prescrizioni per gli acciai per usi strutturali

L'acciaio, costituito da una lega ferro-carbonio, si distingue in funzione della percentuale di carbonio presente in peso; in particolare si suddividono in: acciai dolci (C=0,15%-0,25%), acciai semiduri, duri e durissimi (C>0,75%).

Gli acciai per usi strutturali, denominati anche *acciai da costruzione* o *acciai da carpenteria* hanno un tenore di carbonio indicativamente compreso tra 0,1% e 0,3%. Il carbonio infatti, pur elevando la resistenza, riduce sensibilmente la duttilità e la saldabilità del materiale; per tale motivo gli acciai da costruzione devono essere caratterizzati da un basso tenore di carbonio.

I componenti dell'acciaio, comprensivi del ferro e del carbonio, non dovranno comunque superare i valori limite percentuali specificati nella normativa europea [UNI EN 10025-5](#) (per i laminati).

A tal proposito gli acciai vengono suddivisi in "legati" e "non legati", a seconda se l'acciaio considerato contiene tenori della composizione chimica che rientrano o meno nei limiti della [UNI EN 10020](#) per i singoli elementi costituenti.

Per la realizzazione di strutture metalliche e di strutture composte si dovranno in tutti i casi utilizzare acciai conformi alle norme armonizzate della serie [UNI EN 10025](#) (per i laminati), [UNI EN 10210](#) (per i tubi senza saldatura) e [UNI EN 10219-1](#) (per i tubi saldati), e già recanti la Marcatura CE secondo norma [UNI EN 1090-1](#).

Solo per i prodotti per cui non sia applicabile la marcatura CE si rimanda a quanto specificato al punto B del punto 11.1 del D.M. 17 gennaio 2018 e si applica la procedura di cui ai punti 11.3.1.2 e 11.3.4.11.1 del citato decreto.

Per le palancole metalliche e per i nastri zincati di spessore ≤ 4 mm si farà riferimento rispettivamente alle [UNI EN 10248-1](#) ed [UNI EN 10346](#).

Per l'identificazione e qualificazione di elementi strutturali in acciaio realizzati in serie nelle officine di produzione di carpenteria metallica e nelle officine di produzione di elementi strutturali, si applica quanto specificato al punto 11.1, caso A) del decreto, in conformità alla norma europea armonizzata [UNI EN 1090-1](#).

Per la dichiarazione delle prestazioni ed etichettatura si applicano i metodi previsti dalle norme europee armonizzate, ed in particolare:

- Dichiarazione delle caratteristiche geometriche e delle proprietà del materiale.
- Dichiarazione delle prestazioni dei componenti, da valutarsi applicando le vigenti Appendici Nazionali agli Eurocodici;
- Dichiarazione basata su una determinata specifica di progetto, per la quale si applicano le presenti norme tecniche.

In ogni caso ai fini dell'accettazione e dell'impiego, tutti i componenti o sistemi strutturali devono rispondere ai requisiti della norma tecnica del D.M. 17 gennaio 2018; in particolare i materiali base devono essere qualificati all'origine ai sensi del punto 11.1 di detta norma.

Per l'accertamento delle caratteristiche meccaniche indicate nel seguito, il prelievo dei saggi, la posizione nel pezzo da cui essi devono essere prelevati, la preparazione delle provette e le modalità di prova devono rispondere alle prescrizioni delle norme [UNI EN ISO 377](#), [UNI EN ISO 6892-1](#) e [UNI EN ISO 148-1](#).

Per le tipologie dei manufatti realizzati mediante giunzioni saldate, il costruttore dovrà essere certificato secondo la norma [UNI EN ISO 3834](#) (parte 2 e 4).

In sede di progettazione, per gli acciai di cui alle norme europee [UNI EN 10025](#), [UNI EN 10210](#) ed [UNI EN 10219-1](#), si possono assumere nei calcoli i valori nominali delle tensioni caratteristiche di snervamento f_{yk} e di rottura f_{tk} riportati nelle tabelle seguenti.

Laminati a caldo con profili a sezione aperta

Norme e qualità	Spessore nominale dell'elemento
-----------------	---------------------------------

degli acciai	t ≤ 40 mm		40 mm < t ≤ 80 mm	
	f _{yk} [N/mm ²]	f _{tk} [N/mm ²]	f _{yk} [N/mm ²]	f _{tk} [N/mm ²]
UNI EN 10025-2				
S 235	235	360	215	360
S 275	275	430	255	410
S 355	355	510	335	470
S 450	440	550	420	550
UNI EN 10025-3				
S 275 N/NL	275	390	255	370
S 355 N/NL	355	490	335	470
S 420 N/NL	420	520	390	520
S 460 N/NL	460	540	430	540
UNI EN 10025-4				
S 275 M/ML	275	370	255	360
S 355 M/ML	355	470	335	450
S 420 M/ML	420	520	390	500
S 460 M/ML	460	540	430	530
S 460 Q/QL/QL1	460	570	440	580
UNI EN 10025-5				
S 235 W	235	360	215	340
S 355 W	355	510	335	490

Laminati a caldo con profili a sezione cava

Norme e qualità degli acciai	Spessore nominale dell'elemento			
	t ≤ 40 mm		40 mm < t ≤ 80 mm	
	f _{yk} [N/mm ²]	f _{tk} [N/mm ²]	f _{yk} [N/mm ²]	f _{tk} [N/mm ²]
UNI EN 10210-1				
S 235 H	235	360	215	340
S 275 H	275	430	255	410
S 355 H	355	510	335	490
S 275 NH/NLH	275	390	255	370
S 355 NH/NLH	355	490	335	470
S 420 NH/NLH	420	540	390	520
S 460 NH/NLH	460	560	430	550
UNI EN 10219-1				
S 235 H	235	360		
S 275 H	275	430		
S 355 H	355	510		
S 275 NH/NLH	275	370		
S 355 NH/NLH	355	470		
S 275 MH/MLH	275	360		
S 355 MH/MLH	355	470		
S 420 MH/MLH	420	500		
S 460 MH/MLH	460	530		
S 460 NH/NHL	460	550		

Art. 4.9

PRODOTTI DI PIETRE NATURALI O RICOSTRUITE

1) La terminologia utilizzata (come da norma [UNI EN 12670](#)) ha il significato di seguito riportato, le denominazioni commerciali devono essere riferite a campioni, atlanti, ecc.

Marmo (termine commerciale).

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

A questa categoria appartengono:

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

Granito (termine commerciale).

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

A questa categoria appartengono:

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

Travertino

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

Pietra (termine commerciale)

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

A questa categoria appartengono rocce di composizione mineralogica svariaticissima, non inseribili in alcuna classificazione.

Esse sono riconducibili ad uno dei due gruppi seguenti:

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

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

Per gli altri termini usati per definire il prodotto in base alle forme, dimensioni, tecniche di lavorazione ed alla conformazione geometrica, vale quanto riportato nella norma [UNI EN 12670](#) e [UNI EN 14618](#).

2) I prodotti di cui sopra devono rispondere a quanto segue:

- a) appartenere alla denominazione commerciale e/o petrografica indicata nel progetto, come da norma [UNI EN 12407](#) oppure avere origine del bacino di estrazione o zona geografica richiesta nonché essere conformi ad eventuali campioni di riferimento ed essere esenti da crepe, discontinuità, ecc. che riducano la resistenza o la funzione;
- b) avere lavorazione superficiale e/o finiture indicate nel progetto e/o rispondere ai campioni di riferimento; avere le dimensioni nominali concordate e le relative tolleranze;
- c) delle seguenti caratteristiche il fornitore dichiarerà i valori medi (ed i valori minimi e/o la dispersione percentuale):
 - massa volumica reale ed apparente, misurata secondo la norma [UNI EN 13755](#) e [UNI EN 14617-1](#);
 - coefficiente di imbibizione della massa secca iniziale, misurato secondo la norma [UNI EN 13755](#) e [UNI EN 14617](#);
 - resistenza a compressione, misurata secondo la norma [UNI EN 1926](#) e [UNI EN 14617](#);
 - resistenza a flessione, misurata secondo la norma [UNI EN 12372](#) e [UNI EN 14617](#);
 - modulo di elasticità, misurato secondo la norma e [UNI EN 14146](#);
 - resistenza all'abrasione, misurata secondo le disposizioni del Regio Decreto 2234/39 e [UNI EN 14617](#);
- d) per le prescrizioni complementari da considerare in relazione alla destinazione d'uso (strutturale per murature, pavimentazioni, coperture, ecc.) si rinvia agli appositi articoli del presente capitolato ed alle prescrizioni di progetto.

I valori dichiarati saranno accettati dalla Direzione dei Lavori anche in base ai criteri generali dell'articolo relativo ai materiali in genere ed in riferimento alle norme [UNI EN 12057](#) e [UNI EN 12058](#).

Per quanto non espressamente contemplato, si rinvia alla seguente normativa tecnica: [UNI EN 14617](#) [UNI EN 12407](#) - [UNI EN 13755](#) - [UNI EN 1926](#) - [UNI EN 12372](#) - [UNI EN 14146](#).

Tutti i prodotti e/o materiali di cui al presente articolo, qualora possano essere dotati di marcatura CE secondo la normativa tecnica vigente, dovranno essere muniti di tale marchio.

Art. 4.10 **PRODOTTI PER PAVIMENTAZIONE**

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

I prodotti vengono di seguito considerati al momento della fornitura; la Direzione dei Lavori, ai fini della loro accettazione, può procedere ai controlli (anche parziali) su campioni della fornitura oppure richiedere un attestato di conformità della fornitura alle prescrizioni di seguito indicate.

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

I prodotti di cui sopra devono rispondere a quanto segue:

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

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

b1) qualità I:

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

b2) qualità II:

- piccoli nodi sani con diametro minore di 5 mm se del colore della specie (minore di 2 mm se di colore diverso) purché presenti su meno del 20% degli elementi del lotto;
- piccole fenditure;
- imperfezioni di lavorazione come per la classe I;
- alborno senza limitazioni ma immune da qualsiasi manifesto attacco di insetti.

b3) qualità III:

- esenti da difetti che possano compromettere l'impiego (in caso di dubbio valgono le prove di resistenza meccanica);
- alborno senza limitazioni ma immune da qualsiasi manifesto attacco di insetti;

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

d) tolleranze sulle dimensioni e finitura:

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

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

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

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

e) la resistenza meccanica a flessione, la resistenza all'impronta ed altre caratteristiche saranno nei limiti solitamente riscontrati sulla specie legnosa e saranno comunque dichiarati nell'attestato che accompagna la fornitura; per i metodi di misura valgono le prescrizioni delle norme vigenti;

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

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

Nel caso si utilizzino piastrelle di sughero agglomerato le norme di riferimento sono la [UNI ISO 3810](#);

3 - Le piastrelle di ceramica per pavimentazioni dovranno essere del materiale indicato nel progetto tenendo conto che le dizioni commerciali e/o tradizionali (cotto, cotto forte, gres, ecc.) devono essere associate alla classificazione di cui alla norma 14411 basata sul metodo di formatura e sull'assorbimento d'acqua secondo le norme [UNI EN ISO 10545-2](#) e [10545-3](#).

a) Le piastrelle di ceramica estruse o pressate di prima scelta devono rispondere alla norma [UNI EN 14411](#).

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

b) Per i prodotti definiti "pianelle comuni di argilla", "pianelle pressate ed arrotate di argilla" e "mattonelle

greificate" dal Regio Decreto 2234/39, devono inoltre essere rispettate le prescrizioni seguenti:

- resistenza all'urto 2 Nm (0,20 kgm) minimo;
 - resistenza alla flessione 2,5 N/mm² (25 kg/cm²) minimo;
 - coefficiente di usura al tribometro 15 mm massimo per 1 km di percorso.
- c) Per le piastrelle colate (ivi comprese tutte le produzioni artigianali) le caratteristiche rilevanti da misurare ai fini di una qualificazione del materiale sono le stesse indicate per le piastrelle pressate a secco ed estruse, per cui:
- per quanto attiene ai metodi di prova si rimanda alle norme UNI vigenti;
 - per quanto attiene i limiti di accettazione, tenendo in dovuto conto il parametro relativo all'assorbimento d'acqua, i valori di accettazione per le piastrelle ottenute mediante colatura saranno concordati fra produttore ed acquirente, sulla base dei dati tecnici previsti dal progetto o dichiarati dai produttori ed accettate dalla Direzione dei Lavori nel rispetto della norma UNI EN ISO 10545-1.
- d) I prodotti devono essere contenuti in appositi imballi che li proteggano da azioni meccaniche, sporatura, ecc. nelle fasi di trasporto, deposito e manipolazione prima della posa ed essere accompagnati da fogli informativi riportanti il nome del fornitore e la rispondenza alle prescrizioni predette.

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

- a) essere esenti da difetti visibili (bolle, graffi, macchie, aloni, ecc.) sulle superfici destinate a restare in vista (norma [UNI 8272-1](#));
- b) avere costanza di colore tra i prodotti della stessa fornitura; in caso di contestazione deve risultare entro il contrasto dell'elemento n. 4 della scala dei grigi di cui alla norma [UNI 8272-2](#).
Per piastrelle di forniture diverse ed in caso di contestazione vale il contrasto dell'elenco n. 3 della scala dei grigi;
- c) sulle dimensioni nominali ed ortogonalità dei bordi sono ammesse le tolleranze seguenti:
- rotoli: lunghezza +1%, larghezza +0,3%, spessore +0,2 mm;
 - piastrelle: lunghezza e larghezza +0,3%, spessore +0,2 mm;
 - piastrelle: scostamento dal lato teorico (in millimetri) non maggiore del prodotto tra dimensione del lato (in millimetri) e 0,0012;
 - rotoli: scostamento dal lato teorico non maggiore di 1,5 mm;
- d) la durezza deve essere tra 75 e 85 punti di durezza Shore A (norma [UNI EN ISO 868](#));
- e) la resistenza all'abrasione deve essere non maggiore di 300 mm³;
- f) la stabilità dimensionale a caldo deve essere non maggiore dello 0,3% per le piastrelle e dello 0,4% per i rotoli;
- g) la classe di reazione al fuoco deve essere la prima secondo il D.M. 26 giugno 1984 e s.m.i;
- h) la resistenza alla bruciatura da sigaretta, inteso come alterazioni di colore prodotte dalla combustione, non deve originare contrasto di colore uguale o minore al n. 2 della scala dei grigi di cui alla norma [UNI 8272-2](#). Non sono inoltre ammessi affioramenti o rigonfiamenti;
- i) il potere macchiante, inteso come cessione di sostanze che sporcano gli oggetti che vengono a contatto con il rivestimento, per i prodotti colorati non deve dare origine ad un contrasto di colore maggiore di quello dell'elemento N3 della scala dei grigi di cui alla [UNI 8272-2](#). Per i prodotti neri il contrasto di colore non deve essere maggiore dell'elemento N2;
- l) il controllo delle caratteristiche di cui ai commi precedenti si intende effettuato secondo le modalità indicate nel presente articolo in conformità alla norma [UNI 8272](#) (varie parti);
- m) i prodotti devono essere contenuti in appositi imballi che li proteggano da azioni meccaniche ed agenti atmosferici nelle fasi di trasporto, deposito e manipolazione prima della posa.
Il foglio di accompagnamento indicherà oltre al nome del fornitore almeno le indicazioni di cui ai commi da a) ad i).

5 - I prodotti di vinile, omogenei e non ed i tipi eventualmente caricati devono rispondere alle prescrizioni di cui alla norma [UNI EN 10581](#).

I criteri di accettazione sono quelli del punto 1 del presente articolo.

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

Il foglio di accompagnamento indicherà le caratteristiche di cui alle norme precitate.

6 - I prodotti di resina (applicati fluidi od in pasta) per rivestimenti di pavimenti saranno del tipo realizzato:

- mediante impregnazione semplice (I1);
- a saturazione (I2);

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

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

I valori di accettazione sono quelli dichiarati dal fabbricante ed accettati dalla Direzione dei Lavori.

I metodi di accettazione sono quelli indicati nel presente articolo in conformità alla norma [UNI 8298](#) (varie parti) e [UNI 10966](#).

CARATTERISTICHE	Grado di significatività rispetto ai vari tipi					
	I1	I2	F1	F2	A	S
Colore	-	-	+	+	+	-
Identificazione chimico-fisica	+	+	+	+	+	+
Spessore	-	-	+	+	+	+
Resistenza all'abrasione	+	+	+	+	+	+
Resistenza al punzonamento dinamico (urto)	-	+	+	+	+	+
Resistenza al punzonamento statico	+	+	+	+	+	+
Comportamento all'acqua	+	+	+	+	+	+
Resistenza alla pressione idrostatica inversa	-	+	+	+	+	+
Resistenza al fuoco	+	+	+	+	+	+
Resistenza alla bruciatura della sigaretta	-	+	+	+	+	+
Resistenza all'invecchiamento termico in aria	-	+	+	+	+	+
Resistenza meccanica dei ripristini	-	-	+	+	+	+
+ Significativa - Non significativa						

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

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

7 - I prodotti di calcestruzzo per pavimentazioni a seconda del tipo di prodotto devono rispondere alle prescrizioni del progetto ed in mancanza e/o completamento alle seguenti prescrizioni.

- Mattonelle di cemento con o senza colorazione e superficie levigata; mattonelle di cemento con o senza colorazione con superficie striata o con impronta; marmette e mattonelle a mosaico di cemento e di detriti di pietra con superficie levigata. I prodotti sopracitati devono rispondere al Regio Decreto 2234/39 per quanto riguarda le caratteristiche di resistenza all'urto, resistenza alla flessione e coefficiente di usura al tribometro ed alle prescrizioni del progetto. L'accettazione deve avvenire secondo il punto 1 del presente articolo avendo il Regio Decreto sopracitato quale riferimento.
- Masselli di calcestruzzo per pavimentazioni saranno definiti e classificati in base alla loro forma, dimensioni, colore e resistenza caratteristica; per la terminologia delle parti componenti il massello e delle geometrie di posa ottenibili si rinvia alla norma [UNI EN 1338](#). Essi devono rispondere alle prescrizioni del progetto ed in mancanza od a loro completamento devono rispondere a quanto segue:
 - essere esenti da difetti visibili e di forma quali protuberanze, bave, incavi che superino le tolleranze dimensionali ammesse.
 - sulle dimensioni nominali è ammessa la tolleranza di 3 mm per un singolo elemento e 2 mm quale

- media delle misure sul campione prelevato;
- le facce di usura e di appoggio devono essere parallele tra loro con tolleranza $\pm 15\%$ per il singolo massello e $\pm 10\%$ sulle medie;
- la massa volumica deve scostarsi da quella nominale (dichiarata dal fabbricante) non più del 15% per il singolo massello e non più del 10% per le medie;
- il coefficiente di trasmissione meccanica non deve essere minore di quello dichiarato dal fabbricante;
- il coefficiente di aderenza delle facce laterali deve essere il valore nominale con tolleranza $\pm 5\%$ per un singolo elemento e $\pm 3\%$ per la media;
- la resistenza convenzionale alla compressione deve essere maggiore di 50 N/mm² per il singolo elemento e maggiore di 60 N/mm² per la media.

I criteri di accettazione sono quelli riportati nel punto 1 con riferimento alla norma [UNI EN 1338](#).

I prodotti saranno forniti su appositi pallets opportunamente legati ed eventualmente protetti dall'azione di sostanze sporcanti. Il foglio informativo indicherà, oltre al nome del fornitore, almeno le caratteristiche di cui sopra e le istruzioni per la movimentazione, sicurezza e posa.

8 - I prodotti di pietre naturali o ricostruite per pavimentazioni si intendono definiti come segue:

- elemento lapideo naturale: elemento costituito integralmente da materiale lapideo (senza aggiunta di leganti);
- elemento lapideo ricostituito (conglomerato): elemento costituito da frammenti lapidei naturali legati con cemento o con resine;
- lastra rifilata: elemento con le dimensioni fissate in funzione del luogo d'impiego, solitamente con una dimensione maggiore di 60 cm e spessore di regola non minore di 2 cm;
- marmetta: elemento con le dimensioni fissate dal produttore ed indipendenti dal luogo di posa, solitamente con dimensioni minori di 60 cm e con spessore di regola minore di 2 cm;
- marmetta calibrata: elemento lavorato meccanicamente per mantenere lo spessore entro le tolleranze dichiarate;
- marmetta rettificata: elemento lavorato meccanicamente per mantenere la lunghezza e/o larghezza entro le tolleranze dichiarate.

Per le istruzioni relative alla progettazione, posa in opera e manutenzione di rivestimenti lapidei di superfici orizzontali, verticali e soffitti si seguiranno le indicazioni della norma [UNI 11714 - 1](#). Per gli altri termini specifici dovuti alle lavorazioni, finiture, ecc., fare riferimento alla norma [UNI EN 14618](#).

I prodotti di cui sopra devono rispondere alle prescrizioni del progetto (dimensioni, tolleranze, aspetto, ecc.) ed a quanto prescritto nell'articolo prodotti di pietre naturali o ricostruite. In mancanza di tolleranze su disegni di progetto si intende che le lastre grezze contengono la dimensione nominale; le lastre finite, marmette, ecc. hanno tolleranza 1 mm sulla larghezza e lunghezza e 2 mm sullo spessore (per prodotti da incollare le tolleranze predette saranno ridotte); le lastre ed i quadrelli di marmo o di altre pietre dovranno inoltre rispondere al Regio Decreto 2234/39 per quanto attiene il coefficiente di usura al tribometro in mm;

l'accettazione avverrà secondo il punto 1 del presente articolo. Le forniture avverranno su pallets ed i prodotti saranno opportunamente legati ed eventualmente protetti dall'azione di sostanze sporcanti.

Il foglio informativo indicherà almeno le caratteristiche di cui sopra e le istruzioni per la movimentazione, sicurezza e posa.

9 - I prodotti tessili per pavimenti (moquettes).

a) Si intendono tutti i rivestimenti nelle loro diverse soluzioni costruttive e cioè:

- rivestimenti tessili a velluto (nei loro sottocasi velluto tagliato, velluto riccio, velluto unilivello, velluto plurilivello, ecc.);
- rivestimenti tessili piatti (tessuto, nontessuto).

In caso di dubbio e contestazione si farà riferimento alla classificazione e terminologia della norma [UNI 8013-1](#);

b) i prodotti devono rispondere alle prescrizioni del progetto ed in mancanza o completamento a quanto segue:

- massa areica totale e dello strato di utilizzazione;
- spessore totale e spessore della parte utile dello strato di utilizzazione;
- perdita di spessore dopo applicazione (per breve e lunga durata) di carico statico moderato;
- perdita di spessore dopo applicazione di carico dinamico.

In relazione all'ambiente di destinazione saranno richieste le seguenti caratteristiche di comportamento:

- tendenza all'accumulo di cariche elettrostatiche generate dal calpestio;
- numero di fiocchetti per unità di lunghezza e per unità di area;

- forza di strappo dei fiocchetti;
 - comportamento al fuoco.
- c) i criteri di accettazione sono quelli precisati nel presente articolo; i valori saranno quelli dichiarati dal fabbricante ed accettati dalla Direzione dei Lavori. Le modalità di prova da seguire in caso di contestazione sono quelle indicate nella norma [UNI 8014](#) (varie parti);
- d) i prodotti saranno forniti protetti da appositi imballi che li proteggano da azioni meccaniche, da agenti atmosferici ed altri agenti degradanti nelle fasi di trasporto, deposito e manipolazione prima della posa. Il foglio informativo indicherà il nome del produttore, le caratteristiche elencate in b) e le istruzioni per la posa.

10 - Le mattonelle di asfalto:

- dovranno rispondere alle prescrizioni del Regio Decreto 2234/39 per quanto riguarda le caratteristiche di resistenza all'urto: 4 Nm (0,40 kgm minimo; resistenza alla flessione: 3 N/mm² (30 kg/cm²) minimo; coefficiente di usura al tribometro: 15 mm massimo per 1 km di percorso;
- dovranno inoltre rispondere alle medesime prescrizioni previste per i bitumi;
- per i criteri di accettazione si fa riferimento a quanto precisato nel presente articolo; in caso di contestazione si fa riferimento alle norme CNR e UNI applicabili.

I prodotti saranno forniti su appositi pallets ed eventualmente protetti da azioni degradanti dovute ad agenti meccanici, chimici ed altri nelle fasi di trasporto, deposito e manipolazione in genere prima della posa. Il foglio informativo indicherà almeno le caratteristiche di cui sopra oltre alle istruzioni per la posa.

11 - I prodotti di metallo per pavimentazioni dovranno rispondere alle prescrizioni date dalle norme vigenti. Le lamiere saranno inoltre esenti da difetti visibili (quali scagliature, bave, crepe, crateri, ecc.) e da difetti di forma (svergolamento, ondulazione, ecc.) che ne pregiudichino l'impiego e/o la messa in opera e dovranno avere l'eventuale rivestimento superficiale prescritto nel progetto.

12 - I conglomerati bituminosi per pavimentazioni esterne dovranno rispondere alle caratteristiche seguenti:

- contenuto di legante misurato secondo la norma [UNI EN 12697-1](#);
- granulometria misurata secondo la norma [UNI EN 12697-2](#);
- massa volumica massima misurata secondo [UNI EN 12697-5](#);
- compattabilità misurata secondo la norma [UNI EN 12697-10](#).

Per quanto non espressamente contemplato, si rinvia alla seguente normativa tecnica:, [UNI EN 1816](#), [UNI EN 1817](#), [UNI 10966](#), [UNI EN 12199](#), [UNI EN 14342](#), [UNI EN ISO 23999](#), [UNI ISO 4649](#).

Tutti i prodotti e/o materiali di cui al presente articolo, qualora possano essere dotati di marcatura CE secondo la normativa tecnica vigente, dovranno essere muniti di tale marchio.

Art. 4.11

PRODOTTI PER IMPERMEABILIZZAZIONE E PER COPERTURE PIANE

1 - Si intendono prodotti per impermeabilizzazione e per coperture piane quelli che si presentano sotto forma di:

- membrane in fogli e/o rotoli da applicare a freddo od a caldo, in fogli singoli o pluristrato;
 - prodotti forniti in contenitori (solitamente liquidi e/o in pasta) da applicare a freddo od a caldo su eventuali armature (che restano inglobate nello strato finale) fino a formare in sito una membrana continua.
- a) Le membrane si designano in base:
- 1) al materiale componente (bitume ossidato fillerizzato, bitume polimero elastomero, bitume polimero plastomero, etilene propilene diene, etilene vinil acetato, ecc.);
 - 2) al materiale di armatura inserito nella membrana (armatura vetro velo, armatura poliammide tessuto, armatura polipropilene film, armatura alluminio foglio sottile, ecc.);
 - 3) al materiale di finitura della faccia superiore (poliestere film da non asportare, polietilene film da non asportare, graniglie, ecc.);
 - 4) al materiale di finitura della faccia inferiore (poliestere nontessuto, sughero, alluminio foglio sottile, ecc.).
- b) I prodotti forniti in contenitori si designano come segue:
- mastici di rocce asfaltiche e di asfalto sintetico;
 - asfalti colati;
 - malte asfaltiche;

- prodotti termoplastici;
- soluzioni in solvente di bitume;
- emulsioni acquose di bitume;
- prodotti a base di polimeri organici.

La Direzione dei Lavori ai fini dell'accettazione dei prodotti che avviene al momento della loro fornitura, può procedere a controlli (anche parziali) su campioni della fornitura oppure richiedere un attestato di conformità della fornitura alle norme vigenti e alle prescrizioni di seguito indicate.

2 - Membrane

Le membrane per coperture di edifici in relazione allo strato funzionale che vanno a costituire (esempio strato di tenuta all'acqua, strato di tenuta all'aria, strato di schermo e/o barriera al vapore, strato di protezione degli strati sottostanti, ecc.), devono rispondere alle prescrizioni del progetto ed in mancanza, od a loro completamento, alle seguenti prescrizioni.

- Gli strati funzionali si intendono definiti come riportato nelle norme UNI 8178.
- Le membrane destinate a formare strati di schermo e/o barriera al vapore devono soddisfare le caratteristiche e le modalità di prova previste dalle norme UNI 11470 e UNI EN 1931 oppure per i prodotti non normati, rispondere ai valori dichiarati dal fabbricante ed accettati dalla Direzione dei Lavori. Le membrane rispondenti alla norma per le caratteristiche precitate sono valide anche per questo impiego.
- Le membrane destinate a formare strati di continuità, di diffusione o di equalizzazione della pressione di vapore, di irrigidimento o ripartizione dei carichi, di regolarizzazione, di separazione e/o scorrimento o drenante devono soddisfare le caratteristiche e le modalità di prova previste dalle norme [UNI EN 13707](#), [UNI EN 12730](#) e [UNI EN 12311](#), oppure per i prodotti non normati, rispondere ai valori dichiarati dal produttore ed accettati dalla Direzione dei Lavori. Le membrane rispondenti alle norme per le caratteristiche precitate sono valide anche per questo impiego.
- Le membrane destinate a formare strati di tenuta all'aria e all'acqua devono soddisfare le caratteristiche previste dalla norma [UNI EN 1928](#), oppure per i prodotti non normati, ai valori dichiarati dal produttore ed accettati dalla Direzione dei Lavori.
- Le membrane destinate a formare strati di protezione devono soddisfare le caratteristiche previste dalle citate norme UNI oppure per i prodotti non normati rispondere ai valori dichiarati dal produttore ed accettati dalla Direzione dei Lavori.

3) I tipi di membrane considerate i cui criteri di accettazione indicati nel punto 1 comma c) sono:

- membrane in materiale elastomerico senza armatura. Per materiale elastomerico si intende un materiale che sia fondamentalmente elastico anche a temperature superiori o inferiori a quelle di normale impiego e/o che abbia subito un processo di reticolazione (per esempio gomma vulcanizzata);
- membrane in materiale elastomerico dotate di armatura;
- membrane in materiale plastomerico flessibile senza armatura. Per materiale plastomerico si intende un materiale che sia relativamente elastico solo entro un intervallo di temperatura corrispondente generalmente a quello di impiego ma che non abbia subito alcun processo di reticolazione (come per esempio cloruro di polivinile plastificato o altri materiali termoplastici flessibili o gomme non vulcanizzate);
- membrane in materiale plastomerico flessibile dotate di armatura;
- membrane in materiale plastomerico rigido (per esempio polietilene ad alta o bassa densità, reticolato o non, polipropilene);
- membrane polimeriche a reticolazione posticipata (per esempio polietilene clorosolfanato) dotate di armatura;
- membrane polimeriche accoppiate. Membrane polimeriche accoppiate o incollate sulla faccia interna ad altri elementi aventi funzioni di protezione o altra funzione particolare, comunque non di tenuta. In questi casi, quando la parte accoppiata all'elemento polimerico impermeabilizzante ha importanza fondamentale per il comportamento in opera della membrana, le prove devono essere eseguite sulla membrana come fornita dal produttore.

a) Classi di utilizzo:

- Classe A membrane adatte per condizioni eminentemente statiche del contenuto (per esempio, bacini, dighe, sbarramenti, ecc.).
- Classe B membrane adatte per condizioni dinamiche del contenuto (per esempio, canali, acquedotti, ecc.).
- Classe C membrane adatte per condizioni di sollecitazioni meccaniche particolarmente gravose, concentrate o no (per esempio, fondazioni, impalcati di ponti, gallerie, ecc.).

Classe D membrane adatte anche in condizioni di intensa esposizione agli agenti atmosferici e/o alla luce.

Classe E membrane adatte per impieghi in presenza di materiali inquinanti e/o aggressivi (per esempio, discariche, vasche di raccolta e/o decantazione, ecc.).

Classe F membrane adatte per il contatto con acqua potabile o sostanze di uso alimentare (per esempio, acquedotti, serbatoi, contenitori per alimenti, ecc.).

Nell'utilizzo delle membrane polimeriche per impermeabilizzazione, possono essere necessarie anche caratteristiche comuni a più classi. In questi casi devono essere presi in considerazione tutti quei fattori che nell'esperienza progettuale e/o applicativa risultano di importanza preminente o che per legge devono essere considerati tali.

- b) Le membrane di cui al comma a) sono valide per gli impieghi di cui al comma b) purché rispettino le caratteristiche previste dalle norme armonizzate [UNI EN 13361](#), [UNI EN 13362](#), [UNI EN 13491](#), [UNI EN 13492](#) e [UNI EN 13493](#).

4 - I prodotti forniti solitamente sotto forma di liquidi o paste destinati principalmente a realizzare strati di tenuta all'acqua (ma anche altri strati funzionali della copertura piana) e secondo del materiale costituente, devono soddisfare le caratteristiche previste dalle norme UNI e devono essere conformi alle norme vigenti.

Il sistema di protezione descritto ([UNI EN 1504-1](#)) dovrà garantire almeno le seguenti caratteristiche tecniche:

Definizioni del sistema di protezione	UNI EN 1504-1
Resistenza allo shock termico	UNI EN 13687-2 ; UNI EN 13687-5
Resistenza alla penetrazione degli ioni cloruro	UNI EN 13396
Resistenza alla carbonatazione	UNI EN 13295
Resistenza alla trazione	UNI EN 1542
Compatibilità termica ai cicli di gelo/disgelo	UNI EN 13687-1

a) Caratteristiche identificative del prodotto in barattolo (prima dell'applicazione):

- viscosità ...;
- massa volumica kg/dm³ minimo - massimo ...;
- contenuto di non volatile % in massa minimo ...;
- punto di infiammabilità minimo % ...;
- contenuto di ceneri massimo g/kg

Per i valori non prescritti si intendono validi quelli dichiarati dal fornitore ed accettati dalla Direzione dei Lavori e per quanto non espressamente contemplato, si rinvia alla relativa normativa tecnica.

Tutti i prodotti e/o materiali di cui al presente articolo, qualora possano essere dotati di marcatura CE secondo la normativa tecnica vigente, dovranno essere muniti di tale marchio.

Art. 4.12

PRODOTTI DI VETRO (LASTRE, PROFILATI AD U E VETRI PRESSATI)

1 - Si definiscono prodotti di vetro quelli che sono ottenuti dalla trasformazione e lavorazione del vetro.

Essi si dividono nelle seguenti principali categorie: lastre piane, vetri pressati, prodotti di seconda lavorazione.

Per le definizioni rispetto ai metodi di fabbricazione, alle loro caratteristiche, alle seconde lavorazioni, nonché per le operazioni di finitura dei bordi si fa riferimento alla norma [UNI EN 572](#) (varie parti). I prodotti vengono di seguito considerati al momento della loro fornitura.

Le modalità di posa sono trattate negli articoli relativi alle vetrazioni ed ai serramenti.

La Direzione dei Lavori, ai fini della loro accettazione, può procedere a controlli (anche parziali) su campioni

della fornitura oppure richiedere un attestato di conformità della fornitura alle prescrizioni di seguito indicate:

- I vetri piani grezzi sono quelli colati e laminati grezzi ed anche cristalli grezzi traslucidi, incolori cosiddetti bianchi, eventualmente armati;
- I vetri piani lucidi tirati sono quelli incolori ottenuti per tiratura meccanica della massa fusa, che presenta sulle due facce, naturalmente lucide, ondulazioni più o meno accentuate non avendo subito lavorazioni di superficie;
- I vetri piani trasparenti float sono quelli chiari o colorati ottenuti per colata mediante galleggiamento su un bagno di metallo fuso.

Le loro dimensioni saranno quelle indicate nel progetto.

Per le altre caratteristiche vale la norma [UNI EN 572](#) (varie parti) che considera anche le modalità di controllo da adottare in caso di contestazione. I valori di isolamento termico, acustico, ecc. saranno quelli derivanti dalle dimensioni prescritte, il fornitore comunicherà i valori se richiesti.

2 - I vetri piani temprati sono quelli trattati termicamente o chimicamente in modo da indurre negli strati superficiali tensioni permanenti.

Le loro dimensioni saranno quelle indicate nel progetto.

Per le altre caratteristiche vale la norma [UNI EN 12150-1](#) e [UNI EN 12150-2](#) che considera anche le modalità di controllo da adottare in caso di contestazione. I valori di isolamento termico, acustico, ecc. saranno quelli derivanti dalle dimensioni prescritte, il fornitore comunicherà i valori se richiesti.

3 - I vetri piani uniti al perimetro (o vetrocamera) sono quelli costituiti da due lastre di vetro tra loro unite lungo il perimetro, solitamente con interposizione di un distanziatore, a mezzo di adesivi od altro in modo da formare una o più intercapedini contenenti aria o gas disidratati.

Le loro dimensioni, numero e tipo delle lastre saranno quelle indicate nel progetto.

Per le altre caratteristiche vale la norma [UNI EN 1279-1-2-3-4-5](#) che definisce anche i metodi di controllo da adottare in caso di contestazione. I valori di isolamento termico, acustico, ecc. saranno quelli derivanti dalle dimensioni prescritte, il fornitore comunicherà i valori se richiesti.

4 - I vetri piani stratificati sono quelli formati da due o più lastre di vetro e uno o più strati interposti di materia plastica che incollano tra loro le lastre di vetro per l'intera superficie.

Il loro spessore varia in base al numero ed allo spessore delle lastre costituenti.

Essi si dividono in base alla loro resistenza alle sollecitazioni meccaniche come segue:

- stratificati per sicurezza semplice;
- stratificati antivandalismo;
- stratificati anticrimine;
- stratificati antiproiettile.

Le dimensioni, numero e tipo delle lastre saranno quelle indicate nel progetto.

Per le altre caratteristiche si fa riferimento alle norme seguenti:

- a) i vetri piani stratificati per sicurezza semplice devono rispondere alla norma [UNI EN ISO 12543](#) (varie parti);
- b) i vetri piani stratificati antivandalismo ed anticrimine devono rispondere rispettivamente alle norme [UNI EN ISO 12543](#);
- c) i vetri piani stratificati antiproiettile devono rispondere alla norma [UNI EN 1063](#).

I valori di isolamento termico, acustico, ecc. saranno quelli derivanti dalle dimensioni prescritte, il fornitore comunicherà i valori se richiesti.

5 - I vetri piani profilati ad U sono dei vetri grezzi colati prodotti sotto forma di barre con sezione ad U, con la superficie liscia o lavorata, e traslucida alla visione.

Possono essere del tipo ricotto (normale) o temprato armati o non armati.

Le dimensioni saranno quelle indicate nel progetto. Per le altre caratteristiche valgono le prescrizioni della norma [UNI EN 572-7](#) che indica anche i metodi di controllo in caso di contestazione.

6 - I vetri pressati per vetrocemento armato possono essere a forma cava od a forma di camera d'aria.

Le dimensioni saranno quelle indicate nel progetto.

Per le caratteristiche vale quanto indicato nella norma [UNI EN 1051-1](#) che indica anche i metodi di controllo in caso di contestazione.

Tutti i prodotti e/o materiali di cui al presente articolo, qualora possano essere dotati di marcatura CE secondo la normativa tecnica vigente, dovranno essere muniti di tale marchio.

Art. 4.13
PRODOTTI DIVERSI (SIGILLANTI, ADESIVI, GEOTESSILI)

Tutti i prodotti di seguito descritti vengono considerati al momento della fornitura. La Direzione dei Lavori, ai fini della loro accettazione, può procedere ai controlli (anche parziali) su campioni della fornitura oppure richiedere un attestato di conformità della stessa alle prescrizioni di seguito indicate.

Per il campionamento dei prodotti ed i metodi di prova si fa riferimento ai metodi UNI esistenti.

1 - Per sigillanti si intendono i prodotti utilizzati per riempire in forma continua e durevole i giunti tra elementi edilizi (in particolare nei serramenti, nelle pareti esterne, nelle partizioni interne, ecc.) con funzione di tenuta all'aria, all'acqua, ecc. Oltre a quanto specificato nel progetto, o negli articoli relativi alla destinazione d'uso, si intendono rispondenti alle seguenti caratteristiche:

- compatibilità chimica con il supporto al quale sono destinati;
- diagramma forza deformazione (allungamento) compatibile con le deformazioni elastiche del supporto al quale sono destinati;
- durabilità ai cicli termoigrometrici prevedibili nelle condizioni di impiego, cioè con decadimento delle caratteristiche meccaniche ed elastiche che non pregiudichino la sua funzionalità;
- durabilità alle azioni chimico-fisiche di agenti aggressivi presenti nell'atmosfera o nell'ambiente di destinazione.

Il soddisfacimento delle prescrizioni predette si intende comprovato quando il prodotto risponde al progetto o alla norma [UNI ISO 11600](#) e/o è in possesso di attestati di conformità; in loro mancanza si fa riferimento ai valori dichiarati dal produttore ed accettati dalla Direzione dei Lavori.

2 - Per adesivi si intendono i prodotti utilizzati per ancorare un prodotto ad uno attiguo, in forma permanente, resistendo alle sollecitazioni meccaniche, chimiche, ecc. dovute all'ambiente ed alla destinazione d'uso.

Sono inclusi nel presente articolo gli adesivi usati in opere di rivestimenti di pavimenti e pareti o per altri usi e per diversi supporti (murario, terroso, legnoso, ecc.).

Sono esclusi gli adesivi usati durante la produzione di prodotti o componenti.

Oltre a quanto specificato nel progetto, o negli articoli relativi alla destinazione d'uso, si intendono forniti rispondenti alle seguenti caratteristiche:

- compatibilità chimica con il supporto al quale essi sono destinati;
- durabilità ai cicli termoigrometrici prevedibili nelle condizioni di impiego (cioè con un decadimento delle caratteristiche meccaniche che non pregiudichino la loro funzionalità);
- durabilità alle azioni chimico-fisiche dovute ad agenti aggressivi presenti nell'atmosfera o nell'ambiente di destinazione;
- caratteristiche meccaniche adeguate alle sollecitazioni previste durante l'uso.

Il soddisfacimento delle prescrizioni predette si intende comprovato quando il prodotto risponde ad una norma UNI e/o è in possesso di attestati di conformità; in loro mancanza si fa riferimento ai valori dichiarati dal produttore ed accettati dalla Direzione dei Lavori.

3 - Per geotessili si intendono i prodotti utilizzati per costituire strati di separazione, contenimento, filtranti, drenaggio in opere di terra (rilevati, scarpate, strade, giardini, ecc.) ed in coperture.

Si distinguono in:

- tessuti: stoffe realizzate intrecciando due serie di fili (realizzando ordito e trama);
- nontessuti: feltri costituiti da fibre o filamenti distribuiti in maniera casuale, legati tra loro con trattamento meccanico (agugliatura) oppure chimico (impregnazione) oppure termico (fusione). Si hanno nontessuti ottenuti da fiocco o da filamento continuo.

(Sono esclusi dal presente articolo i prodotti usati per realizzare componenti più complessi).

Quando non è specificato nel progetto, o negli articoli relativi alla destinazione d'uso, si intendono forniti rispondenti alle seguenti **caratteristiche**:

- tolleranze sulla lunghezza e larghezza: $\pm 1\%$;
- spessore: $\pm 3\%$;
- resistenza a trazione (non tessuti [UNI 8279-4](#));
- resistenza a lacerazione (non tessuti [UNI EN ISO 9073-4](#); tessuti [UNI 7275](#));
- resistenza a perforazione con la sfera (non tessuti [UNI EN 8279-11](#); tessuti [UNI 5421](#));
- assorbimento dei liquidi (non tessuti [UNI EN ISO 9073-6](#));
- assorbimento (non tessuti [UNI EN ISO 9073-6](#));
- variazione dimensionale a caldo (non tessuti [UNI EN 8279-12](#));
- permeabilità all'aria (non tessuti [UNI EN 8279-3](#)).

Il soddisfacimento delle prescrizioni predette si intende comprovato quando il prodotto risponde ad una

norma UNI e/o è in possesso di attestato di conformità; in loro mancanza valgono i valori dichiarati dal produttore ed accettati dalla Direzione dei Lavori.

Dovrà inoltre essere sempre specificata la natura del polimero costituente (poliestere, polipropilene, poliammide, ecc.).

Per i non tessuti dovrà essere precisato:

- se sono costituiti da filamento continuo o da fiocco;
- se il trattamento legante è meccanico, chimico o termico;
- il peso unitario.

Malta cementizia anticorrosiva bicomponente per la protezione dei ferri d'armatura

Trattamento protettivo rialcalinizzante dei ferri di armatura, ripuliti da precedenti operazioni di demolizione del copriferro e dall'eventuale ruggine con sabbatura o pulizia meccanica. La malta bicomponente sarà a base di polimeri in dispersione acquosa, leganti cementizi ed inibitori di corrosione rispondente ai principi definiti nella [UNI EN 1504-7](#) e [UNI EN 1504-9](#). Il prodotto deve risultare resistente all'acqua, ai gas aggressivi presenti nell'atmosfera, svolgendo una azione protettiva efficace secondo gli standard della [UNI EN 15183](#) della superficie metallica all'ossidazione.

Per quanto non espressamente contemplato, si rinvia alla seguente normativa tecnica: [UNI EN 13888](#), [UNI EN 12004-1](#), [UNI EN 12860](#).

Tutti i prodotti e/o materiali di cui al presente articolo, qualora possano essere dotati di marcatura CE secondo la normativa tecnica vigente, dovranno essere muniti di tale marchio.

Art. 4.14 **INFISSI**

1 - Si intendono per infissi gli elementi aventi la funzione principale di regolare il passaggio di persone, animali, oggetti, e sostanze liquide o gassose nonché dell'energia tra spazi interni ed esterni dell'organismo edilizio o tra ambienti diversi dello spazio interno.

Tipologia

Essi si dividono tra elementi fissi (cioè luci fisse non apribili) e serramenti (cioè con parti apribili); gli infissi si dividono, inoltre, in relazione alla loro funzione, in porte, finestre e schermi.

Per la terminologia specifica dei singoli elementi e delle loro parti funzionali in caso di dubbio si fa riferimento alle norme [UNI 8369-1 e 2](#) ed alla norma armonizzata [UNI EN 12519](#).

I prodotti vengono di seguito considerati al momento della loro fornitura; le modalità di posa sono sviluppate nell'articolo relativo alle vetrazioni ed ai serramenti.

La Direzione dei Lavori, ai fini della loro accettazione, può procedere ai controlli (anche parziali) su campioni della fornitura, oppure richiedere un attestato di conformità della fornitura alle prescrizioni di seguito indicate.

I prodotti di seguito dettagliati dovranno garantire in particolare le prestazioni minime di isolamento termico determinate dalla vigente normativa in materia di dispersione energetica.

2 - Le luci fisse devono essere realizzate nella forma, con i materiali e nelle dimensioni indicate nel disegno di progetto. In mancanza di prescrizioni (od in presenza di prescrizioni limitate) si intende che comunque devono, nel loro insieme (telai, lastre di vetro, eventuali accessori, ecc.), essere conformi alla norma [UNI 7959](#) ed in particolare resistere alle sollecitazioni meccaniche dovute all'azione del vento od agli urti, garantire la tenuta all'aria e all'acqua.

Quanto richiesto dovrà garantire anche le prestazioni di isolamento termico, isolamento acustico, comportamento al fuoco e resistenza a sollecitazioni gravose dovute ad attività sportive, atti vandalici, ecc.

Le prestazioni predette dovranno essere garantite con limitato decadimento nel tempo.

La Direzione dei Lavori potrà procedere all'accettazione delle luci fisse mediante i criteri seguenti:

- a) mediante controllo dei materiali costituenti il telaio più vetro più elementi di tenuta (guarnizioni, sigillanti) più eventuali accessori, e mediante controllo delle caratteristiche costruttive e della lavorazione del prodotto nel suo insieme e/o dei suoi componenti; in particolare trattamenti protettivi del legno, rivestimenti dei metalli costituenti il telaio, l'esatta esecuzione dei giunti, ecc.;
- b) mediante l'accettazione di dichiarazioni di conformità della fornitura alle classi di prestazione quali tenuta all'acqua, all'aria, resistenza agli urti, ecc. (vedere punto 3, lett. b,); di tali prove potrà anche chiedere la ripetizione in caso di dubbio o contestazione.

Le modalità di esecuzione delle prove saranno quelle definite nelle relative norme UNI per i serramenti (vedere punto 3).

3 - I serramenti interni ed esterni (finestre, porte finestre, e similari) dovranno essere realizzati seguendo le prescrizioni indicate nei disegni costruttivi o comunque nella parte grafica del progetto.

In mancanza di prescrizioni (o in presenza di prescrizioni limitate) si intende che comunque nel loro insieme devono essere realizzati in modo da resistere alle sollecitazioni meccaniche e degli agenti atmosferici e contribuire, per la parte di loro spettanza, al mantenimento negli ambienti delle condizioni termiche, acustiche, luminose, di ventilazione, ecc.; lo svolgimento delle funzioni predette deve essere mantenuto nel tempo.

- a) La Direzione dei Lavori potrà procedere all'accettazione dei serramenti mediante il controllo dei materiali che costituiscono l'anta ed il telaio ed i loro trattamenti preservanti ed i rivestimenti mediante il controllo dei vetri, delle guarnizioni di tenuta e/o sigillanti, degli accessori. Mediante il controllo delle sue caratteristiche costruttive, in particolare dimensioni delle sezioni resistenti, conformazione dei giunti, delle connessioni realizzate meccanicamente (viti, bulloni, ecc.) o per aderenza (colle, adesivi, ecc.) e comunque delle parti costruttive che direttamente influiscono sulla resistenza meccanica, tenuta all'acqua, all'aria, al vento, e sulle altre prestazioni richieste.
- b) La Direzione dei Lavori potrà altresì procedere all'accettazione della attestazione di conformità della fornitura alle prescrizioni indicate nel progetto per le varie caratteristiche o in mancanza a quelle di seguito riportate. Per le classi non specificate valgono i valori dichiarati dal fornitore ed accettati dalla Direzione dei Lavori.
 - 1) Finestre
 - tenuta all'acqua, all'aria e resistenza al vento, classe misurata secondo le norme [UNI 11173](#), [UNI EN 12207](#), [UNI EN 12208](#) e [UNI EN 12210](#);
 - resistenza meccanica secondo la norma [UNI EN 107](#).
 - 2) Porte interne
 - tolleranze dimensionali e spessore misurate secondo le norme [UNI EN 1529](#);
 - planarità misurata secondo la norma [UNI EN 1530](#);
 - resistenza al fuoco misurata secondo la norma [UNI EN 1634](#);
 - resistenza al calore per irraggiamento misurata secondo la norma [UNI 8328](#).
 - 3) Porte esterne
 - tolleranze dimensionali e spessore misurate secondo le norme [UNI EN 1529](#);
 - planarità misurata secondo la norma [UNI EN 1530](#);
 - tenuta all'acqua, all'aria e resistenza al vento, classe misurata secondo le norme [UNI 11173](#), [UNI EN 12207](#), [UNI EN 12208](#) e [UNI EN 12210](#);
 - resistenza all'intrusione.

La attestazione di conformità dovrà essere comprovata da idonea certificazione e/o documentazione.

4 - Gli schermi (tapparelle, persiane, antine) con funzione prevalentemente oscurante dovranno essere realizzati nella forma, con il materiale e nelle dimensioni indicate nel disegno di progetto; in mancanza di prescrizioni o con prescrizioni insufficienti, si intende che comunque lo schermo deve nel suo insieme resistere alle sollecitazioni meccaniche (vento, sbalzi, ecc.) ed agli agenti atmosferici mantenendo nel tempo il suo funzionamento.

- a) La Direzione dei Lavori dovrà procedere all'accettazione degli schermi mediante il controllo dei materiali che costituiscono lo schermo e, dei loro rivestimenti, controllo dei materiali costituenti gli accessori e/o organi di manovra, mediante la verifica delle caratteristiche costruttive dello schermo, principalmente dimensioni delle sezioni resistenti, conformazioni delle connessioni realizzate meccanicamente (viti, bulloni, ecc.) o per aderenza (colle, adesivi, ecc.) e comunque delle parti che direttamente influiscono sulla resistenza meccanica e durabilità agli agenti atmosferici.
- b) La Direzione dei Lavori potrà altresì procedere all'accettazione mediante attestazione di conformità della fornitura alle caratteristiche di resistenza meccanica, comportamento agli agenti atmosferici (corrosioni, cicli con lampade solari, camere climatiche, ecc.). La attestazione dovrà essere comprovata da idonea certificazione e/o documentazione.

Per quanto non espressamente contemplato, si rinvia alla seguente normativa tecnica: [UNI EN 12207](#), [UNI EN 12208](#), [UNI EN 12210](#), [UNI EN 12211](#), [UNI EN ISO 10077](#), [UNI EN 179](#), [UNI EN 1125](#), [UNI EN 1154](#), [UNI EN 1155](#), [UNI EN 1158](#), [UNI EN 12209](#), [UNI EN 1935](#), [UNI EN 13659](#), [UNI EN 13561](#), [UNI EN 13241](#), [UNI 10818](#), [UNI EN 13126-1](#), [UNI EN 1026](#) [UNI EN 1027](#).

Tutti i prodotti e/o materiali di cui al presente articolo, qualora possano essere dotati di marcatura CE secondo la normativa tecnica vigente, dovranno essere muniti di tale marchio.

Porte e portoni omologati EI

Il serramento omologato EI deve essere installato seguendo le specifiche indicazioni riportate nel certificato di prova che, assieme all'omologazione del Ministero dell'Interno, alla dichiarazione della casa produttrice di conformità al prototipo approvato e alla copia della bolla di consegna presso il cantiere, dovrà accompagnare ogni serramento.

La ditta installatrice dovrà inoltre fornire una dichiarazione che attesti che il serramento è stato installato come specificato nel certificato di prova.

4.14.1 Porte scorrevoli

Per motivi progettuali ovvero funzionali allo spazio disponibile è sempre più frequente il caso di soluzioni con porte scorrevoli. Al pari di altri tipi di serramenti, anche questi dovranno essere realizzati seguendo le prescrizioni indicate nei disegni esecutivi o comunque nella parte grafica del progetto. In mancanza di prescrizioni (o in presenza di prescrizioni limitate) si intenderà comunque, nel loro insieme, una realizzazione conforme alle indicazioni previste dalla norma [UNI EN 1628](#) in materia di resistenza alle sollecitazioni e alla [UNI EN 12046-2](#) per le forze di manovra indicate.

Le porte scorrevoli potranno essere:

- interne (o a scomparsa)
- esterne rispetto al muro.

Porte scorrevoli interne

Le porte scorrevoli "interne" (o a scomparsa), quando aperte, saranno allocate completamente all'interno della parete che le ospita. Le ante di tali porte potranno essere previste con una o più ante.

Nel caso di porte scorrevoli a due ante sarà previsto un sistema a scorrimento con due controtelai, o cassettoni più piccoli rispetto all'apertura, posti ai lati. Il controtelaio potrà essere posto su un unico lato e largo abbastanza da alloggiare le due ante parallele che scorreranno contrapposte e si eclisseranno nello stesso vano.

Porte scorrevoli esterne

Le porte scorrevoli "esterne", correranno su un binario o un bastone fissato alla parete e quando aperte, l'anta si sovrapporrà ad essa impegnando uno spazio pari alla grandezza dell'anta stessa.

Con le porte scorrevoli esterne si potrà sfruttare meglio lo spazio interno alla parete potendo installare impianti, cavi sottotraccia, prese e interruttori, che diversamente non sarebbe possibile inserire. Le ante delle porte scorrevoli esterne saranno sempre a vista e si muoveranno lungo la parete, lateralmente all'apertura, su di un binario prefissato.

Per entrambi i tipi di porta potranno essere previste ante di varia finitura ovvero in vetro di design opaco o trasparente al fine di donare maggiore luminosità agli ambienti serviti.

Caratteristiche del controtelaio

La struttura del controtelaio o cassonetto sarà in acciaio zincato, di spessore idoneo sia nei fianchi che nei profili posteriore e di fondo. Il fianco del cassonetto sarà realizzato in un unico pezzo di lamiera e presenterà delle grecature per conferire una maggiore rigidità alla struttura. Una rete metallica, che completerà il fianco, sarà prevista in acciaio zincato e fissata al fianco mediante graffette consentendo così l'ancoraggio diretto dello strato d'intonaco finale. Si avrà cura inoltre, di prevedere una rete a maglia fine in fibra di vetro che, posta nella parte di giunzione tra cassonetto e laterizio, fungerà da protezione per possibili fessurazioni dell'intonaco.

Nel caso di parete da realizzare in cartongesso, dovrà essere previsto un controtelaio con profili orizzontali in acciaio zincato atti sia a rinforzare la struttura che a facilitare l'applicazione e il fissaggio delle lastre di cartongesso.

Il sistema di scorrimento sarà composto da un profilo guida in alluminio, o altro materiale equivalente, e sarà fissato in modo stabile, corredato da carrelli con cuscinetti dalla portata (in kg) superiore al peso della porta da sostenere.

4.14.2 Infissi esterni ed interni per i disabili

Generalità e normativa

La legislazione italiana ed europea ha da tempo regolamentato la progettazione di nuovi edifici e la riqualificazione o rifunzionalizzazione di quelli esistenti, in assenza di barriere, per rendere fruibile lo spazio urbano ed edilizio anche alle persone con mobilità ridotta.

In relazione alle finalità riportate nelle norme, devono essere contemplati tre livelli di qualità dello spazio costruito:

- **l'accessibilità**: il livello più alto poiché consente subito la totale fruizione;
- **la visitabilità**: il livello di accessibilità limitato a una parte dell'edificio o delle unità immobiliari, che consente, comunque, ogni tipo di relazione fondamentale anche alla persona con ridotta o impedita capacità motoria o sensoriale;
- **l'adattabilità**: il livello ridotto di qualità, tuttavia modificabile, per originaria previsione progettuale, di trasformazione in livello di accessibilità.

Quindi per conseguire la completa accessibilità e fruibilità dell'edificio è importante adottare le giuste soluzioni di alcuni punti-chiave quali, ad esempio, l'accesso, i collegamenti verticali e orizzontali nonché la dotazione di adeguati servizi igienici.

Le principali norme e linee guida in favore dell'eliminazione delle barriere architettoniche, sono contenute nei seguenti dispositivi legislativi e norme:

- Decreto del Presidente della Repubblica 24 luglio 1996, n. 503 "Regolamento recante norme per l'eliminazione delle barriere architettoniche negli edifici, spazi e servizi pubblici";
- Decreto Ministeriale - Ministero dei Lavori Pubblici 14 giugno 1989, n. 236. "Prescrizioni tecniche necessarie a garantire l'accessibilità, l'adattabilità e la visitabilità degli edifici privati e di edilizia residenziale pubblica sovvenzionata e agevolata, ai fini del superamento e dell'eliminazione delle barriere architettoniche";
- Legge 9 gennaio 1989, n. 13 "Disposizioni per favorire il superamento e l'eliminazione delle barriere architettoniche negli edifici privati";
- [Norma UNI/PdR 24](#) "Abbattimento barriere architettoniche - Linee guida per la riprogettazione del costruito in ottica universal design".

Le porte di accesso agli edifici

Le porte disposte su percorsi d'ingresso dovranno consentire e facilitare il passaggio di persone disabili ed essere utilizzate da persone con mobilità ridotta.

Le porte di accesso di ogni edificio dovranno essere facilmente manovrabili, di tipo e luce netta tali da consentire un transito comodo anche da parte di persona su sedia a ruote.

Il vano della porta e gli spazi antistanti e retrostanti dovranno essere complanari, e adeguatamente dimensionati sia per le manovre con la sedia a ruote, sia rispetto al tipo di apertura. Per dimensioni, posizionamento, e manovrabilità la porta sarà tale da consentire un'agevole apertura della/e ante da entrambi i lati di utilizzo.

Le porte battenti e le porte automatiche dovranno poter essere utilizzate senza pericolo. La durata dell'apertura di una porta automatica dovrà permettere il passaggio delle persone a mobilità ridotta.

Il sistema di rilevamento delle persone deve essere regolato in modo da aprire la porta rapidamente e realizzato per individuare individui di ogni taglia.

Le porte internamente a vetri dovranno essere facilmente individuabili sia da aperte sia da chiuse dalle persone ipovedenti di tutte le taglie e creare impedimenti visuali, mediante l'uso di elementi visivi a contrasto, incollati, dipinti, incisi o intarsiati nel vetro.

Porte interne

Per le porte interne sono suggerite, se non diversamente disposto dal progetto esecutivo e dalla DL, porte scorrevoli o similari purché di facile manovrabilità e che non rappresentino intralcio e non richiedano grossi sforzi di apertura. Sono da evitare i meccanismi di ritorno automatico, nel caso non prevedano sistemi di fermo a fine corsa.

Ogni porta deve avere un angolo di apertura almeno pari a 90°.

La larghezza del passaggio utile dovrà essere misurata tra il battente aperto a 90° e il telaio della porta, maniglia non compresa, e sarà normalmente pari a:

- 0,83 m per una porta da 0,90 m;
- 0,77 m per una porta da 0,80 m.

Comunque dovranno essere poste in opera porte la cui larghezza della singola anta non sia superiore a 120 cm, e gli eventuali vetri siano collocati a un'altezza di almeno 40 cm dal piano del pavimento.

Le maniglie delle porte dovranno essere facilmente impugnate in posizione in piedi e seduto, per cui la loro

altezza dovrà essere compresa tra 85 e 95 cm, quella consigliata è di 90 cm.

L'estremità delle maniglie delle porte dovrà essere situata a oltre 0,40 m da un angolo rientrante o da un altro ostacolo all'avanzamento di una sedia a rotelle. Sono da preferire maniglie del tipo a leva opportunamente arrotondate.

L'estensione della maniglia sarà una soluzione realizzabile ma bisognerà comunque verificare che lo sforzo all'apertura sia inferiore a 50 N nel punto di presa della maniglia, in presenza o meno di un dispositivo con chiusura automatica.

Infissi esterni

Dovranno essere installate finestre che garantiscano una buona visibilità sia a chi è costretto in posizione sdraiata, sia a chi, in carrozzella, osserva l'ambiente esterno da una posizione più bassa.

La soglia tra balcone e ambiente interno non deve avere un dislivello tale da costituire ostacolo al passaggio di una persona su sedia a ruote.

Non sarà possibile installare porte-finestre con traversa orizzontale a pavimento avente un'altezza tale da impedire il transito di una sedia a ruote.

I serramenti con ante a scorrimento orizzontale dovranno essere facilmente manovrati da tutte le persone a condizione che il movimento non richieda una forza superiore ad 8 Kg e la maniglia sia situata ad un'altezza adeguata alle persone in carrozzina.

Gli infissi aventi ante a bilico o vasistas dovranno essere facilmente manovrate da tutte le persone purché non sia necessario un movimento violento, non sia prevista un'inclinazione eccessiva e l'eventuale meccanismo a leva sia azionabile da adeguata altezza.

L'altezza delle maniglie o dispositivo di comando, dovrà essere compresa tra cm. 100 e 130 (si consigliano 115 cm).

La maniglia dovrà essere a leva; in esigenza di maggiore forza si consiglia una maniglia a leva con movimento verticale.

Si dovranno predisporre dei comandi a distanza per eventuali finestre più alte o dei sistemi di apertura automatica.

Art. 4.15

PRODOTTI PER RIVESTIMENTI INTERNI ED ESTERNI

1 - Si definiscono prodotti per rivestimenti quelli utilizzati per realizzare i sistemi di rivestimento verticali (pareti - facciate) ed orizzontali (controsoffitti) dell'edificio. I prodotti si distinguono:

a seconda del loro stato fisico:

- rigidi (rivestimenti in pietra - ceramica - vetro - alluminio - gesso - ecc.);
- flessibili (carte da parati - tessuti da parati - ecc.);
- fluidi o pastosi (intonaci - vernicianti - rivestimenti plastici - ecc.);

a seconda della loro collocazione:

- per esterno;
- per interno;

a seconda della loro collocazione nel sistema di rivestimento:

- di fondo;
- intermedi;
- di finitura.

Tutti i prodotti descritti nei punti che seguono vengono considerati al momento della fornitura. La Direzione dei Lavori, ai fini della loro accettazione, può procedere ai controlli (anche parziali) su campioni della fornitura, oppure richiedere un attestato di conformità della stessa alle prescrizioni di seguito indicate e in genere come da norma [UNI 8012](#).

2 - Prodotti rigidi

In via orientativa valgono le prescrizioni della norma [UNI 11417](#) (varie parti).

- a) Per le piastrelle di ceramica vale quanto prescritto dalla norma [UNI EN 10545](#) varie parti e quanto riportato nell'articolo "Prodotti per Pavimentazione", tenendo conto solo delle prescrizioni valide per le piastrelle da parete.
- b) Per le lastre di pietra vale quanto riportato nel progetto circa le caratteristiche più significative e le lavorazioni da apportare. In mancanza o ad integrazione del progetto valgono i criteri di accettazione generali indicati nell'articolo relativo ai prodotti di pietra integrati dalle prescrizioni date nell'articolo "Prodotti per Pavimentazioni" (in particolare per le tolleranze dimensionali e le modalità di imballaggio).

Sono comunque da prevedere gli opportuni incavi, fori, ecc. per il fissaggio alla parete e gli eventuali trattamenti di protezione.

- c) Per gli elementi di metallo o materia plastica valgono le prescrizioni del progetto. Le loro prestazioni meccaniche (resistenza all'urto, abrasione, incisione), di reazione e resistenza al fuoco, di resistenza agli agenti chimici (detergenti, inquinanti aggressivi, ecc.) ed alle azioni termoigrometriche saranno quelle prescritte in norme UNI, in relazione all'ambiente (interno/esterno) nel quale saranno collocati ed alla loro quota dal pavimento (o suolo), oppure in loro mancanza valgono quelle dichiarate dal fabbricante ed accettate dalla Direzione dei Lavori. Saranno inoltre predisposti per il fissaggio in opera con opportuni fori, incavi, ecc.

Per gli elementi verniciati, smaltati, ecc. le caratteristiche di resistenza alla usura, ai viraggi di colore, ecc. saranno riferite ai materiali di rivestimento.

La forma e costituzione dell'elemento saranno tali da ridurre al minimo fenomeni di vibrazione, produzione di rumore tenuto anche conto dei criteri di fissaggio.

- d) Per le lastre di cartongesso si rinvia all'articolo su "Prodotti per Pareti Esterne e Partizioni Interne".
e) Per le lastre di fibrocemento si rimanda alle prescrizioni date nell'articolo "Prodotti per Coperture Discontinue".
f) Per le lastre di calcestruzzo valgono le prescrizioni generali date nell'articolo su prodotti di calcestruzzo con in aggiunta le caratteristiche di resistenza agli agenti atmosferici (gelo/disgelo) ed agli elementi aggressivi trasportati dall'acqua piovana e dall'aria.
Per gli elementi piccoli e medi fino a 1,2 m come dimensione massima si debbono realizzare opportuni punti di fissaggio ed aggancio.

3 - Prodotti flessibili.

- a) Le carte da parati devono rispettare le tolleranze dimensionali del 1,5% sulla larghezza e lunghezza; garantire resistenza meccanica ed alla lacerazione (anche nelle condizioni umide di applicazione); avere deformazioni dimensionali ad umido limitate; resistere alle variazioni di calore e, quando richiesto, avere resistenza ai lavaggi e reazione o resistenza al fuoco adeguate.

Le confezioni devono riportare i segni di riferimento per le sovrapposizioni, allineamenti (o sfalsatura) dei disegni, ecc.; inversione dei singoli teli, ecc.

- b) I tessuti per pareti devono rispondere alle prescrizioni elencate nel comma a) con adeguato livello di resistenza e possedere le necessarie caratteristiche di elasticità, ecc. per la posa a tensione.

Per entrambe le categorie (carta e tessuti) la rispondenza alle norme [UNI EN 233](#), [UNI EN 234](#), [UNI EN 266](#), [UNI EN 259-1](#) e [UNI EN 259-2](#) è considerata rispondenza alle prescrizioni del presente articolo.

4 - Prodotti fluidi o in pasta.

- a) Intonaci: gli intonaci sono rivestimenti realizzati con malta per intonaci costituita da un legante (calce-cemento-gesso) da un inerte (sabbia, polvere o granuli di marmo, ecc.) ed eventualmente da pigmenti o terre coloranti, additivi e rinforzanti.

Gli intonaci devono possedere le caratteristiche indicate nel progetto e le caratteristiche seguenti:

- capacità di riempimento delle cavità ed eguagliamento delle superfici;
- reazione al fuoco e/o resistenza all'incendio adeguata;
- impermeabilità all'acqua e/o funzione di barriera all'acqua;
- effetto estetico superficiale in relazione ai mezzi di posa usati;
- adesione al supporto e caratteristiche meccaniche.

Per i prodotti forniti premiscelati la rispondenza a norme UNI è sinonimo di conformità alle prescrizioni predette; per gli altri prodotti valgono i valori dichiarati dal fornitore ed accettati dalla Direzione dei Lavori.

- b) Prodotti vernicianti: i prodotti vernicianti sono prodotti applicati allo stato fluido, costituiti da un legante (naturale o sintetico), da una carica e da un pigmento o terra colorante che, passando allo stato solido, formano una pellicola o uno strato non pellicolare sulla superficie.

Si distinguono in:

- tinte, se non formano pellicola e si depositano sulla superficie;
- impregnanti, se non formano pellicola e penetrano nelle porosità del supporto;
- pitture, se formano pellicola ed hanno un colore proprio;
- vernici, se formano pellicola e non hanno un marcato colore proprio;
- rivestimenti plastici, se formano pellicola di spessore elevato o molto elevato (da 1 a 5 mm circa), hanno colore proprio e disegno superficiale più o meno accentuato.

I prodotti vernicianti devono possedere valori adeguati delle seguenti caratteristiche in funzione delle prestazioni loro richieste:

- dare colore in maniera stabile alla superficie trattata;

- essere traspiranti al vapore d'acqua;
- avere funzione impermeabilizzante;
- impedire il passaggio dei raggi U.V.;
- ridurre il passaggio della CO₂;
- avere adeguata reazione e/o resistenza al fuoco (quando richiesto);
- avere funzione passivante del ferro (quando richiesto);
- resistenza alle azioni chimiche degli agenti aggressivi (climatici, inquinanti);
- resistere (quando richiesto) all'usura.

Barriera protettiva antigraffiti per superfici esterne

Emulsione acquosa di cere polimeriche, specifica per proteggere in modo reversibile le superfici a vista dai graffiti.

Conforme alle valutazioni della norma [UNI 11246](#), la barriera dovrà colmare i pori della superficie senza impedirne la traspirabilità, creando una barriera repellente agli oli e all'acqua che impedisce ai graffiti di penetrare in profondità nel supporto.

I limiti di accettazione saranno quelli prescritti nel progetto od in mancanza quelli dichiarati dal fabbricante ed accettati dalla Direzione dei Lavori.

I dati si intendono presentati secondo le norme [UNI 8757](#) e [UNI 8759](#) ed i metodi di prova sono quelli definiti nelle norme UNI.

Tutti i prodotti e/o materiali di cui al presente articolo, qualora possano essere dotati di marcatura CE secondo la normativa tecnica vigente, dovranno essere muniti di tale marchio.

Art. 4.16

PRODOTTI PER PARETI ESTERNE E PARTIZIONI INTERNE

1 - Si definiscono prodotti per pareti esterne e partizioni interne quelli utilizzati per realizzare i principali strati funzionali di queste parti di edificio.

Per la realizzazione delle pareti esterne e partizioni interne si rinvia all'articolo che tratta queste opere.

I prodotti vengono di seguito considerati al momento della fornitura; la Direzione dei Lavori, ai fini della loro accettazione, può procedere ai controlli (anche parziali) su campioni della fornitura oppure richiedere un attestato di conformità della fornitura alle prescrizioni di seguito indicate. Nel caso di contestazione si intende che la procedura di prelievo dei campioni, le modalità di prova e valutazione dei risultati sono quelli indicati nelle norme UNI ed in mancanza di questi quelli descritti nella letteratura tecnica (primariamente norme internazionali).

2 - I prodotti a base di laterizio, calcestruzzo e similari non aventi funzione strutturale (vedere articolo murature) ma unicamente di chiusura nelle pareti esterne e partizioni devono rispondere alle prescrizioni del progetto ed a loro completamento alle seguenti prescrizioni:

- a) gli elementi di laterizio (forati e non) prodotti mediante pressatura o trafilatura con materiale normale od alleggerito devono rispondere alla norma [UNI EN 771-1](#);
- b) gli elementi di calcestruzzo dovranno rispettare le stesse caratteristiche indicate nella norma [UNI EN 771-1](#) (ad esclusione delle caratteristiche di inclusione calcarea), i limiti di accettazione saranno quelli indicati nel progetto ed in loro mancanza quelli dichiarati dal produttore ed approvati dalla Direzione dei Lavori;
- c) gli elementi di calcio silicato, pietra ricostruita, pietra naturale, saranno accettate in base alle loro caratteristiche dimensionali e relative tolleranze; caratteristiche di forma e massa volumica (foratura, smussi, ecc.); caratteristiche meccaniche a compressione, taglio e flessione; caratteristiche di comportamento all'acqua ed al gelo (imbibizione, assorbimento d'acqua, ecc.).

I limiti di accettazione saranno quelli prescritti nel progetto ed in loro mancanza saranno quelli dichiarati dal fornitore ed approvati dalla Direzione dei Lavori.

3 - I prodotti ed i componenti per facciate continue dovranno rispondere alle prescrizioni del progetto ed in loro mancanza alle seguenti prescrizioni:

- gli elementi dell'ossatura devono avere caratteristiche meccaniche coerenti con quelle del progetto in modo da poter trasmettere le sollecitazioni meccaniche (peso proprio delle facciate, vento, urti, ecc.) alla struttura portante, resistere alle corrosioni ed azioni chimiche dell'ambiente esterno ed interno;
- gli elementi di tamponamento (vetri, pannelli, ecc.) devono essere compatibili chimicamente e

fisicamente con l'ossatura; resistere alle sollecitazioni meccaniche (urti, ecc.); resistere alle sollecitazioni termoigrometriche dell'ambiente esterno e chimiche degli agenti inquinanti;

- le parti apribili ed i loro accessori devono rispondere alle prescrizioni sulle finestre o sulle porte;
- i rivestimenti superficiali (trattamenti dei metalli, pitturazioni, fogli decorativi, ecc.) devono essere coerenti con le prescrizioni sopra indicate;
- le soluzioni costruttive dei giunti devono completare ed integrare le prestazioni dei pannelli ed essere sigillate con prodotti adeguati.

La rispondenza alle norme UNI per gli elementi metallici e loro trattamenti superficiali, per i vetri, i pannelli di legno, di metallo o di plastica e per gli altri componenti, viene considerato automaticamente soddisfacimento delle prescrizioni sopradette.

4 - I prodotti ed i componenti per partizioni interne prefabbricate che vengono assemblate in opera (con piccoli lavori di adattamento o meno) devono rispondere alle prescrizioni del progetto ed in mancanza, alle prescrizioni indicate al punto precedente.

5 - I prodotti a base di cartongesso devono rispondere alle prescrizioni del progetto ed, in mancanza, alle prescrizioni seguenti: avere spessore con tolleranze $\pm 0,5$ mm, lunghezza e larghezza con tolleranza ± 2 mm, resistenza all'impronta, all'urto, alle sollecitazioni localizzate (punti di fissaggio) ed, a seconda della destinazione d'uso, con basso assorbimento d'acqua, con bassa permeabilità al vapore (prodotto abbinato a barriera al vapore), con resistenza all'incendio dichiarata, con isolamento acustico dichiarato.

I limiti di accettazione saranno quelli indicati nel progetto ed, in loro mancanza, quelli dichiarati dal produttore ed approvati dalla Direzione dei Lavori.

Tutti i prodotti e/o materiali di cui al presente articolo, qualora possano essere dotati di marcatura CE secondo la normativa tecnica vigente, dovranno essere muniti di tale marchio.

4.16.1) OPERE IN CARTONGESSO

Con l'ausilio del cartongesso possono realizzarsi diverse applicazioni nell'ambito delle costruzioni: veri e propri elementi di compartimentazione, contropareti, controsoffitti, ecc. Queste opere possono essere in classe 1 o classe 0 di reazione al fuoco e possono anche avere caratteristiche di resistenza al fuoco (es. REI 60, REI 90, REI 120).

Tale sistema costruttivo a secco è costituito essenzialmente dai seguenti elementi base:

- lastre di cartongesso
- orditura metallica di supporto
- viti metalliche
- stucchi in gesso
- nastri d'armatura dei giunti

oltre che da alcuni accessori opzionali, quali: paraspigoli, nastri adesivi per profili, rasanti per eventuale finitura delle superfici, materie isolanti e simili.

Il sistema viene definito a secco proprio perché l'assemblaggio dei componenti avviene, a differenza di quanto succede col sistema tradizionale, con un ridotto utilizzo di acqua: essa infatti viene impiegata unicamente per preparare gli stucchi in polvere. Tale sistema deve rispondere a caratteristiche prestazionali relativamente al comportamento statico, acustico e termico nel rispetto delle leggi e norme che coinvolgono tutti gli edifici.

Le lastre di cartongesso, conformi alla norma [UNI EN 520](#), saranno costituite da lastre di gesso rivestito la cui larghezza è solitamente pari a 1200 mm e aventi vari spessori, lunghezze e caratteristiche tecniche in funzione delle prestazioni richieste.

Sono costituite da un nucleo di gesso (contenente specifici additivi) e da due fogli esterni di carta riciclata perfettamente aderente al nucleo, i quali conferiscono resistenza meccanica al prodotto.

Conformemente alla citata norma, le lastre potranno essere di vario tipo, a seconda dei requisiti progettuali dell'applicazione richiesta:

1. lastra tipo A: lastra standard, adatta a ricevere l'applicazione di intonaco a gesso o decorazione;
2. lastra tipo D: lastra a densità controllata, non inferiore a 800 kg/m^3 , il che consente prestazioni superiori in talune applicazioni, con una faccia adatta a ricevere l'applicazione di intonaco a gesso o decorazione;

3. lastra tipo E: lastra per rivestimento esterno, ma non permanentemente esposta ad agenti atmosferici; ha un ridotto assorbimento d'acqua e un fattore di resistenza al vapore contenuto;
4. lastra tipo F: lastra con nucleo di gesso ad adesione migliorata a alta temperatura, detta anche tipo fuoco; ha fibre minerali e/o altri additivi nel nucleo di gesso, il che consente alla lastra di avere un comportamento migliore in caso d'incendio;
5. lastra tipo H: lastra con ridotto assorbimento d'acqua, con additivi che ne riducono l'assorbimento, adatta per applicazioni speciali in cui è richiesta tale proprietà; può essere di tipo H1, H2 o H3 in funzione del diverso grado di assorbimento d'acqua totale (inferiore al 5, 10, 25%), mentre l'assorbimento d'acqua superficiale deve essere comunque non superiore a 180 g/m²;
6. lastra tipo I: lastra con durezza superficiale migliorata, adatta per applicazioni dove è richiesta tale caratteristica, valutata in base all'impronta lasciata dall'impatto di una biglia d'acciaio, che non deve essere superiore a 15 mm, con una faccia adatta a ricevere l'applicazione di intonaco a gesso o decorazione;
7. lastra tipo P: lastra di base, adatta a ricevere l'applicazione di intonaco a gesso; può essere perforata durante la produzione;
8. lastra tipo R: lastra con resistenza meccanica migliorata, ha una maggiore resistenza a flessione (superiore di circa il 50 % rispetto alle altre lastre), sia in senso longitudinale, sia trasversale, rispetto agli altri tipi di lastre, con una faccia adatta a ricevere l'applicazione di intonaco a gesso o decorazione.

Le lastre in cartongesso potranno essere richieste e fornite preaccoppiate con altri materiali isolanti secondo la [UNI EN 13950](#) realizzata con un ulteriore processo di lavorazione consistente nell'incollaggio sul retro di uno strato di materiale isolante (polistirene espanso o estruso, lana di roccia o di vetro) allo scopo di migliorare le prestazioni di isolamento termico e/o acustico.

Le lastre potranno inoltre essere richieste con diversi tipi di profilo: con bordo arrotondato, diritto, mezzo arrotondato, smussato, assottigliato.

I profili metallici di supporto alle lastre di cartongesso saranno realizzati secondo i requisiti della norma [UNI EN 14195](#) in lamiera zincata d'acciaio sagomata in varie forme e spessori (minimo 0,6 mm) a seconda della loro funzione di supporto.

Posa in opera

La posa in opera di un paramento in cartongesso sarà conforme alle indicazioni della norma [UNI 11424](#) e comincerà dal tracciamento della posizione delle guide, qualora la struttura portante sia costituita dall'orditura metallica. Determinato lo spessore finale della parete o le quote a cui dovrà essere installato il pannello, si avrà cura di riportare le giuste posizioni sul soffitto o a pavimento con filo a piombo o laser. Si dovrà riportare da subito anche la posizione di aperture, porte e sanitari in modo da posizionare correttamente i montanti nelle guide.

Gli elementi di fissaggio, sospensione e ancoraggio sono fondamentali per la realizzazione dei sistemi in cartongesso. Per il fissaggio delle lastre ai profili, sarà necessario impiegare delle viti a testa svasata con impronta a croce. La forma di testa svasata è importante, poiché deve permettere una penetrazione progressiva nella lastra senza provocare danni al rivestimento in cartone. Il fissaggio delle orditure metalliche sarà realizzato con viti a testa tonda o mediante idonea punzonatrice. Le viti dovranno essere autofilettanti e penetrare nella lamiera di almeno 10 mm. Analogamente, onde poter applicare le lastre al controsoffitto, è necessaria una struttura verticale di sospensione, cui vincolare i correnti a "C" per l'avvitatura. I controsoffitti per la loro posizione critica, richiedono particolari attenzioni di calcolo e di applicazione. I pendini dovranno essere scelti in funzione della tipologia di solaio a cui verranno ancorati e dovranno essere sollecitati solo con il carico massimo di esercizio indicato dal produttore. I tasselli di aggancio dovranno essere scelti in funzione della tipologia di solaio e con un valore di rottura 5 volte superiore a quello di esercizio.

Lungo i bordi longitudinali e trasversali delle lastre, il giunto deve essere trattato in modo da poter mascherare l'accostamento e permettere indifferentemente la finitura progettualmente prevista. I nastri di armatura in tal caso, avranno il compito di contenere meccanicamente le eventuali tensioni superficiali determinatesi a causa di piccoli movimenti del supporto. Si potranno utilizzare nastri in carta microforata e rete adesiva conformi alla norma [UNI EN 13963](#). Essi saranno posati in continuità e corrispondenza dei giunti e lungo

tutto lo sviluppo di accostamento dei bordi delle lastre, mentre per la protezione degli spigoli vivi si adatterà idoneo nastro o lamiera paraspigoli opportunamente graffiata e stuccata.

Per le caratteristiche e le modalità di stuccatura si rimanda all'articolo "Opere da Stuccatore" i cui requisiti saranno conformi alla norma [UNI EN 13963](#).

4.16.2 OPERE IN HPL (High Pressure Laminates)

I laminati ad alta pressione HPL (High Pressure Laminates), definiti dalle normative europee e internazionali [UNI EN 438](#) e ISO 4586, sono pannelli ad alta densità finiti e pronti per l'uso, che vantano ottime caratteristiche di resistenza meccanica, fisica e chimica, facile lavorabilità e grande semplicità di manutenzione.

I pannelli HPL sono costituiti da diversi strati di materiale in fibra di cellulosa, impregnati con resine termoindurenti sottoposti all'azione combinata e simultanea di pressione e calore esercitata in speciali presse per un determinato tempo e variabile in funzione della tipologia di laminato.

In dettaglio, il processo per la produzione dei laminati HPL prevede dapprima lo stoccaggio della carta kraft, carta grezza di particolare robustezza e resistenza, che costituisce il cuore del pannello HPL e di quella decorativa, lo strato di carta colorata o decorata che conferisce al laminato la sua estetica.

Le resine utilizzate per impregnare le carte decorative e kraft che costituiscono il foglio di HPL potranno quindi essere fenoliche (per il substrato di carta kraft) oppure melaminiche (per la carta decorativa) e di seguito fatte asciugare.

Dopo la fase di impregnatura e di stoccaggio delle carte in appositi locali a temperatura controllata, si procederà all'assemblaggio dei diversi fogli di carta kraft, decorativo ed eventuale overlay, che una volta sovrapposti saranno sistemati nelle presse per la termo-laminazione. Quest'ultimo processo sarà irreversibile e darà origine all'HPL: i fogli impregnati di carta decorativa e kraft saranno sottoposti simultaneamente a un processo di pressione e all'esposizione a temperature molto elevate:

- Temperatura 140°/150° C
- Pressione > 7 MPa
- Durata del ciclo di pressatura 40/50 minuti

La termo-laminazione favorisce lo scioglimento della resina termoindurente attraverso le fibre della carta e la sua conseguente polimerizzazione, per ottenere un materiale omogeneo, non poroso e con la finitura superficiale richiesta.

Le resine reagiscono in modo irreversibile attraverso i legami chimici incrociati che si originano durante il processo di polimerizzazione, originando così un prodotto stabile, non reattivo chimicamente, con caratteristiche totalmente diverse dai suoi componenti iniziali.

Opportunamente rifilati i bordi e smerigliato il retro del pannello per renderlo adatto all'incollaggio, si procederà al controllo qualità secondo la Norma UNI EN 438 del prodotto finito, secondo i requisiti e le richieste della norma e le eventuali specifiche progettuali e/o della Direzione Lavori.

I pannelli in HPL saranno costituiti da materiali a base di cellulosa (60-70%) e resine termoindurenti (30-40%). Potranno avere uno o entrambi i lati con decorativi.

Stratificazione tipo:

- **Overlay:** carta ad alta trasparenza che rende la superficie del laminato altamente resistente ad abrasioni, graffi e all'invecchiamento dovuto agli effetti della luce.
- **Carte decorative:** carte esterne, prive di cloruri, colorate o decorate.
- **Carta kraft:** carta grezza, perlopiù marrone.

Con l'ausilio dell'HPL sono realizzarsi diverse applicazioni nell'ambito delle costruzioni: veri e propri elementi di compartimentazione, contropareti, controsoffitti, rivestimenti, ecc.

I requisiti minimi richiesti per i pannelli in HPL da utilizzare saranno:

- Resistenza all'impatto: sopportare senza danni l'impatto con oggetti contundenti
- Resistenza ai graffi e all'usura: la sua densità deve renderlo resistente ai graffi e all'usura
- Stabilità alla luce: non subire i raggi UV e non è soggetto a scolorimento
- Facilità di pulizia: la superficie liscia non deve permettere allo sporco di attaccarsi
- Termoresistenza: le variazioni di temperature non devono intaccarne le proprietà
- Igienicità: la superficie non porosa deve renderlo facile da pulire e igienico

Sistema di classificazione dei prodotti HPL (UNI EN 438)

Principali classificazioni

H	Classe per utilizzo orizzontale
V	Classe per utilizzo verticale
C	Laminato compatto
E	Classe per utilizzo esterno
AC	Classe di abrasione per pavimentazioni
A	Laminato perlescente
M	Laminato metallico
W	Laminato con impiallacciatura di legno
B	Laminato con anima colorata
T	Laminato sottile < 2 mm
<i>Sottocategorie</i>	
D	Impiego pesante o utilizzo severo
G	Scopi generici o utilizzo moderato
S	Classe normalizzata o standard
F	Classe ritardante di fiamma
P	Classe postformatura

Trasporto, movimentazione e stoccaggio del materiale

Per evitare il danneggiamento delle superfici e degli angoli, i pannelli dovranno essere sempre maneggiati con cura e attenzione. Durante il trasporto si dovranno impiegare bancali piani e stabili, assicurando i pannelli contro gli scivolamenti. Durante le operazioni di carico e scarico si eviterà che i pannelli scorrano uno sull'altro sollevandoli a mano o, se ad alto spessore, mediante sollevatore a ventosa. Si presterà particolare attenzione alla presenza di sporcizia, corpi estranei e bordi taglienti che possono danneggiare le superfici in caso di sfregamento.

Una posizione errata durante lo stoccaggio potrebbe produrre deformazioni anche permanenti. Si sistemano i pannelli uno sull'altro su superfici piane, ma mai in posizione verticale o a coltello. Si coprirà il pannello più esterno con una lastra o un foglio di polietilene. In caso di pannelli ruvidati, si posizioneranno i fogli con decorativo contro decorativo e l'ultimo pannello della pila con il lato decorato rivolto verso il basso.

Il film protettivo, quando previsto, non dovrà essere mai esposto alla luce diretta del sole, nè sottoposto a temperature troppo elevate.

Inoltre si stoccheranno sempre i pannelli in locali chiusi che garantiscano condizioni climatiche ottimali (temperatura compresa tra 10° e 30°C e 40-65% di UR), evitando che le due facce del pannello si trovino in condizioni di temperatura e umidità differenti.

Prima di procedere alle lavorazioni e all'installazione si potranno lasciare climatizzare i pannelli sul luogo di montaggio per alcuni giorni.

Per i laminati ad alto spessore, è consigliabile effettuare le lavorazioni (taglio, foratura, fresatura etc.) sul retro del pannello non a vista. Questo al fine di evitare di compromettere la superficie più a rischio.

Il film protettivo, quando previsto, dovrà essere pelato contemporaneamente su entrambe le facce del pannello.

4.16.3) OPERE IN CALCESTRUZZO AERATO O CELLULARE

Il calcestruzzo aerato o cellulare è un materiale innovativo, resistente ed isolante, appositamente studiato per realizzare edifici ad alta efficienza energetica, resistenti al fuoco ed atti a garantire salubrità ed sostenibilità degli interni.

Tale prodotto, conforme alla norma [UNI EN 771-4](#), si distingue in due famiglie di calcestruzzo cellulare, in funzione della composizione:

a) Calcestruzzo cellulare a base cemento, ove i componenti principali sono: sabbia silicea, cemento Portland, ossido di calcio, gesso e acqua.

b) Calcestruzzo cellulare a base calce, ove i componenti principali sono: sabbia silicea, ossido di calcio, cemento Portland e acqua.

In una percentuale inferiore al 10 per mille, in funzione della densità desiderata, è presente la polvere di

alluminio avente la funzione di attivare il processo di lievitazione dell'impasto con conseguente formazione di pori a seguito della reazione della calce viva e dell'acqua.

Requisiti tecnico-prestazionali

I blocchi per muratura in calcestruzzo aerato o cellulare dovranno rispondere ai seguenti requisiti tecnico-prestazionali per tutti gli spessori richiesti:

- isolamento termico e ridotto impatto ambientale
- semplicità di impiego e rapida posa in opera
- alta resistenza al fuoco (Euroclasse A1 di reazione al fuoco)
- elevata leggerezza e traspiranza
- buona portanza strutturale
- elevata capacità isolante termo-acustica

I requisiti fisici e meccanici relativi alle proprietà dei blocchi di calcestruzzo aerato (o cellulare) dovranno rispondere alle seguenti norme UNI di settore:

- proprietà termiche determinate secondo la [UNI EN 1745](#)
- resistenza a flessione determinata secondo la [UNI EN 1351](#)
- resistenza a compressione determinata secondo la [UNI EN 679](#)
- massa volumica a secco determinata secondo la [UNI EN 678](#)

La precisione dimensionale del blocco (+/- 1 mm) e l'omogeneità del materiale dovranno semplificare la messa in opera, consentendo di ridurre lo spessore degli intonaci, garantendo la completa aderenza delle malte e/o dei collanti impiegati. In luogo degli intonaci tradizionali dovrà essere possibile finire la superficie delle murature con rasatura armata con fibra di vetro.

I componenti del sistema dovranno includere spessori e dimensioni dei blocchi di varie misure e idonei per la realizzazione di divisori interni e murature esterne, lisci o con incastro maschio/femmina e, qualora progettualmente richiesti o indicati dalla Direzione Lavori, con forma speciale per architravi e altre applicazioni locali.

La messa in opera di eventuali impianti elettrici ed idraulici dovrà essere facilitata dalla possibilità di ricavare agevolmente nel paramento alloggiamenti di dimensione idonea, mediante scanalatori elettrici o manuali, riducendo al minimo i tempi di assistenza muraria. Con apposite frese o con un semplice seghetto alternativo, si dovranno ricavare agevolmente le sedi per le scatole elettriche, per le tubature e per eventuali zanche. Nel ripristino degli scassi di ampia dimensione, occorrerà prevedere la protezione superficiale con pre-rasature armate con reti in fibra di vetro.

La finitura della muratura sarà eseguita una volta che questa abbia completato gli assestamenti iniziali e smaltita l'umidità di produzione. Non si dovranno applicare i prodotti con temperature troppo basse (<5° C) o elevate (>30 °C), sotto il caldo severo, in presenza di forte vento o pioggia battente.

I prodotti, una volta posati, devono essere protetti da piogge, gelo e rapida essiccazione dovuta a temperature elevate o vento eccessivo. Non bisognerà bagnare la muratura in condizioni normali, inumidirla solo con climi molto caldi o ventosi. Si preparerà il supporto livellando eventuali irregolarità con apposito frattazzo, rimuovendo la colla di sigillatura dei giunti eccedente e le parti inconsistenti con scopa dura di saggina o spatola. Si avrà cura di rimuovere le polveri con idonea attrezzatura (spazzino o aria compressa) ed eventuali oli e grassi con appositi sgrassanti.

4.17 PRODOTTI PER PROTEZIONE, IMPERMEABILIZZAZIONE E CONSOLIDAMENTO

Generalità

L'impregnazione dei materiali costituenti gli edifici è un'operazione tesa a salvaguardare il manufatto aggredito da agenti patogeni siano essi di natura fisica, chimica e/o meccanica. Le sostanze da impiegarsi per l'impregnazione dei manufatti potranno essere utilizzate in varie fasi del progetto di conservazione quali preconsolidanti, consolidanti e protettivi. Dovranno in ogni caso essere sempre utilizzate con estrema cautela, mai generalizzandone l'applicazione, finalizzandone l'uso oltre che alla conservazione del manufatto oggetto di intervento, anche alla prevenzione del degrado che comunque potrebbe continuare a sussistere anche ad intervento conservativo ultimato.

Degrado essenzialmente dovuto:

- ad un'azione fisica indotta dagli agenti atmosferici quali azioni meccaniche erosive dell'acqua piovana (dilavamento, crioclastismo), azioni meccaniche di cristallizzazione dei sali solubili (umidità da risalita), azioni eoliche (fortemente abrasive per il continuo trasporto del particolato atmosferico), fessurazioni, rotture, cedimenti di tipo strutturale: l'impregnante dovrà evitare una rapida disgregazione delle superfici,

l'adescamento delle acque ed il loro ristagno all'interno dei materiali;

- ad un'azione chimica, che agisce mediante un contatto, saltuario o continuato, con sostanze attive quali piogge acide ed inquinanti atmosferici (condensazione del particolato atmosferico, croste nere, ecc.): in questo caso l'impregnante dovrà fornire alle superfici un'appropriata inerzia chimica.

La scelta della sostanza impregnante dipenderà dalla natura e dalla consistenza delle superfici che potranno presentarsi:

- prive di rivestimento con pietra a vista compatta e tenace;
- prive di rivestimento con pietra a vista tenera e porosa;
- prive di rivestimento in cotti a vista mezzanelli e forti;
- prive di rivestimento in cotti a vista albasì e porosi;
- prive di rivestimento in cls;
- rivestite con intonaci e coloriture realizzati durante i lavori;
- rivestite con intonaco e coloriture preesistenti.

In presenza di una complessità materico patologico così varia ed eterogenea si dovrà intervenire con grande attenzione e puntualità effettuando preventivamente tutte quelle analisi e diagnosi in grado di fornire indicazioni sulla natura della materia oggetto di intervento e sulle fenomenologie di degrado.

I prodotti da usare dovranno possedere caratteristiche specifiche eventualmente confortate da prove ed analisi da effettuarsi in laboratorio o direttamente in cantiere.

Tali prodotti andranno applicati solo in caso di effettivo bisogno, su murature e manufatti eccessivamente porosi esposti agli agenti atmosferici, all'aggressione di umidità da condensa, di microrganismi animali e vegetali. Le operazioni andranno svolte su superfici perfettamente asciutte con una temperatura intorno ai 20 °C.

Le sostanze da utilizzarsi dovranno pertanto svolgere le seguenti funzioni:

- svolgere un'azione consolidante al fine di accrescere o fornire quelle caratteristiche meccaniche di resistenza al degrado (fisico, chimico, materico, strutturale) che si sono indebolite col trascorrere del tempo, o che non hanno mai posseduto;

- svolgere un'azione protettiva, mediante l'idrofobizzazione dei supporti in modo da renderli adatti a limitare l'assorbimento delle acque meteoriche, l'adescamento dell'umidità per risalita o da condensa, la proliferazione da macro e microflora.

In ogni caso la scelta delle sostanze impregnanti sarà effettuata in funzione dei risultati emersi a seguito delle analisi di cui sopra, di prove e campionature condotte secondo quanto prescritto dalle raccomandazioni NORMAL e da quanto indicato dalla Direzione dei Lavori. Ogni prodotto dovrà comunque essere sempre preventivamente accompagnato da una scheda tecnica esplicativa fornita dalla casa produttrice, quale utile riferimento per le analisi che si andranno ad effettuare.

In particolare, le caratteristiche richieste ai prodotti da utilizzare in base al loro impiego, saranno:

basso peso molecolare ed un elevato potere di penetrazione; buona resistenza all'attacco fisico-chimico degli agenti atmosferici; buona resistenza chimica in ambiente alcalino; assenza di effetti collaterali e la formazione di sottoprodotti di reazione dannosi (produzione di sali); perfetta trasparenza ed inalterabilità dei colori; traspirazione tale da non ridurre, nel materiale trattato, la preesistente permeabilità ai vapori oltre il valore limite del 10%; atossicità; assenza di impatto ambientale; sicurezza ecologica; facilità di applicazione; solubilizzazione dei leganti.

Sarà sempre opportuno ad applicazione avvenuta provvedere ad un controllo (cadenzato nel tempo) sulla riuscita dell'intervento onde verificarne l'effettiva efficacia.

Composti organici

Possiedono una dilatazione termica diversa da quella dei materiali oggetto di intervento. Sono tutti dei polimeri sintetici ed esplicano la loro azione grazie ad un'elevata adesività. Possono essere termoplastici o termoindurenti:

- i prodotti termoplastici assorbono bene urti e vibrazioni e soprattutto, non polimerizzando una volta penetrati nel materiale, mantengono una certa solubilità che ne consente la reversibilità;

- i prodotti termoindurenti hanno invece solubilità pressoché nulla, sono irreversibili, piuttosto fragili e sensibili all'azione dei raggi ultravioletti.

Hanno un vasto spettro di impiego: i termoplastici sono impiegati per materiali lapidei, per le malte, per la muratura e per i legnami (nonché per la protezione degli stessi materiali e dei metalli), mentre i termoindurenti vengono impiegati soprattutto come adesivi strutturali.

Alcune resine organiche, diluite con solventi, possiedono la capacità di diffondersi in profondità all'interno dei materiali. L'utilizzo delle resine organiche sarà sempre condizionato dalle indicazioni fornite dal progetto di conservazione e alla specifica autorizzazione della Direzione dei Lavori e degli organi preposti alla tutela del bene oggetto di intervento.

Resine epossidiche

Prodotti termoindurenti, con buona resistenza chimica, ottime proprietà meccaniche, eccellente adesività, ma con difficoltà di penetrazione e tendenza ad ingiallire e a sfarinare alla luce solare. Sono impiegate soprattutto per la protezione di edifici industriali, di superfici in calcestruzzo e di manufatti sottoposti ad una forte aggressione chimica, per incollaggi e per consolidamenti strutturali di materiali lapidei, legname, murature.

Sono prodotti bicomponenti (un complesso propriamente epossidico ed una frazione amminica o acida), da preparare a piè d'opera e da applicare a pennello, a tampone, con iniettori o comunque sotto scrupoloso controllo dal momento che hanno un limitato tempo di applicazione.

Il loro impiego dovrà essere attentamente vagliato dall'Appaltatore, dietro espressa richiesta della Direzione dei Lavori.

Resine acriliche

Sono composti termoplastici ottenuti polimerizzando gli acidi acrilico, metacrilico e loro derivati. Le caratteristiche dei singoli prodotti variano entro limiti piuttosto ampi in funzione dei tipi di monomero e del peso molecolare del polimero. Per la maggior parte le resine acriliche sono solubili in opportuni solventi organici e hanno una buona resistenza all'invecchiamento, alla luce, agli agenti chimici. Hanno scarsa capacità di penetrazione e non possono essere impiegate come adesivi strutturali. Possiedono in genere buona idrorepellenza che tende a decadere se il contatto con l'acqua si protrae per tempi superiori alle 100 ore. Inoltre, sempre in presenza di acqua tendono a dilatarsi. Il prodotto si applica a spruzzo, a pennello o per impregnazione.

Le resine acriliche oltre che come consolidanti si possono impiegare come protettivi e impermeabilizzanti.

Resine acril-siliconiche

Uniscono la resistenza e la capacità protettiva delle resine acriliche con l'adesività, l'elasticità, la capacità di penetrazione e la idrorepellenza delle resine siliconiche. Disciolte in particolari solventi, risultano indicate per interventi di consolidamento di materiali lapidei specie quando si verifica un processo di degrado provocato dall'azione combinata di aggressivi chimici ed agenti atmosferici.

Sono particolarmente adatte per opere in pietra calcarea o arenaria. Le resine acriliche e acril-siliconiche si dovranno impiegare con solvente aromatico, in modo da garantire una viscosità della soluzione non superiore a 10 cPs, il residuo secco garantito deve essere di almeno il 10%. L'essiccamento del solvente dovrà avvenire in maniera estremamente graduale in modo da consentire la diffusione del prodotto per capillarità anche dopo le 24 ore dalla sua applicazione. Non dovranno presentare in fase di applicazione (durante la polimerizzazione e/o essiccamento del solvente), capacità reattiva con acqua, che può portare alla formazione di prodotti secondari dannosi; devono disporre di una elevata idrofilia in fase di impregnazione; essere in grado di aumentare la resistenza agli sbalzi termici eliminando i fenomeni di decoesione; non devono inoltre presentare ingiallimento nel tempo, ed essere in grado di resistere agli agenti atmosferici e ai raggi UV. Deve sempre essere possibile intervenire con adatto solvente per eliminare gli eccessi di resina.

Resine poliuretaniche

Prodotti termoplastici o termoindurenti a seconda dei monomeri che si impiegano in partenza, hanno buone proprietà meccaniche, buona adesività, ma bassa penetrabilità.

Mescolate con isocianati alifatici hanno migliore capacità di penetrazione nei materiali porosi (hanno bassa viscosità), sono resistenti ai raggi ultravioletti e agli inquinanti atmosferici e garantiscono un'ottima permeabilità al vapore. Oltre che come consolidanti possono essere impiegate come protettivi e impermeabilizzanti. Infatti utilizzando l'acqua come reagente risultano particolarmente adatte per sbarramenti verticali extramurari contro infiltrazioni dando luogo alla formazione di schiume rigide. Si possono impiegare unitamente a resine acriliche per il completamento della tenuta contro infiltrazioni d'acqua. Il prodotto dovrà possedere accentuata idrofilia per permettere la penetrazione per capillarità anche operando su murature umide.

Metacrilati da iniezione

Sono monomeri liquidi a base di esteri metacrilici che opportunamente catalizzati ed iniettati con pompe per iniezione di bicomponenti si trasformano in gel polimerici elastici in grado di bloccare venute d'acqua dolce o, salmastra. Sono infatti in grado di conferire la tenuta all'acqua di murature interrate o a contatto con terreni di varia natura. Si presentano come soluzioni acquose di monomeri la cui gelificazione viene ottenuta con l'aggiunta di un sistema catalitico in grado di modulare il tempo di polimerizzazione. I gel che si formano a processo avvenuto rigonfiano a contatto con l'acqua garantendo tenuta permanente. Il prodotto impiegato deve possedere bassissima viscosità (simile a quella dell'acqua) non superiore a 10 mPa, essere assolutamente atossico, traspirante al vapore acqueo, non biodegradabile. Il pH della soluzione, da iniettare e del polimero finale ottenuto deve essere maggiore o uguale a 7 onde evitare l'innesto di corrosione alle armature metalliche

eventualmente presenti.

A complemento dell'operazione impermeabilizzante possono essere utilizzati poliuretani acquareattivi.

Perfluoropolieteri ed elastomeri fluororati

Anch'essi prodotti a doppia funzionalità, adatti per la protezione i primi, per il consolidamento e alla protezione di materiali lapidei e porosi i secondi. Sono prodotti che non polimerizzano dopo la loro messa in opera in quanto già prepolimerizzati, non subiscono alterazioni nel corso dell'invecchiamento e di conseguenza non variano le loro proprietà. Non contengono catalizzatori o stabilizzanti, sono stabili ai raggi UV, hanno buone doti aggreganti, ma anche protettive, risultano permeabili al vapore d'acqua, sono completamente reversibili (anche quelli dotati di gruppi funzionali deboli di tipo ammidico) possiedono però scarsa penetrazione all'interno della struttura porosa, se non opportunamente funzionalizzati con gruppi polari (ammidi ed esteri) risultano eccessivamente mobili all'interno del manufatto. Vengono normalmente disciolti in solventi organici (acetone) al 2-3% in peso ed applicati a pennello o a spray in quantità variabili a seconda del tipo di materiale da trattare e della sua porosità.

Polimeri acrilici e vinilici

Sono prodotti solidi ottenuti per polimerizzazione di un monomero liquido. Il monomero liquido può essere applicato ad una superficie per creare (a polimerizzazione completata) un film solido più o meno impermeabile ed aderente al supporto. I polimeri con scarso grado di polimerizzazione dispersi in acqua o in solventi organici danno luogo a lattici o emulsioni. Polimeri con basso peso molecolare sempre disciolti in acqua o in solvente organico formano soluzioni trasparenti. Entrambi questi prodotti se applicati come rivestimento in strato sottile permangono come film superficiali dopo l'evaporazione del solvente dal lattice o dalla soluzione. Lattici e soluzioni polimeriche sono spesso combinati con altri componenti quali cariche, pigmenti, opacizzanti, addensanti, plastificanti.

I principali polimeri impiegati per questo tipo di applicazione sono i *poliacrilati* e le *resine viniliche*.

- I *poliacrilati* possono essere utilizzati come impregnanti di materiali porosi riducendone consistentemente la permeabilità; sono pertanto impiegabili per situazioni limite quando si richiede l'impermeabilizzazione del materiale da forti infiltrazioni. Sotto forma di lattici vengono utilizzati per creare barriere protettive contro l'umidità oppure applicati come mani di fondo (primer) per migliorare l'adesione di pitturazioni e intonaci.

- Le *resine viniliche* sono solitamente copolimeri di cloruro di acetato di vinile sciolti in solventi. Presentano ottima adesione al supporto, stabilità sino a 60 °C, flessibilità, atossicità, buona resistenza agli agenti atmosferici. Sono però da impiegarsi con estrema cautela e solo in casi particolari in quanto riducono fortemente la permeabilità al vapor d'acqua, posseggono un bassissimo potere di penetrazione, risultano eccessivamente brillanti una volta applicati. In ogni caso, avendo caratteristiche particolari ricche di controindicazioni (scarsa capacità di penetrazione, all'interno del manufatto, probabile alterazione cromatica dello stesso ad applicazione avvenuta, effetto traslucido), l'utilizzo dei polimeri organici sarà da limitarsi a casi particolari. La loro applicazione si potrà effettuare dietro esplicita richiesta della Direzione dei Lavori e/o degli organi preposti alla tutela del bene oggetto di intervento.

Polietilenglicoli o poliessietilene

Sono prodotti termoplastici, molto solubili, usati soprattutto per piccole superfici e su legnami, in ambiente chiuso.

Oli e cere naturali e sintetiche

Quali prodotti naturali sono stati usati molto spesso anche anticamente a volte in maniera impropria, ma in determinate condizioni e su specifici materiali ancora danno ottimi risultati per la loro protezione e conservazione con il grosso limite di una scarsa resistenza all'invecchiamento.

Inoltre l'iniziale idrorepellenza acquisita dall'oggetto trattato, sparisce col tempo.

- *L'olio di lino* è un prodotto essiccativo formato da gliceridi di acidi grassi insaturi. Viene principalmente usato per l'impregnazione del legno, così pure di pavimenti e materiali in cotto. Gli olii essiccativi si usano normalmente dopo essere stati sottoposti a una particolare cottura, per esaltarne il potere essiccativo. L'olio di lino dopo la cottura (250-300 °C) si presenta molto denso e vischioso, con colore giallo o tendente al bruno.

- *Le cere naturali*, microcristalline o paraffiniche, vengono usate quali validi protettivi per legno e manufatti in cotto (molto usate sui cotti le cere steariche bollite in ragia vegetale in soluzione al 20%; sui legni la cera d'api in soluzione al 40% in toluene).

Questi tipi di prodotti prevedono comunque sempre l'applicazione in assenza di umidità, che andrà pertanto preventivamente eliminata. Per le strutture lignee si potrà ricorrere al glicol polietilenico (PEG) in grado di sostituirsi alle molecole d'acqua che vengono allontanate.

- *Le cere sintetiche*, costituite da idrocarburi polimerizzati ed esteri idrocarburi ossidati, hanno composizione

chimica, apparenza e caratteristiche fisiche ben diverse da quelle delle cere naturali. Le cere polietilene e polietilenglicoliche sono solubili in acqua e solventi organici, ma non si mischiano bene alle cere naturali ed alla paraffina. Sono comunque più stabili al calore, hanno maggior resistenza all'idrolisi ed alle reazioni chimiche. Le cere possono essere usate in forma di soluzione o dispersione, ad esempio in trementina, toluolo, cicloesano o etere idrocarburo, oppure sotto forma di miscele a base di cera d'api, paraffina colofonia.

Tutte le cere trovano comunque impiego ristretto nel trattamento dei materiali lapidei e porosi in generale a causa dell'ingiallimento e dell'opacizzazione delle superfici trattate, danno inoltre luogo alla formazione di saponi che scoloriscono l'oggetto trattato se in presenza di umidità e carbonato di calcio, hanno scarsa capacità di penetrazione. Esse non vanno usate su manufatti in esterno, esposti alle intemperie ed all'atmosfera, possibili terreni di coltura per batteri ed altri parassiti. Oli e cere vengono normalmente applicati a pennello.

Composti a base di silicio

Idrorepellenti protettivi siliconici

Costituiscono una numerosa ed importante famiglia di idrorepellenti derivati dalla chimica del silicio generalmente conosciuti come siliconi.

I protettivi siliconici sono caratterizzati da comportamenti e performance tipici delle sostanze organiche come l'idrorepellenza, e nel contempo la resistenza chimico-fisica delle sostanze inorganiche apportate dal gruppo siliconico presente.

I composti organici del silicio (impropriamente chiamati siliconi) agiscono annullando le polarità latenti sulle superfici macrocristalline dei pori senza occluderli, permettendo quindi il passaggio dei vapori, ma evitando migrazioni idriche; la loro azione consiste quindi nel variare la disponibilità delle superfici minerali ad attrarre l'acqua in un comportamento spiccatamente idrorepellente, ciò avviene depositando sulle pareti dei pori composti organici non polari.

Idrorepellenti

La pluralità del potere idrorepellente è direttamente proporzionale alla profondità di penetrazione all'interno dei materiali. Penetrazione e diffusione del fluido dipendono quindi dalla porosità del materiale, dalle dimensioni e dalla struttura molecolare della sostanza impregnante in relazione al corpo poroso (pesanti macromolecole ricche di legami incrociati non attraversano corpi molto compatti e si depositano in superficie), la velocità e catalisi della reazione di condensazione (prodotti fortemente catalizzati possono reagire in superficie senza penetrare nel supporto), dell'alcalinità del corpo poroso, delle modalità di applicazione.

In questo grande gruppo di protettivi esistono prodotti più o meno indicati per l'impiego nel settore edile. Le cattive informazioni e l'inopportuna applicazione dei protettivi hanno causato notevoli danni al patrimonio monumentale ed è pertanto fondamentale la conoscenza delle caratteristiche dei prodotti da utilizzare. Essi dovranno comunque sempre garantire elevato potere penetrante, resistenza ai raggi ultravioletti ed infrarossi, resistenza agli agenti chimici alcalini assenza di effetti fumanti che causino una riduzione della permeabilità al vapore d'acqua superiore al 10% determinata secondo la norma [UNI EN ISO 12572](#), assenza di variazioni cromatiche superficiali, assenza di effetto perlante (fenomeno prettamente superficiale ottenuto velocizzando la polimerizzazione del prodotto, che non rappresenta indizio di qualità e funzionalità dell'impregnazione).

Il loro utilizzo sarà sempre subordinato a specifica autorizzazione della Direzione dei Lavori, degli organi preposti alla tutela del bene in oggetto, e comunque ad appropriata campagna diagnostica preventiva effettuata sul materiale da trattare.

Siliconati alcalini

Di potassio o di sodio, meglio conosciuti come metil-siliconati di potassio o di sodio ottenuti dalla neutralizzazione con soda potassica caustica dell'acido silicico. Sono solitamente commercializzati in soluzioni acquose al 20-30% di attivo siliconico. Sono prodotti sconsigliati per l'idrofobizzazione ed il restauro di materiali lapidei a causa della formazione di sottoprodotti di reazione quali carbonati di sodio e di potassio: sali solubili.

La scarsa resistenza chimica agli alcali della resina metil-siliconica formatasi durante la reazione di polimerizzazione non offre sufficienti garanzie di durata nel tempo e rende i metil-siliconati non adatti alla protezione di materiali alcalini.

I siliconati di potassio possono trovare applicazione nella idrofobizzazione del gesso.

Resine siliconiche

Generalmente vengono utilizzati silossani o polisilossani, resine metilsiliconiche diluite con solventi organici quali idrocarburi, xilolo, ragie minerali. La concentrazione da utilizzare non deve essere inferiore al 5% in peso. Si possono impiegare prodotti già parzialmente polimerizzati che subiscono ulteriore polimerizzazione tramite

idrolisi una volta penetrati come i metiletossi-polisilossani. Oppure impiegare sostanze già polimerizzate non più suscettibili di formare ulteriori legami chimici quali i metil-fenil-polisilossani. I polimeri siliconici hanno una buona stabilità agli agenti chimici, bassa tensione superficiale (in grado quindi di bagnare la maggior parte delle superfici con le quali vengono a contatto), stabilità alla temperatura e resistenza agli stress termici, buona elasticità ed alta idrorepellenza.

Si prestano molto bene per l'impregnazione di manufatti ad alta porosità, mentre si incontrano difficoltà su substrati compatti e poco assorbenti a causa dell'elevato peso molecolare, comunque abbassabile. Inoltre le resine metil-siliconiche a causa della bassa resistenza agli alcali sono da consigliarsi su materiali scarsamente alcalini.

In altri casi è possibile utilizzare le resine siliconiche come leganti per malte da ripristino per giunti.

Silani

Più esattamente alchil-alcossi-silani, pur avendo struttura chimica simile alle resine siliconiche differenziano da queste ultime per le ridotte dimensioni delle molecole del monomero (5-10 Å. uguali a quelle dell'acqua), la possibilità di solubilizzazione in solventi polari quali alcoli o acqua (con la possibilità quindi di trattare superfici umide), la capacità di reagire con i gruppi idrossilici presenti nei materiali contenenti silicati (calce) che porta alla formazione di un film ancorato chimicamente al supporto in grado di rendere il materiale altamente idrofobo.

Sono pertanto monomeri reattivi polimerizzati in situ ad elevatissima penetrazione (dovuta al basso peso molecolare), capaci quindi di idrofobizzare i capillari più piccoli e di combattere la penetrazione dei cloruri e dei sali solubili. Sempre grazie al basso peso molecolare gli alchil-alcossi-silani sono utilizzati concentrati normalmente dal 20 al 40% in peso, in casi particolari si possono utilizzare anche al 10%; ciò permette di ottenere ottime impregnazioni su supporti particolarmente compatti e scarsamente assorbenti. Gli alchil-silani devono comunque essere impiegati su supporti alcalini e silicei, risultano pertanto adatti per laterizi in cotto, materiali lapidei e in tufo, intonaci con malta bastarda. Da non impiegarsi invece su marmi carbonatici e intonaci di calce. Danno inoltre ottimi risultati: alchil-silani modificati sul travertino Romano e Trachite; alchil-silani idrosolubili nelle barriere chimiche contro la risalita capillare.

Non sono mai da impiegarsi su manufatti interessati da pressioni idrostatiche.

Oligo silossani

Polimeri reattivi a basso peso molecolare ottenuti dalla parziale condensazione di più molecole di silani. Sono generalmente alchil-silossani costituiti da 4 a 10 atomi di monomeri silanici condensati, prepolimeri reattivi che reagendo all'interno del materiale con l'umidità presente polimerizzano in situ, formando resine siliconiche. Ne risulta un silano parzialmente condensato, solubile in solventi polari che si differenzia dal silano esclusivamente per le dimensioni molecolari da 2 a 6 volte superiori. Migliora così il potere di penetrazione rispetto alle resine siliconiche, restando comunque inferiore nei confronti dei silani. I silossani oligomeri pertanto sono d'impiego generalmente universale e, a differenza delle resine siliconiche, manifestando più alta penetrazione garantiscono una migliore protezione nel tempo di supporti compatti e scarsamente assorbenti. Gli alchil-silossani oligomeri grazie al gruppo alchilico, generalmente con medio o alto peso molecolare, offrono sufficienti garanzie contro l'aggressione delle soluzioni alcaline.

Organo-siliconi

Gli idrorepellenti organosiliconici appartengono ad una categoria di protettivi idrorepellenti per l'edilizia costituiti da molecole di alchil-silani condensate con gruppi organici idrofili.

Questo permette di ottenere sostanze idrorepellenti solubili in acqua, con soluzioni stabili per 3-6 mesi, facilmente applicabili e trasportabili. Vista la completa assenza di solventi organici non comportano alcun rischio tossicologico per gli applicatori e per l'ambiente. Inoltre l'utilizzo di protettivi diluibili in acqua permette di trattare supporti leggermente umidi.

Estere etilico dell'acido silicico (silicati di etile)

Monocomponente fluido, incolore, si applica in solvente, in percentuali (in peso) comprese fra 60 e 80%. Precipita per idrolisi, dando alcool etilico come sottoprodotto. È una sostanza basso-molecolare a base inorganica in solvente organico.

Viene impiegato soprattutto per arenarie e per pietre silicatiche, ma fornisce ottimi risultati anche su mattoni ed intonaci.

Ha una bassissima viscosità, per cui penetra profondamente anche in materiali poco porosi, va applicato preferibilmente con il sistema a compresse o per immersione; è tuttavia applicabile anche a pennello, a spruzzo con irroratori a bassa pressione, a percolazione. Il materiale da trattare va completamente saturato sino a rifiuto; si potrà ripetere il trattamento dopo 2 o 3 settimane. Il supporto dovrà essere perfettamente asciutto, pulito e con una temperatura tra i 15 e i 20 °C. Il consolidante completa la sua reazione a seconda del supporto

dopo circa 4 settimane con temperatura ambiente di circa 20 °C e UR del 40-50%.

In caso di sovradosaggio sarà possibile asportare l'eccesso di materiale, prima dell'indurimento, con tamponi imbevuti di solventi organici minerali (benzine).

Alcuni esteri silicici, miscelati con silossani, conferiscono una buona idrorepellenza al materiale trattato; costituiscono anche un prodotto di base per realizzare sbarramenti chimici contro l'umidità di risalita.

È molto resistente agli agenti atmosferici e alle sostanze inquinanti, non viene alterato dai raggi ultravioletti.

Dovrà possedere i seguenti requisiti:

- prodotto monocomponente non tossico;
- penetrazione ottimale;
- essiccamento completo senza formazione di sostanze appiccicose;
- formazione di sottoprodotti di reazione non dannosi per il materiale trattato;
- formazione di un legante stabile ai raggi UV, non attaccabile dagli agenti atmosferici corrosivi;
- impregnazione completa con assenza di effetti filmogeni e con una buona permeabilità al vapor d'acqua;
- assenza di variazioni cromatiche del materiale trattato.

Composti inorganici

Sono certamente duraturi, compatibili con il materiale al quale si applicano, ma irreversibili e poco elastici. Possono inoltre generare prodotti di reazione quali sali solubili. Per questi motivi il loro utilizzo andrà sempre attentamente vagliato e finalizzato, fatte salve tutte le prove diagnostiche e di laboratorio da effettuarsi preventivamente.

Calce

Applicata alle malte aeree e alle pietre calcaree come latte di calce precipita entro i pori e ne riduce il volume. Non ha però le proprietà cementanti del CaCO_3 che si forma nel lento processo di carbonatazione della calce, per cui l'analogia tra il processo naturale ed il trattamento di consolidamento con calce o bicarbonato di calcio è limitata ad una analogia chimica, poiché tutte le condizioni di carbonatazione (temperatura, pressione, forza ionica, potenziale elettrico) sono molto diverse. Ne consegue che il carbonato di calcio che precipita nei pori di un intonaco o di una pietra durante un trattamento di consolidamento non necessariamente eserciterà la stessa azione cementante di quello formatosi durante un lento processo di carbonatazione. Il trattamento con prodotti a base di calce può lasciare depositi biancastri di carbonato di calce sulla superficie dei manufatti trattati, che vanno rimossi, a meno che non si preveda un successivo trattamento protettivo con prodotti a base di calce (grassello, scialbature).

Idrossido di bario, Ba(OH)_2

Si impiega su pietre calcaree e per gli interventi su porzioni di intonaco affrescato di dimensioni ridotte laddove vi sia la necessità di neutralizzare prodotti gessosi di alterazione. L'idrossido di bario è molto affine al CaCO_3 , essendo, in partenza, carbonato di bario BaCO_3 reagisce con il gesso per dare BaSO_4 (solfato di bario), che è insolubile. Può dar luogo a patine biancastre superficiali, ha un potere consolidante piuttosto basso e richiede l'eliminazione preventiva degli eventuali sali presenti in soluzione nel materiale. Non porta alla formazione di barriera al vapore, in quanto non satura completamente i pori del materiale; per lo stesso motivo non esplica un'efficace azione nei confronti della penetrazione di acqua dall'esterno.

Come nel caso del trattamento a base di calce, la composizione chimica del materiale trattato cambia solo minimamente; il prodotto consolidante (carbonato di bario, BaCO_3) ha un coefficiente di dilatazione tecnica simile a quello della calcite, è molto stabile ed è praticamente insolubile; se esposto ad ambiente inquinato da anidride solforosa, può dare solfato di bario (BaSO_4), che è comunque un prodotto insolubile. Viceversa non deve essere applicato su materiali ricchi, oltre al gesso, di altri sali solubili, con i quali può combinarsi, dando prodotti patogeni.

Alluminato di potassio, KAIO_2

Può dare sottoprodotti dannosi. Fra questi si può infatti ottenere idrossido di potassio, che, se non viene eliminato in fase di trattamento, può trasformarsi in carbonato e solfato di potassio, sali solubili e quindi potenzialmente dannosi.

4.17 Metodi applicativi

La fase applicativa dei prodotti protettivi, richiederà una certa cautela ed attenzione, sia nei confronti del materiale sia per l'operatore che dovrà essere munito di apposita attrezzatura di protezione nel rispetto delle norme antinfortunistiche e di prevenzione.

In generale i prodotti dovranno essere applicati su supporti puliti, asciutti e privi di umidità a temperature

non eccessive (possibilmente su paramenti non esposti ai raggi solari) onde evitare un'evaporazione repentina dei solventi utilizzati.

I metodi di applicazione dei prodotti consolidanti fluidi prevedono l'impiego di strumentazione elementare (pennelli, rulli, apparecchi a spruzzo airless) o, qualora sia necessaria una penetrazione più profonda e capillare, richiedono un impianto di cantiere più complesso; nei casi più semplici bisognerà delimitare e proteggere le zone non interessate dall'intervento in modo da raccogliere e riciclare la soluzione consolidante che non viene assorbita e provvedere a cicli continui di imbibizione.

I tempi di applicazione cambiano in rapporto al prodotto, al sistema scelto, alla porosità del materiale e possono variare da poche ore a diversi giorni.

I metodi di applicazione del consolidante sono:

Applicazione a pennello - Dopo aver accuratamente pulito e neutralizzato la superficie da trattare, si applica la soluzione di resina a pennello morbido fino a rifiuto. Il trattamento deve essere iniziato con resina in soluzione particolarmente diluita, aumentando gradualmente nelle ultime passate, la concentrazione oltre lo standard.

Applicazione a spruzzo - Dopo aver accuratamente pulito e neutralizzato la superficie, si applica la soluzione a spruzzo fino a rifiuto.

Applicazione a tasca - Tale applicazione è da utilizzarsi per impregnazioni particolari di: decori, oggetti, formelle finemente lavorate e fortemente decoesinate. Essa consiste nella applicazione di una tasca nella parte inferiore della zona da impregnare, si colloca, infatti, intorno alla parte da consolidare una specie di grondaia impermeabilizzata con lo scopo di recuperare il prodotto consolidante in eccesso. La zona da consolidare viene invece ricoperta con uno strato di cotone idrofilo e chiusa da polietilene. Nella parte alta un tubo con tanti piccoli fori funge da distributore di resina, l'eccesso di resina si raccoglierà nella grondaia verrà recuperato e rimesso in circolo.

La soluzione di resina da utilizzare dev'essere nella sua concentrazione standard.

Applicazione per percolazione - Un distributore di resina viene collocato nella parte superiore della superficie da trattare, questa scende lungo la superficie e penetra nel materiale per assorbimento capillare.

Il distributore è costituito da un tubo forato, ovvero da un canaletto forato dotato nella parte inferiore di un pettine o spazzola posti in adiacenza alla muratura, aventi funzione di distributori superficiali di resina.

Applicazione sottovuoto - Tale trattamento può essere applicato anche in situ: consiste nel realizzare un rivestimento impermeabile all'aria intorno alla parete da trattare, lasciando un'intercapedine tra tale rivestimento e l'oggetto, ed aspirandone l'aria. Il materiale impiegato per il rivestimento impermeabile è un film pesante di polietilene. La differenza di pressione che si stabilisce per effetto dell'aspirazione dell'aria tra le due superfici del polietilene è tale da schiacciare il film sulla parte da trattare, e da risucchiare la soluzione impregnante.

In caso di pioggia o pulizia con acqua sarà necessario attendere prima di procedere alla completa asciugatura del supporto e comunque bisognerà proteggere il manufatto dalla pioggia per almeno 15 giorni dopo l'intervento. Il prodotto dovrà essere applicato almeno in due mani facendo attenzione che la seconda venga posta ad essiccamento avvenuto della prima. Il trattamento non dovrà essere effettuato con temperature superiori ai 25°C ed inferiori a 5°C, e si eviterà comunque l'intervento su superfici soleggiate.

CAPITOLO 5

IMPIANTISTICA

Art. 5.1 GLI IMPIANTI

Generalità

L'Appaltatore, in accordo con la Direzione dei Lavori, prima di iniziare qualsiasi opera relativa agli impianti in genere (termico, idrico, elettrico, antincendio, ecc.) dovrà valutare, che tipo di azione intraprendere. Si dovrà valutare se procedere a parziali o completi rifacimenti e se sarà opportuno procedere al ripristino d'impianti fermi da troppo tempo e non più conformi alla vigente normativa. Potrebbe rendersi necessario un rilievo dettagliato dell'edificio sul quale riportare con precisione tutti gli impianti esistenti, la loro collocazione, la loro tipologia, il tipo di distribuzione, di alimentazione ecc.; sul rilievo si potrebbero evidenziare tutti i vani esistenti in grado di contenere ed accogliere gli eventuali nuovi impianti, quali potrebbero essere le canne fumarie dismesse, i cavedi, le asole, le intercapedini, i doppi muri, cunicoli, vespai, scarichi, pozzi ecc.

Sulla base di queste informazioni, si potrà procedere alla progettazione dei nuovi impianti che dovranno essere il più possibile indipendenti dall'edificio esistente, evitando inserimenti sotto-traccia, riducendo al minimo interventi di demolizione, rotture, disfacimenti anche parziali.

Laddove si sceglierà di conservare gli impianti esistenti, essi dovranno essere messi a norma o potenziati sfruttando le linee di distribuzione esistenti. Ove previsto si utilizzeranno soluzioni a vista utilizzando canali, tubi e tubazioni a norma di legge, che andranno inserite in apposite canalizzazioni attrezzate o in volumi tecnici realizzati in modo indipendente rispetto all'edificio.

Se il progetto dell'impianto non è fornito dalla Stazione Appaltante, la sua redazione sarà a carico dell'Appaltatore; egli dovrà sottoporre il progetto esecutivo, almeno 30 giorni prima dell'esecuzione dei lavori, sia alla Direzione dei Lavori che agli organi preposti alla tutela con le quali concorderà anche le diverse soluzioni ed i particolari accorgimenti.

Art. 5.2 COMPONENTI DELL'IMPIANTO DI ADDUZIONE DELL'ACQUA

In conformità all'art. 6, comma 1, del D.M. 22/01/2008, n. 37, gli impianti idrici ed i loro componenti devono rispondere alla regola dell'arte.

Nell'esecuzione di tutte le lavorazioni, le opere, le forniture, i componenti, anche relativamente a sistemi e sottosistemi di impianti tecnologici oggetto dell'appalto, devono essere rispettate tutte le prescrizioni di legge e di regolamento in materia di qualità, provenienza e accettazione dei materiali e componenti nonché, per quanto concerne la descrizione, i requisiti di prestazione e le modalità di esecuzione di ogni categoria di lavoro, tutte le indicazioni contenute o richiamate contrattualmente nel presente Capitolato Speciale d'Appalto, negli elaborati grafici del progetto esecutivo e nella descrizione delle singole voci allegata allo stesso capitolato e, ove necessario, le caratteristiche e prescrizioni di enti preposti o associazioni di categoria quali UNI, CEI, UNCSAAL ecc.

Per quanto riguarda l'accettazione, la qualità e l'impiego dei materiali, la loro provvista, il luogo della loro provenienza e l'eventuale sostituzione di quest'ultimo, si applicano le disposizioni di cui all'art. 4, allegato II.14 del d.lgs. 36/2023 e artt. 16, 17, 18 e 19 del Capitolato Generale d'Appalto D.M. 145/2000 e s.m.i.

5.2.1) Apparecchi Sanitari

- 1 Gli apparecchi sanitari in generale, indipendentemente dalla loro forma e dal materiale costituente, devono soddisfare i seguenti requisiti:
 - durabilità meccanica;
 - robustezza meccanica;
 - assenza di difetti visibili ed estetici;
 - resistenza all'abrasione;

- pulibilità di tutte le parti che possono venire a contatto con l'acqua sporca;
 - resistenza alla corrosione (per quelli con supporto metallico);
 - funzionalità idraulica.
- 2 Per gli apparecchi di ceramica la rispondenza alle prescrizioni di cui sopra si intende comprovata se essi rispondono alle seguenti norme: [UNI EN 997](#) per i vasi, [UNI 4543](#) e [UNI EN 80](#) per gli orinatoi, [UNI EN 14688](#) per i lavabi, [UNI EN 14528](#) per i bidet.
- Per gli altri apparecchi deve essere comprovata la rispondenza alla norma [UNI 4543](#) relativa al materiale ceramico ed alle caratteristiche funzionali di cui al punto 1.
- 3 Per gli apparecchi a base di materie plastiche la rispondenza alle prescrizioni di cui sopra si ritiene comprovata se essi rispondono alle seguenti norme: [UNI EN 263](#) per le lastre acriliche colate per vasche da bagno e piatti doccia, norme UNI EN sulle dimensioni di raccordo dei diversi apparecchi sanitari ed alle seguenti norme specifiche: [UNI 8196](#) per vasi di resina metacrilica; [UNI EN 198](#) per vasche di resina acrilica; [UNI EN 14527](#) per i piatti doccia ad impiego domestico; [UNI 8195](#) per bidet di resina metacrilica.
- 4 Per tutti gli apparecchi e per una loro corretta posa, vanno rispettate le prescrizioni inerenti le dimensioni e le quote di raccordo previste nelle specifiche norme di seguito richiamate:
- per i lavabi, norma [UNI EN 31](#);
 - per i lavabi sospesi, norma [UNI EN 32](#);
 - per i vasi a pavimento a cacciata con cassetta appoggiata, norma [UNI EN 33](#);
 - per i vasi a pavimento a cacciata senza cassetta appoggiata, norma [UNI EN 37](#);
 - per i vasi sospesi a cacciata con cassetta appoggiata, norma [UNI EN 34](#);
 - per i vasi sospesi a cacciata senza cassetta appoggiata, norma [UNI EN 38](#);
 - per i bidet a pavimento, norma [UNI EN 35](#);
 - per gli orinatoi a parete, norma [UNI EN 80](#);
 - per i lavamani sospesi, norma [UNI EN 111](#);
 - per le vasche da bagno, norma [UNI EN 232](#);
 - per i piatti doccia, norma [UNI EN 251](#), mentre per gli accessori per docce, norme [UNI EN 1112](#) e [1113](#).

Tutti i prodotti e/o materiali di cui al presente articolo, qualora possano essere dotati di marcatura CE secondo la normativa tecnica vigente, dovranno essere muniti di tale marchio.

5.2.2) Rubinetti Sanitari

- a) I rubinetti sanitari, rappresentati sugli elaborati grafici di installazione secondo la norma [UNI 9511](#) e considerati nel presente punto sono quelli appartenenti alle seguenti categorie:
- rubinetti singoli, cioè con una sola condotta di alimentazione;
 - gruppo miscelatore, avente due condotte di alimentazione e comandi separati per regolare e miscelare la portata d'acqua. I gruppi miscelatori possono avere diverse soluzioni costruttive riconducibili nei seguenti casi: comandi distanziati o gemellati, corpo apparente o nascosto (sotto il piano o nella parete), predisposizione per posa su piano orizzontale o verticale;
 - miscelatore meccanico, elemento unico che sviluppa le stesse funzioni del gruppo miscelatore mescolando prima i due flussi e regolando dopo la portata della bocca di erogazione, le due regolazioni sono effettuate di volta in volta, per ottenere la temperatura d'acqua voluta. I miscelatori meccanici possono avere diverse soluzioni costruttive riconducibili ai seguenti casi: monocomando o bicomando, corpo apparente o nascosto (sotto il piano o nella parete), predisposizione per posa su piano orizzontale o verticale ([UNI EN 817](#));
 - miscelatori termostatici, elemento funzionante come il miscelatore meccanico, ma che varia automaticamente la portata di due flussi a temperature diverse per erogare e mantenere l'acqua alla temperatura prescelta.
- b) I rubinetti sanitari di cui sopra, indipendentemente dal tipo e dalla soluzione costruttiva, devono rispondere alle seguenti caratteristiche:
- inalterabilità dei materiali costituenti e non cessione di sostanze all'acqua;
 - tenuta all'acqua alle pressioni di esercizio;
 - conformazione della bocca di erogazione in modo da erogare acqua con filetto a getto regolare e comunque senza spruzzi che vadano all'esterno dell'apparecchio sul quale devono essere montati;
 - proporzionalità fra apertura e portata erogata;
 - minima perdita di carico alla massima erogazione;
 - silenziosità ed assenza di vibrazione in tutte le condizioni di funzionamento;
 - facile smontabilità e sostituzione di pezzi possibilmente con attrezzi elementari;

- continuità nella variazione di temperatura tra posizione di freddo e quella di caldo e viceversa (per i rubinetti miscelatori). La rispondenza alle caratteristiche sopra elencate si intende soddisfatta per i rubinetti singoli e gruppi miscelatori quando essi rispondono alla norma [UNI EN 200](#) per rubinetti a chiusura automatica PN 10 la norma [UNI EN 816](#) e ne viene comprovata la rispondenza con certificati di prova e/o con apposizione del marchio UNI.

Per gli altri rubinetti si applica la [UNI EN 200](#) per quanto possibile o si fa riferimento ad altre norme tecniche (principalmente di enti normatori esteri).

- c) I rubinetti devono essere forniti protetti da imballaggi adeguati in grado di proteggerli da urti, graffi, ecc. nelle fasi di trasporto e movimentazione in cantiere. Il foglio informativo che accompagna il prodotto deve dichiarare le caratteristiche dello stesso e le altre informazioni utili per la posa, manuttenzionale, ecc.

Tutte le rubinetterie dovranno essere preventivamente accettate, a giudizio insindacabile, dalla Direzione dei lavori. Tutti gli apparecchi dovranno essere muniti del certificato di origine, da presentare unitamente alla campionatura, attestante le qualità e le caratteristiche tecniche del prodotto.

5.2.3 Scarichi di apparecchi sanitari e sifoni (manuali, automatici)

Gli elementi costituenti gli scarichi applicati agli apparecchi sanitari si intendono denominati e classificati come riportato nella norma [UNI 4542](#).

Indipendentemente dal materiale e dalla forma essi devono possedere caratteristiche di inalterabilità alle azioni chimiche ed all'azione del calore, realizzare la tenuta tra otturatore e piletta e possedere una regolazione per il ripristino della tenuta stessa (per scarichi a comando meccanico).

La rispondenza alle caratteristiche sopra elencate si intende soddisfatta quando essi rispondono alle norme [UNI EN 274](#); la rispondenza è comprovata da una attestazione di conformità.

Tutti i prodotti e/o materiali di cui al presente articolo, qualora possano essere dotati di marcatura CE secondo la normativa tecnica vigente, dovranno essere muniti di tale marchio.

5.2.4) Tubi di Raccordo Rigidi e Flessibili (per il collegamento tra i tubi di adduzione e la rubinetteria sanitaria)

Indipendentemente dal materiale costituente e dalla soluzione costruttiva, essi devono rispondere alle caratteristiche seguenti:

- inalterabilità alle azioni chimiche ed all'azione del calore;
- non cessione di sostanze all'acqua potabile;
- indeformabilità alle sollecitazioni meccaniche provenienti dall'interno e/o dall'esterno;
- superficie interna esente da scabrosità che favoriscano depositi;
- pressione di prova uguale a quella di rubinetti collegati.

La rispondenza alle caratteristiche sopraelencate si intende soddisfatta se i tubi rispondono alle corrispondenti norme UNI specifiche tra le quali: [UNI EN ISO 7686](#), [UNI EN ISO 10147](#), [UNI EN ISO 9852](#), [UNI EN ISO 3501](#), [UNI EN ISO 3503](#), [UNI EN ISO 3458](#), [UNI EN 969](#), [UNI EN ISO 2505](#), [UNI EN ISO 1167](#), [UNI EN ISO 4671](#), [UNI EN ISO 15875-3](#), [UNI EN ISO 22391-3](#) e [UNI EN 15014](#). Tale rispondenza deve essere comprovata da una dichiarazione di conformità.

Tutti i prodotti e/o materiali di cui al presente articolo, qualora possano essere dotati di marcatura CE secondo la normativa tecnica vigente, dovranno essere muniti di tale marchio.

5.2.5) Rubinetti a Passo Rapido, Flussometri (per orinatoi, vasi e vuotatoi)

Indipendentemente dal materiale costituente e dalla soluzione costruttiva devono rispondere alle caratteristiche seguenti:

- erogazione di acqua con portata, energia e quantità necessaria per assicurare la pulizia;
- dispositivi di regolazione della portata e della quantità di acqua erogata;
- costruzione tale da impedire ogni possibile contaminazione della rete di distribuzione dell'acqua a monte per effetto di rigurgito;
- contenimento del livello di rumore prodotto durante il funzionamento.

La rispondenza alle caratteristiche predette deve essere comprovata dalla dichiarazione di conformità.

5.2.6) Cassette per l'acqua (per vasi, orinatoi e vuotatoi)

Indipendentemente dal materiale costituente e dalla soluzione costruttiva, essi devono rispondere alle caratteristiche seguenti:

- troppopieno di sezione, tale da impedire in ogni circostanza la fuoriuscita di acqua dalla cassetta;
- rubinetto a galleggiante che regola l'afflusso dell'acqua, realizzato in modo tale che, dopo l'azione di pulizia, l'acqua fluisca ancora nell'apparecchio sino a ripristinare nel sifone del vaso il battente d'acqua che realizza la tenuta ai gas;
- costruzione tale da impedire ogni possibile contaminazione della rete di distribuzione dell'acqua a monte, per effetto di rigurgito;
- contenimento del livello di rumore prodotto durante il funzionamento [UNI EN ISO 5135](#).

La rispondenza alle caratteristiche sopra elencate si intende soddisfatta per le cassette dei vasi quando, in abbinamento con il vaso, soddisfano le prove di pulizia/evacuazione di cui alla norma [UNI EN 997](#).

Tutti i prodotti e/o materiali di cui al presente articolo, qualora possano essere dotati di marcatura CE secondo la normativa tecnica vigente, dovranno essere muniti di tale marchio.

5.2.7) Tubazioni e Raccordi

Le tubazioni utilizzate per realizzare gli impianti di adduzione dell'acqua devono rispondere alle prescrizioni seguenti:

- a) nei tubi metallici di acciaio le filettature per giunti a vite devono essere del tipo normalizzato con filetto conico; le filettature cilindriche non sono ammesse quando si deve garantire la tenuta.
I tubi di acciaio devono rispondere alle norme [UNI EN 10224](#) e [UNI EN 10255](#).
I tubi di acciaio zincato di diametro minore di mezzo pollice sono ammessi solo per il collegamento di un solo apparecchio.
- b) I tubi di rame devono rispondere alla norma [UNI EN 1057](#); il minimo diametro esterno ammissibile è 10 mm.
- c) I tubi di PVC e polietilene ad alta densità (PEad) devono rispondere rispettivamente alle norme [UNI EN ISO 1452-2](#) e [UNI EN 12201](#); entrambi devono essere del tipo PN 10.
- d) I tubi di piombo sono vietati nella distribuzione di acqua.

Tutti i prodotti e/o materiali di cui al presente articolo, qualora possano essere dotati di marcatura CE secondo la normativa tecnica vigente, dovranno essere muniti di tale marchio.

5.2.8) Valvolame, Valvole di non Ritorno, Pompe

- a) Le valvole a saracinesca flangiate per condotte d'acqua devono essere conformi alla norma [UNI EN 1074](#).
Le valvole disconnettrici a tre vie contro il ritorno di flusso e zone di pressione ridotta devono essere conformi alla norma [UNI EN 12729](#).
Le valvole di sicurezza in genere devono rispondere alla norma [UNI EN ISO 4126-1](#).
La rispondenza alle norme predette deve essere comprovata da dichiarazione di conformità completata con dichiarazioni di rispondenza alle caratteristiche specifiche previste dal progetto.
- b) Le pompe devono rispondere alle prescrizioni previste dal progetto e rispondere (a seconda dei tipi) alle norme [UNI EN ISO 9906](#) e [UNI EN ISO 9905](#).

Tutti i prodotti e/o materiali di cui al presente articolo, qualora possano essere dotati di marcatura CE secondo la normativa tecnica vigente, dovranno essere muniti di tale marchio.

5.2.9) Apparecchi per produzione di acqua calda

Gli scaldacqua funzionanti a gas rientrano nelle prescrizioni della Legge 1083 del 6 dicembre 1971.

Gli scaldacqua elettrici, in ottemperanza della Legge 1° marzo 1968 n. 186, devono essere costruiti a regola d'arte e sono considerati tali se rispondenti alle norme CEI.

Gli scaldacqua a pompa di calore aria/acqua trovano riferimento nella norma [UNI EN 16147](#).

La rispondenza alle norme predette deve essere comprovata da dichiarazione di conformità (e/o dalla presenza di marchi UNI e/o IMQ).

5.2.10) Accumuli dell'acqua e sistemi di elevazione della pressione d'acqua

Per gli accumuli valgono le indicazioni riportate nell'Articolo sugli impianti.

Per gli apparecchi di sopraelevazione della pressione (autoclavi, idroaccumulatori, surpressori, serbatoi sopraelevati alimentati da pompe) vale quanto indicato nelle norme [UNI 9182 - UNI EN 806](#) varie parti.

Art. 5.3

ESECUZIONE DELL'IMPIANTO DI ADDUZIONE DELL'ACQUA

In conformità all'art. 6, comma 1, del D.M. 22/01/2008, n. 37, gli impianti idrici ed i loro componenti devono rispondere alla regola dell'arte. Si considerano a regola d'arte gli impianti realizzati in conformità alla vigente normativa e alle norme dell'UNI, del CEI o di altri Enti di normalizzazione appartenenti agli Stati membri dell'Unione europea o che sono parti contraenti dell'accordo sullo spazio economico europeo.

1 Si intende per impianto di adduzione dell'acqua l'insieme delle apparecchiature, condotte, apparecchi erogatori che trasferiscono l'acqua potabile (o quando consentito non potabile) da una fonte (acquedotto pubblico, pozzo o altro) agli apparecchi erogatori.

Gli impianti, quando non è diversamente descritto negli altri documenti progettuali (o quando questi non sono sufficientemente dettagliati), si intendono suddivisi come segue:

- a) Impianti di adduzione dell'acqua potabile.
- b) Impianti di adduzione di acqua non potabile.

Le modalità per erogare l'acqua potabile e non potabile sono quelle stabilite dalle competenti autorità, alle quali compete il controllo sulla qualità dell'acqua.

Gli impianti di cui sopra si intendono funzionalmente suddivisi come segue:

- a) Fonti di alimentazione.
- b) Reti di distribuzione acqua fredda.
- c) Sistemi di preparazione e distribuzione dell'acqua calda.

2 Per la realizzazione delle diverse parti funzionali si utilizzano i materiali indicati nei documenti progettuali. Qualora non siano specificati in dettaglio nel progetto od a suo completamento si rispetteranno le prescrizioni seguenti e quelle già fornite per i componenti; vale inoltre, quale prescrizione ulteriore a cui fare riferimento, la norma [UNI 9182 - UNI EN 806](#) e la [UNI 9511](#).

a) Le fonti di alimentazione dell'acqua potabile saranno costituite da:

- 1) acquedotti pubblici gestiti o controllati dalla pubblica autorità; oppure
- 2) sistema di captazione (pozzi, ecc.) fornenti acqua riconosciuta potabile della competente autorità; oppure
- 3) altre fonti quali grandi accumuli, stazioni di potabilizzazione.

Gli accumuli (I grandi accumuli sono soggetti alle pubbliche autorità e solitamente dotati di sistema automatico di potabilizzazione) devono essere preventivamente autorizzati dall'autorità competente e comunque possedere le seguenti caratteristiche:

- essere a tenuta in modo da impedire inquinamenti dall'esterno;
- essere costituiti con materiali non inquinanti, non tossici e che mantengano le loro caratteristiche nel tempo;
- avere le prese d'aria ed il troppopieno protetti con dispositivi filtranti conformi alle prescrizioni delle autorità competenti;
- essere dotati di dispositivo che assicuri il ricambio totale dell'acqua contenuta ogni due giorni per serbatoio con capacità fino a 30 m³ ed un ricambio di non meno di 15 m³ giornalieri per serbatoi con capacità maggiore;
- essere sottoposti a disinfezione prima della messa in esercizio (e periodicamente puliti e disinfettati).

b) Le reti di distribuzione dell'acqua devono rispondere alle seguenti caratteristiche:

- le colonne montanti devono possedere alla base un organo di intercettazione (valvola, ecc.), con organo di taratura della pressione, e di rubinetto di scarico (con diametro minimo 1/2 pollice), le stesse colonne alla sommità devono possedere un ammortizzatore di colpo d'ariete. Nelle reti di piccola estensione le prescrizioni predette si applicano con gli opportuni adattamenti;

- le tubazioni devono essere posate a distanza dalle pareti sufficiente a permettere lo smontaggio e la corretta esecuzione dei rivestimenti protettivi e/o isolanti. La conformazione deve permettere il completo svuotamento e l'eliminazione dell'aria. Quando sono incluse reti di circolazione dell'acqua calda per uso sanitario queste devono essere dotate di compensatori di dilatazione e di punti di fissaggio in modo tale da far mantenere la conformazione voluta;
 - la collocazione dei tubi dell'acqua non deve avvenire all'interno di cabine elettriche, al di sopra di quadri apparecchiature elettriche, od in genere di materiali che possono divenire pericolosi se bagnati dall'acqua, all'interno di immondezzai e di locali dove sono presenti sostanze inquinanti. Inoltre i tubi dell'acqua fredda devono correre in posizione sottostante i tubi dell'acqua calda. La posa entro parti murarie è da evitare. Quando ciò non è possibile i tubi devono essere rivestiti con materiale isolante e comprimibile, dello spessore minimo di 1 cm;
 - la posa interrata dei tubi deve essere effettuata a distanza di almeno un metro (misurato tra le superfici esterne) dalle tubazioni di scarico. La generatrice inferiore deve essere sempre al di sopra del punto più alto dei tubi di scarico. I tubi metallici devono essere protetti dall'azione corrosiva del terreno con adeguati rivestimenti (o guaine) e contro il pericolo di venire percorsi da correnti vaganti;
 - nell'attraversamento di strutture verticali ed orizzontali i tubi devono scorrere all'interno di controtubi di acciaio, plastica, ecc. preventivamente installati, aventi diametro capace di contenere anche l'eventuale rivestimento isolante. Il controtubo deve resistere ad eventuali azioni aggressive; l'interspazio restante tra tubo e controtubo deve essere riempito con materiale incombustibile per tutta la lunghezza. In generale si devono prevedere adeguati supporti sia per le tubazioni sia per gli apparecchi quali valvole, ecc., ed inoltre, in funzione dell'estensione ed andamento delle tubazioni, compensatori di dilatazione termica;
 - le coibentazioni devono essere previste sia per i fenomeni di condensa delle parti non in vista dei tubi di acqua fredda, sia per i tubi dell'acqua calda per uso sanitario. Quando necessario deve essere considerata la protezione dai fenomeni di gelo.
- c) Nella realizzazione dell'impianto si devono inoltre rispettare le distanze minime nella posa degli apparecchi sanitari norma [UNI 9182](#) e le disposizioni particolari necessarie a garantire l'accessibilità, l'adattabilità e la visitabilità degli edifici privati e di edilizia residenziale pubblica sovvenzionata e agevolata (d.P.R. 380/2001 e s.m.i., e D.M. 236/89).
 Nei locali da bagno sono da considerare le prescrizioni relative alla sicurezza (distanze degli apparecchi sanitari, da parti dell'impianto elettrico) così come indicato nella norma [CEI 64-8](#).
 Ai fini della limitazione della trasmissione del rumore e delle vibrazioni, oltre a scegliere componenti con bassi livelli di rumorosità (e scelte progettuali adeguate), in fase di esecuzione si curerà di adottare corrette sezioni interne delle tubazioni in modo da non superare le velocità di scorrimento dell'acqua previste, limitare le pressioni dei fluidi soprattutto per quanto riguarda gli organi di intercettazione e controllo, ridurre la velocità di rotazione dei motori di pompe, ecc. (in linea di principio non maggiori di 1.500 giri/minuto). In fase di posa si curerà l'esecuzione dei dispositivi di dilatazione, si inseriranno supporti antivibranti ed ammortizzatori per evitare la propagazione di vibrazioni, si useranno isolanti acustici in corrispondenza delle parti da murare.

3 La Direzione dei Lavori per la realizzazione dell'impianto di adduzione dell'acqua 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 negativamente 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).
 In particolare verificherà le giunzioni con gli apparecchi, il numero e la dislocazione dei supporti, degli elementi di dilatazione, degli elementi antivibranti, ecc.
- b) Al termine dell'installazione verificherà che siano eseguite dall'installatore e sottoscritte in una dichiarazione di conformità, le operazioni di prelavaggio, di lavaggio prolungato, di disinfezione e di risciacquo finale con acqua potabile. Detta dichiarazione riporterà inoltre i risultati del collaudo (prove idrauliche, di erogazione, livello di rumore). Tutte le operazioni predette saranno condotte secondo la norma [UNI 9182](#), punti 25 e 27. Al termine la Direzione dei Lavori raccoglierà in un fascicolo i documenti progettuali più significativi ai fini della successiva gestione e manutenzione (schemi dell'impianto, dettagli costruttivi, schede di componenti con dati di targa, ecc.) nonché le istruzioni per la manutenzione rilasciate dai produttori dei singoli componenti e dall'installatore (modalità operative e frequenza delle operazioni).

Art. 5.4

IMPIANTO DI SCARICO ACQUE USATE

In conformità all'art. 6, comma 1, del D.M. 22/01/2008, n. 37 e s.m.i., gli impianti idrici ed i loro componenti devono rispondere alla regola dell'arte. Si considerano a regola d'arte gli impianti realizzati in conformità alla vigente normativa e alle norme dell'UNI, del CEI o di altri Enti di normalizzazione appartenenti agli Stati membri dell'Unione europea o che sono parti contraenti dell'accordo sullo spazio economico europeo.

Inoltre l'impianto di scarico delle acque usate deve essere conforme alle disposizioni della Parte III del d.lgs. 3 aprile 2006, n. 152 e s.m.i. (Norme in materia ambientale).

Si intende per impianto di scarico delle acque usate l'insieme delle condotte, apparecchi, ecc. che trasferiscono l'acqua dal punto di utilizzo alla fogna pubblica.

Il sistema di scarico deve essere indipendente dal sistema di smaltimento delle acque meteoriche almeno fino al punto di immissione nella fogna pubblica.

Il sistema di scarico può essere suddiviso in casi di necessità in più impianti convoglianti separatamente acque fecali, acque saponose, acque grasse. Il modo di recapito delle acque usate sarà comunque conforme alle prescrizioni delle competenti autorità.

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

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

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 EN 12056](#).

1) I tubi utilizzabili devono rispondere alle seguenti norme:

- tubi di acciaio zincato: [UNI EN 10224](#) e [UNI EN 10255](#) (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 ISO 5256](#), [UNI EN 10240](#), [UNI 9099](#), [UNI 10416-1](#) esistenti (polietilene, bitume, ecc.) e comunque non deve essere danneggiato o staccato; in tal caso deve essere eliminato il tubo;
- tubi di ghisa: devono rispondere alla [UNI EN 877](#), essere del tipo centrifugato e ricotto, possedere rivestimento interno di catrame, resina epossidica ed essere esternamente catramati o verniciati con vernice antiruggine;
- tubi di gres: devono rispondere alla [UNI EN 295](#);
- tubi di fibrocemento; devono rispondere alla [UNI EN 588](#);
- tubi di calcestruzzo armato/non armato devono essere conformi alle norme vigenti;
- tubi di materiale plastico: devono rispondere alle seguenti norme:
 - tubi di PVC per condotte all'interno dei fabbricati: [UNI EN 1329-1](#);
 - tubi di PVC per condotte interrate: norme UNI applicabili;
 - tubi di polietilene ad alta densità (PEad) per condotte interrate: [UNI EN 12666-1](#);
 - tubi di polipropilene (PP): [UNI EN 1451-1](#);
 - tubi di polietilene ad alta densità (PEad) per condotte all'interno dei fabbricati: [UNI EN 1519-1](#).

2) Per gli altri componenti vale quanto segue:

- per gli scarichi ed i sifoni di apparecchi sanitari vedere 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.

Per la realizzazione dell'impianto si utilizzeranno i materiali, i componenti e le modalità indicate nei documenti progettuali, i cui elaborati grafici dovranno rispettare le convenzioni della norma [UNI 9511-5](#), e qualora non siano specificate in dettaglio nel progetto od a suo completamento si rispetteranno le prescrizioni seguenti.

Vale inoltre quale prescrizione ulteriore a cui fare riferimento la norma [UNI EN 12056](#).

- 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 simili o dove le eventuali fuoriuscite possono provocare inquinamenti. Quando ciò è inevitabile devono essere previste adeguate protezioni che convogliano i liquidi in un punto di raccolta. Quando applicabile vale il D.M. 12 dicembre 1985 per le tubazioni interrate.
- 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 EN 12056](#). Le colonne di ventilazione secondaria, quando non hanno una fuoriuscita diretta all'esterno, possono:
 - essere raccordate alle colonne di scarico ad una quota di almeno 15 cm più elevata del bordo superiore del troppopieno dell'apparecchio collocato alla quota più alta nell'edificio;
 - essere raccordate al disotto del più basso raccordo di scarico;
 - devono essere previste connessioni intermedie tra colonna di scarico e ventilazione almeno ogni 10 connessioni nella colonna di scarico.
- 6) I terminali delle colonne fuoriuscenti verticalmente dalle coperture devono essere a non meno di 0,15 m dall'estradosso per coperture non praticabili 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.

Impianti trattamento dell'acqua.

1 Legislazione in materia.

Gli impianti di trattamento devono essere progettati, installati e collaudati in modo che le acque da essi effluenti prima di essere consegnate al recapito finale rispondano alle caratteristiche indicate nel d.lgs. 3 aprile 2006, n. 152 e s.m.i. (Norme in materia ambientale).

2 Caratteristiche ammissibili per le acque di scarico.

Le caratteristiche ammissibili per le acque di scarico da consegnare al recapito finale devono essere conformi a quanto previsto nell'Allegato 5 alla Parte III del d.lgs. 3 aprile 2006, n. 152 e s.m.i. (Norme in materia ambientale).

3 Limiti di emissione degli scarichi idrici.

Gli impianti di trattamento, quali che siano le caratteristiche degli effluenti da produrre, devono rispondere a questi requisiti:

- essere in grado di fornire le prestazioni richieste dalle leggi che devono essere rispettate;
- evitare qualsiasi tipo di nocività per la salute dell'uomo con particolare riferimento alla propagazione di microrganismi patogeni;
- non contaminare i sistemi di acqua potabile ed anche eventuali vasche di accumulo acqua a qualunque uso esse siano destinate;
- non essere accessibili ad insetti, roditori o ad altri animali che possano venire in contatto con i cibi o con acqua potabile;
- non essere accessibili alle persone non addette alla gestione ed in particolare ai bambini;
- non diventare maleodoranti e di sgradevole aspetto.

4 Caratteristiche dei componenti.

I componenti tutti gli impianti di trattamento devono essere tali da rispondere ai requisiti ai quali gli impianti devono uniformarsi:

Le caratteristiche essenziali sono:

- la resistenza meccanica;
- la resistenza alla corrosione;
- la perfetta tenuta all'acqua nelle parti che vengono a contatto con il terreno;
- la facile pulibilità;
- l'agevole sostituibilità;
- una ragionevole durabilità.

5 Collocazione degli impianti.

Gli impianti devono essere collocati in posizione tale da consentire la facile gestione sia per i controlli periodici da eseguire sia per l'accessibilità dei mezzi di trasporto che devono provvedere ai periodici spurghi. Al tempo stesso la collocazione deve consentire di rispondere ai requisiti elencati al precedente punto relativo ai requisiti degli impianti di trattamento.

6 Controlli durante l'esecuzione.

È compito della Direzione dei Lavori effettuare in corso d'opera e ad impianto ultimato i controlli tesi a

verificare:

- la rispondenza quantitativa e qualitativa alle prescrizioni e descrizioni di capitolato;
- la corretta collocazione dell'impianto nei confronti delle strutture civili e delle altre installazioni;
- le caratteristiche costruttive e funzionali delle parti non più ispezionabili ad impianto ultimato;
- l'osservanza di tutte le norme di sicurezza.

Collaudi.

Ad impianto ultimato dovrà essere eseguito il collaudo provvisorio per la verifica funzionale dei trattamenti da svolgere. A collaudo provvisorio favorevolmente eseguito, l'impianto potrà essere messo in funzione ed esercizio sotto il controllo della ditta fornitrice per un periodo non inferiore a 90 giorni in condizioni di carico normale.

Periodi più lunghi potranno essere fissati se le condizioni di carico saranno parziali.

Dopo tale periodo sarà svolto il collaudo definitivo per l'accertamento, nelle condizioni di regolare funzionamento come portata e tipo del liquame immesso, delle caratteristiche degli effluenti e della loro rispondenza ai limiti fissati in contratto. Le prove di collaudo dovranno essere ripetute per tre volte in giorni diversi della settimana.

A collaudo favorevolmente eseguito e convalidato da regolare certificato, l'impianto sarà preso in consegna dal Committente che provvederà alla gestione direttamente o affidandola a terzi.

Per la durata di un anno a partire dalla data del collaudo favorevole, permane la garanzia della ditta fornitrice che è tenuta a provvedere a propria cura e spese a rimuovere con la massima tempestività ogni difetto non dovuto ad errore di conduzione o manutenzione.

La Direzione dei Lavori per la realizzazione dell'impianto di scarico delle acque usate 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 in modo irreversibile 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). In particolare verificherà le giunzioni con gli apparecchi, il numero e la dislocazione dei supporti, degli elementi di dilatazione e degli elementi antivibranti.

Effettuerà o farà effettuare e sottoscrivere in una dichiarazione i risultati delle prove di tenuta all'acqua eseguendola su un tronco per volta (si riempie d'acqua e lo si sottopone alla pressione di 20 kPa per 1 ora; al termine non si devono avere perdite o trasudamenti).

b) Al termine dei lavori verificherà che siano eseguite dall'installatore e sottoscritte in una dichiarazione di conformità le prove seguenti:

- evacuazione realizzata facendo scaricare nello stesso tempo, colonna per colonna, gli apparecchi previsti dal calcolo della portata massima contemporanea. Questa prova può essere collegata a quella della erogazione di acqua fredda, e serve ad accertare che l'acqua venga evacuata con regolarità, senza rigurgiti, ribollimenti e variazioni di regime. In particolare si deve constatare che dai vasi possono essere rimossi oggetti quali carta leggera appallottolata e mozziconi di sigaretta;
- tenuta agli odori, da effettuare dopo il montaggio degli apparecchi sanitari, dopo aver riempito tutti i sifoni (si esegue utilizzando candelotti fumogeni e mantenendo una pressione di 250 Pa nel tratto in prova. Nessun odore di fumo deve entrare nell'interno degli ambienti in cui sono montati gli apparecchi).

Al termine la Direzione dei Lavori raccoglierà inoltre in un fascicolo i documenti progettuali più significativi ai fini della successiva gestione e manutenzione (schemi dell'impianto, dettagli costruttivi, schede dei componenti, ecc.) nonché le istruzioni per la manutenzione rilasciate dai produttori dei singoli componenti e dall'installatore (modalità operative e frequenza delle operazioni).

Tutti i prodotti e/o materiali di cui al presente articolo, qualora possano essere dotati di marcatura CE secondo la normativa tecnica vigente, dovranno essere muniti di tale marchio.

Art. 5.5 SERVIZI IGIENICI PER DISABILI

5.5.1 Generalità e normativa

Al fine di consentire un migliore utilizzo dei servizi igienici da parte di tutti e in particolar modo ai disabili, la

legislazione italiana ha stabilito un dettagliato elenco di prescrizioni alle quali riferirsi per tutte le nuove costruzioni interessate dalla legge, nonché per quelle sottoposte a ristrutturazione.

Per i servizi igienici destinati agli ambienti pubblici valgono le norme contenute DM n. 236/1989, per cui deve essere prevista l'accessibilità ad almeno un w.c. ed un lavabo per ogni nucleo di servizi installato.

All'interno degli edifici destinati all'edilizia residenziale privata e pubblica, nei servizi igienici dovranno essere garantite le manovre di una sedia a ruote necessarie per l'utilizzazione degli apparecchi sanitari, ed in particolare:

- lo spazio necessario per l'accostamento laterale della sedia a ruote alla tazza e, ove presenti, al bidet, alla doccia, alla vasca da bagno, al lavatoio, alla lavatrice;
- lo spazio necessario per l'accostamento frontale della sedia a ruote al lavabo, che deve essere del tipo a mensola.

Le principali norme e linee guida per la progettazione e l'esecuzione dei servizi igienici destinati ai disabili sono contenute nei seguenti dispositivi legislativi:

- Decreto del Presidente della Repubblica 24 luglio 1996, n. 503 "Regolamento recante norme per l'eliminazione delle barriere architettoniche negli edifici, spazi e servizi pubblici";
- Decreto Ministeriale - Ministero dei Lavori Pubblici 14 giugno 1989, n. 236. "Prescrizioni tecniche necessarie a garantire l'accessibilità, l'adattabilità e la visitabilità degli edifici privati e di edilizia residenziale pubblica sovvenzionata e agevolata, ai fini del superamento e dell'eliminazione delle barriere architettoniche";
- Legge 9 gennaio 1989, n. 13 "Disposizioni per favorire il superamento e l'eliminazione delle barriere architettoniche negli edifici privati",
- [Norma UNI/PdR 24](#) "Abbattimento barriere architettoniche - Linee guida per la riprogettazione del costruito in ottica universal design",
- [Norma UNI 9182](#) "Impianti di alimentazione e distribuzione d'acqua fredda e calda - Progettazione, installazione e collaudo".

5.5.2 Ambiente bagno

Tenendo conto delle prescrizioni riportate in normativa, nell'esecuzione dei lavori relativi alla realizzazione di servizi igienici per disabili, si dovranno rispettare alcuni criteri guida ed in particolare assicurare i seguenti spazi minimi funzionali per:

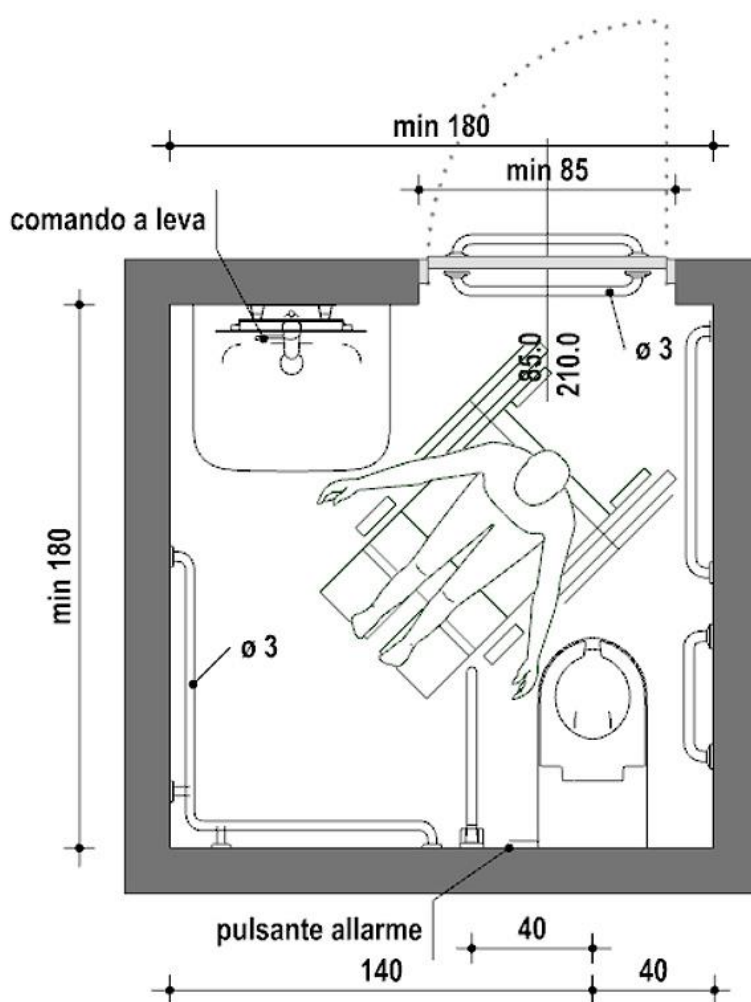
- aprire e chiudere comodamente la porta;
- accostarsi al wc e trasferirsi nel modo più consono alle proprie capacità (laterale, frontale, obliquo ecc.);
- trasferirsi dal wc al bidet nel modo più diretto;
- trasferirsi sul seggiolino della doccia e di manovrare comodamente la rubinetteria;
- entrare autonomamente nell'eventuale vasca;
- accostarsi alla finestra, laddove questa sia prevista, e manovrarla;
- eseguire le pulizie dei locali;
- utilizzare, la lavatrice laddove questa sia prevista;

Inoltre bisognerà garantire massima sicurezza rispetto alla distanza tra presa elettrica (laterale al lavabo) e vasca o doccia, una buona funzionalità impiantistica.

La porta di accesso, di luce minima di 85 cm, dovrà essere apribile verso l'esterno, anche se chiusa a chiave, o del tipo a scorrere. Nel caso di porta a battente sarà fissato un corrimano nella facciata interna della porta ad una altezza di 80 cm, in modo da consentire l'apertura a spinta della porta verso l'esterno.

Dovranno essere installate segnalazioni ottiche e acustiche da manovrare in caso di malore e i pavimenti dovranno essere del tipo antiscivolo.

Una serie di apparecchiature specifiche di supporto, come maniglioni speciali, sedili e ausili vari, dovranno essere installate per agevolare gli spostamenti all'interno dell'ambiente bagno ed i trasferimenti dalla sedia a rotelle ai sanitari, della persona con disabilità.



5.5.3 Lavabo

Il lavabo, per poter essere comodamente utilizzato, dovrà rispondere a queste caratteristiche:

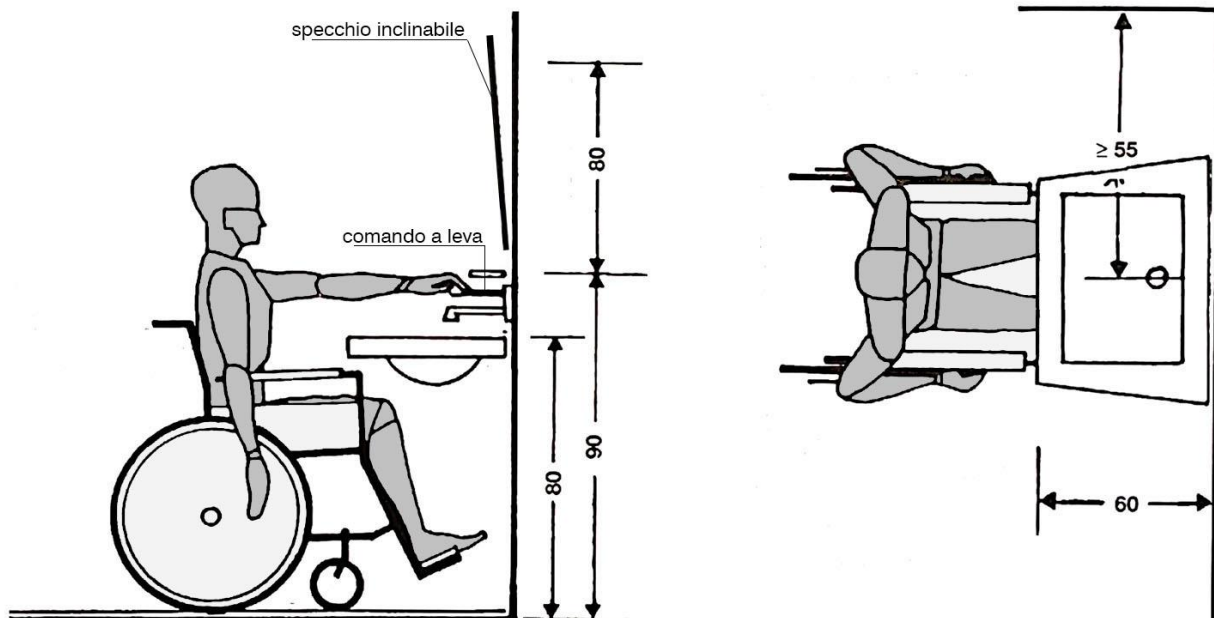
- essere del tipo a mensola, con una profondità minima pari a 60 cm in modo da poter accogliere la parte anteriore della sedia a rotelle;
- essere abbastanza grande per ridurre lo spargimento di acqua sul pavimento e la conseguente scivolosità;
- la distanza minima dal centro del lavabo alla parete dovrà essere di 55 cm e avere un'area di accesso minima di 91 cm in larghezza e 107 cm in lunghezza;
- i rubinetti saranno di presa sicura e facile movimento, come quelli a leva con movimento orizzontale;
- avere il portasapone inglobato nel lavabo;

e messo in opera seguendo le seguenti indicazioni:

- il lavabo dovrà essere posto nella parete opposta a quella del wc e con il piano superiore a 80 cm dal pavimento, per consentire il comodo inserimento della sedia a rotelle nella parte sottostante;
- le tubazioni di adduzione e di scarico, dovranno essere installate sotto traccia per evitare ogni possibile ingombro sotto il lavabo;
- l'acqua dovrà essere erogata già miscelata per evitare scottature, con la bocca di erogazione del rubinetto abbastanza alta affinché le mani stiano sotto comodamente.

Lo specchio dovrà essere fissato alla parete sopra il lavabo ad un'altezza compresa tra 90 e 170 cm dal pavimento, e inclinato rispetto alla stessa parete.

Nei locali aperti al pubblico potrà essere previsto l'asciugatore delle mani azionabile con pulsante o con fotocellula.



5.5.4 Vaso e bidet

Vaso

Innanzitutto il vaso dovrà essere posizionato nella parete opposta all'accesso, per garantire uno spazio adeguato all'avvicinamento e la rotazione di una sedia a rotelle, e una distanza per consentire un agevole presa.

Il vaso a sedere in ceramica dovrà essere del tipo ad installazione sospesa (ancorato alla parete verticale) e messo in opera secondo le seguenti indicazioni:

- sarà posto a una distanza minima di 40 cm da una parte e a 140 cm dall'altra, e l'altezza del piano superiore della tazza dovrà essere di 50 cm dal pavimento;
- ad un lato della tazza dovrà essere installato un corrimano verticale in tubo di acciaio di 3 cm rivestito e verniciato con materiale plastico antiusura, ben ancorato a pavimento e a soffitto, a una distanza dall'asse wc di 40 cm e a 15 cm dalla parete posteriore;
- un secondo corrimano verticale sarà posizionato dall'altro lato della tazza a una distanza di 30 cm dal bordo anteriore della tazza wc e di 15 cm dalla parete laterale;
- un corrimano orizzontale continuo dovrà essere fissato lungo l'intero perimetro del locale, a servizio di tutti gli altri sanitari, ad un'altezza di 80 cm dal pavimento e a una distanza a 5 cm dalla parete.

In caso di esigenze particolari, come opportunamente indicato dai grafici progettuali o dalla DL, si potranno installare:

- un tubo in acciaio posto a 195 cm dal pavimento con dei maniglioni scorrevoli orizzontalmente e verticalmente, per lo spostamento dalla sedia a rotelle al wc e al bidet, se posizionato a fianco alla tazza;
- sui lati destro e sinistro del vaso dei maniglioni a 80 cm dal pavimento e che ruotando di 90° possono essere addossati alla parete posteriore, per facilitare il trasferimento dalla sedia a rotelle al vaso sia frontale sia laterale.

La collocazione del cassone dell'acqua, nel tipo a zaino, fungerà anche da spalliera. L'azionamento potrà essere effettuato con un ampio pulsante oppure con gli arti inferiori per mezzo di comandi a pressione situati alla base della tazza.

Bidet

La posizione del bidet dovrà essere svincolata rispetto alle pareti del locale igienico, con il bordo posteriore staccato dalla parete di almeno 40 cm per un comodo inserimento della sedia a rotelle nel trasferimento laterale. La sua altezza sarà di 50 cm dal livello del pavimento.

La distanza tra il suo asse e la superficie del muro laterale dovrà essere pari ad almeno 40 cm, per uno spazio adeguato a sedersi e tornare in posizione verticale.

Un lato del bidet dovrà essere completamente libero almeno fino a 90 cm dalla mezzeria del sanitario, per permettere le manovre della sedia a rotelle.

Una barra di supporto orizzontale dovrà essere fissata sulla parete laterale al bidet a un'altezza di 80 cm dal pavimento, mentre barre verticali dovranno essere collocate di fronte all'apparecchio.

Nel caso riportato nel progetto esecutivo si potrà installare un apparecchio sanitario che include il wc e il bidet in un unico blocco.

5.5.5 Doccia

Per consentire l'accesso di una sedia a rotelle, la doccia dovrà essere a pavimento con misure pari a 120 x 120 cm e il piano minimamente inclinato per il deflusso dell'acqua verso lo scarico.

Lo spazio doccia ideale con sedile per il trasferimento sarà di 105 cm di larghezza, 90 cm di profondità e l'altezza della seduta pari a 40 cm, con una profondità di 35 cm e posizionato dalla parte dell'avvicinamento. I sedili saranno muniti di cardine per essere ribaltati per l'uso da parte dei disabili.

Davanti allo spazio doccia vi sarà un'area minima di 130x120 cm per l'avvicinamento della sedia a rotelle.

Lo spazio doccia dovrà essere dotato di barre di supporto per bilanciare il peso del corpo e sostenere i disabili negli spostamenti:

- una barra di supporto verticale dovrà essere collocata nello spazio che precede la doccia, con una distanza tra il sedile e la barra di 30 cm;
- un'altra barra verticale dovrà essere collocata nello spazio antistante il sedile a una distanza di 55 cm per aiutare il disabile nel sollevarsi dopo essersi lavato;
- barre di supporto orizzontali saranno collocate sul muro posteriore al sedile.

L'erogatore dell'acqua, collocato su una barra fissata a parete, dovrà essere ad altezza regolabile. Il termostato andrà posto sulla stessa parete dell'erogatore a 90 cm di altezza.

5.5.6 Vasca da bagno

Il trasferimento del disabile nella vasca da bagno può avvenire frontalmente, lateralmente, obliquamente o tramite ausili tecnici.

Nel trasferimento diretto frontale, lo spazio libero necessario per l'azione deve essere di 140 cm mentre per gli altri tre casi bastano 130 cm.

La vasca potrà essere dotata di un meccanismo che permetta di sollevare il disabile e collocarlo all'interno della vasca per mezzo di un seggiolino.

L'altezza massima dal bordo superiore della vasca dovrà essere di 50 cm dal pavimento.

Per impedire lo scivolamento la vasca da bagno non dovrà essere più lunga di 160 / 170 cm e con una profondità massima di 40 cm.

Se previsto dal progetto si dovrà installare una piattaforma in testata, per il trasferimento dentro la vasca, larga 40 cm e profonda quanto la vasca stessa. Una volta seduto su questa piattaforma, il disabile si può trasferire sul fondo della vasca oppure su di un seggiolino fissato a metà altezza dal fondo.

Nella parte anteriore della vasca (lato lungo) dovrà essere prevista una rientranza allo scopo di permettere un buon avvicinamento della sedia a rotelle e facilitarne la rotazione. La rientranza la si otterrà appoggiando la vasca su muretti posti sui lati corti ed evitando il tamponamento del lato lungo.

Per entrare e uscire dalla vasca si dovrà installare una barra verticale accessibile sia dall'interno che dall'esterno della vasca. Una barra orizzontale o inclinata, fissata al muro sul lato lungo della vasca, servirà per sollevare e abbassare il corpo seduti nella vasca.

5.5.7 Rubinetteria

Secondo quanto previsto dalle indicazioni progettuali si potrà installare rubinetteria:

- del tipo a fotocellula;
- con comando azionato a leva;
- azionata a pedana o a pavimento.

La bocca del rubinetto dovrà risultare abbastanza alta sul piano del lavabo per poter mettere sotto le mani con facilità e sicurezza.

Art. 5.6

IMPIANTO DI SCARICO ACQUE METEORICHE

In conformità all'art. 6, comma 1, del D.M. 22/01/2008, n. 37, gli impianti idrici ed i loro componenti devono rispondere alla regola dell'arte. Si considerano a regola d'arte gli impianti realizzati in conformità alla vigente normativa e alle norme dell'UNI, del CEI o di altri Enti di normalizzazione appartenenti agli Stati membri dell'Unione europea o che sono parti contraenti dell'accordo sullo spazio economico europeo.

- 1 Si intende per impianto di scarico acque meteoriche l'insieme degli elementi di raccolta, convogliamento, eventuale stoccaggio e sollevamento e recapito (a collettori fognari, corsi d'acqua, sistemi di dispersione nel terreno). L'acqua può essere raccolta da coperture o pavimentazioni all'aperto.
Il sistema di scarico delle acque meteoriche deve essere indipendente da quello che raccoglie e smaltisce le acque usate ed industriali. Esso deve essere previsto in tutti gli edifici ad esclusione di quelli storico-artistici.
Il sistema di recapito deve essere conforme alle prescrizioni della pubblica autorità in particolare per quanto attiene la possibilità di inquinamento.
Gli impianti di cui sopra si intendono funzionalmente suddivisi come segue:
 - converse di convogliamento e canali di gronda;
 - punti di raccolta per lo scarico (bocchettoni, pozzetti, caditoie, ecc.);
 - tubazioni di convogliamento tra i punti di raccolta ed i punti di smaltimento (verticali = pluviali; orizzontali = collettori);
 - punti di smaltimento nei corpi ricettori (fognature, bacini, corsi d'acqua, ecc.).
- 2 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, definiti nella norma [UNI EN 12056-3](#), oltre a quanto detto al comma 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 norma [UNI EN 607](#) soddisfa quanto detto sopra;
 - 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 EN 10088](#);
 - d) per i punti di smaltimento valgono per quanto applicabili le prescrizioni sulle fognature date dalle pubbliche autorità. Per i chiusini e le griglie di piazzali vale la norma [UNI EN 124](#).
- 3 Per la realizzazione dell'impianto si utilizzeranno i materiali, i componenti e le modalità indicate nei documenti progettuali, 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 EN 12056-3](#).
 - a) Per l'esecuzione delle tubazioni vale quanto riportato nell'articolo "*Impianti di scarico acque usate*". I pluviali montati all'esterno devono essere installati in modo da lasciare libero uno spazio tra parete e tubo di 5 cm, i fissaggi 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.

4 La Direzione dei Lavori per la realizzazione dell'impianto di scarico delle acque meteoriche opererà come segue.

- a) Nel corso dell'esecuzione dei lavori, con riferimento ai tempi 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 all'acqua come riportato nell'articolo sull'impianto di scarico acque usate.

- 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.

La Direzione 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.

Tutti i prodotti e/o materiali di cui al presente articolo, qualora possano essere dotati di marcatura CE secondo la normativa tecnica vigente, dovranno essere muniti di tale marchio.

Art. 5.7

IMPIANTI DI ADDUZIONE GAS

Si intende per impianti di adduzione del gas l'insieme di dispositivi, tubazioni, ecc. che servono a fornire il gas agli apparecchi utilizzatori (cucine, scaldacqua, bruciatori di caldaie, ecc.).

In conformità all'art. 6, comma 1, del D.M. 22/01/2008, n. 37, gli impianti di adduzione del gas ed i loro componenti devono rispondere alla regola dell'arte. Si considerano a regola d'arte gli impianti realizzati in conformità alla vigente normativa e alle norme dell'UNI, del CEI o di altri Enti di normalizzazione appartenenti agli Stati membri dell'Unione europea o che sono parti contraenti dell'accordo sullo spazio economico europeo.

La Direzione dei Lavori ai fini della loro accettazione procederà come segue:

- verificherà l'insieme dell'impianto a livello di progetto per accertarsi che vi sia la dichiarazione di conformità alla legislazione antincendio e alla legislazione di sicurezza (legge 6 dicembre 1971, n. 1083, e al DM 37/2008). [Per il rispetto della legge 1083/1971 "Norme per la sicurezza dell'impiego del gas combustibile" si devono adottare e rispettare tutte le norme UNI che decreti ministeriali hanno reso vincolanti ai fini del rispetto della legge stessa].
- verificherà che la componentistica approvvigionata in cantiere risponda alle norme UNI-CIG rese vincolanti dai decreti ministeriali emanati in applicazione della legge 1083/71 e s.m.i. e del D.M. 37/2008, e per la componentistica non soggetta a decreto, verificherà la rispondenza alle norme UNI; questa verifica sarà effettuata su campioni prelevati in sito ed eseguendo prove (anche parziali) oppure richiedendo un attestato di conformità (Per alcuni componenti la presentazione della dichiarazione di conformità è resa obbligatoria dai precitati decreti e può essere sostituita dai marchi IMQ e/o UNI-CIG) dei componenti e/o materiali alle norme UNI;
- verificherà in corso d'opera ed a fine opera che vengano eseguiti i controlli ed i collaudi di tenuta, pressione, ecc. previsti dalla legislazione antincendio e dalle norme tecniche rese vincolanti con i decreti precitati.

Tutti i prodotti e/o materiali di cui al presente articolo, qualora possano essere dotati di marcatura CE secondo la normativa tecnica vigente, dovranno essere muniti di tale marchio.

Art. 5.8

IMPIANTI ANTIEFFRAZIONE ED ANTINTRUSIONE

5.8.1) Disposizioni Generali

1 Direzione dei Lavori.

La Direzione 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 ed a 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.

2 Edifici Demaniali.

In questi edifici per quanto riguarda gli impianti di allarme, l'impresa esecutrice dovrà rilasciare apposita certificazione, verificata favorevolmente dalla AUSL competente, attestante che gli impianti medesimi sono stati eseguiti in conformità alle normative CEI.

3 Norme e Leggi.

Gli impianti di allarme dovranno essere realizzati a regola d'arte in rispondenza alla legge 186/68 e s.m.i. 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 79-2. Impianti antieffrazione, antintrusione, antifurto e antiaggressione. Norme particolari per le apparecchiature.
- CEI 79-3. Impianti antieffrazione, antintrusione, antifurto e antiaggressione. Norme particolari per gli impianti antieffrazione e antintrusione. (Prescrizioni per la progettazione, installazione, esercizio e manutenzione degli impianti di allarme intrusione e rapina)
- CEI EN 60839-11-1. Sistemi di allarme e di sicurezza elettronica - Parte 11-1: Sistemi elettronici di controllo d'accesso
- CEI 64-8. Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000V in corrente alternata a 1500V in corrente continua.
- CEI 64-2. Impianti elettrici nei luoghi con pericolo di esplosione o di incendio.
- CEI 64-12. Impianti di terra negli edifici civili - Raccomandazioni per l'esecuzione.
- CEI 99-5. Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione di energia elettrica. Impianti di terra.
- CEI 103-1. Impianti telefonici interni.
- CEI 64-50. Edilizia ad uso residenziale e terziario. Guida per l'integrazione degli impianti elettrici utilizzatori e per la predisposizione delle infrastrutture per gli impianti di comunicazioni e impianti elettronici negli edifici.

4 Prove sulle apparecchiature

- Antintrusione, antifurto, antieffrazione.

Al fine di garantire la piena funzionalità di esercizio ed ai sensi della norma vigente, 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 norme CEI applicabili; 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.

Art. 5.8.2 SMALTIMENTO DEI RIFIUTI

Imballaggio dei rifiuti contenenti amianto

L'imballaggio del materiale contenente amianto deve essere effettuato con tutti gli accorgimenti atti a ridurre il pericolo di rotture accidentali. Tutti i materiali devono essere avviati al trasporto in doppio contenitore, imballando separatamente i materiali taglienti. Il primo contenitore deve essere un sacco di materiale impermeabile (polietilene), di spessore adeguato (almeno 0,15 mm); come secondo contenitore possono essere utilizzati sacchi o fusti rigidi. I sacchi vanno riempiti per non più di due terzi, in modo che il peso del sacco pieno non ecceda i 30 kg. L'aria in eccesso dovrebbe essere aspirata con un aspiratore a filtri assoluti; la chiusura andrebbe effettuata a mezzo termosaldatura o doppio legaccio. Tutti i contenitori devono essere etichettati. L'uso del doppio contenitore è fondamentale, in quanto il primo sacco, nel quale l'amianto viene introdotto appena rimosso all'interno del cantiere, è inevitabilmente contaminato. Il secondo contenitore non deve mai essere portato dentro l'area di lavoro, ma solo nei locali puliti dell'unità di decontaminazione.

Modalità di allontanamento dei rifiuti dall'area di lavoro

L'allontanamento dei rifiuti dall'area di lavoro deve essere effettuato in modo da ridurre il più possibile il pericolo di dispersione di fibre. A tal fine il materiale viene insaccato nell'area di lavoro e i sacchi, dopo la chiusura e una prima pulizia della superficie, vanno portati nell'unità di decontaminazione. Quando ciò sia possibile è preferibile che venga installata una distinta unità operativa destinata esclusivamente al passaggio dei materiali. Questa deve essere costituita da almeno tre locali: il primo è un'area di lavaggio dei sacchi; il successivo è destinato al secondo insaccamento; nell'ultimo locale i sacchi vengono depositati per essere successivamente allontanati dall'area di lavoro.

All'interno dell'unità operano due distinte squadre di lavoratori: la prima provvede al lavaggio, al secondo insaccamento ed al deposito dei sacchi; la seconda entra dall'esterno nell'area di deposito e porta fuori i rifiuti. La presenza di due squadre è necessaria per impedire che i lavoratori provenienti dall'area di lavoro escano all'esterno indossando indumenti contaminati, provocando così un'inevitabile dispersione di fibre.

Nessun operatore deve mai utilizzare questo percorso per entrare o uscire dall'area di lavoro. A tal fine è opportuno che l'uscita dei sacchi avvenga in un'unica fase, al termine delle operazioni di rimozione e che, fino a quel momento, il percorso rimanga sigillato.

Quando venga utilizzato per l'evacuazione dei materiali l'unità di decontaminazione destinata agli operatori, il lavaggio dei sacchi deve avvenire nel locale doccia, il secondo insaccamento nella chiusa d'aria, mentre il locale incontaminato sarà destinato al deposito. In tali casi dovranno essere previste tre squadre di operatori: la prima introduce i sacchi dall'area di lavoro nell'unità, la seconda esegue le operazioni di lavaggio e insaccamento all'interno dell'unità, la terza provvede all'allontanamento dei sacchi. In entrambi i casi tutti gli operatori, tranne quelli addetti all'ultima fase di allontanamento, devono essere muniti di mezzi di protezione e seguire le procedure di decontaminazione per uscire dall'area di lavoro.

I sacchi vanno movimentati evitando il trascinarsi; è raccomandato l'uso di un carrello chiuso.

Ascensori e montacarichi, eventualmente utilizzati, vanno rivestiti con teli di polietilene, in modo che possano essere facilmente decontaminati nell'eventualità della rottura di un sacco. Il percorso dal cantiere all'area di stoccaggio in attesa del trasporto in discarica deve essere preventivamente studiato, cercando di evitare, per quanto possibile, di attraversare aree occupate dell'edificio.

Fino al prelievo da parte della ditta autorizzata al trasporto, i rifiuti devono essere depositati in un'area all'interno dell'edificio, chiusa ed inaccessibile agli estranei. Possono essere utilizzati in alternativa anche container scarrabili, purché chiusi anche nella parte superiore e posti in un'area controllata.

Conferimento dei rifiuti

I rifiuti dovranno essere conferiti nelle discariche idonee all'accoglimento della tipologia di materiale contenente amianto, nell'ambito del territorio nazionale.

Le norme in merito alla classificazione dei rifiuti stabiliscono che un rifiuto contenente amianto deve essere classificato come "pericoloso". Qualora infatti contenga "sostanze riconosciute come cancerogene (Categorie 1 o 2) in concentrazione $\geq 0,1\%$ " deve essere classificato secondo il Catalogo Europeo dei Rifiuti (CER) come rifiuto pericoloso.

In particolare si ricordano i principali codici di riferimento direttamente correlati all'amianto: tali rifiuti, pertanto, possono essere smaltiti, secondo le normative vigenti, in idonee discariche secondo le modalità indicate dai [D.Lgs. 36/2003](#) e [D.M. 27/9/2010](#) o avviati al recupero, secondo le modalità indicate dal [D.M. 248/2004](#).

C.E.R. (rifiuti pericolosi)	Identificativo C.E.R.
06.07.01*	Rifiuti dei processi elettrolitici, contenenti

	amianto.
06.13.04*	Rifiuti dalla lavorazione dell'amianto.
10.13.09*	Rifiuti della fabbricazione di amianto-cemento, contenenti amianto.
15.01.11*	Imballaggi metallici contenenti matrici solide porose pericolose (ad es. amianto).
15.02.02*	Assorbenti, materiali filtranti, stracci e indumenti protettivi, contaminati da sostanze pericolose.
16.01.11*	Pastiglie per freni, contenenti amianto.
16.02.12*	Apparecchiature fuori uso, contenenti amianto in fibre libere.
17.01.06*	Miscugli o scorie di cemento, mattoni, mattonelle e ceramiche, contenenti sostanze pericolose.
17.04.09*	Rifiuti metallici contaminati da sostanze pericolose.
17.05.03*	Terre e rocce contenenti sostanze pericolose.
17.05.07*	Pietrisco per massicciate ferroviarie, contenente sostanze pericolose.
17.06.01*	Materiali isolanti contenenti amianto.
17.06.05*	Materiali da costruzione contenenti amianto.
17.08.01*	Materiali da costruzione a base di gesso contaminati da sostanze pericolose.
19.03.04*	Rifiuti contrassegnati come pericolosi, parzialmente stabilizzati.
19.03.06*	Rifiuti contrassegnati come pericolosi, solidificati.
19.13.01*	Rifiuti solidi prodotti dalle operazioni di bonifica dei terreni, contenenti sostanze pericolose.
19.13.03*	Fanghi prodotti dalle operazioni di bonifica dei terreni, contenenti sostanze pericolose.

Per ciò che concerne le discariche il l'allegato 2 del D.M. 27/9/2010 prevede i parametri di riferimento riportati di seguito.

Criteri di ammissibilità dei rifiuti di amianto o contenenti amianto

Principi

I rifiuti di amianto o contenenti amianto possono essere conferiti nelle seguenti tipologie di discarica:

- discarica per rifiuti pericolosi, dedicata o dotata di cella dedicata;
- discarica per rifiuti non pericolosi, dedicata o dotata di cella mono-dedicata per i rifiuti individuati dal codice dell'elenco europeo dei rifiuti 17 06 05; per le altre tipologie di rifiuti contenenti amianto, purché sottoposti a processi di trattamento ai sensi di quanto previsto dal decreto ministeriale n. 248 del 29 luglio 2004 e con valori conformi alla tabella 1, verificati con periodicità stabilita dall'autorità competente presso l'impianto di trattamento.

Tabella 1

Criteri di ammissibilità a discariche per rifiuti non pericolosi dei rifiuti contenenti amianto trattati

Parametro Valori

Contenuto di amianto (% in peso) < 30

Densità apparente (g/cm³) > 2

Densità relativa (%) > 50

Indice di rilascio < 0,6

1. Oltre ai criteri e requisiti generali previsti per le discariche di rifiuti pericolosi e non pericolosi, per il conferimento di rifiuti di amianto o contenenti amianto nelle discariche individuate ai precedenti punti, devono essere rispettati modalità e criteri di smaltimento, dotazione di attrezzature e personale, misure di protezione del personale dalla contaminazione da fibre di amianto indicate al successivo punto 2.
2. Modalità e criteri di deposito dei rifiuti contenenti amianto. Il deposito dei rifiuti contenenti amianto deve avvenire direttamente all'interno della discarica in celle appositamente ed esclusivamente dedicate e deve essere effettuato in modo tale da evitare la frantumazione dei materiali. Le celle devono essere coltivate ricorrendo a sistemi che prevedano la realizzazione di settori o trincee.

Devono essere spaziate in modo da consentire il passaggio degli automezzi senza causare la frantumazione dei rifiuti contenenti amianto. Per evitare la dispersione di fibre, la zona di deposito deve essere coperta con materiale appropriato, quotidianamente e prima di ogni operazione di compattamento e, se i rifiuti non sono imballati, deve essere regolarmente irrigata. I materiali impiegati per copertura giornaliera devono avere consistenza plastica, in modo da adattarsi alla forma e ai volumi dei materiali da ricoprire e da costituire un'adeguata protezione contro la dispersione di fibre, con uno strato di terreno di almeno 20 cm di spessore. Nella discarica o nell'area non devono essere svolte attività, quali le perforazioni, che possono provocare una dispersione di fibre. Deve essere predisposta e conservata una mappa indicante la collocazione dei rifiuti contenenti amianto all'interno della discarica o dell'area. Nella destinazione d'uso dell'area dopo la chiusura devono essere prese misure adatte a impedire il contatto tra rifiuti e persone. Nella copertura finale dovrà essere operato il recupero a verde dell'area di discarica, che non dovrà essere interessata da opere di escavazione ancorché superficiale. Nella conduzione delle discariche dove possono essere smaltiti rifiuti contenenti amianto, si applicano le disposizioni di cui al titolo IX, capo III, del Decreto legislativo 9 aprile 2008, n. 81.

Per ciò che concerne il recupero, il D.M. n.248 del 29/7/2004, prevede all'Allegato A due tipologie di processi di trattamento consentiti:

A - Trattamenti che riducono il rilascio di fibre dei RCA senza modificare la struttura cristallografica dell'amianto o modificando in modo parziale, la destinazione finale di tali rifiuti trattati, che rispondano ai requisiti dell'allegato 2, è comunque lo smaltimento in discarica.

<i>Tipologia di trattamento</i>	<i>Effetto</i>	<i>Destinazione materiale ottenuto</i>
<i>Stabilizzazione/solidificazione in matrice organica o inorganica stabile non reattiva. Incapsulamento Modificazione parziale della struttura cristallografica</i>	<i>Riduzione del rilascio di fibre</i>	<i>Discarica</i>

B - Trattamenti che modificano completamente la struttura cristallografica dell'amianto e che quindi annullano la pericolosità connessa ai minerali di amianto; la destinazione finale dei materiali derivanti da tali trattamenti, che rispondano ai requisiti dell'allegato 3, deve essere di norma il riutilizzo come materia prima.

<i>Tipologia di trattamento</i>	<i>Effetto</i>	<i>Destinazione materiale ottenuto</i>
<i>Modificazione chimica</i>	<i>Trasformazione totale delle fibre di amianto</i>	<i>Riutilizzo come materia prima</i>
<i>Modificazione mecanochimica</i>		
<i>Litificazione</i>		
<i>Vetrificazione</i>		
<i>Vetroceramizzazione</i>		
<i>Mitizzazione Piroclitica</i>		
<i>Produzione di clinker</i>		
<i>Ceramizzazione</i>		

CAPITOLO 9

IMPIANTI ELETTRICI

**CARATTERISTICHE E QUALITÀ DEI MATERIALI - ESECUZIONE DEI LAVORI - VERIFICHE E
PROVE IN CORSO D'OPERA DEGLI IMPIANTI**

Art. 5.9.1 CARATTERISTICHE E QUALITÀ DEI MATERIALI

5.9.1.1 Indicazioni generali

Quale regola generale si intende che tutti i materiali, apparecchiature e componenti, previsti per la realizzazione degli impianti dovranno essere muniti del Marchio Italiano di Qualità (IMQ) e/o del contrassegno CEI o di altro Marchio e/o Certificazione equivalente.

Tali materiali e apparecchiature saranno nuovi, di alta qualità, di sicura affidabilità, completi di tutti gli elementi accessori necessari per la loro messa in opera e per il corretto funzionamento, anche se non espressamente citati nella documentazione di progetto; inoltre, dovranno essere conformi, oltre che alle prescrizioni contrattuali, anche a quanto stabilito da Leggi, Regolamenti, Circolari e Normative Tecniche vigenti (UNI, CEI UNEL ecc.), anche se non esplicitamente menzionate.

I materiali e i componenti devono corrispondere alle prescrizioni di legge e del presente Capitolato Speciale; essi dovranno essere della migliore qualità e perfettamente lavorati, e possono essere messi in opera solamente dopo l'accettazione della Direzione dei Lavori.

Per quanto non espresso nel presente Capitolato Speciale, relativamente all'accettazione, qualità e impiego dei materiali, alla loro provvista, il luogo della loro provenienza e l'eventuale sostituzione di quest'ultimo, si applicano le disposizioni di cui all'art. 4, allegato II.14 del d.lgs. 36/2023 e artt. 16, 17, 18 e 19 del Capitolato Generale d'Appalto D.M. 145/2000 e s.m.i.

Il Direttore dei Lavori si riserva il diritto di autorizzarne l'impiego o di richiederne la sostituzione, a suo insindacabile giudizio, senza che per questo possano essere richiesti indennizzi o compensi suppletivi di qualsiasi natura e specie.

Tutti i materiali che verranno scartati dal Direttore dei Lavori, dovranno essere immediatamente sostituiti, siano essi depositati in cantiere, completamente o parzialmente in opera, senza che l'Appaltatore abbia nulla da eccepire. Dovranno quindi essere sostituiti con materiali idonei rispondenti alle caratteristiche e ai requisiti richiesti.

Salvo diverse disposizioni del Direttore dei Lavori, nei casi di sostituzione i nuovi componenti dovranno essere della stessa marca, modello e colore di quelli preesistenti, la cui fornitura sarà computata con i prezzi degli elenchi allegati. Per comprovati motivi, in particolare nel caso di componenti non più reperibili sul mercato, l'Appaltatore dovrà effettuare un'accurata ricerca al fine di reperirne i più simili a quelli da sostituire sia a livello tecnico-funzionale che estetico.

Tutti i materiali, muniti della necessaria documentazione tecnica, dovranno essere sottoposti, prima del loro impiego, all'esame del Direttore dei Lavori, affinché essi siano riconosciuti idonei e dichiarati accettabili.

L'accettazione dei materiali, delle apparecchiature e degli impianti è vincolata dall'esito positivo di tutte le verifiche prescritte dalle norme o richieste dal Direttore dei Lavori, che potrà effettuare in qualsiasi momento (preliminarmente o anche ad impiego già avvenuto) gli opportuni accertamenti, visite, ispezioni, prove, analisi e controlli.

Tutti i materiali per i quali è prevista l'omologazione, o certificazione similare, da parte dell'I.N.A.I.L., V.V.F., A.S.L. o altro Ente preposto saranno accompagnati dal documento attestante detta omologazione.

Tutti i materiali e le apparecchiature impiegate e le modalità del loro montaggio dovranno essere tali da:

- a) garantire l'assoluta compatibilità con la funzione cui sono preposti;
- b) armonizzarsi a quanto già esistente nell'ambiente oggetto di intervento.

Tutti gli interventi e i materiali impiegati in corrispondenza delle compartimentazioni antincendio verticali ed orizzontali dovranno essere tali da non degradarne la Classe REI.

La Stazione Appaltante si riserva la facoltà di fornire alla Ditta aggiudicataria, qualora lo ritenesse opportuno, tutti o parte dei materiali da utilizzare, senza che questa possa avanzare pretese o compensi aggiuntivi per le prestazioni che deve fornire per la loro messa in opera.

5.9.1.2 Caratteristiche tecniche di impianti e componenti

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, ausiliari e telefonici, ove non diversamente concordato e specificato, si potranno assumere le indicazioni formulate dalla [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 l'azienda fornitrice dello stesso.

Criteri di progetto

Per gli impianti elettrici, nel caso più generale, è indispensabile l'analisi dei carichi previsti e prevedibili per la definizione del carico convenzionale dei componenti e del sistema.

Con riferimento alla configurazione e costituzione degli impianti, che saranno riportate su adeguati schemi e planimetrie, è necessario il dimensionamento dei circuiti sia per il funzionamento normale a regime, che per il funzionamento anomalo per sovracorrente. Ove non diversamente stabilito, la caduta di tensione nell'impianto non deve essere superiore al 4% del valore nominale.

È indispensabile la valutazione delle correnti di corto circuito massimo e minimo delle varie parti dell'impianto. Nel dimensionamento e nella scelta dei componenti occorre assumere per il corto circuito minimo valori non superiori a quelli effettivi presumibili, mentre per il corto circuito massimo valori non inferiori ai valori minimali eventualmente indicati dalla normativa e comunque non inferiori a quelli effettivi presumibili.

È opportuno:

- ai fini della protezione dei circuiti terminali dal corto circuito minimo, adottare interruttori automatici con caratteristica L o comunque assumere quale tempo d'intervento massimo per essi 0,4s;
- ai fini della continuità e funzionalità ottimale del servizio elettrico, curare il coordinamento selettivo dell'intervento dei dispositivi di protezione in serie, in particolare degli interruttori automatici differenziali.

Per gli impianti ausiliari e telefonici saranno fornite caratteristiche tecniche ed elaborati grafici (schemi o planimetrie).

Criteri di scelta dei componenti

I componenti devono essere conformi alle prescrizioni di sicurezza delle rispettive norme e scelti e messi in opera tenendo conto delle caratteristiche di ciascun ambiente.

5.9.1.3 Accettazione dei materiali

I materiali dei quali siano richiesti i campioni, non potranno essere posti in opera che dopo l'accettazione da parte della Stazione Appaltante. Questa dovrà dare il proprio responso entro sette giorni dalla presentazione dei campioni, in difetto il ritardo graverà sui termini di consegna delle opere.

Le parti si accorderanno per l'adozione, per i prezzi e per la consegna qualora nel corso dei lavori si fossero utilizzati materiali non contemplati nel contratto.

L'Impresa aggiudicataria dovrà provvedere, a proprie spese e nel più breve tempo possibile, all'allontanamento dal cantiere ed alla sostituzione di eventuali componenti ritenuti non idonei dal Direttore dei Lavori.

L'accettazione dei materiali da parte del Direttore dei Lavori, non esonera l'Appaltatore dalle responsabilità che gli competono per il buon esito dell'intervento.

Art. 5.9.1.4 Cavi

Con la denominazione di cavo elettrico si intende indicare un conduttore uniformemente isolato oppure un insieme di più conduttori isolati, ciascuno rispetto agli altri e verso l'esterno, e riuniti in un unico complesso

provvisto di rivestimento protettivo.

La composizione dei cavi ammessi sono da intendersi nelle seguenti parti:

- il conduttore: la parte metallica destinata a condurre la corrente;
- l'isolante: lo strato esterno che circonda il conduttore;
- l'anima: il conduttore con il relativo isolante;
- lo schermo: uno strato di materiale conduttore che è inserito per prevenire i disturbi;
- la guaina: il rivestimento protettivo di materiale non metallico aderente al conduttore.

Il sistema di designazione, ricavato dalla Norma [CEI 20-27](#), si applica ai cavi da utilizzare armonizzati in sede CENELEC. I tipi di cavi nazionali, per i quali il CT 20 del CENELEC ha concesso espressamente l'uso, possono utilizzare tale sistema di designazione. Per tutti gli altri cavi nazionali si applica la tabella [CEI-UNEL 35011](#): "Sigle di designazione".

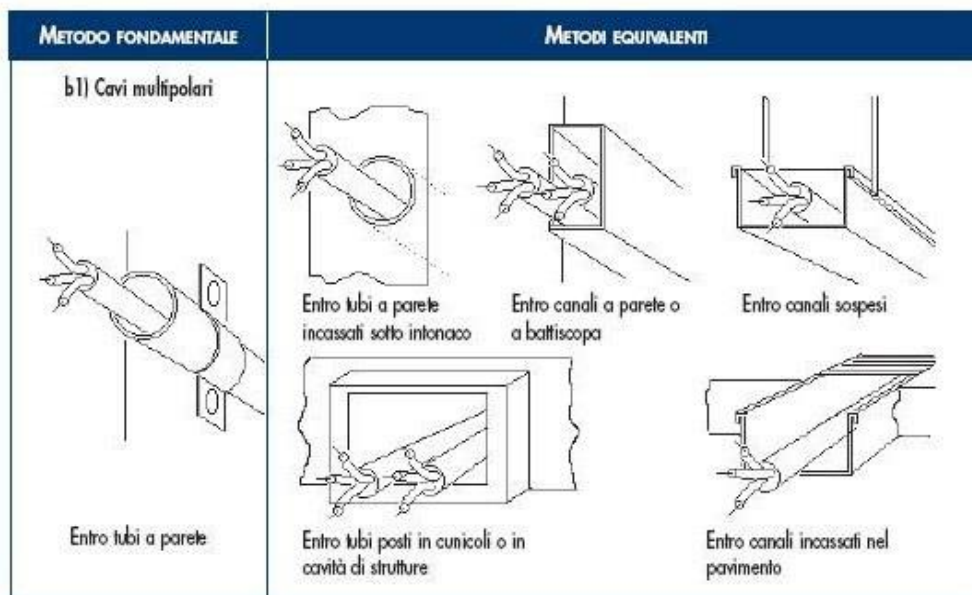
Ai fini della designazione completa di un cavo, la sigla deve essere preceduta dalla denominazione "Cavo" e dalle seguenti codifiche:

1. Numero, sezione nominale ed eventuali particolarità dei conduttori;
2. Natura e grado di flessibilità dei conduttori;
3. Natura e qualità dell'isolante;
4. Conduttori concentrici e schermi sui cavi unipolari o sulle singole anime dei cavi multipolari;
5. Rivestimenti protettivi (guaine/armature) su cavi unipolari o sulle singole anime dei cavi multipolari;
6. Composizione e forma dei cavi;
7. Conduttori concentrici e schermi sull'insieme delle anime dei cavi multipolari;
8. Rivestimenti protettivi (guaine armature) sull'insieme delle anime dei cavi multipolari;
9. Eventuali organi particolari;
10. Tensione nominale.

Alla sigla seguirà la citazione del numero della tabella CEI-UNEL, ove questa esista, e da eventuali indicazioni o prescrizioni complementari precisati.

Isolamento dei cavi

I cavi utilizzati nei sistemi di prima categoria dovranno essere adatti a tensione nominale verso terra e tensione nominale (U_0/U) non inferiori a 450/750V. Quelli utilizzati nei circuiti di segnalazione e comando dovranno essere adatti a tensioni nominali non inferiori a 300/500V. Questi ultimi, se posati nello stesso tubo, condotto o canale con cavi previsti con tensioni nominali superiori, dovranno essere adatti alla tensione nominale maggiore. I metodi di installazione consentiti potranno comprendere uno o più tra quelli illustrati di seguito, come da indicazione progettuale e/o della Direzione Lavori:



Colorazione delle anime

I conduttori impiegati nell'esecuzione degli impianti dovranno essere contraddistinti dalle colorazioni previste dalle vigenti tabelle di unificazione [CEI UNEL 00712](#), [00722](#), [00724](#), [00726](#), [00727](#) e [CEI EN 50334](#). In particolare i conduttori di neutro e protezione dovranno essere contraddistinti rispettivamente ed esclusivamente con il colore blu chiaro e con il bicolore giallo-verde. Per quanto riguarda i conduttori di fase, gli

stessi dovranno essere contraddistinti in modo univoco per tutto l'impianto dai colori: nero, grigio (cenere) e marrone.

Saranno comunque ammesse altre colorazioni per cavi in bassa tensione, in particolare per cavi unipolari secondo la seguente tabella:

Individuazione dei conduttori tramite colori		
Uso		Colore
consigliato come conduttore di fase		nero
consigliato come conduttore di fase		marrone
per uso generale		rosso
per uso generale		arancione
conduttore di neutro o mediano		blu chiaro
per uso generale		viola
per uso generale		grigio
per uso generale		bianco
per uso generale		rosa
per uso generale		turchese
conduttore di protezione (PE)		giallo-verde
conduttore PEN		blu chiaro con marcature giallo-verde alle terminazioni
conduttore PEN		giallo-verde con marcature blu chiaro alle terminazioni
conduttore di neutro o mediano nudo quando identificato mediante colore		banda blu chiara, larga da 15 mm a 100 mm, in ogni comparto o unità e in ogni posizione accessibile
		colorazione blu chiaro per tutta la lunghezza
conduttore di protezione nudo quando identificato mediante colore		nastro bi-colore giallo-verde, largo da 15 mm a 100 mm, in ogni comparto o unità e in ogni posizione accessibile
		colorazione giallo-verde per tutta la lunghezza

Prescrizioni riguardanti i circuiti - Cavi e conduttori

Il decreto legislativo n.106/2017 vieta a partire dal 9 agosto 2017 l'installazione di cavi non conformi al Regolamento UE "CPR" n. 305/2011 immessi sul mercato dopo il primo luglio 2017.

I cavi non ancora disponibili al momento della redazione del progetto potranno essere prescritti dal professionista e installati purchè immessi sul mercato prima del primo luglio. I cavi acquistati prima del primo luglio potranno essere utilizzati senza limiti di tempo. Tuttavia dovranno essere impiegati cavi CPR corrispondenti qualora questi dovessero rendersi disponibili sul mercato prima dell'esecuzione dell'impianto.

Sezioni minime e cadute di tensione ammesse

Le sezioni dei conduttori calcolate in funzione della potenza impegnata e della lunghezza dei circuiti (affinché la caduta di tensione non superi il valore del 4% della tensione a vuoto) dovranno essere scelte tra quelle unificate. In ogni caso non dovranno essere superati i valori delle portate di corrente ammesse, per i diversi tipi di conduttori, dalle tabelle di unificazione CEI UNEL 35024/1 ÷ 2.

Indipendentemente dai valori ricavati con le precedenti indicazioni, le sezioni minime ammesse sono:

- 0,75 mm² per 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 kW;
- 4 mm² per montanti singoli e linee alimentanti singoli apparecchi utilizzatori con potenza nominale superiore a 3 kW;

Sezione minima dei conduttori neutri

La sezione del conduttore di neutro non dovrà essere inferiore a quella dei corrispondenti conduttori di fase. In circuiti polifasi con conduttori di fase aventi sezione superiore a 16 mm² se in rame od a 25 mm² se in alluminio, la sezione del conduttore di neutro potrà essere inferiore a quella dei conduttori di fase, col minimo

tuttavia di 16 mm² (per conduttori in rame), purché siano soddisfatte le condizioni dell'art. 524.3 della norma [CEI 64-8/5](#).

Sezione dei conduttori di terra e protezione

La sezione dei conduttori di protezione, cioè dei conduttori che collegano all'impianto di terra le parti da proteggere contro i contatti indiretti, se costituiti dallo stesso materiale dei conduttori di fase, non dovrà essere inferiore a quella indicata nella tabella seguente, tratta dall'art. 543.1.2 della norma [CEI 64-8/5](#).

SEZIONE MINIMA DEL CONDUTTORE DI PROTEZIONE	
Sezione del conduttore di fase dell'impianto S (mm²)	Sezione minima del conduttore di protezione Sp (mm²)
S ≤ 16	Sp = S
16 < S ≤ 35	Sp = 16
S > 35	Sp = S/2

In alternativa ai criteri sopra indicati sarà consentito il calcolo della sezione minima del conduttore di protezione mediante il metodo analitico indicato nell'art. 543.1.1 della norma [CEI 64-8/5](#).

Sezione minima del conduttore di terra

La sezione del conduttore di terra dovrà essere non inferiore a quella del conduttore di protezione (in accordo all'art. 543.1 CEI 64-8/5) con i minimi di seguito indicati tratti dall'art. 542.3.1 della norma CEI 64-8/5:

Sezione minima (mm²)

- protetto contro la corrosione ma non meccanicamente 16 (CU) 16 (FE);
- non protetto contro la corrosione 25 (CU) 50 (FE).

Classi di prestazione dei cavi elettrici in relazione all'ambiente di installazione / livello di rischio incendio

La Norma [CEI UNEL 35016](#) fissa, sulla base delle prescrizioni normative installative CENELEC e CEI, le quattro classi di reazione al fuoco per i cavi elettrici in relazione al Regolamento Prodotti da Costruzione (UE 305/2011), che consentono di rispettare le prescrizioni installative nell'attuale versione della Norma CEI 64-8.

La Norma CEI UNEL si applica a tutti i cavi elettrici, siano essi per il trasporto di energia o di trasmissione dati con conduttori metallici o dielettrici, per installazioni permanenti negli edifici e opere di ingegneria civile con lo scopo di supportare progettisti ed utilizzatori nella scelta del cavo adatto per ogni tipo di installazione.

CLASSIFICAZIONE DI REAZIONE AL FUOCO				LUOGHI	CAVI
Requisito principale	Classificazione aggiuntiva			Tipologie degli ambienti di installazione	Designazione CPR (Cavi da utilizzare)
Fuoco (1)	Fumo (2)	Gocce (3)	Acidità (4)		
B2ca	s1a	d1	a1	AEROSTAZIONI • STAZIONI FERROVIARIE • STAZIONI MARITTIME • METROPOLITANE IN TUTTO O IN PARTE SOTTERRANEE • GALLERIE STRADALI DI LUNGHEZZA SUPERIORE AI 500M • FERROVIE SUPERIORI A 1000M.	FG 180M16 1- 0,6/1 kV FG 180M18 - 0,6/1 kV
Cca	s1b	d1	a1	STRUTTURE SANITARIE CHE EROGANO PRESTAZIONI IN REGIME DI RICOVERO OSPEDALIERO E/O RESIDENZIALE A CICLO CONTINUATIVO E/O DIURNO • CASE DI RIPOSO PER ANZIANI CON OLTRE 25 POSTI LETTO • STRUTTURE SANITARIE CHE EROGANO PRESTAZIONI DI ASSISTENZA SPECIALISTICA IN REGIME AMBULATORIALE, IVI COMPRESSE QUELLE RIABILITATIVE, DI DIAGNOSTICA STRUMENTALE E DI LABORATORIO • LOCALI DI SPETTACOLO E DI INTRATTENIMENTO IN GENERE IMPIANTI E CENTRI SPORTIVI, PALESTRE, SIA DI	FG160M16 - 0,6/1 kV
					FG17 - 450/750 V H07Z1-N Type2 450/750 V

				CARATTERE PUBBLICO CHE PRIVATO • ALBERGHI • PENSIONI • MOTEL • VILLAGGI ALBERGO • RESIDENZE TURISTICO-ALBERGHIERE • STUDENTATI • VILLAGGI TURISTICI • AGRITURISMI • OSTELLI PER LA GIOVENTÙ • RIFUGI ALPINI • BED & BREAKFAST • DORMITORI • CASE PER FERIE CON OLTRE 25 POSTI LETTO • STRUTTURE TURISTICO-RICETTIVE ALL'ARIA APERTA (CAM-PEGGI, VILLAGGI TURISTICI, ECC.) CON CAPACITÀ RICETTIVA SUPERIORE A 400 PERSONE • SCUOLE DI OGNI ORDINE, GRADO E TIPO, COLLEGI, ACCADEMIE CON OLTRE 100 PERSONE PRESENTI • ASILI NIDO CON OLTRE 30 PERSONE PRESENTI • LOCALI ADIBITI AD ESPOSIZIONE E/O VENDITA ALL'INGROSSO AL DETTAGLIO, FIERE E QUARTIERI FIERISTICI • AZIENDE ED UFFICI CON OLTRE 300 PERSONE PRESENTI • BIBLIOTECHE • ARCHIVI • MUSEI • GALLERIE • ESPOSIZIONI • MOSTRE • EDIFICI DESTINATI AD USO CIVILE, CON ALTEZZA ANTINCENDIO SUPERIORE A 24M.	
Cca	s3	d1	a3	EDIFICI DESTINATI AD USO CIVILE, CON ALTEZZA ANTINCENDIO INFERIORE A 24M • SALE D'ATTESA • BAR • RISTORANTI • STUDI MEDICI.	FG16OR16 - 0,6/1 kV FS17 - 450/750 V
Eca	-	-	-	ALTRE ATTIVITÀ: INSTALLAZIONI NON PREVISTE NEGLI EDIFICI DI CUI SOPRA E DOVE NON ESISTE RISCHIO DI INCENDIO E PERICOLO PER PERSONE E/O COSE.	H05RN – F; H07RN - F H07V-K; H05VV-F

5.9.1.5 Comandi e prese a spina

Dovranno impiegarsi apparecchi da incasso modulari e componibili.

Gli interruttori dovranno avere portata 16 A; sarà consentito negli edifici residenziali l'uso di interruttori con portata 10 A; le prese dovranno essere di sicurezza con alveoli schermati e far parte di una serie completa di apparecchi atti a realizzare un sistema di sicurezza e di servizi fra cui impianti di segnalazione, impianti di distribuzione sonora negli ambienti ecc.

La serie dovrà consentire l'installazione di almeno 3 apparecchi nella scatola rettangolare; fino a 3 apparecchi di interruzione e 2 combinazioni in caso di presenza di presa a spina nella scatola rotonda.

I comandi e le prese dovranno poter essere installati su scatole da parete con grado di protezione IP40 e/o IP55.

Comandi in costruzioni a destinazione sociale

Nelle costruzioni a carattere collettivo-sociale aventi interesse amministrativo, culturale, giudiziario, economico e comunque in edifici in cui sia previsto lo svolgimento di attività comunitarie, le apparecchiature di comando dovranno essere installate ad un'altezza massima di 0,90 m dal pavimento.

Tali apparecchiature dovranno, inoltre, essere facilmente individuabili e visibili anche in condizioni di scarsa visibilità ed essere protetti dal danneggiamento per urto (DPR 503/1996).

Le prese di corrente che alimentano utilizzatori elettrici con forte assorbimento (lavatrice, lavastoviglie, cucina ecc.) dovranno avere un proprio dispositivo di protezione di sovraccorrente, interruttore bipolare con fusibile sulla fase o interruttore magnetotermico.

Detto dispositivo potrà essere installato nel contenitore di appartamento o in una normale scatola nelle immediate vicinanze dell'apparecchio utilizzatore.

5.9.1.6 Quadri elettrici

Quadri elettrici da appartamento o similari

All'ingresso di ogni appartamento dovrà installarsi un quadro elettrico composto da una scatola da incasso in materiale isolante, un supporto con profilato normalizzato DIN per il fissaggio a scatto degli apparecchi da

installare ed un coperchio con o senza portello.

Le scatole di detti contenitori dovranno avere profondità non superiore a 60/65 mm e larghezza tale da consentire il passaggio di conduttori lateralmente, per l'alimentazione a monte degli automatici divisionari.

I coperchi dovranno avere fissaggio a scatto, mentre quelli con portello dovranno avere il fissaggio a vite per una migliore tenuta. In entrambi i casi gli apparecchi non dovranno sporgere dal coperchio ed il complesso coperchio portello non dovrà sporgere dal filo muro più di 10 mm. I quadri in materiale plastico dovranno avere l'approvazione IMQ per quanto riguarda la resistenza al calore, e al calore anormale e al fuoco.

I quadri elettrici d'appartamento dovranno essere adatti all'installazione delle apparecchiature prescritte, descritte al paragrafo "Interruttori scatolati".

Istruzioni per l'utente

I quadri elettrici dovranno essere preferibilmente dotati di istruzioni semplici e facilmente accessibili atte a dare all'utente informazioni sufficienti per il comando e l'identificazione delle apparecchiature. È opportuno installare all'interno dei quadri elettrici un dispositivo elettronico atto ad individuare le cause di guasto elettrico. Qualora tale dispositivo abbia una lampada di emergenza incorporata, potrà omettersi l'illuminazione di emergenza prevista al punto successivo.

Illuminazione di emergenza dei quadri di comando

Al fine di consentire all'utente di manovrare con sicurezza le apparecchiature installate nei quadri elettrici anche in situazioni di pericolo, in ogni quadro dovranno essere installate una o più lampade di emergenza fisse o estraibili ricaricabili con un'autonomia minima di 2 ore.

Quadri di comando in lamiera

I quadri di comando dovranno essere composti da cassette complete di profilati normalizzati DIN per il fissaggio a scatto delle apparecchiature elettriche.

Detti profilati dovranno essere rialzati dalla base per consentire il passaggio dei conduttori di cablaggio.

Gli apparecchi installati dovranno essere protetti da pannelli di chiusura preventivamente lavorati per far sporgere l'organo di manovra delle apparecchiature e dovranno essere completi di porta cartellini indicatori della funzione svolta dagli apparecchi. Nei quadri dovrà essere possibile l'installazione di interruttori automatici e differenziali da 1 a 250 A.

Detti quadri dovranno essere conformi alla norma [CEI EN 61439-1](#) e costruiti in modo da dare la possibilità di essere installati da parete o da incasso, senza sportello, con sportello trasparente o in lamiera, con serratura a chiave a seconda della indicazione della Direzione dei Lavori che potrà esser data anche in fase di installazione.

I quadri di comando di grandi dimensioni e gli armadi di distribuzione dovranno essere del tipo ad elementi componibili che consentano di realizzare armadi di larghezza minima 800 mm e profondità fino a 600 mm.

In particolare dovranno permettere la componibilità orizzontale per realizzare armadi a più sezioni, garantendo una perfetta comunicabilità tra le varie sezioni senza il taglio di pareti laterali.

Gli apparecchi installati dovranno essere protetti da pannelli di chiusura preventivamente lavorati per far sporgere l'organo di manovra delle apparecchiature e dovranno essere completi di porta cartellini indicatori della funzione svolta dagli apparecchi.

Sugli armadi dovrà essere possibile montare porte trasparenti o cieche con serratura a chiave fino a 1,95 m di altezza anche dopo che l'armadio sia stato installato. Sia la struttura che le porte dovranno essere realizzate in modo da permettere il montaggio delle porte stesse con l'apertura destra o sinistra.

Quadri di comando isolanti

Negli ambienti in cui la Stazione Appaltante lo ritenga opportuno, al posto dei quadri in lamiera si dovranno installare quadri in materiale isolante.

In questo caso dovranno avere una resistenza alla prova del filo incandescente di 960 gradi C ([CEI 50-11](#)).

I quadri dovranno essere composti da cassette isolanti con piastra portapacchi estraibile per consentire il cablaggio degli apparecchi in officina. Dovranno essere disponibili con grado di protezione IP40 e IP55, in questo caso il portello dovrà avere apertura a 180 gradi.

Questi quadri dovranno consentire un'installazione del tipo a doppio isolamento con fori di fissaggio esterni alla cassetta ed essere conformi alla norma [CEI EN 61439-1](#).

5.9.1.7 Interruttori magnetotermici e differenziali

Gli interruttori magnetotermici e gli interruttori differenziali con e senza protezione magnetotermica con corrente nominale da 100 A in su dovranno appartenere alla stessa serie.

Onde agevolare le installazioni sui quadri e l'intercambiabilità, è preferibile che gli apparecchi da 100 a 250

A abbiano le stesse dimensioni d'ingombro.

Gli interruttori con protezione magnetotermica di questo tipo dovranno essere selettivi rispetto agli automatici fino a 80 A almeno per correnti di c.c. fino a 3.000 A.

Il potere di interruzione dovrà essere dato nella categoria di prestazione PZ ([CEI EN 60947-2](#)) onde garantire un buon funzionamento anche dopo 3 corto circuiti con corrente pari al potere di interruzione.

Gli interruttori differenziali da 100 a 250 A da impiegare dovranno essere disponibili nella versione normale e nella versione con intervento ritardato per consentire la selettività con altri interruttori differenziali installati a valle.

Interruttori modulari

Le apparecchiature installate nei quadri di comando e negli armadi dovranno essere del tipo modulare e componibile con fissaggio a scatto sul profilato normalizzato DIN, ad eccezione degli interruttori automatici da 100 A in su che si fisseranno anche con mezzi diversi.

In particolare:

- a) gli interruttori automatici magnetotermici da 1 a 100 A dovranno essere modulari e componibili con potere di interruzione fino a 6.000 A, salvo casi particolari;
- b) tutte le apparecchiature necessarie per rendere efficiente e funzionale l'impianto (ad esempio trasformatori, suonerie, portafusibili, lampade di segnalazione, interruttori programmatori, prese di corrente CEE ecc.) dovranno essere modulari e accoppiati nello stesso quadro con gli interruttori automatici di cui al punto a);
- c) gli interruttori con relè differenziali fino a 63 A dovranno essere modulari e appartenere alla stessa serie di cui ai punti a) e b). Dovranno essere del tipo ad azione diretta e conformi alle norme [CEI EN 61008-1](#) e [CEI EN 61009-1](#);
- d) gli interruttori magnetotermici differenziali tetrapolari con 3 poli protetti fino a 63 A dovranno essere modulari ed essere dotati di un dispositivo che consenta la visualizzazione dell'avvenuto intervento e permetta di distinguere se detto intervento sia 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 4.500 A e conformi alle norme [CEI EN 61008-1](#) e [CEI EN 61009-1](#);
- e) il potere di interruzione degli interruttori automatici dovrà essere garantito sia in caso di alimentazione dai morsetti superiori (alimentazione dall'alto) sia in caso di alimentazione dai morsetti inferiori (alimentazione dal basso).

Interruttori automatici modulari con alto potere di interruzione

Negli impianti elettrici che presentino c.c. elevate (fino a 30 kA) gli interruttori automatici magnetotermici fino a 63 A dovranno essere modulari e componibili con potere di interruzione di 30 kA a 380 V in classe P2.

Installati a monte di interruttori con potere di interruzione inferiore, dovranno garantire un potere di interruzione della combinazione di 30 kA a 380 V. Installati a valle di interruttori con corrente nominale superiore, dovranno garantire la selettività per i c.c. almeno fino a 10 kA.

5.9.1.8 Prove dei materiali

La Stazione Appaltante indicherà preventivamente eventuali prove, da eseguirsi in fabbrica o presso laboratori specializzati da precisarsi, sui materiali da impiegarsi negli impianti oggetto dell'appalto.

Le spese inerenti a tali prove non faranno carico alla Stazione Appaltante, la quale si assumerà le sole spese per fare eventualmente assistere alle prove propri incaricati.

Non saranno in genere richieste prove per i materiali contrassegnati col Marchio Italiano di Qualità (IMQ).

Art. 5.9.2 ESECUZIONE DEI LAVORI

Tutti i lavori devono essere eseguiti secondo le migliori regole d'arte e le prescrizioni della Direzione dei Lavori, in modo che gli impianti rispondano perfettamente a tutte le condizioni stabilite dal Capitolato Speciale d'Appalto e dal progetto.

L'esecuzione dei lavori dovrà essere coordinata secondo le prescrizioni della Direzione dei Lavori o con le esigenze che possono sorgere dalla contemporanea esecuzione di tutte le altre opere affidate ad altre imprese.

L'Impresa aggiudicataria sarà ritenuta pienamente responsabile degli eventuali danni arrecati, per fatto proprio e dei propri dipendenti, alle opere dell'edificio e a terzi.

Salvo preventive prescrizioni della Stazione Appaltante, l'Appaltatore ha facoltà di svolgere l'esecuzione dei lavori nel modo che riterrà più opportuno per darli finiti nel termine contrattuale.

La Direzione dei Lavori potrà però prescrivere un diverso ordine nell'esecuzione dei lavori, salva la facoltà dell'Impresa aggiudicataria di far presenti le proprie osservazioni e risorse nei modi prescritti.

5.9.2.1 Requisiti di rispondenza a norme, leggi e regolamenti

Gli impianti dovranno essere realizzati a regola d'arte come prescritto dall'art. 6, comma 1 del D.M. 22/01/2008, n. 37 e s.m.i. e secondo quanto previsto dal D.Lgs. n. 81/2008 e s.m.i. Saranno considerati a regola d'arte gli impianti realizzati in conformità alla vigente normativa e alle norme dell'UNI, del CEI o di altri Enti di normalizzazione appartenenti agli Stati membri dell'Unione europea o che sono parti contraenti dell'accordo sullo spazio economico europeo.

Le caratteristiche degli impianti stessi, nonché dei loro componenti, dovranno corrispondere alle norme di legge e di regolamento vigenti ed in particolare essere conformi:

- alle prescrizioni di Autorità Locali, comprese quelle dei VV.F.;
- alle prescrizioni e indicazioni dell'Azienda Distributrice dell'energia elettrica;
- alle prescrizioni e indicazioni dell'Azienda Fornitrice del Servizio Telefonico;
- alle Norme CEI (Comitato Elettrotecnico Italiano);
- al Regolamento CPR UE n. 305/2011.

Si riportano a titolo meramente esemplificativo le seguenti norme:

- [CEI 11-17](#). Impianti di produzione, trasporto e distribuzione di energia elettrica. Linee in cavo;
- [CEI 64-8](#). Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000V in corrente alternata a 1500V in corrente continua;
- [CEI 64-2](#). Impianti elettrici nei luoghi con pericolo di esplosione o di incendio;
- [CEI 64-12](#). Impianti di terra negli edifici civili - Raccomandazioni per l'esecuzione;
- [CEI 99-5](#). Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione di energia elettrica. Impianti di terra;
- [CEI 103-1](#). Impianti telefonici interni;
- [CEI 64-50](#). Edilizia ad uso residenziale e terziario. Guida per l'integrazione degli impianti elettrici utilizzatori e per la predisposizione delle infrastrutture per gli impianti di comunicazioni e impianti elettronici negli edifici.

5.9.2.2 Prescrizioni riguardanti i circuiti elettrici

Cavi e conduttori

a) isolamento dei cavi

i cavi utilizzati nei sistemi di prima categoria dovranno essere adatti a tensione nominale verso terra e tensione nominale (U_o/U) non inferiori a 450/750V, simbolo di designazione 07. Quelli utilizzati nei circuiti di segnalazione e comando dovranno essere adatti a tensioni nominali non inferiori a 300/500V, simbolo di designazione 05. Questi ultimi, se posati nello stesso tubo, condotto o canale con cavi previsti con tensioni nominali superiori, dovranno essere adatti alla tensione nominale maggiore;

b) colori distintivi dei cavi

i conduttori impiegati nell'esecuzione degli impianti dovranno essere contraddistinti dalle colorazioni previste dalle vigenti tabelle di unificazione [CEI UNEL 00712](#), [00722](#), [00724](#), [00726](#), [00727](#) e [CEI EN 50334](#). In particolare i conduttori di neutro e protezione dovranno essere contraddistinti rispettivamente ed esclusivamente con il colore blu chiaro e con il bicolore giallo-verde. Per quanto riguarda i conduttori di fase, gli stessi dovranno essere contraddistinti in modo univoco per tutto l'impianto dai colori: nero,

grigio (cenere) e marrone;

c) sezioni minime e cadute di tensione ammesse

le sezioni dei conduttori calcolate in funzione della potenza impegnata e della lunghezza dei circuiti (affinché la caduta di tensione non superi il valore del 4% della tensione a vuoto) dovranno essere scelte tra quelle unificate. In ogni caso non dovranno essere superati i valori delle portate di corrente ammesse, per i diversi tipi di conduttori, dalle tabelle di unificazione [CEI UNEL 35024/1 ÷ 2](#). Indipendentemente dai valori ricavati con le precedenti indicazioni, le sezioni minime ammesse sono:

- 0,75 mm² per 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 kW;
- 4 mm² per montanti singoli e linee alimentanti singoli apparecchi utilizzatori con potenza nominale superiore a 3 kW;

d) sezione minima dei conduttori neutri

la sezione del conduttore di neutro non dovrà essere inferiore a quella dei corrispondenti conduttori di fase. In circuiti polifasi con conduttori di fase aventi sezione superiore a 16 mm² se in rame od a 25 mm² se in alluminio, la sezione del conduttore di neutro potrà essere inferiore a quella dei conduttori di fase, col minimo tuttavia di 16 mm² (per conduttori in rame), purché siano soddisfatte le condizioni dell'art. 524.3 della norma [CEI 64-8/5](#).

e) sezione dei conduttori di terra e protezione

la sezione dei conduttori di protezione, cioè dei conduttori che collegano all'impianto di terra le parti da proteggere contro i contatti indiretti, se costituiti dallo stesso materiale dei conduttori di fase, non dovrà essere inferiore a quella indicata nella tabella seguente, tratta dall'art. 543.1.2 della norma [CEI 64-8/5](#).

SEZIONE MINIMA DEL CONDUTTORE DI PROTEZIONE

Sezione del conduttore di fase dell'impianto S (mm ²)	Sezione minima del conduttore di protezione Sp (mm ²)
S ≤ 16	Sp = S
16 < S ≤ 35	Sp = 16
S > 35	Sp = S/2

In alternativa ai criteri sopra indicati sarà consentito il calcolo della sezione minima del conduttore di protezione mediante il metodo analitico indicato nell'art. 543.1.1 della norma [CEI 64-8/5](#).

Sezione minima del conduttore di terra

La sezione del conduttore di terra dovrà essere non inferiore a quella del conduttore di protezione (in accordo all'art. 543.1 CEI 64-8/5) con i minimi di seguito indicati tratti dall'art. 542.3.1 della norma CEI 64-8/5:

Sezione minima (mm²)

- protetto contro la corrosione ma non meccanicamente 16 (CU) 16 (FE)
- non protetto contro la corrosione 25 (CU) 50 (FE)

5.9.2.3 Direzione dei lavori

La Direzione 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 ed a 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 [CEI 64-50](#), che attesterà che lo stesso è stato eseguito a regola d'arte. Raccoglierà inoltre la documentazione più significativa per la successiva gestione e manutenzione.

5.9.2.4 Posa in opera delle canalizzazioni

I conduttori, a meno che non si tratti di installazioni volanti, dovranno essere sempre protetti e salvaguardati meccanicamente.

Dette protezioni potranno essere: tubazioni, canalette porta cavi, passerelle, condotti o cunicoli ricavati nella struttura edile ecc. Negli impianti industriali, il tipo di installazione dovrà essere concordato di volta in volta con la Stazione Appaltante. Negli impianti in edifici civili e similari si dovranno rispettare le seguenti prescrizioni:

- nell'impianto previsto per la realizzazione sotto traccia, i tubi protettivi dovranno 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 dovrà essere pari ad almeno 1,3 volte il diametro del cerchio circoscritto al fascio di cavi in esso contenuti. Tale coefficiente di maggiorazione dovrà essere aumentato a 1,5 quando i cavi siano del tipo sotto piombo o sotto guaina metallica; il diametro del tubo dovrà essere sufficientemente grande da permettere di sfilare e reinfilare i cavi in esso contenuti con facilità e senza che ne risultino danneggiati i cavi stessi o i tubi. Comunque il diametro interno non dovrà essere inferiore a 10 mm;
- il tracciato dei tubi protettivi dovrà consentire un andamento rettilineo orizzontale (con minima pendenza per favorire lo scarico di eventuale condensa) o verticale. Le curve dovranno essere effettuate con raccordi o con piegature che non danneggino il tubo e non pregiudichino la sfilabilità dei cavi;
- ad ogni brusca deviazione resa necessaria dalla struttura muraria dei locali, ad ogni derivazione da linea principale e secondaria e in ogni locale servito, la tubazione dovrà essere interrotta con cassette di derivazione;
- le giunzioni dei conduttori dovranno essere eseguite nelle cassette di derivazione impiegando opportuni morsetti o morsettiere. Dette cassette dovranno essere costruite in modo che nelle condizioni di installazione non sia possibile introdurre corpi estranei, dovrà inoltre risultare agevole la dispersione di calore in esse prodotta. Il coperchio delle cassette dovrà 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 dovranno essere distinti per ogni montante. Sarà possibile 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 dovranno essere protetti da tubi diversi e far capo a cassette separate. Tuttavia sarà possibile 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 potranno introdursi nei tubi è indicato nella tabella seguente:

NUMERO MASSIMO DI CAVI UNIPOLARI DA INTRODURRE IN TUBI PROTETTIVI
(i numeri tra parentesi sono per i cavi di comando e segnalazione)

diam. e/diam. i	Sezione dei cavi - mm ²								
mm	(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 tubi protettivi dei conduttori elettrici collocati in cunicoli, ospitanti altre canalizzazioni, dovranno essere disposti in modo da non essere soggetti ad influenze dannose in relazione a sovrariscaldamenti, sgocciolamenti, formazione di condensa ecc. Non potranno inoltre collocarsi nelle stesse incassature montanti e colonne telefoniche o radiotelevisive. Nel vano degli ascensori o montacarichi non sarà consentita la messa in opera di conduttori o tubazioni di qualsiasi genere che non appartengano all'impianto dell'ascensore o del montacarichi

stesso.

Tubazioni per le costruzioni prefabbricate

I tubi protettivi annessi nel calcestruzzo dovranno rispondere alle prescrizioni delle norme [CEI EN 61386-22](#).

Essi dovranno essere inseriti nelle scatole preferibilmente con l'uso di raccordi atti a garantire una perfetta tenuta. La posa dei raccordi dovrà essere eseguita con la massima cura in modo che non si creino strozzature. Allo stesso modo i tubi dovranno essere uniti tra loro per mezzo di appositi manicotti di giunzione.

La predisposizione dei tubi dovrà essere eseguita con tutti gli accorgimenti della buona tecnica in considerazione del fatto che alle pareti prefabbricate non potranno in genere apportarsi sostanziali modifiche né in fabbrica né in cantiere.

Le scatole da inserire nei getti di calcestruzzo dovranno avere caratteristiche tali da sopportare le sollecitazioni termiche e meccaniche che si presentino in tali condizioni. In particolare le scatole rettangolari porta apparecchi e le scatole per i quadretti elettrici dovranno 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. Detta membrana dovrà garantire la non deformabilità delle scatole.

La serie di scatole proposta dovrà 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.

5.9.2.5 Posa in opera dei cavi elettrici

Cavi elettrici isolati, sotto guaina, interrati

Per l'interramento dei cavi elettrici si dovrà procedere nel modo seguente:

- sul fondo dello scavo, sufficiente per la profondità di posa preventivamente concordata con la Direzione dei Lavori e privo di qualsiasi sporgenza o spigolo di roccia o di sassi, si dovrà costituire, in primo luogo, un letto di sabbia di fiume, vagliata e lavata, o di cava, vagliata, dello spessore di almeno 10 cm, sul quale si dovrà distendere poi il cavo (o i cavi) senza premere e senza farlo (farli) affondare artificialmente nella sabbia;
- si dovrà, quindi, stendere un altro strato di sabbia come sopra, dello spessore di almeno 5 cm, in corrispondenza della generatrice superiore del cavo (o dei cavi). Lo spessore finale complessivo della sabbia, pertanto, dovrà risultare di almeno cm 15, più il diametro del cavo (quello maggiore, avendo più cavi);
- sulla sabbia così posta in opera, si dovrà, infine, disporre una fila continua di mattoni pieni, bene accostati fra loro e con il lato maggiore secondo l'andamento del cavo (o dei cavi) se questo avrà il diametro (o questi comporranno una striscia) non superiore a cm 5 o al contrario in senso trasversale (generalmente con più cavi);
- sistemati i mattoni, si dovrà procedere al reinterro dello scavo pigiando sino al limite del possibile e trasportando a rifiuto il materiale eccedente dall'iniziale scavo.

L'asse del cavo (o quello centrale di più cavi) dovrà ovviamente trovarsi in uno stesso piano verticale con l'asse della fila di mattoni.

Relativamente alla profondità di posa, il cavo (o i cavi) dovrà (dovranno) essere posto (o posti) sufficientemente al sicuro da possibili scavi di superficie, per riparazioni del manto stradale o cunette eventualmente soprastanti o per movimenti di terra nei tratti a prato o giardino.

Di massima sarà però osservata la profondità di almeno cm 50 ai sensi della norma [CEI 11-17](#).

Tutta la sabbia ed i mattoni occorrenti saranno forniti dall'Impresa aggiudicataria.

Posa di cavi elettrici isolati, sotto guaina, in cunicoli praticabili

I cavi saranno [posati](#):

- entro scanalature esistenti sui piedritti nei cunicoli (appoggio continuo), all'uopo fatte predisporre dalla Stazione Appaltante;
- entro canalette di materiale idoneo, come cemento ecc. (appoggio egualmente continuo) tenute in sito da mensoline in piatto o profilato d'acciaio zincato o da mensoline di calcestruzzo armato;
- direttamente sui ganci, grappe, staffe o mensoline (appoggio discontinuo) in piatto o profilato d'acciaio zincato ovvero di materiali plastici resistenti all'umidità ovvero ancora su mensoline di calcestruzzo armato.

Dovendo disporre i cavi in più strati, dovrà essere assicurato un distanziamento fra strato e strato pari ad almeno una volta e mezzo il diametro del cavo maggiore nello strato sottostante con un minimo di cm 3, onde assicurare la libera circolazione dell'aria.

A questo riguardo l'Impresa aggiudicataria dovrà tempestivamente indicare le caratteristiche secondo cui dovranno essere dimensionate e conformate le eventuali canalette di cui sopra, mentre, se non diversamente prescritto dalla Stazione Appaltante, sarà a carico dell'Impresa aggiudicataria soddisfare tutto il fabbisogno di mensole, staffe, grappe e ganci di ogni altro tipo, i quali potranno anche formare rastrelliere di conveniente altezza.

Per il dimensionamento e i mezzi di fissaggio in opera (grappe murate, chiodi sparati ecc.) dovrà tenersi conto del peso dei cavi da sostenere in rapporto al distanziamento dei supporti, che dovrà essere stabilito di massima intorno a cm 70.

In particolari casi, la Stazione Appaltante potrà preventivamente richiedere che le parti in acciaio debbano essere zincate a caldo.

I cavi dovranno essere provvisti di fascette distintive, in materiale inossidabile, distanziate ad intervalli di m 150-200.

Posa di cavi elettrici isolati, sotto guaina, in tubazioni, interrate o non interrate, o in cunicoli non praticabili

Per la posa in opera delle tubazioni a parete o a soffitto ecc., in cunicoli, intercapedini, sotterranei ecc. valgono le prescrizioni precedenti per la posa dei cavi in cunicoli praticabili, coi dovuti adattamenti.

Al contrario, per la posa interrata delle tubazioni, valgono le prescrizioni precedenti per l'interramento dei cavi elettrici, circa le modalità di scavo, la preparazione del fondo di posa (naturalmente senza la sabbia e senza la fila di mattoni), il reinterro ecc.

Le tubazioni dovranno risultare coi singoli tratti uniti tra loro o stretti da collari o flange, onde evitare discontinuità nella loro superficie interna.

Il diametro interno della tubazione dovrà essere in rapporto non inferiore ad 1,3 rispetto al diametro del cavo o del cerchio circoscrivente i cavi, sistemati a fascia.

Per l'infilaggio dei cavi, si dovranno avere adeguati pozzetti sulle tubazioni interrate ed apposite cassette sulle tubazioni non interrate.

Il distanziamento fra tali pozzetti e cassette sarà da stabilirsi in rapporto alla natura ed alla grandezza dei cavi da infilare. Tuttavia, per cavi in condizioni medie di scorrimento e grandezza, il distanziamento resta stabilito di massima:

- ogni m 30 circa se in rettilineo;
- ogni m 15 circa se con interposta una curva.

I cavi non dovranno subire curvature di raggio inferiori a 15 volte il loro diametro.

In sede di appalto, verrà precisato se spetti alla Stazione Appaltante la costituzione dei pozzetti o delle cassette. In tal caso, per il loro dimensionamento, formazione, raccordi ecc., l'Impresa aggiudicataria dovrà fornire tutte le indicazioni necessarie.

Posa aerea di cavi elettrici isolati, non sotto guaina, o di conduttori elettrici nudi

Per la posa aerea di cavi elettrici isolati non sotto guaina e di conduttori elettrici nudi dovranno osservarsi le relative norme CEI.

Se non diversamente specificato in sede di appalto, la fornitura di tutti i materiali e la loro messa in opera per la posa aerea in questione (pali di appoggio, mensole, isolatori, cavi, accessori ecc.) sarà di competenza dell'Impresa aggiudicataria.

Tutti i rapporti con terzi (istituzioni di servitù di elettrodotto, di appoggio, di attraversamento ecc.), saranno di competenza esclusiva ed a carico della Stazione Appaltante, in conformità di quanto disposto al riguardo dal Testo Unico di leggi sulle Acque e sugli Impianti Elettrici, di cui al R.D. 1775/1933 e s.m.i.

Posa aerea di cavi elettrici, isolati, sotto guaina, autoportanti o sospesi a corde portanti

Saranno ammessi a tale sistema di posa unicamente cavi destinati a sopportare tensioni di esercizio non superiori a 1.000 V, isolati in conformità, salvo ove trattasi di cavi per alimentazione di circuiti per illuminazione in serie o per alimentazione di tubi fluorescenti, alimentazioni per le quali il limite massimo della tensione ammessa sarà considerato di 6.000 Volt.

Con tali limitazioni d'impiego potranno aversi:

- cavi autoportanti a fascio con isolamento a base di polietilene reticolato per linee aeree a corrente alternata secondo le norme [CEI 20-58](#);
- cavi con treccia in acciaio di supporto incorporata nella stessa guaina isolante;
- cavi sospesi a treccia indipendente in acciaio zincato (cosiddetta sospensione "americana") a mezzo di fibbie o ganci di sospensione, opportunamente scelti fra i tipi commerciali, intervallati non più di cm 40.

Per entrambi i casi si impiegheranno collari e mensole di ammarro, opportunamente scelti fra i tipi commerciali, per la tenuta dei cavi sui sostegni, tramite le predette trecce di acciaio.

Anche per la posa aerea dei cavi elettrici, isolati, sotto guaina, vale integralmente quanto previsto al comma

"Posa aerea di cavi elettrici, isolati, non sotto guaina, o di conduttori elettrici nudi".

5.9.2.6 Prescrizioni particolari per locali da bagno

I locali da bagno verranno suddivisi in 4 zone per ognuna delle quali valgono regole particolari:

- zona 0 - È il volume della vasca o del piatto doccia: non saranno ammessi apparecchi elettrici, come scaldacqua ad 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: saranno ammessi lo scaldabagno (del tipo fisso, con la massa collegata al conduttore di protezione) e gli interruttori di circuiti SELV alimentati a tensione non superiore a 12 V in c.a. e 30 V in c.c. con la sorgente di sicurezza installata fuori dalle zone 0,1 e 2;
- 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: saranno ammessi, oltre allo scaldabagno e agli altri apparecchi alimentati a non più di 25 V, anche gli apparecchi illuminanti dotati di doppio isolamento (Classe II). Gli apparecchi installati nelle zone 1 e 2 dovranno essere protetti contro gli spruzzi d'acqua (grado protezione IPx4). Sia nella zona 1 che nella zona 2 non dovranno esserci materiali di installazione come interruttori, prese a spina, scatole di derivazione; potranno installarsi pulsanti a tirante con cordone isolante e frutto incassato ad altezza superiore a 2,25 m dal pavimento. Le condutture dovranno essere limitate a quelle necessarie per l'alimentazione degli apparecchi installati in queste zone e dovranno essere incassate con tubo protettivo non metallico; gli eventuali tratti in vista necessari per il collegamento con gli apparecchi utilizzatori (per esempio con lo scaldabagno) dovranno essere protetti con tubo di plastica o realizzati con cavo munito di guaina isolante;
- 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): saranno ammessi componenti dell'impianto elettrico protetti contro la caduta verticale di gocce di acqua (grado di protezione IPx1), come nel caso dell'ordinario materiale elettrico da incasso IPx5 quando sia previsto l'uso di getti d'acqua per la pulizia del locale; inoltre l'alimentazione degli utilizzatori e dispositivi di comando dovrà essere protetta da interruttore differenziale ad alta sensibilità, con corrente differenziale non superiore a 30 mA.

Le regole date 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.).

Collegamento equipotenziale nei locali da bagno

Per evitare tensioni pericolose provenienti dall'esterno del locale da bagno (ad esempio da una tubazione che vada in contatto con un conduttore non protetto da interruttore differenziale) è richiesto un conduttore equipotenziale che colleghi fra di loro tutte le masse estranee delle zone 1-2-3 con il conduttore di protezione; in particolare per le tubazioni metalliche è sufficiente che le stesse siano collegate con il conduttore di protezione all'ingresso dei locali da bagno.

Le giunzioni dovranno essere realizzate conformemente a quanto prescritto dalla norma [CEI 64-8/1 ÷ 7](#); in particolare dovranno essere protette contro eventuali allentamenti o corrosioni. Dovranno essere impiegate fascette che stringono il metallo vivo. Il collegamento non andrà eseguito su tubazioni di scarico in PVC o in gres. Il collegamento equipotenziale dovrà raggiungere il più vicino conduttore di protezione, ad esempio nella scatola dove sia installata la presa a spina protetta dell'interruttore differenziale ad alta sensibilità.

È vietata l'inserzione di interruttori o di fusibili sui conduttori di protezione.

Per i conduttori si dovranno rispettare le seguenti sezioni minime:

- 2,5 mm² (rame) per collegamenti protetti meccanicamente, cioè posati entro tubi o sotto intonaco;
- 4 mm² (rame) per collegamenti non protetti meccanicamente e fissati direttamente a parete.

Alimentazione nei locali da bagno

Potrà essere effettuata come per il resto dell'appartamento (o dell'edificio, per i bagni in edifici non residenziali).

Ove esistano 2 circuiti distinti per i centri luce e le prese, entrambi questi circuiti dovranno estendersi ai locali da bagno.

La protezione delle prese del bagno con interruttore differenziale ad alta sensibilità potrà essere affidata all'interruttore differenziale generale (purché questo sia del tipo ad alta sensibilità) o ad un differenziale locale, che potrà servire anche per diversi bagni attigui.

Condutture elettriche nei locali da bagno

Dovranno essere usati cavi isolati in classe II nelle zone 1 e 2 in tubo di plastica incassato a parete o nel

pavimento, a meno che la profondità di incasso non sia maggiore di 5 cm.

Per il collegamento dello scaldabagno, il tubo, di tipo flessibile, dovrà essere prolungato per coprire il tratto esterno oppure dovrà essere usato un cavetto tripolare con guaina (fase+neutro+conduttore di protezione) per tutto il tratto dall'interruttore allo scaldabagno, uscendo, senza morsetti, da una scatoletta passa cordone.

Altri apparecchi consentiti nei locali da bagno

Per l'uso di apparecchi elettromedicali in locali da bagno ordinari ci si dovrà attenere alle prescrizioni fornite dai costruttori di questi apparecchi che potranno, in seguito, essere usati solo da personale addestrato.

Un telefono potrà essere installato anche nel bagno, ma in modo che non possa essere usato da chi si trovi nella vasca o sotto la doccia.

Protezioni contro i contatti diretti in ambienti pericolosi

Negli ambienti in cui il pericolo di elettrocuzione sia maggiore, per condizioni ambientali (umidità) o per particolari utilizzatori elettrici usati (apparecchi portatili, tagliaerba ecc.), come per esempio cantine, garage, portici, giardini ecc., le prese a spina dovranno essere alimentate come prescritto per la zona 3 dei bagni.

5.9.2.7 Sistemi di protezione dell'impianto elettrico

Impianto di messa a terra e sistemi di protezione contro i contatti indiretti

Dovranno essere protette contro i contatti indiretti 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).

Per la protezione contro i contatti indiretti, ogni impianto elettrico utilizzatore o raggruppamento di impianti contenuti in uno stesso edificio e nelle sue dipendenze (quali portinerie distaccate e simili), dovrà avere un proprio impianto di terra.

A tale impianto di terra dovranno essere collegati tutti i sistemi di tubazioni metalliche accessibili destinati ad adduzione, distribuzione e scarico delle acque, nonché tutte le masse metalliche accessibili di notevole estensione esistenti nell'area dell'impianto elettrico utilizzatore stesso.

Elementi di un impianto di terra

Per ogni edificio contenente impianti elettrici dovrà essere opportunamente previsto, in sede di costruzione, un proprio impianto di messa a terra (impianto di terra locale) che dovrà soddisfare le prescrizioni delle vigenti norme [CEI 64-8/1 ÷ 7](#) e [64-12](#). Tale impianto dovrà essere realizzato in modo da poter effettuare le verifiche periodiche di efficienza e comprende:

- a) il dispersore (o i dispersori) di terra, costituito da uno o più elementi metallici posti in intimo contatto con il terreno e che realizza il collegamento elettrico con la terra (norma [CEI 64-8/5](#));
- b) 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 dovranno essere considerati a tutti gli effetti dispersori per la parte interrata e conduttori di terra per la parte non interrata o comunque isolata dal terreno (norma [CEI 64-8/5](#));
- c) il conduttore di protezione, parte del collettore di terra, arriverà in ogni impianto e dovrà essere collegato a tutte le prese a spina (destinate ad alimentare utilizzatori per i quali sia 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. È vietato l'impiego di conduttori di protezione non protetti meccanicamente con sezione inferiore a 4 mm². Nei sistemi TT (cioè nei sistemi in cui le masse sono collegate ad un impianto di terra elettricamente indipendente da quello del collegamento a terra del sistema elettrico) il conduttore di neutro non potrà essere utilizzato come conduttore di protezione;
- d) il collettore (o nodo) principale di terra nel quale confluiranno i conduttori di terra, di protezione, di equipotenzialità ed eventualmente di neutro, in caso di sistemi TN, in cui il conduttore di neutro avrà anche la funzione di conduttore di protezione (norma [CEI 64-8/5](#));
- e) il conduttore equipotenziale, avente lo scopo di assicurare l'equipotenzialità fra le masse e/o le masse estranee ovvero le parti conduttrici, non facenti parte dell'impianto elettrico, suscettibili di introdurre il potenziale di terra (norma [CEI 64-8/5](#)).

Coordinamento dell'impianto di terra con dispositivi di interruzione

Una volta realizzato l'impianto di messa a terra, la protezione contro i contatti indiretti potrà essere realizzata con uno dei seguenti sistemi:

- a) 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:

$$R_t \leq 50/I_s$$

dove R_t è il valore in Ohm della resistenza dell'impianto di terra nelle condizioni più sfavorevoli e I_s è il più elevato tra i valori in ampere della corrente di intervento in 5 s del dispositivo di protezione; ove l'impianto comprenda più derivazioni protette dai dispositivi con correnti di intervento diverse, deve essere considerata la corrente di intervento più elevata;

b) coordinamento fra 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 dovrà essere osservata la seguente relazione:

$$R_t \leq 50/I_d$$

dove R_d è il valore in Ohm della resistenza dell'impianto di terra nelle condizioni più sfavorevoli e I_d il più elevato fra i valori in ampere delle correnti differenziali nominali di intervento delle protezioni differenziali poste a protezione dei singoli impianti utilizzatori.

Negli impianti di tipo TT, alimentati direttamente in bassa tensione dalla Società Distributrice, la soluzione più affidabile ed 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.

Protezione delle condutture elettriche

I conduttori che costituiscono gli impianti dovranno essere protetti contro le sovracorrenti causate da sovraccarichi o da corto circuiti.

La protezione contro i sovraccarichi dovrà essere effettuata in ottemperanza alle prescrizioni delle norme [CEI 64-8/1 ÷ 7](#).

In particolare i conduttori dovranno 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 dovranno avere una corrente nominale (I_n) compresa fra la corrente di impiego del conduttore (I_b) e la sua portata nominale (I_z) ed una corrente di funzionamento (I_f) minore o uguale a 1,45 volte la portata (I_z).

In tutti i casi dovranno essere soddisfatte le seguenti relazioni:

$$I_b \leq I_n \leq I_z \qquad I_f \leq 1,45 I_z$$

La seconda delle due disuguaglianze sopra indicate sarà automaticamente soddisfatta nel caso di impiego di interruttori automatici conformi alle norme [CEI EN 60898-1](#) e [CEI EN 60947-2](#).

Gli interruttori automatici magnetotermici dovranno interrompere le correnti di corto circuito che possano verificarsi nell'impianto in tempi sufficientemente brevi per garantire che nel conduttore protetto non si raggiungano temperature pericolose secondo la relazione

$$I_q \leq K s^2 \text{ (norme } \a href="#">CEI 64-8/1 \div 7).$$

Essi dovranno avere un potere di interruzione almeno uguale alla corrente di corto circuito presunta nel punto di installazione.

Sarà consentito 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 (norme [CEI 64-8/1 ÷ 7](#)).

In questo caso le caratteristiche dei 2 dispositivi dovranno essere coordinate in modo che l'energia specifica passante I^2t lasciata passare dal dispositivo a monte non risulti superiore a quella che potrà essere sopportata senza danno dal dispositivo a valle e dalle condutture protette.

In mancanza di specifiche indicazioni sul valore della corrente di cortocircuito, si presume che il potere di interruzione richiesto nel punto iniziale dell'impianto non sia inferiore a:

- 3.000 A nel caso di impianti monofasi;
- 4.500 A nel caso di impianti trifasi.

Protezione di circuiti particolari

Protezioni di circuiti particolari:

1. dovranno essere protette singolarmente le derivazioni all'esterno;
2. dovranno essere protette singolarmente le derivazioni installate in ambienti speciali, eccezione fatta per quelli umidi;
3. dovranno essere protetti singolarmente i motori di potenza superiore a 0,5 kW;
4. dovranno essere protette singolarmente le prese a spina per l'alimentazione degli apparecchi in uso nei locali per chirurgia e nei locali per sorveglianza o cura intensiva ([CEI 64-8/7](#)).

Protezione mediante doppio isolamento

In alternativa al coordinamento fra impianto di messa a terra e dispositivi di protezione attiva, la protezione contro i contatti indiretti potrà essere realizzata adottando macchine e apparecchi con isolamento doppio o rinforzato per costruzione o installazione, apparecchi di Classe II.

In uno stesso impianto la protezione con apparecchi di Classe II potrà coesistere con la protezione mediante messa a terra; tuttavia è vietato collegare intenzionalmente a terra le parti metalliche accessibili delle macchine, degli apparecchi e delle altre parti dell'impianto di Classe II.

5.9.2.7.1 Protezione dalle scariche atmosferiche

La Stazione Appaltante preciserà se negli edifici, ove debbano installarsi gli impianti elettrici oggetto dell'appalto, dovrà essere prevista anche la sistemazione di parafulmini per la protezione dalle scariche atmosferiche.

In tal caso l'impianto di protezione contro i fulmini dovrà essere realizzato in conformità al D.M. 22/01/2008, n. 37 e s.m.i., al D.P.R. 462/2001 ed alle norme [CEI EN 62305-1/4](#).

In particolare i criteri per la progettazione, l'installazione e la manutenzione delle misure di protezione contro i fulmini sono considerati in due gruppi separati:

- il primo gruppo, relativo alle misure di protezione atte a ridurre il rischio sia di danno materiale che di pericolo per le persone, è riportato nella norma CEI EN 62305-3;
- il secondo gruppo, relativo alle misure di protezione atte a ridurre i guasti di impianti elettrici ed elettronici presenti nella struttura, è riportato nella norma CEI EN 62305-4.

Protezione da sovratensioni per fulminazione indiretta e di manovra

a) Protezione d'impianto

Al fine di proteggere l'impianto e le apparecchiature elettriche ed elettroniche ad esso collegate, contro le sovratensioni di origine atmosferica (fulminazione indiretta) e le sovratensioni transitorie di manovra e limitare scatti intempestivi degli interruttori differenziali, all'inizio dell'impianto dovrà essere installato un limitatore di sovratensioni in conformità alla normativa tecnica vigente.

b) Protezione d'utenza

Per la protezione di particolari utenze molto sensibili alle sovratensioni, quali ad esempio computer video terminali, registratori di cassa, centraline elettroniche in genere e dispositivi elettronici a memoria programmabile, le prese di corrente dedicate alla loro inserzione nell'impianto dovranno essere alimentate attraverso un dispositivo limitatore di sovratensione in aggiunta al dispositivo di cui al punto a). Detto dispositivo dovrà essere componibile con le prese ed essere montabile a scatto sulla stessa armatura e poter essere installato nelle normali scatole di incasso.

5.9.2.7.2 Protezione contro i radiodisturbi

a) Protezione bidirezionale di impianto

Per evitare che attraverso la rete di alimentazione, sorgenti di disturbo quali ad esempio motori elettrici a spazzola, utensili a motore, variatori di luminosità ecc., convogliano disturbi che superano i limiti previsti dal D.M. 10 aprile 1984 e s.m.i. in materia di prevenzione ed eliminazione dei disturbi alle radiotrasmissioni e radioricezioni, l'impianto elettrico dovrà essere disaccoppiato in modo bidirezionale a mezzo di opportuni filtri.

Detti dispositivi dovranno essere modulari e componibili con dimensioni del modulo base 17,5X45X53 mm ed avere il dispositivo di fissaggio a scatto incorporato per profilato unificato.

Le caratteristiche di attenuazione dovranno essere almeno comprese tra 20 dB a 100 kHz e 60 dB a 30 MHz.

b) Protezione unidirezionale di utenza

Per la protezione delle apparecchiature di radiotrasmissione e radioricezione e dei dispositivi elettronici a memoria programmabile, dai disturbi generati all'interno degli impianti e da quelli captati via etere, sarà necessario installare un filtro di opportune caratteristiche in aggiunta al filtro di cui al punto a) il più vicino possibile alla presa di corrente da cui sono alimentati.

1) Utenze monofasi di bassa potenza

Questi filtri dovranno essere componibili con le prese di corrente ed essere montabili a scatto sulla stessa armatura e poter essere installati nelle normali scatole da incasso. Le caratteristiche di attenuazione dovranno essere almeno comprese tra 35 dB a 100 kHz e 40 dB a 30 MHz.

2) Utenze monofasi e trifasi di media potenza

Per la protezione di queste utenze sarà necessario installare i filtri descritti al punto a) il più vicino

possibile all'apparecchiatura da proteggere.

5.9.2.8 Stabilizzazione della tensione

La Stazione Appaltante, in base anche a possibili indicazioni da parte dell'Azienda elettrica distributrice, preciserà se dovrà essere prevista una stabilizzazione della tensione a mezzo di apparecchi stabilizzatori regolatori, indicando, in tal caso, se tale stabilizzazione dovrà essere prevista per tutto l'impianto o solo per circuiti da precisarsi, ovvero soltanto in corrispondenza di qualche singolo utilizzatore, anch'esso da precisarsi.

5.9.2.9 Maggiorazioni dimensionali rispetto ai valori minori consentiti dalle norme CEI e di legge

Ad ogni effetto, si precisa che maggiorazioni dimensionali, in qualche caso fissate dal presente Capitolato Speciale tipo, rispetto ai valori minori consentiti dalle norme CEI o di legge, saranno adottate per consentire possibili futuri limitati incrementi delle utilizzazioni, non implicanti tuttavia veri e propri ampliamenti degli impianti.

5.9.2.10 Coordinamento con le opere di specializzazione edile e delle altre non facenti parte del ramo d'arte dell'impresa appaltatrice

Per le opere, lavori, o predisposizioni di specializzazione edile e di altre non facenti parte del ramo d'arte dell'Appaltatore, contemplate nel presente Capitolato Speciale d'Appalto ed escluse dall'appalto, le cui caratteristiche esecutive siano subordinate ad esigenze dimensionali o funzionali degli impianti oggetto dell'appalto, è fatto obbligo all'Appaltatore di render note tempestivamente alla Stazione Appaltante le anzidette esigenze, onde la stessa Stazione Appaltante possa disporre di conseguenza.

5.9.2.11 Materiali di rispetto

La scorta di materiali di rispetto non è considerata per le utenze di appartamenti privati. Per altre utenze, vengono date, a titolo esemplificativo, le seguenti indicazioni:

- fusibili con cartuccia a fusione chiusa, per i quali dovrà essere prevista, come minimo, una scorta pari al 20% di quelli in opera;
- bobine di automatismi, per le quali dovrà essere prevista una scorta pari al 10% di quelle in opera, con minimo almeno di una unità;
- una terna di chiavi per ogni serratura di eventuali armadi;
- lampadine per segnalazioni; di esse dovrà essere prevista una scorta pari al 10% di ogni tipo di quelle in opera.

Art. 5.9.3
VERIFICHE E PROVE IN CORSO D'OPERA DEGLI IMPIANTI

Durante il corso dei lavori, alla Stazione Appaltante è riservata la facoltà di eseguire verifiche e prove preliminari sugli impianti o parti di impianti, in modo da poter tempestivamente intervenire qualora non fossero rispettate le condizioni del Capitolato Speciale d'Appalto.

Le verifiche potranno consistere nell'accertamento della rispondenza dei materiali impiegati con quelli stabiliti, nel controllo delle installazioni secondo le disposizioni convenute (posizioni, percorsi ecc.), nonché in prove parziali di isolamento e di funzionamento ed in tutto quello che potrà essere utile al cennato scopo.

Dei risultati delle verifiche e prove preliminari di cui sopra, si dovrà compilare regolare verbale.

Art. 5.10
INFRASTRUTTURAZIONE DIGITALE DEGLI EDIFICI

5.10.1) Descrizione generale

L'edificio dovrà essere equipaggiato con un'infrastruttura fisica multiservizio passiva interna all'edificio, costituita da adeguati spazi installativi e da impianti di comunicazione ad alta velocità in fibra ottica fino ai punti terminali di rete.

Per infrastruttura fisica multiservizio interna all'edificio si intende il complesso delle installazioni presenti all'interno dell'edificio contenenti reti di accesso cablate in fibra ottica con terminazione fissa o senza fili che permettano di fornire l'accesso ai servizi a banda ultralarga e di connettere il punto di accesso dell'edificio con il punto terminale di rete.

Per punto di accesso si intende il punto fisico, situato all'interno o all'esterno dell'edificio e accessibile alle imprese autorizzate a fornire reti pubbliche di comunicazione, che consenta la connessione con l'infrastruttura interna all'edificio predisposta per i servizi di accesso in fibra ottica a banda ultralarga.

L'edificio equipaggiato in conformità al presente paragrafo potrà beneficiare dell'etichetta volontaria e non vincolante di "*edificio predisposto alla banda larga*". Tale etichetta dovrà essere rilasciata da un tecnico abilitato per gli impianti di cui all'articolo 1, comma 2, lettera b), del regolamento di cui al decreto ministeriale 22 gennaio 2008, n. 37, e secondo quanto previsto dalle [guide CEI 306-2 e CEI 64-100/1, 2 e 3](#).

Per la realizzazione dell'infrastruttura digitale descritta e dei relativi spazi installativi, l'appaltatore dovrà attenersi strettamente alle indicazioni progettuali architettoniche ed impiantistiche ove esistenti, ovvero alle prescrizioni formulate per il caso specifico dalla Direzione Lavori e/o dal tecnico abilitato di cui al periodo precedente.

Requisiti

I requisiti fondamentali conformi alla guida [CEI 306-2](#) che l'infrastruttura fisica multiservizio passiva di edificio dovrà avere, sono:

- la semplicità di accesso per gli interventi di installazione/manutenzione/integrazione/modifica del sistema di cablaggio e degli eventuali apparati attivi;
- l'assenza assoluta di condizioni di servitù che ne limitino gli accessi e/o l'utilizzo per le esigenze delle utenze;
- la distinzione ben definita tra il punto di accesso per gli operatori che offrono i servizi di comunicazione elettronica e quello per gli operatori che installano, gestiscono ed eseguono manutenzione dell'impianto di edificio;
- l'adeguata protezione da potenziali manomissioni e/o atti vandalici;
- la duplicità di accesso ("bidirezionalità" dell'infrastruttura) per consentire la fruizione dei servizi provenienti sia dal sottosuolo, sia via radio (diffusione televisiva terrestre e/o satellite).

Tutti gli interventi sugli edifici dovranno essere eseguiti in modo da:

- non pregiudicare le prestazioni energetiche (isolamento termico e/o acustico) dell'edificio, sia nella zona del tetto predisposta per le antenne, sia nella zona alla base dell'edificio per gli accessi dal suolo pubblico;
- collocare in modo semplice e funzionale gli elementi contenitori e gli apparati d'interfacciamento in modo da minimizzare i tempi di intervento e di manutenzione;
- collocare i componenti che costituiscono le varie parti dell'impianto in modo da garantire ed assicurare

un efficace collegamento e minimizzare i rischi di danneggiamento o manomissione sia intenzionale sia accidentale;

- fornire la documentazione a corredo della infrastruttura, che deve essere di facile reperibilità, in modo da permettere al manutentore condominiale o all'operatore di servizi di comunicazione elettronica di poter operare nella più ampia autonomia;
- assicurare il godimento del diritto di antenna, salvaguardando contemporaneamente la tutela paesaggistica ed il decoro degli edifici (evitando il ricorso a soluzioni impiantistiche determinanti tetti affollati da antenne singole e/o parabole sui balconi o facciate degli edifici, ecc.).

Spazi installativi

Gli spazi installativi necessari (cavidotti, vani, cavedi) dovranno essere realizzati come condizione fondamentale per una corretta ed agevole installazione degli impianti di comunicazione ed affinché la loro realizzazione risulti a regola d'arte e consenta di rispettare caratteristiche specifiche della struttura edile che concorrono a determinare la classe energetica dell'edificio.

Tali spazi installativi avranno lo scopo di alloggiare i cablaggi, le apparecchiature attive o le terminazioni della rete in rame e della rete ottica, necessari per la distribuzione dei segnali (TLC e TV), e devono consentire la protezione degli stessi e la loro connessione. Particolarmente importante è la protezione dei collegamenti in fibra ottica, oltre che la possibilità di accesso ed operatività al CSOE (Centro Servizi Ottico di Edificio).

Per gli edifici a distribuzione verticale, le infrastrutture fisiche per il contenimento del cablaggio dovranno rispecchiare le specifiche tecniche illustrate nella guida CEI 64/100-1 mentre per gli edifici con una distribuzione orizzontale, la topologia delle predisposizioni infrastrutturali sarà differente ed in accordo con quanto previsto dalla guida CEI 64/100-3.

5.10.2) Componenti

La predisposizione dell'impianto in fibra ottica sarà costituita almeno dai seguenti elementi:

- Centro Servizi Ottico di Edificio (CSOE): punto di accesso delle reti degli operatori di servizi di comunicazione elettronica ed interfaccia di collegamento con le singole unità immobiliari;
- Quadro Distributore dei Segnali di Appartamento (QDSA): quadro contenente le apparecchiature attive ed i permutatori annessi per realizzare il centro-stella;
- Scatola di Terminazione Ottica di Appartamento (STOA), collocata all'interno o nelle immediate vicinanze del Quadro Distributore dei Segnali di Appartamento (QDSA);
- Cablaggio in fibra ottica tra il CSOE e le singole unità immobiliari e tra CSOE ed il vano tecnico per il terminale di testa alla sommità dell'edificio.

L'impianto potrà essere all'interno delle parti comuni, nel caso di edifici a distribuzioni verticale o per complessi costituiti da più unità immobiliari unite, ma potrà essere anche all'esterno, nel caso di immobili distribuiti orizzontalmente.

Il cavo in fibra ottica tra il CSOE ed il vano tecnico alla sommità dell'edificio costituirà una predisposizione del collegamento per segnali di antenne televisive, per consentire l'eventuale soluzione distributiva attraverso il CSOE, e/o per eventuali altri servizi. Per servizi condominiali (es. wi-fi di condominio), potrà essere aggiunto un ulteriore cavo ottico di tipologia tale da consentire l'estrazione e la protezione (mediante opportuni accessori) delle fibre necessarie ad ogni piano.

Centro Servizi Ottico di Edificio (CSOE)

Il Centro Servizi Ottico di Edificio è l'apparato passivo che costituisce il punto di attestazione delle fibre ottiche che collegano le unità immobiliari per i vari servizi ed è anche il punto di flessibilità dell'edificio, in cui ogni operatore di servizi può accedere.

Posizionato nel vano tecnico o nello spazio predisposto in prossimità della tratta di adduzione all'edificio delle reti pubbliche di comunicazioni, il CSOE dovrà garantire:

- il collegamento e l'agevole accessibilità, attraverso uno o più pannelli di interconnessione alle fibre ottiche;
- la compatibilità dimensionale con gli spazi installativi previsti;
- il rispetto in ogni sua parte ed accessorio delle norme CEI EN di riferimento.

Il CSOE potrà eventualmente prevedere la presenza di altri moduli o pannelli, per sviluppi dell'impianto in fibra ottica, quali ad esempio :

- moduli di gestione per le fibre provenienti dalla sommità dell'edificio per il collegamento con diramatori

ottici utilizzabili per i servizi DVB-T/T2 (Digital Video Broadcasting-Terrestrial) e DVB-S/S2 (Digital Video Broadcasting-Satellite);

- pannello di interconnessione vuoto, predisposto per futuri sviluppi (impianti video sorveglianza, videocitofoni, impianti domotici, ecc.).

Quadro Distributore dei Segnali di Appartamento (QDSA)

Il Quadro Distributore dei Segnali di Appartamento (QDSA) è il quadro contenente le apparecchiature attive ed i permutatori annessi per la realizzazione del centro-stella.

La parte del QDSA necessaria per ospitare gli apparecchi di distribuzione relativi agli impianti di comunicazione dovrà avere dimensioni sufficienti a garantire equivalente funzionalità, anche scomposta in più spazi, coerentemente alla superficie dell'unità immobiliare e alla complessità dell'impianto.

Il quadro distributore dovrà essere posizionato in modo da consentire la realizzazione ottimale dei collegamenti, tenuto conto delle massime distanze di ogni tratta di cablaggio.

Scatola di Terminazione Ottica di Appartamento (STOA)

Il cavo ottico proveniente dal CSOE dovrà essere terminato all'interno di una Scatola di Terminazione Ottica di Appartamento (STOA), posta possibilmente all'interno del QDSA o nelle immediate vicinanze.

La STOA dovrà garantire i seguenti requisiti minimi:

- avere dimensioni e struttura di facile accessibilità;
- essere una soluzione scalabile, cioè garantire quando sia necessario l'utilizzo delle altre fibre dedicate alla U.I., o mediante un successivo ampliamento per accogliere altre bussole. In ogni caso dovrà prevedere la raccolta delle fibre non terminate e delle possibili giunzioni;
- garantire la raccolta delle fibre non terminate e l'eventuale contenimento delle giunzioni (opportunamente protette da coprigiunti) fra le fibre ottiche e le semibretelle connettorizzate;
- garantire che tutte le parti di gestione e contenimento delle fibre siano conformi alle specifiche indicate nelle norme CEI EN di riferimento.

Requisiti del cablaggio ottico

Indipendentemente dalla tipologia di edificio (a distribuzione verticale od orizzontale), il cablaggio ottico soddisferà le seguenti caratteristiche:

- la tipologia di fibra ottica utilizzata deve essere di tipo monomodale a bassa sensibilità alla curvatura, rispondente alla categoria B6_a della norma [CEI EN 60793-2-50](#);
- le dimensioni dei cavi utilizzati dovranno essere compatibili con gli ingressi degli accessori (CSOE e STOA) e dovranno essere scelte in modo da evitare la saturazione delle tubazioni predisposte;
- i cavi impiegati all'interno degli edifici dovranno essere completamente dielettrici e rispondere alla norma [CEI EN 60794-2-20](#). Per ragioni di sicurezza, tali cavi dovranno avere caratteristiche di non propagazione dell'incendio previste dalle norme [CEI EN 60332-3-25](#) Cat. D (Non propagazione dell'incendio), [CEI EN 60332-1-2](#) (Non propagazione della fiamma), [CEI EN 61034-2](#) (Densità dei fumi) e il materiale costituente le guaine dovrà essere conforme alle norme CEI EN di riferimento;
- i cavi utilizzati negli impianti esterni (edifici a distribuzione orizzontale) dovranno essere in accordo con le norme [CEI EN 60794-3](#), secondo la tipologia e l'ambiente d'installazione scelta. Per la posa in tubazioni sotterranee esterne, potranno essere previste protezioni aggiuntive (es. anti-roditore, non propagazione acqua, ecc.);
- tutti i cavi ottici utilizzati dovranno essere provvisti di marcatura sulla guaina esterna, che riporti le seguenti informazioni:
 - anno di fabbricazione
 - n° di fibre contenute
 - tipologia e nome commerciale delle fibre ottiche
- per ragioni di sicurezza e di facile identificazione, è necessario identificare il cavo ottico con una etichetta dove sia riportato il simbolo laser. Tale etichettatura deve essere prevista in ogni punto della rete dove il cavo sia accessibile (es. scatole ai piani, ecc.);
- le fibre del cavo (ed eventualmente i tubetti/moduli in cui potrebbero essere raggruppate) devono rispondere ad un codice colore per facilitarne il riconoscimento.

Qualora sia stata prevista la distribuzione dei segnali DVB-T (Digital Video Broadcasting-Terrestrial) e/o DVB-S (Digital Video Broadcasting-Satellite) su fibra ottica, saranno installati nel CSOE i diramatori ottici passivi simmetrici, rispondenti alla norma IEC 61753-031-2 e l'impianto completo dovrà essere opportunamente collaudato prima della fornitura del servizio per garantire i livelli del segnale previsti dalle Norme specifiche ([Guida CEI 100-7](#)).

Le tipologie di cavo ottico impiegato devono essere considerate in relazione alla possibilità di installazione negli spazi installativi definiti in progetto. La struttura del cavo dovrà garantire che le sollecitazioni di tiro

durante la posa non influenzino negativamente le caratteristiche trasmissive e meccaniche delle fibre ottiche (ad esempio tramite adeguato spessore della guaina, opportuni membri di rinforzo, etc...). Dovranno pertanto essere indicate dal costruttore le forze di tiro applicabili al cavo durante la posa e la sua temperatura di esercizio.

Al fine di salvaguardare la durata dell'impianto nel tempo è fondamentale che in fase di predisposizione delle infrastrutture, siano rispettati i raggi di curvatura dei cavi indicate nelle specifiche tecniche di prodotto (ad es. da 5 a 10 volte il diametro del cavo a seconda della dimensione del cavo) e che tali valori siano controllati durante la posa. Inoltre, tutti gli accessori impiegati devono rispettare il raggio di curvatura minimo delle fibre (15 mm), per garantirne l'affidabilità meccanica.

Durante l'installazione dei cavi, dovrà essere prestata attenzione a limitare il fattore di riempimento dei tubi, per agevolare le operazioni di esercizio e manutenzione.

Al fine di garantire il corretto funzionamento dei connettori ottici, si raccomanda di pulire accuratamente le relative superfici terminali, onde evitare che le eventuali impurità possano comprometterne le prestazioni e l'affidabilità nel tempo. In generale, i connettori dovranno trovarsi in un ambiente protetto da agenti atmosferici e da eventuali danneggiamenti meccanici (usando opportunamente contenitori o scatole di terminazione).

Art. 5.11 IMPIANTO DI RISCALDAMENTO

In conformità all'art. 6, comma 1, del D.M. 22/01/2008, n. 37, gli impianti di riscaldamento devono essere eseguiti secondo la regola dell'arte. Si considerano a regola d'arte gli impianti realizzati in conformità alla vigente normativa e alle norme dell'UNI, del CEI o di altri Enti di normalizzazione appartenenti agli Stati membri dell'Unione europea o che sono parti contraenti dell'accordo sullo spazio economico europeo.

5.11.1) Generalità

L'impianto di riscaldamento (e raffrescamento) è definito dal DLgs 192/2005 (come modificato dal Dlgs 48/2020):

"Impianto termico: impianto tecnologico fisso destinato ai servizi di climatizzazione invernale o estiva degli ambienti, con o senza produzione di acqua calda sanitaria, o destinato alla sola produzione di acqua calda sanitaria, indipendentemente dal vettore energetico utilizzato, comprendente eventuali sistemi di produzione, distribuzione, accumulo e utilizzazione del calore nonché gli organi di regolazione e controllo, eventualmente combinato con impianti di ventilazione. Non sono considerati impianti termici i sistemi dedicati esclusivamente alla produzione di acqua calda sanitaria al servizio di singole unità immobiliari ad uso residenziale ed assimilate..."

L'impianto termico si compone di 4 sistemi principali:

- sistema di generazione
- sistema di distribuzione
- sistema di emissione
- sistema di regolazione

Il sistema di alimentazione del vettore termico di un edificio è costituito da un fluido termovettore, che può essere acqua o aria; si parlerà quindi di impianto idraulico o impianto aeraulico.

L'obiettivo è quello di assicurare il raggiungimento, nei locali riscaldati, della temperatura indicata in progetto, compatibile con le vigenti disposizioni in materia di contenimento dei consumi energetici. Detta temperatura deve essere misurata al centro dei locali e ad un'altezza di 1,5 m dal pavimento. Quanto detto vale purché la temperatura esterna non sia inferiore al minimo fissato in progetto.

Nell'esecuzione dell'impianto dovranno essere scrupolosamente osservate, oltre alle disposizioni per il contenimento dei consumi energetici, le vigenti prescrizioni concernenti la sicurezza, l'igiene, l'inquinamento dell'aria, delle acque e del suolo.

5.11.2) Sistemi di Riscaldamento

I sistemi di riscaldamento degli ambienti si intendono classificati come segue:

- a) mediante "corpi scaldanti" (radiatori, convettori, piastre radianti e simili) collocati nei locali e alimentati da un fluido termovettore (acqua, vapore d'acqua, acqua surriscaldata);
- b) mediante "pannelli radianti" posti in pavimenti, soffitti, pareti, a loro volta riscaldati mediante tubi, in cui

- circola acqua a circa 50 °C;
- c) mediante "pannelli sospesi" alimentati come i corpi scaldanti di cui in a);
- d) mediante l'immissione di aria riscaldata per attraversamento di batterie. Dette batterie possono essere:
 - quelle di un apparecchio locale (aeroterma, ventilconvettore, convettore ventilato, ecc.);
 - quelle di un apparecchio unico per unità immobiliare (condizionatore, complesso di termoventilazione);
- e) mediante l'immissione nei locali di aria riscaldata da un generatore d'aria calda a scambio diretto.

Dal punto di vista gestionale gli impianti di riscaldamento si classificano come segue:

- autonomo, quando serve un'unica unità immobiliare;
- centrale, quando serve una pluralità di unità immobiliari di un edificio, o di più edifici raggruppati;
- di quartiere, quando serve una pluralità di edifici separati;
- urbano, quando serve tutti gli edifici di un centro abitato.

5.11.3) Componenti degli Impianti di Riscaldamento

In base alla regolamentazione vigente tutti i componenti degli impianti di riscaldamento destinati vuoi alla produzione, diretta o indiretta, del calore, vuoi alla utilizzazione del calore, vuoi alla regolazione automatica e contabilizzazione del calore, debbono essere provvisti del certificato di omologazione rilasciato dagli organi competenti e della marchiatura CE.

I dispositivi automatici di sicurezza e di protezione debbono essere provvisti di certificato di conformità rilasciato, secondo i casi, dall'INAIL (ex I.S.P.E.S.L.) o dal Ministero degli Interni (Centro Studi ed Esperienze).

Tutti i componenti degli impianti 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.

La Direzione dei Lavori dovrà accertare che i componenti impiegati siano stati omologati e/o che rispondano alle prescrizioni vigenti.

5.11.4) Generatori di Calore

Secondo il combustibile impiegato i generatori di calore possono essere alimentati:

- con combustibili solidi, caricati manualmente o automaticamente nel focolare;
- con combustibili liquidi mediante apposito bruciatore;
- con combustibili gassosi mediante apposito bruciatore.

Secondo il fluido riscaldato i generatori di calore possono essere:

- ad acqua calda;
- a vapore con pressione inferiore a 98067 Pa;
- ad acqua surriscaldata con temperatura massima corrispondente alla pressione di cui sopra;
- ad aria calda.

- 1) Il generatore di calore deve essere in grado di fornire il calore necessario con il rendimento previsto ai vari carichi e di esso dovrà essere precisato il tipo e la pressione massima di esercizio, il materiale impiegato, lo spessore della superficie di scambio e il volume del fluido contenuto (nel caso di generatori di vapore d'acqua il contenuto d'acqua a livello).
- 2) Per i generatori con camera di combustione pressurizzata bisogna assicurarsi, nel caso in cui il camino sia a tiraggio naturale e corra all'interno dell'edificio, che all'uscita dei fumi non sussista alcuna pressione residua.
- 3) Il generatore sarà dotato degli accessori previsti dalla normativa ed in particolare:
 - dei dispositivi di sicurezza;
 - dei dispositivi di protezione;
 - dei dispositivi di controllo; previsti dalle norme INAIL (ex I.S.P.E.S.L.)

In particolare:

a) dispositivi di sicurezza:

- negli impianti ad acqua calda a vaso aperto, la sicurezza del generatore verrà assicurata mediante un tubo aperto all'atmosfera, di diametro adeguato;
- negli impianti ad acqua calda a vaso chiuso, la sicurezza verrà assicurata, per quanto riguarda le sovrappressioni, dalla o dalle valvole di sicurezza e, per quanto riguarda la sovratemperatura, da valvole di scarico termico o da valvole di intercettazione del combustibile;
- negli impianti a vapore a bassa pressione o ad acqua surriscaldata, la sicurezza dei generatori verrà assicurata dalle valvole di sicurezza.

b) dispositivi di protezione sono quelli destinati a prevenire l'entrata in funzione dei dispositivi di sicurezza,

ossia termostati, pressostati e flussostati (livellostati nei generatori di vapore) essi devono funzionare e rispondere alle normative vigenti.

- c) dispositivi di controllo sono: il termometro con l'attiguo pozzetto per il termometro di controllo e l'idrometro con l'attacco per l'applicazione del manometro di controllo.

Nei generatori di vapore: il livello visibile ed il manometro dotato di attacco per il manometro di controllo. Questi dispositivi devono rispondere alle normative vigenti.

1 Generatori d'aria calda a scambio diretto.

Dei generatori d'aria calda, a scambio diretto, ove ne sia consentito l'impiego per il riscaldamento di locali di abitazione ed uffici, dovrà essere dichiarata la natura e spessore della superficie di scambio, la pressione della camera di combustione e del circuito dell'aria, la potenza assorbita dal ventilatore.

Ai fini della sicurezza sarà verificata la tenuta del circuito di combustione e la pressione nel circuito dell'aria calda che deve mantenersi superiore alla pressione massima rilevata nel circuito di combustione.

2 Generatori di calore a scambio termico.

Comprendono scambiatori di calore in cui il circuito primario è alimentato da acqua calda o vapore od acqua surriscaldata prodotta da un generatore di calore ed il circuito secondario è destinato a fornire acqua calda a temperatura minore.

Tali apparecchi, se alimentati da un fluido a temperatura superiore a quella di ebollizione alla pressione atmosferica, devono essere provvisti, sul circuito secondario, di valvole di sicurezza e di valvole di scarico termico, oltre alle apparecchiature di protezione (termostati, pressostati) che operano direttamente sul generatore che alimenta il circuito primario, oppure sul circuito primario.

Devono disporre altresì degli apparecchi di controllo come i generatori d'acqua calda (termometro, idrometro con attacchi).

5.11.5) Bruciatori

I bruciatori di combustibili liquidi, o gassosi, ed i focolari per combustibili solidi, devono essere in grado di cedere al fluido termovettore il calore corrispondente al carico massimo del generatore servito.

In ogni caso la potenza del bruciatore non deve superare la potenza massima del generatore in questione. Il bruciatore deve essere corredato da dispositivi che ne arrestino il funzionamento ed intercettino l'afflusso del combustibile nel caso che la fiamma non si accenda o si spenga in corso di funzionamento.

In particolare le rampe di alimentazione dei bruciatori a gas debbono corrispondere esattamente per tipo e composizione a quelle prescritte dalle norme UNI CIG ed essere quindi dotate, oltre che di elettrovalvole di intercettazione, anche del dispositivo atto ad accertare l'assenza di perdite delle valvole stesse.

Negli impianti di maggiore importanza dotati di bruciatori di gas, si dovrà prevedere anche la verifica automatica del dispositivo di controllo della fiamma all'atto di ogni accensione o, se del caso, la verifica continua.

L'arresto dei bruciatori, in generale, deve verificarsi anche nel caso di intervento dei vari apparecchi di protezione: termostati, pressostati, flussostati, livellostati.

1 Condotti di evacuazione dei fumi ed aerazione delle centrali termiche.

I condotti dei fumi, raccordi fumari, canali fumari e camini debbono assicurare la corretta evacuazione dei fumi anche al carico massimo e nelle peggiori condizioni esterne di temperatura, pressione ed umidità relativa. Qualora i condotti non siano totalmente esterni all'edificio, il tiraggio ne dovrà assicurare la depressione lungo l'intero sviluppo così che in caso di lesioni, non vi sia fuoriuscita dei prodotti della combustione.

Lo sbocco all'esterno dovrà avvenire secondo le prescrizioni vigenti e comunque in modo da non recare molestie. In qualsiasi locale in cui funziona un generatore di calore, di qualsiasi potenza, deve essere assicurato il libero ingresso dell'aria necessaria mediante un'apertura non chiudibile di dimensioni adeguate.

2 I depositi di combustibili liquidi.

Devono rispettare la legislazione in base alla capacità, ai locali in cui possono essere collocati ed alla loro sistemazione, ove siano interrati o collocati in vista all'aperto.

Ove si presentassero delle perdite, il combustibile liquido dovrà fluire entro un apposito bacino di raccolta che, nel caso di interramento, non deve inquinare il terreno e la falda acquifera.

Ogni serbatoio deve essere provvisto di un tubo di sfiato ubicato in modo che i prodotti gassosi non possano molestare le persone. Le tubazioni di adduzione del combustibile, liquido o gassoso, al serbatoio debbono potersi intercettare all'esterno delle centrali termiche, in caso di emergenza.

Deve essere provvisto altresì di un attacco di carico, facilmente accessibile e protetto da manomissioni. Le tubazioni di adduzione ai bruciatori devono essere intercettabili all'esterno della centrale termica. Le stazioni di riduzione per l'alimentazione dei bruciatori di gas ed i relativi contatori vanno collocati all'esterno e, dove ciò non è possibile, in ambienti aerati e separati dai locali di utilizzazione secondo la regolamentazione antincendio.

5.11.6) Circolazione del Fluido Termovettore

1 Pompe di circolazione.

Nel caso di riscaldamento ad acqua calda, la circolazione, salvo casi eccezionali in cui si utilizza la circolazione naturale per gravità, viene assicurata mediante elettropompe centrifughe la cui potenza elettrica assorbita non deve essere, di massima, maggiore di 1/500 della potenza termica massima dell'impianto.

Le pompe, provviste del certificato di omologazione, dovranno assicurare portate e prevalenze idonee per alimentare tutti gli apparecchi utilizzatori e debbono essere previste per un servizio continuo senza sensibile surriscaldamento del motore.

La tenuta sull'albero nelle pompe, accoppiato al motore elettrico con giunto elastico, potrà essere meccanica o con premistoppa, in quest'ultimo caso la perdita d'acqua dovrà risultare di scarsa rilevanza dopo un adeguato periodo di funzionamento.

Ogni pompa dovrà essere provvista di organi di intercettazione sull'aspirazione e sulla mandata e di valvole di non ritorno.

Sulla pompa, o sui collettori di aspirazione e di mandata delle pompe, si dovrà prevedere una presa manometrica per il controllo del funzionamento.

2 Ventilatori.

Nel caso di riscaldamento ad aria calda, l'immissione dell'aria nei vari locali si effettua mediante elettroventilatori centrifughi, o assiali, la cui potenza elettrica assorbita non deve essere, di massima, maggiore di 1/50 della potenza termica massima dell'impianto.

I ventilatori, provvisti di certificato di omologazione, dovranno assicurare portate e prevalenze idonee per l'immissione nei singoli locali della portata d'aria necessaria per il riscaldamento e debbono essere previsti per un servizio continuo senza sensibile surriscaldamento del motore.

5.11.7) Distribuzione del Fluido Termovettore

1 Rete di tubazioni di distribuzione.

Comprende:

- a) le tubazioni della centrale termica;
- b) le tubazioni della sottocentrale termica allorché l'impianto sia alimentato dal secondario di uno scambiatore di calore;
- c) la rete di distribuzione propriamente detta che comprende:
 - una rete orizzontale principale;
 - le colonne montanti che si staccano dalla rete di cui sopra;
 - le reti orizzontali nelle singole unità immobiliari;
 - gli allacciamenti ai singoli apparecchi utilizzatori;
- d) la rete di sfiato dell'aria.

1) Le reti orizzontali saranno poste, di regola, nei cantinati o interrati: in quest'ultimo caso, se si tratta di tubi metallici e non siano previsti cunicoli accessibili aerati, si dovrà prevedere una protezione tale da non consentire alcun contatto delle tubazioni con terreno.

2) Le colonne montanti, provviste alla base di organi di intercettazione e di rubinetto di scarico, saranno poste possibilmente in cavedi accessibili e da esse si dirameranno le reti orizzontali destinate alle singole unità immobiliari.

Debbono restare accessibili sia gli organi di intercettazione dei predetti montanti, sia quelli delle singole reti o, come nel caso dei pannelli radianti, gli ingressi e le uscite dei singoli serpentini.

3) Diametri e spessori delle tubazioni debbono corrispondere a quelli previsti nelle norme UNI: in particolare per diametri maggiori di 1", tubi lisci secondo le norme [UNI EN 10216](#) e [UNI EN 10217](#). Per i tubi di rame si impiegheranno tubi conformi alla norma [UNI EN 1057](#).

4) Le tubazioni di materiali non metallici debbono essere garantite dal fornitore per la temperatura e pressione massima di esercizio e per servizio continuo.

- 5) Tutte le tubazioni debbono essere coibentate secondo le prescrizioni dell'allegato B del d.P.R. 412/93, salvo il caso in cui il calore da esse emesso sia previsto espressamente per il riscaldamento, o per l'integrazione del riscaldamento ambiente.
- 6) I giunti, di qualsiasi genere (saldati, filettati, a flangia, ecc.) debbono essere a perfetta tenuta e laddove non siano accessibili dovranno essere provati a pressione in corso di installazione.
- 7) I sostegni delle tubazioni orizzontali o sub-orizzontali dovranno essere previsti a distanze tali da evitare incurvamenti.
- 8) Il dimensionamento delle tubazioni, sulla base delle portate e delle resistenze di attrito ed accidentali, deve essere condotto così da assicurare le medesime perdite di carico in tutti i circuiti generali e particolari di ciascuna utenza.
La velocità dell'acqua nei tubi deve essere contenuta entro limiti tali da evitare rumori molesti, trascinamento d'aria, perdite di carico eccessive e fenomeni di erosione in corrispondenza alle accidentalità.
- 9) Il percorso delle tubazioni e la loro pendenza deve assicurare, nel caso di impiego dell'acqua, il sicuro sfogo dell'aria e, nel caso dell'impiego del vapore, lo scarico del condensato oltre che l'eliminazione dell'aria.
Occorre prevedere, in ogni caso, la compensazione delle dilatazioni termiche; dei dilatatori, dovrà essere fornita la garanzia che le deformazioni rientrano in quelle elastiche del materiale e dei punti fissi che l'ancoraggio è commisurato alle sollecitazioni.
Gli organi di intercettazione, previsti su ogni circuito separato, dovranno corrispondere alle temperature e pressioni massime di esercizio ed assicurare la perfetta tenuta, agli effetti della eventuale segregazione dall'impianto di ogni singolo circuito.
Sulle tubazioni che convogliano vapore occorre prevedere uno o più scaricatori del condensato così da evitare i colpi d'ariete e le ostruzioni al passaggio del vapore.

2 Canali di distribuzione dell'aria calda.

Negli impianti ad aria calda, in cui questa viene immessa in una pluralità di ambienti, o in più punti dello stesso ambiente, si devono prevedere canali di distribuzione con bocche di immissione, singolarmente regolabili per quanto concerne la portata e dimensionati, come le tubazioni, in base alla portata ed alle perdite di carico.

I canali debbono essere eseguiti con materiali di adeguata resistenza, non soggetti a disgregazione, od a danneggiamenti per effetto dell'umidità e, se metallici, irrigiditi in modo che le pareti non entrino in vibrazione.

I canali dovranno essere coibentati per l'intero loro sviluppo a meno che il calore da essi emesso sia espressamente previsto per il riscaldamento, o quale integrazione del riscaldamento dei locali attraversati. La velocità dell'aria nei canali deve essere contenuta, così da evitare rumori molesti, perdite di carico eccessive e fenomeni di abrasione delle pareti, specie se non si tratta di canali metallici.

Le bocche di immissione debbono essere ubicate e conformate in modo che l'aria venga distribuita quanto più possibile uniformemente ed a velocità tali da non risultare molesta per le persone; al riguardo si dovrà tener conto anche della naturale tendenza alla stratificazione.

In modo analogo si dovrà procedere per i canali di ripresa, dotati di bocche di ripresa, tenendo conto altresì che l'ubicazione delle bocche di ripresa deve essere tale da evitare la formazione di correnti preferenziali, a pregiudizio della corretta distribuzione.

Tutti i prodotti e/o materiali di cui al presente articolo, qualora possano essere dotati di marcatura CE secondo la normativa tecnica vigente, dovranno essere muniti di tale marchio.

Art. 5.11.8

SISTEMA DI DISTRIBUZIONE DEL FLUIDO TERMOMETTORE ACQUA

5.11.8.1) Premessa

L'impianto di riscaldamento può avere come fluido termovettore acqua o aria.

Nel caso di funzionamento ad acqua, il fluido circola all'interno di tubazioni, dal generatore ai terminali di emissione, quali radiatori, fan-coil, pannelli radianti.

Considerando il regime di circolazione forzata, ossia l'acqua all'interno delle tubazioni viene movimentata da una pompa azionata elettricamente (pompa di circolazione), a seconda della configurazione delle tubazioni, esistono varie soluzioni:

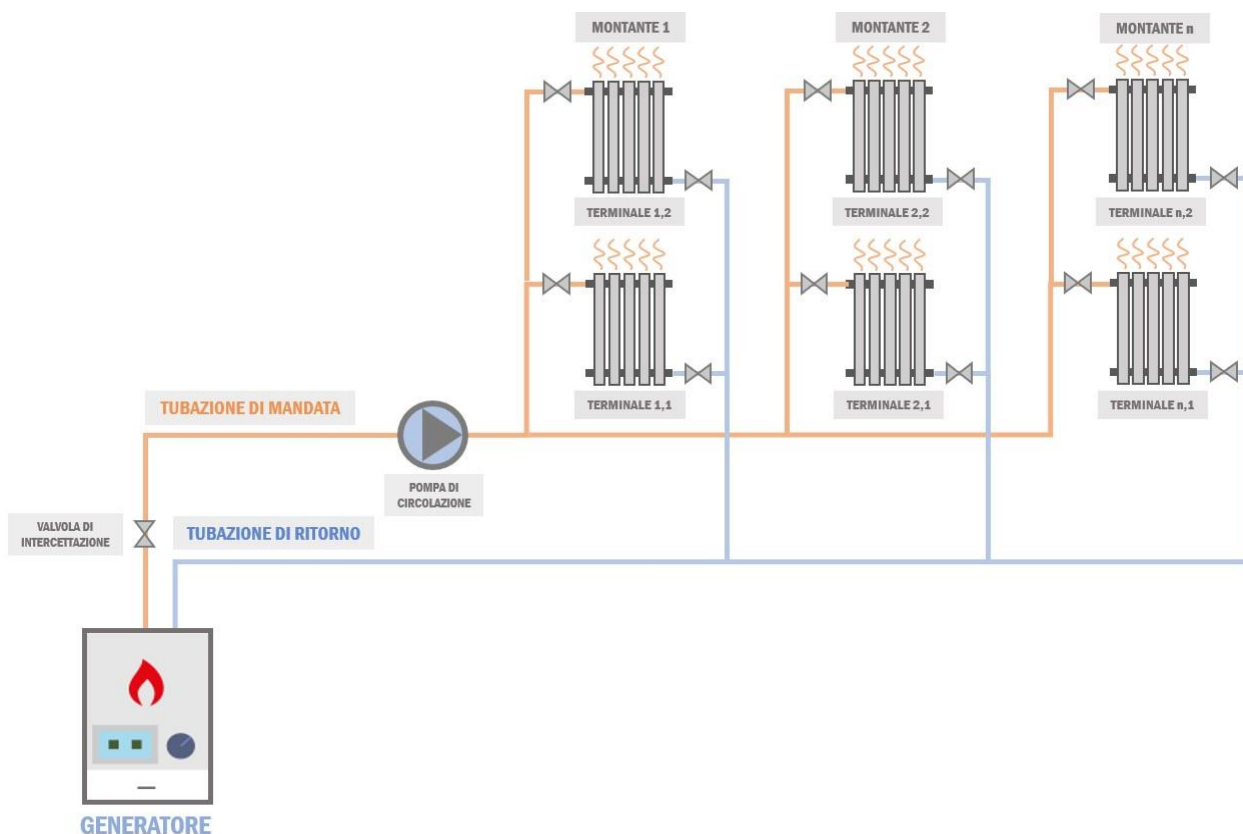
- distribuzione dell'acqua ai corpi scaldanti mediante **circuito bitubo a ritorno diretto**, con o senza collettori complanari;

- distribuzione dell'acqua ai corpi scaldanti mediante **circuito bitubo a ritorno inverso**.

5.11.8.2) Sistema di distribuzione mediante circuito bitubo a ritorno diretto

Lo schema di distribuzione dell'acqua con circuito bitubo a ritorno diretto prevede terminali disposti in parallelo e due tubazioni, una per la mandata ed una per il ritorno.

La tubazione di mandata, partendo dal generatore, presenta tante diramazioni quanti sono i corpi scaldanti e l'acqua di ritorno dal singolo corpo scaldante confluisce all'interno della tubazione di ritorno al generatore.



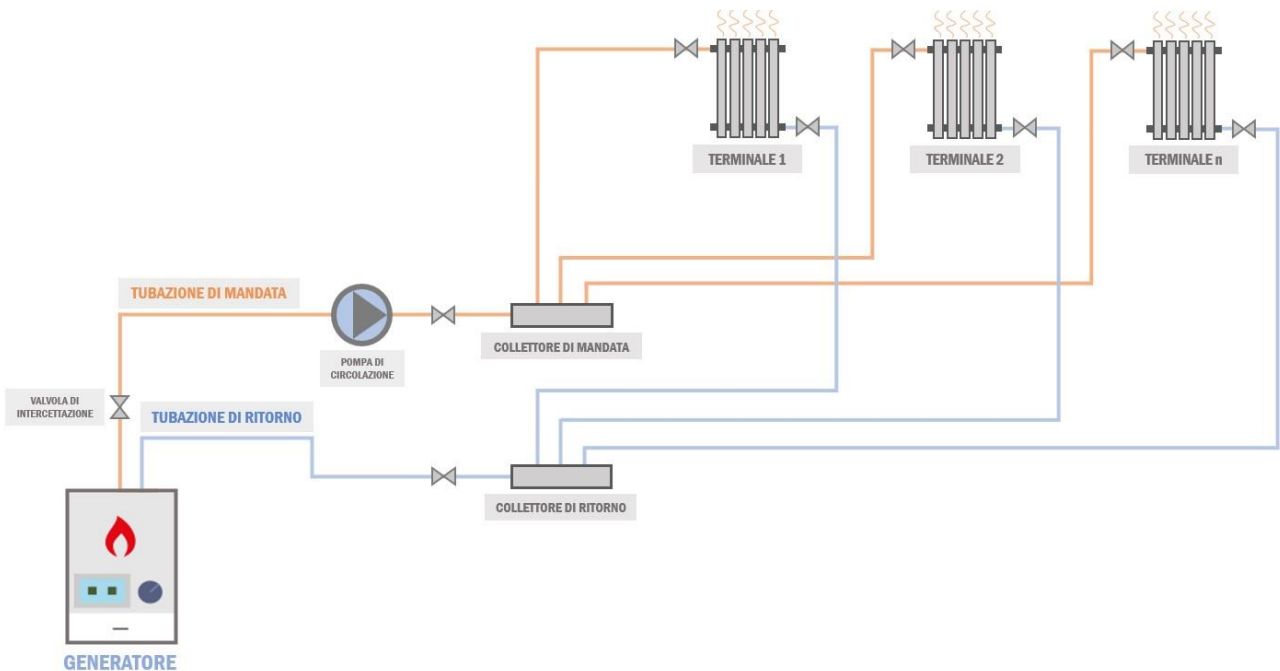
Questa soluzione⁽¹⁾ è impiegata particolarmente per impianti centralizzati, in cui il generatore è posto al piano terra o seminterrato, così come l'annessa rete principale di tubazioni di mandata e di ritorno. Da questa si ergono poi delle montanti verticali che sezionano verticalmente l'edificio ed alimentano i corpi scaldanti dei vari piani (appartamenti).

5.11.8.3) Sistema di distribuzione mediante collettori complanari

Questa tipologia⁽¹⁾ di circuito può essere utilizzata sia per impianti autonomi che centralizzati.

Lo schema di distribuzione dell'acqua con circuito bitubo a ritorno diretto con collettori complanari prevede terminali disposti in parallelo come nel caso precedente, con la peculiarità di centraline di distribuzione delle tubazioni che prendono il nome di collettori complanari.

Le tubazioni di mandata e ritorno principali, dal generatore giungono fino al o ai collettori complanari. Dal collettore poi si diramano tante piccole tubazioni di mandata e di ritorno quanti sono i singoli corpi scaldanti da servire. Qualora si preveda di installare più collettori complanari, sarà necessario disporli in posizione pressoché baricentrica rispetto ai terminali da servire.



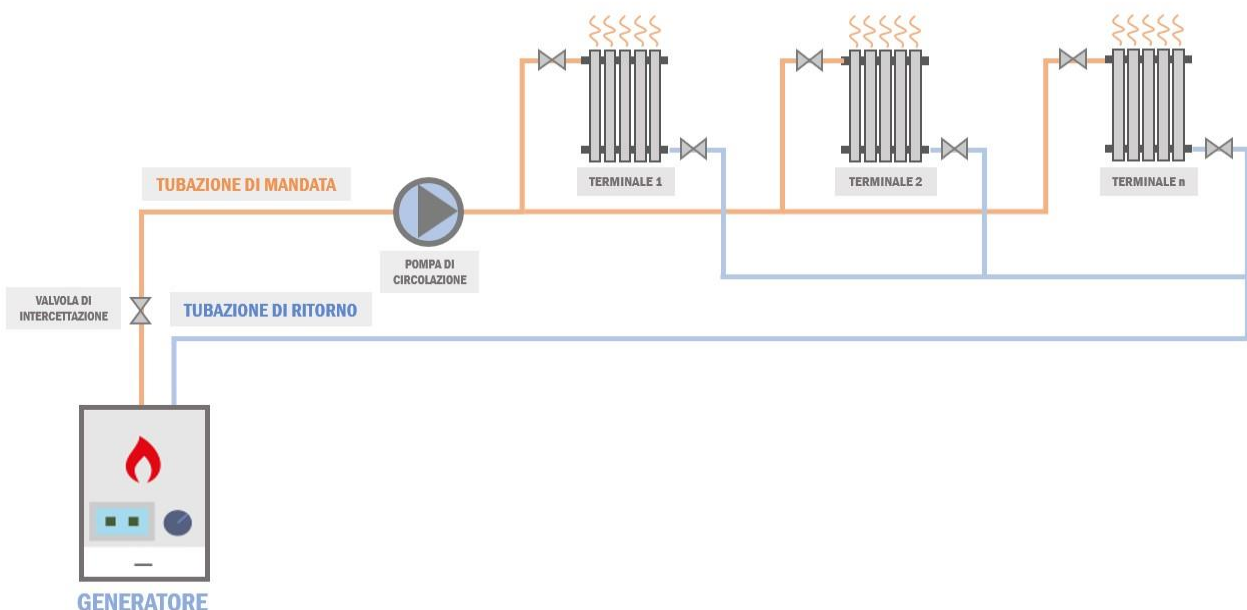
Nel caso di impianto autonomo, abitazione singola, il numero di collettori da predisporre sarà funzione della superficie calpestabile. Per gli impianti centralizzati invece, è previsto un collettore al servizio di ciascun appartamento.

Le tubazioni vanno solitamente posizionate sotto pavimentato e devono pertanto essere coibentate al fine di mantenere stabile la temperatura del fluido all'interno.

5.11.8.4) Sistema di distribuzione mediante circuito bitubo a ritorno inverso

Il circuito bitubo a ritorno inverso è molto simile a quello a ritorno diretto senza collettori complanari, con la differenza che in questa configurazione sono presenti due tubazioni di ritorno.

La definizione "a ritorno inverso" deriva proprio dal principio di funzionamento del sistema, l'acqua di ritorno dai singoli corpi scaldanti non viene inviata direttamente al generatore, ma è prima convogliata in una tubazione di ritorno secondaria che infine confluisce in quella principale.



Art. 5.11.9 SISTEMA DI EMISSIONE DEL FLUIDO TERMOMETTORE ACQUA

5.11.9.1) Premessa

Il sistema di emissione del vettore termico è rappresentato da terminali che indirettamente diffondono il fluido termovettore all'interno degli ambienti da climatizzare.

Nel caso di impianto termico alimentato da fluido termovettore acqua, il fluido parte dal generatore, attraversa la rete di tubazioni e giunge infine ai terminali di emissione atti a trasferire il calore all'interno dei locali e garantire condizioni di temperatura tali da soddisfare il benessere termico degli utenti.

I terminali idraulici sono:

- Radiatori
- Pannelli radianti
- Fan-coil (o ventil - convettori)
- termoconvettori

I componenti riportati si differenziano per la logica di funzionamento, il meccanismo di scambio termico prevalente e l'inerzia termica, oltre che per la struttura (l'involucro e gli elementi da cui sono composti) e le temperature di mandata e ritorno del fluido termovettore dal generatore ai terminali.

In generale, il calore può diffondersi attraverso tre meccanismi differenti:

- **conduzione** - trasporto diffusivo di energia che ha luogo in presenza di un gradiente termico, ossia dal contatto tra due corpi (o parti di uno stesso corpo) che si trovano a temperature differenti;
- **convezione** - meccanismo di trasporto di energia dovuto ai moti macroscopici della materia che si verifica, in genere, nei casi di scambio termico e di massa tra solidi e fluidi. L'entità dello scambio termico dipende dal campo di velocità del fluido che lambisce il corpo solido, oltre che dalle caratteristiche termofisiche del fluido. Si parla di **convezione naturale** quando il fluido si muove spontaneamente grazie allo scambio termico con il solido. Al contrario, quando la velocità del fluido che lambisce la superficie solida è imposta, ossia prodotta con mezzi meccanici (pompe, ventilatori) si parla di **convezione forzata**.
- **irraggiamento** - il trasferimento di calore, tra due superfici a differente temperatura, che non siano a contatto, avviene tramite emissione di energia sotto forma di onde elettromagnetiche.

5.11.9.2) Radiatori

I radiatori sono costituiti da elementi uguali (verticali o orizzontali) assemblati tra di loro all'interno di un unico involucro.

Il trasferimento di calore dal corpo scaldante al locale avviene prevalentemente per irraggiamento, ma anche per convezione naturale.

Le prestazioni di questa tipologia di terminale dipendono da molteplici fattori, quali:

- la temperatura di mandata e la temperatura di ritorno dell'acqua;
- la differenza tra la temperatura media dell'acqua e la temperatura dell'aria all'interno dell'ambiente;
- il materiale;
- il posizionamento.

• Temperatura di mandata e temperatura di ritorno

I radiatori sono collegati al generatore per mezzo di una tubazione di mandata ed una di ritorno sulle quali sono posizionate valvole di sezionamento che evitano l'interruzione del flusso termico in caso di manutenzione.

Lavorano con temperature di mandata T_m elevate (70÷80°C) e salto di 10°C tra mandata e ritorno:

$$T_m - T_r = 10^\circ C$$

• Salto termico tra la temperatura media dell'acqua e la temperatura dell'aria all'interno dell'ambiente

La resa termica q di ciascun elemento di radiatore diminuisce man mano che la differenza tra la temperatura media dell'acqua e quella dell'aria all'interno del locale si riduce.

La temperatura media dell'acqua è pari alla media tra la temperatura di mandata e quella di ritorno dell'acqua:

$$T_{media} = \frac{T_m + T_r}{2}$$

La resa termica aumenta all'aumentare del numero di elementi N che il radiatore deve avere per compensare il carico termico invernale del locale Q .

Il numero di elementi di radiatore infatti è pari al rapporto tra la potenza termica che il radiatore deve fornire al locale per compensare le dispersioni (carico termico), e la resa termica di ciascun elemento:

$$N = \frac{Q}{q}$$

- **Materiale**

Il materiale influenza le caratteristiche del radiatore, in particolare l'*inerzia termica*: l'*inerzia termica* rappresenta la capacità di un componente o materiale di permanere il più possibile nel proprio stato di temperatura a seguito di sollecitazioni termiche cui è esposto.

- radiatori in *ghisa*:

sono caratterizzati da elevata inerzia termica;
sono pesanti e resistenti meccanicamente;

- radiatori in *acciaio*:

sono caratterizzati da bassa inerzia termica.

- radiatori in *alluminio*: presentano caratteristiche intermedie tra le due soluzioni precedenti.



- **Posizionamento**

I radiatori devono essere posizionati lungo le pareti perimetrali degli edifici, in prossimità o sotto le finestre. A causa della brusca variazione di spessore e materiale, tra la superficie opaca (parete) e quella vetrata si genera un ponte termico con conseguente dispersione di calore verso l'esterno.

Il componente vetrato ha dunque resistenza termica minore rispetto al componente opaco (parete) e può essere considerato una superficie fredda⁽¹⁾.

5.11.9.3) Pannelli radianti

I pannelli radianti sono costituiti da tubi flessibili, in materiale plastico, installati all'interno della parete, del soffitto o del pavimento ed alimentati dal fluido termovettore acqua.

I pannelli radianti lavorano sia in regime invernale che estivo garantendo una temperatura più uniforme all'interno degli ambienti.

Lo scambio termico avviene prevalentemente per irraggiamento, ma anche per convezione.

Le prestazioni del pannello dipendono:

- dalla tipologia di posa e dal posizionamento;

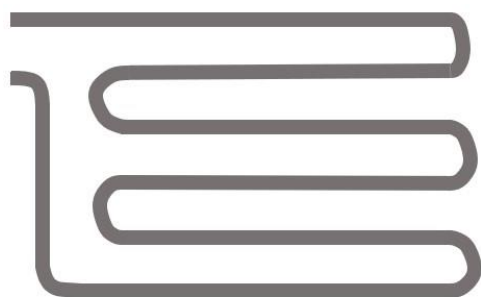
- dal passo;

- dalla temperatura dell'acqua.

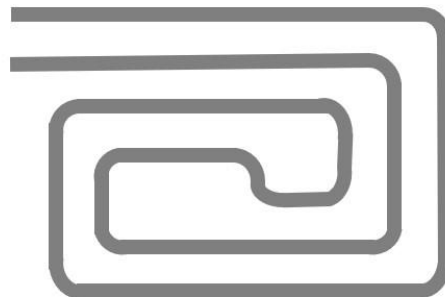
- **Tipologia di posa e posizionamento del pannello**

I pannelli radianti possono essere messi in opera con sviluppo a **chiocciola** o **serpentina**.

La tipologia a chiocciola garantisce temperature superficiali più omogenee e minimizza le discontinuità accentuate, quali curve a 180°.



CIRCUITO CON SVILUPPO A SERPENTINA



CIRCUITO CON SVILUPPO A CHIOCCIOLA

In base all'ubicazione della rete di tubazioni, i pannelli radianti possono essere:

- a pavimento;
- a soffitto;
- a parete.

Per l'installazione a parete, la superficie deve rimanere scoperta, libera da mobili e quadri.

I pannelli radianti a pavimento sono caratterizzati da elevata inerzia termica e maggiore scambio termico convettivo.

Per evitare dispersioni di flusso termico verso il basso deve essere posato uno strato di isolante al di sotto dei tubi. Viceversa, nel caso di installazione a soffitto lo strato di isolante dovrà essere posizionato al di sopra dei tubi.

- **Passo**

La distanza tra i singoli elementi viene definita "passo" (valore minimo 5 ÷ 10 cm), al diminuire del passo la rete si infittisce⁽⁴⁾ ed aumenta la resa termica del pannello, ossia aumenta la potenza termica rilasciata all'interno dell'ambiente.

- **Temperatura dell'acqua**

Per il regime invernale, la temperatura dell'acqua all'interno delle serpentine non può essere troppo elevata in quanto potrebbe causare discomfort termico.

In base al posizionamento del pannello, i valori usuali cui deve essere portata la temperatura dell'acqua sono:

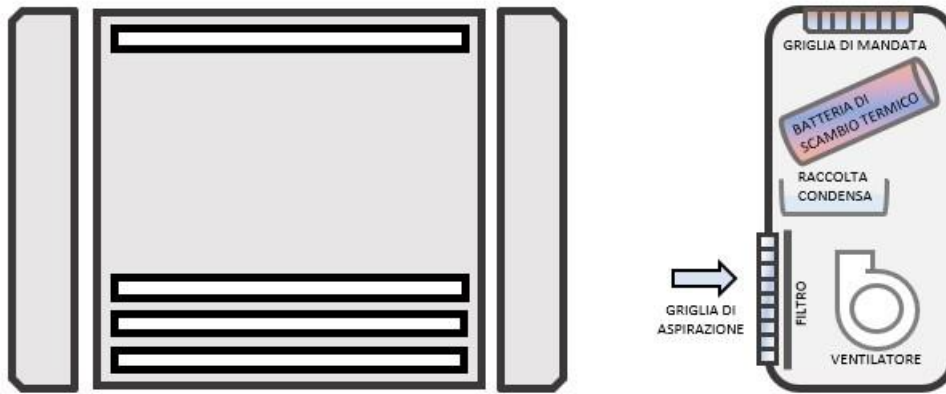
- T = 25 ÷ 28°C per pannelli radianti a pavimento
- T = 30 ÷ 35°C per pannelli radianti a soffitto
- T = 26 ÷ 30°C per pannelli radianti a parete

Analogamente, per il regime estivo, al fine di evitare la formazione di condensa, la temperatura dell'acqua refrigerata all'interno dei tubi non può essere troppo bassa (all'incirca 15°C).

5.11.9.4) Fan-coil

I fan-coil, o ventil-convettori, sono strutturati in un unico elemento costituito da:

- griglia di aspirazione;
- filtro;
- ventilatore;
- batteria di scambio termico alettata;
- griglia di mandata;
- bacinella di raccolta della condensa;
- custodia.



Oltre al classico elemento a parete, esistono anche modelli a soffitto, controsoffitto e pavimento. Lavorano con temperature di mandata più contenute rispetto ai radiatori ($45 \div 55^{\circ}\text{C}$) e salto di 5°C tra mandata e ritorno:

$$T_m - T_r = 5^{\circ}\text{C}$$

Per quanto riguarda la logica di funzionamento l'aria, movimentata dal ventilatore, entra all'interno dell'apparecchio attraverso una griglia di aspirazione costituita da un filtro che trattiene le eventuali impurità. Successivamente, l'aria "depurata" lambisce la superficie della batteria di scambio termico⁽¹⁾ riscaldandosi o raffreddandosi a seconda del regime e viene infine immessa nel locale per mezzo di una griglia di mandata.

I fan-coil sono caratterizzati da bassa inerzia termica ed il trasferimento del calore dal corpo scaldante al locale avviene prevalentemente per convezione forzata (ventilatore), ma anche per irraggiamento.

I fan-coil lavorano sia in regime invernale che estivo, rispettivamente per il riscaldamento e raffreddamento; la bacinella di raccolta della condensa è utilizzata soltanto per il funzionamento estivo in cui la batteria di scambio viene alimentata con acqua a basse temperature ($7 \div 8^{\circ}\text{C}$).

La presenza del ventilatore, con velocità modulante (solitamente minima, media, massima), consente di regolare la temperatura locale per locale.

La taglia del fan-coil viene scelta confrontando la resa dell'elemento alla media velocità del ventilatore con il carico termico locale.

5.11.9.5) Termoconvettori

I termoconvettori, simili ai fan-coil, si differenziano principalmente per l'assenza del ventilatore. Lavorano, inoltre, esclusivamente in regime invernale con temperature di mandata superiori ($60 \div 70^{\circ}\text{C}$).

In questo caso si innesta un moto convettivo naturale, in quanto l'aria, a contatto con la superficie della batteria di scambio termico (alimentata con acqua calda), si riscalda, tende a salire verso l'alto e si propaga all'interno del locale.

5.11.10) Apparecchi Utilizzatori

Tutti gli apparecchi utilizzatori debbono essere costruiti in modo da poter essere impiegati alla pressione ed alla temperatura massima di esercizio, tenendo conto della prevalenza delle pompe di circolazione che può presentarsi al suo valore massimo qualora la pompa sia applicata sulla mandata e l'apparecchio sia intercettato sul solo ritorno.

1 Corpi scaldanti statici.

Qualunque sia il tipo prescelto, i corpi scaldanti debbono essere provvisti di un certificato di omologazione che ne attesti la resa termica, accertata in base alla norma [UNI EN 442](#).

Essi debbono essere collocati in posizione e condizioni tali che non ne risulti pregiudicata la cessione di calore all'ambiente. Non si debbono impiegare sullo stesso circuito corpi scaldanti dei quali sia notevolmente diverso l'esponente dell'espressione che misura la variazione della resa termica in funzione della variazione della differenza tra la temperatura del corpo scaldante e la temperatura ambiente (esempio radiatori e convettori).

Sulla mandata e sul ritorno del corpo scaldante si debbono prevedere organi atti a consentire la regolazione manuale e, ove occorra, l'esclusione totale del corpo scaldante, rendendo possibile la sua asportazione, senza interferire con il funzionamento dell'impianto.

2 Corpi scaldanti ventilati.

Di tali apparecchi costituiti da una batteria percorsa dal fluido termovettore e da un elettroventilatore che

obbliga l'aria a passare nella batteria, occorre, oltre a quanto già esposto per i corpi scaldanti statici, accertare la potenza assorbita dal ventilatore e la rumorosità dello stesso.

La collocazione degli apparecchi deve consentire una distribuzione uniforme dell'aria evitando altresì correnti moleste.

3 Pannelli radianti.

Costituiscono una simbiosi tra le reti di tubazioni in cui circola il fluido termovettore e le strutture murarie alle quali tali reti sono applicate (pannelli riportati) o nelle quali sono annegate (pannelli a tubi annegati). I tubi per la formazione delle reti, sotto forma di serpentini, o griglie, devono essere di piccolo diametro (20 mm al massimo) ed ove non si tratti di tubi metallici, dovrà essere accertata l'idoneità relativamente alla temperatura ed alla pressione massima di esercizio per un servizio continuo.

Prima dell'annegamento delle reti si verificherà che non vi siano ostruzioni di sorta ed è indispensabile una prova a pressione sufficientemente elevata per assicurarsi che non si verifichino perdite nei tubi e nelle eventuali congiunzioni.

1) Nel caso di pannelli a pavimento la temperatura media superficiale del pavimento finito non deve superare il valore stabilito al riguardo dal progettista e la distanza tra le tubazioni deve essere tale da evitare che detta temperatura media si consegua alternando zone a temperatura relativamente alta e zone a temperatura relativamente bassa.

Nel prevedere il percorso dei tubi occorre tener presente altresì che (anche con cadute di temperatura relativamente basse: 8-10 °C) le zone che corrispondono all'ingresso del fluido scaldante emettono calore in misura sensibilmente superiore a quelle che corrispondono all'uscita.

Le reti di tubi devono essere annegate in materiale omogeneo (di regola: calcestruzzo da costruzione) che assicuri la totale aderenza al tubo e ne assicuri la protezione da qualsiasi contatto con altri materiali e da qualsiasi liquido eventualmente disperso sul pavimento.

2) Nel caso di pannelli a soffitto, ricavati di regola annegando le reti nei solai pieni, o nelle nervature dei solai misti, la temperatura media superficiale non deve superare il valore stabilito dal progettista.

3) Il collegamento alle reti di distribuzione, deve essere attuato in modo che sia evitato qualsiasi ristagno dell'aria e che questa, trascinata dal fluido venga scaricata opportunamente; per lo stesso motivo è opportuno che la velocità dell'acqua non sia inferiore a 0,5 m/s.

4) Nel caso di reti a griglia, costituite da una pluralità di tronchi o di serpentini, collegati a due collettori (di ingresso e di uscita), occorre che le perdite di carico nei vari tronchi siano uguali, così da evitare circolazioni preferenziali. In concreto occorre che i vari tronchi, o serpentini, abbiano la stessa lunghezza (e, possibilmente, lo stesso numero di curve) e che gli attacchi ai collettori avvengano da parti opposte così che il tronco con la mandata più corta abbia il ritorno più lungo e il tronco con la mandata più lunga, il ritorno più corto.

5) Nei pannelli, cosiddetti "riportati", di regola a soffitto e talvolta a parete, ove le reti di tubazioni sono incorporate in uno strato di speciale intonaco, applicato alla struttura muraria, o anche separato dalla stessa, si dovrà prevedere un'adeguata armatura di sostegno, una rete portaintonaco di rinforzo è l'ancoraggio del pannello, tenendo conto delle dilatazioni termiche.

Qualunque sia il tipo di pannello impiegato, si deve prevedere un pannello, od un gruppo di pannelli, per ogni locale dotato di una valvola di regolazione, collocata in luogo costantemente accessibile.

6) È utile l'applicazione di organi di intercettazione sull'ingresso e sull'uscita così da poter separare dall'impianto il pannello od il gruppo di pannelli senza interferenze con l'impianto stesso.

4 Pannelli pensili.

Si considerano come corpi scaldanti tenendo conto che, in relazione al loro sviluppo ed alla loro collocazione, le temperature superficiali debbono essere compatibili con il benessere delle persone.

5 Riscaldatori d'acqua.

Sono destinati alla produzione di acqua calda per i servizi igienici e possono essere:

- ad accumulo con relativo serbatoio;
- istantanei;
- misti ad accumulo ed istantanei.

Il tipo di riscaldatore ed il volume di accumulo deve essere rispondente alla frequenza degli attingimenti: saltuari, continui, concentrati in brevi periodi di tempo.

Qualora il fluido scaldante presenti una temperatura superiore a quella di ebollizione alla pressione atmosferica occorre applicare al serbatoio di accumulo la valvola di sicurezza e la valvola di scarico termico. Nel serbatoio d'accumulo è altresì indispensabile prevedere un vaso di espansione, o una valvola di sfioro, onde far fronte alla dilatazione dell'acqua in essi contenuta nel caso in cui non si verifichino attingimenti durante il riscaldamento dell'acqua stessa.

L'acqua deve essere distribuita a temperatura non superiore a 50 °C, è comunque opportuno, nel caso dell'accumulo, mantenere l'acqua a temperatura non superiore a 65 °C onde ridurre la formazione di incrostazioni, nel caso in cui l'acqua non venga preventivamente trattata.

Il generatore di calore destinato ad alimentare il riscaldatore d'acqua durante i periodi in cui non si effettua il riscaldamento ambientale deve essere di potenza non superiore a quella richiesta effettivamente dal servizio a cui è destinato.

6 Complessi di termoventilazione.

Sono costituiti, come i corpi scaldanti ventilati, da una batteria di riscaldamento alimentata dal fluido termovettore e da un elettroventilatore per la circolazione dell'aria nella batteria. Dovendo provvedere al riscaldamento di una pluralità di locali mediante l'immissione di aria calda, l'apparecchio dovrà essere in grado di fornire la potenza termica necessaria.

Dell'elettroventilatore, dotato di un motore elettrico per servizio continuo dovranno essere verificati: la portata, la prevalenza, la potenza assorbita ed il livello di rumorosità nelle condizioni di esercizio.

L'apparecchio può essere provvisto di filtri sull'aria di rinnovo e/o sull'aria di circolazione (mentre la presenza di dispositivi di umidificazione lo farebbe annoverare tra gli apparecchi di climatizzazione invernale).

Tutti i prodotti e/o materiali di cui al presente articolo, qualora possano essere dotati di marcatura CE secondo la normativa tecnica vigente, dovranno essere muniti di tale marchio.

5.11.11) Espansione dell'Acqua dell'Impianto

Negli impianti ad acqua calda, o surriscaldata, occorre prevedere un vaso di espansione in cui trovi posto l'aumento di volume del liquido per effetto del riscaldamento. Il vaso può essere aperto all'atmosfera o chiuso, a pressione.

Il vaso aperto deve essere collocato a quota maggiore del punto più alto dell'impianto ed occorre assicurarsi che esso non sia in circolazione per effetto dello scarico del tubo di sicurezza (allacciato scorrettamente) o della rete di sfiato dell'aria (sprovvista di scaricatore idoneo). Ove si utilizzi un vaso chiuso la pressione che vi deve regnare deve essere: nel caso di acqua calda, superiore alla pressione statica dell'impianto, nel caso di acqua surriscaldata superiore alla pressione del vapore saturo alla temperatura di surriscaldamento.

Il vaso chiuso può essere del tipo a diaframma (con cuscino d'aria prepressurizzato), autopressurizzato (nel quale la pressione, prima del riempimento, è quella atmosferica), prepressurizzato a pressione costante e livello variabile, prepressurizzato a pressione e livello costanti.

Questi ultimi richiedono per la pressurizzazione l'allacciamento ad una rete di aria compressa (o ad un apposito compressore) o a bombole di aria compressa o di azoto. I vasi chiusi collegati ad una sorgente esterna debbono essere dotati di valvola di sicurezza e se la pressione della sorgente può assumere valori rilevanti, occorre inserire una restrizione tarata sul tubo di adduzione cosicché la portata massima possa essere scaricata dalla valvola di sicurezza senza superare la pressione di esercizio per la quale il vaso è previsto.

In ogni caso, qualora la capacità di un vaso chiuso sia maggiore di 25 l, il vaso stesso è considerato apparecchio a pressione a tutti gli effetti.

5.11.12) Regolazione Automatica

Ogni impianto centrale deve essere provvisto di un'apparecchiatura per la regolazione automatica della temperatura del fluido termovettore, in funzione della temperatura esterna e del conseguente fattore di carico.

Il regolatore, qualunque ne sia il tipo, dispone di due sonde (l'una esterna e l'altra sulla mandata generale) ed opera mediante valvole servocomandate.

Il regolatore deve essere suscettibile di adeguamento del funzionamento del diagramma di esercizio proprio dell'impianto regolato. Debbono essere previste regolazioni separate nel caso di circuiti di corpi scaldanti destinati ad assicurare temperature diverse e nel caso di circuiti che alimentano corpi scaldanti aventi una risposta diversa al variare della differenza tra la temperatura dell'apparecchio e la temperatura ambiente.

È indispensabile prevedere un sistema di regolazione automatica della temperatura ambiente per ogni unità immobiliare e di una valvola termostatica su ciascun corpo scaldante ai fini di conseguire la necessaria omogeneità delle temperature ambiente e di recuperare i cosiddetti apporti di calore gratuiti, esterni ed interni.

La regolazione locale deve essere prevista per l'applicazione di dispositivi di contabilizzazione del calore dei quali venisse decisa l'adozione.

5.11.13) Alimentazione e Scarico dell'Impianto

1 Alimentazione dell'impianto.

Può avvenire secondo uno dei criteri seguenti:

- negli impianti a vapore, mediante elettropompe che prelevano l'acqua dalla vasca di raccolta del condensato, vasca in cui il livello è assicurato da una valvola a galleggiante allacciata all'acquedotto o ad un condotto di acqua trattata;
- negli impianti ad acqua calda, con vaso di espansione aperto, o mediante l'allacciamento all'acquedotto (o ad un condotto di acqua trattata) del vaso stesso, in cui il livello è assicurato da una valvola a galleggiante come sopra; oppure mediante un allacciamento diretto dell'acquedotto (o del predetto condotto di acqua trattata) al generatore di calore o ad un collettore della centrale termica, allacciamento dotato di una valvola a perfetta tenuta da azionare manualmente;
- negli impianti ad acqua calda con vaso chiuso, mediante l'allacciamento diretto all'acquedotto (od al predetto condotto dell'acqua trattata) attraverso una valvola di riduzione;
- negli impianti ad acqua surriscaldata, mediante elettropompe che prelevano l'acqua dall'acquedotto o dal serbatoio dell'acqua trattata.

Occorrono ovviamente pompe di sopraelevazione della pressione qualora la pressione dell'acquedotto, o quella del condotto dell'acqua trattata, non fosse in grado di vincere la pressione regnante nel punto di allacciamento.

Nel caso di valvole a galleggiante collegate all'acquedotto, la bocca di ingresso dell'acqua deve trovarsi ad un livello superiore a quello massimo dell'acqua così che, in caso di eventuali depressioni nell'acquedotto non avvenga il risucchio in esso dell'acqua del vaso. Nel caso di allacciamenti diretti all'acquedotto è prescritta l'applicazione di una valvola di non ritorno così da evitare ogni possibile rientro nell'acquedotto dell'acqua dell'impianto.

Sulla linea di alimentazione occorre inserire un contatore d'acqua al fine di individuare tempestivamente eventuali perdite e renderne possibile l'eliminazione.

2 Scarico dell'impianto.

Deve essere prevista la possibilità di scaricare, parzialmente o totalmente, il fluido termovettore contenuto nell'impianto.

Se si tratta di acqua fredda, questa può essere scaricata direttamente nella fognatura; se si tratta di acqua calda, o addirittura caldissima (per esempio nel caso di spurghi di caldaia a vapore), occorre raffreddarla in apposita vasca prima di immetterla nella fognatura.

5.11.14 Quadro e Collegamenti Elettrici

Si dovrà prevedere un quadro elettrico per il comando e la protezione di ogni singolo motore da corto circuiti, abbassamenti di tensione, mancanza di fase e sovraccarichi prolungati.

Quadro e collegamenti elettrici, nonché la messa a terra di tutte le parti metalliche, dovranno essere conformi alle norme CEI ed in particolare a quella prevista espressamente per le centrali termiche nella [CEI 64-2](#).

5.11.15 La Direzione dei Lavori

La Direzione dei Lavori per la realizzazione dell'impianto di riscaldamento 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.

Effettuerà o farà effettuare e sottoscrivere in una dichiarazione di conformità le prove di tenuta, consumo di combustibile (correlato al fattore di carico), ecc., per comprovare il rispetto della normativa vigente in materia

La Direzione 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. 5.12

IMPIANTO DI CLIMATIZZAZIONE

In conformità all'art. 6, c.1, del D.M. 22/01/2008, n. 37, gli impianti di climatizzazione devono rispondere alla regola dell'arte. Si considerano a regola d'arte gli impianti realizzati in conformità alla vigente normativa e alle norme dell'UNI, del CEI o di altri Enti di normalizzazione appartenenti agli Stati membri dell'Unione europea o che sono parti contraenti dell'accordo sullo spazio economico europeo.

5.12.1 Generalità

L'impianto di climatizzazione è destinato ad assicurare negli ambienti:

- 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 all'articolo "*Impianto di Riscaldamento - Generalità*".

5.12.2) 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 termoigrometriche 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.

5.12.3) Componenti degli Impianti di Climatizzazione

Tutti i componenti destinati al riscaldamento dei locali debbono avere attestato di conformità (vedere l'articolo "*Impianto di Riscaldamento*" punto relativo ai Componenti dell'impianto di riscaldamento).

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 all'articolo "*Impianto di Riscaldamento*" punto relativo ai Componenti dell'impianto 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.

Art. 5.12.4

MACCHINE FRIGORIFERE E POMPE DI CALORE

5.12.4.1) Premessa

Il sistema di generazione di un impianto di climatizzazione di un edificio può essere costituito da una pompa di calore o macchina frigorifera.

La macchina frigorifera e la pompa di calore sono di solito costituite da un unico apparato invertibile, con duplice funzionamento, rispettivamente raffrescamento in estate e riscaldamento in inverno, basato sul trasferimento di calore da zone a temperatura inferiore verso zone a temperatura superiore attraverso lavoro fornito da un serbatoio di energia meccanica.

Esistono molteplici tipologie di macchina frigorifera/pompa di calore, a seconda del funzionamento e della modalità con cui viene fornita l'energia meccanica:

- Macchine frigorifere/pompe di calore a compressione di vapore elettriche (il motore del compressore è alimentato elettricamente) **EHP (Electric Heat Pump)**;
- Macchine frigorifere/pompe di calore a compressione di vapore a gas (il motore del compressore è alimentato da un sistema a combustione interna) **GHP (Gas Heat Pump)**;
- Macchine frigorifere/pompe di calore ad assorbimento (il compressore è sostituito da un assorbitore e un generatore) **AHP (Absorption Heat Pump)**.

La macchina frigorifera raffresca sottraendo il calore alla zona a temperatura inferiore e smaltendolo successivamente in quella avente temperatura superiore; la pompa di calore riscalda sottraendo in primis il calore alla zona a temperatura inferiore e fornendolo poi a quella avente temperatura superiore. Il principio di funzionamento dei due sistemi è lo stesso, cambia l'effetto utile.

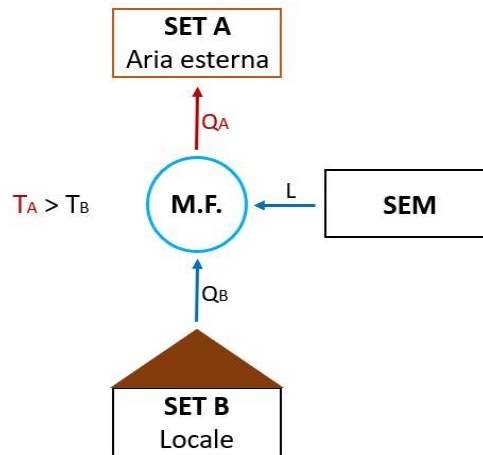
5.12.4.2) Prestazione energetica

La prestazione energetica della macchina frigorifera o pompa di calore si misura attraverso un coefficiente di prestazione adimensionale pari al rapporto tra la finalità e la spesa energetica.

Tale parametro descrive la qualità termodinamica della prestazione:

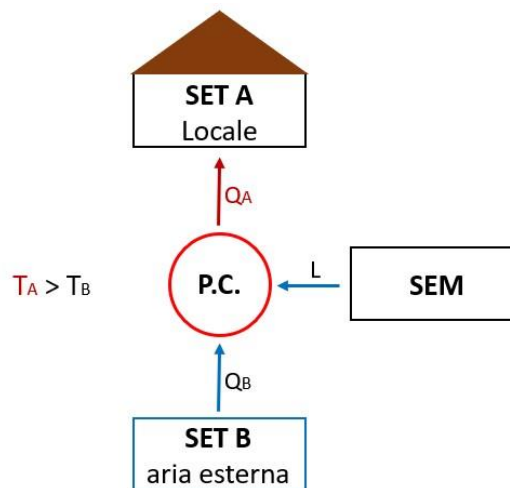
• **Macchina frigorifera** - l'EER (energy efficiency ratio) rappresenta il rapporto tra l'energia termica da sottrarre al SET (serbatoio di energia termica) a temperatura inferiore e l'energia meccanica spesa (lavoro):

$$EER = \frac{Q_B}{L}$$



- **Pompa di calore** - il COP rappresenta il rapporto tra l'energia termica da fornire al SET a temperatura superiore e l'energia meccanica spesa:

$$COP = \frac{Q_A}{L}$$

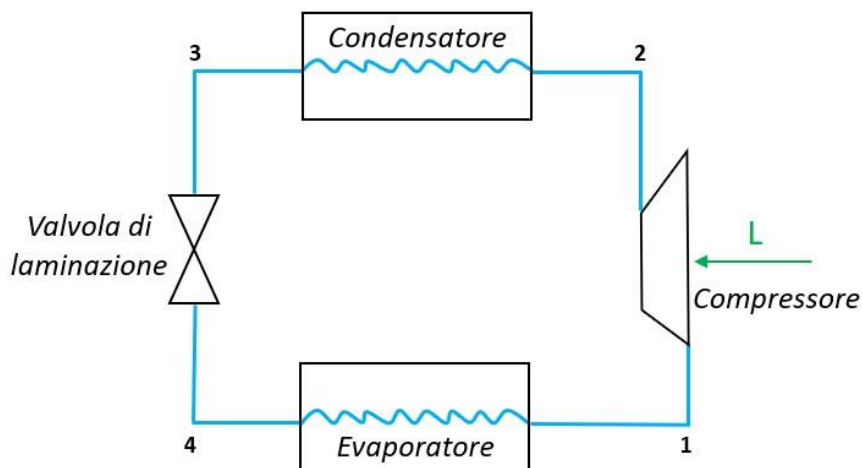


5.12.4.3) Principio di funzionamento e caratteristiche delle macchine frigorifere/pompe di calore a compressione di vapore

Il funzionamento della macchina frigorifera/pompa di calore a compressione di vapore si basa sul passaggio di fase di un fluido refrigerante all'interno di un ciclo di Carnot che, in parte dei casi, è invertibile. L'inversione del ciclo permette il duplice funzionamento del sistema, pompa di calore in inverno (riscaldamento) e macchina frigorifera in estate (raffrescamento).

Il circuito è costituito da quattro elementi:

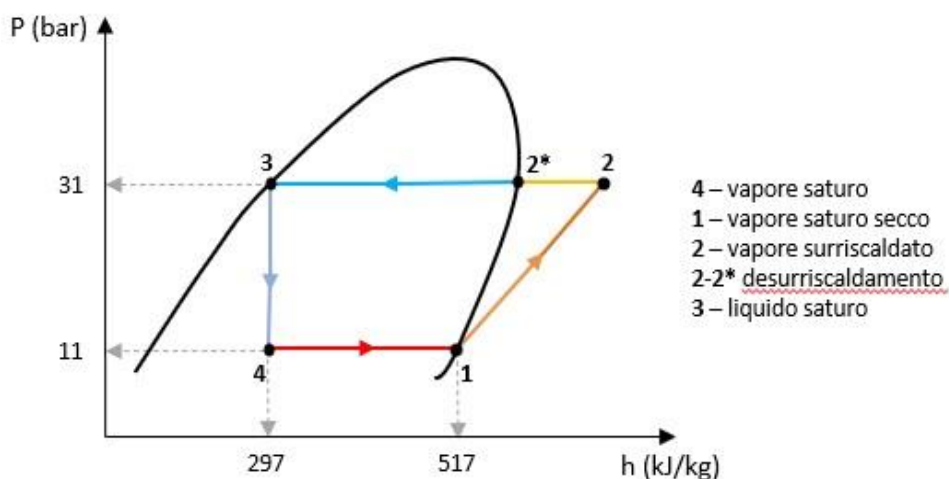
- Evaporatore
- Compressore (alimentato da motore elettrico o a gas)
- Condensatore
- Valvola di laminazione



Partendo dall'evaporatore il fluido refrigerante si trova nella fase di vapore saturo (4), in questa sede viene sottratto calore, il fluido evapora e passa nella condizione di vapore saturo secco (1); successivamente attraversa il compressore e si comprime, la pressione aumenta e il fluido passa nelle condizioni di vapore surriscaldato 2. Nello step successivo al condensatore prima si desurriscalda e poi condensa in quanto il calore accumulato deve essere ceduto; condensando passa nella fase di liquido saturo 3. Infine, attraversa la valvola di laminazione e si espande, la pressione diminuisce e torna nelle condizioni di vapore saturo (4) affinché possa ricominciare il ciclo.

Essendo il ciclo invertibile, nel caso di funzionamento da macchina frigorifera l'effetto utile si ha all'evaporatore (elemento interno) in quanto il fluido refrigerante sottrae calore all'aria del locale o all'acqua di mandata ai corpi scaldanti e lo smaltisce al condensatore (elemento esterno); nel caso di pompa di calore si ha l'effetto utile al condensatore (elemento interno) in quanto il calore sottratto all'evaporatore (elemento esterno) viene ceduto al locale o all'acqua attraverso il condensatore.

Solitamente si utilizza come fluido refrigerante l'R32 che alla pressione atmosferica evapora alla temperatura di circa -52°C ; tuttavia, essendo una temperatura troppo bassa per la climatizzazione estiva, all'interno del sistema il fluido lavorerà ad una pressione maggiore di quella atmosferica cosicché la temperatura di ebollizione si riduca. Si riporta il grafico pressione P-entalpia h dell'R32:



Fissando la pressione a 11 bar, l'R32 evapora alla temperatura di circa 10°C , portando poi la pressione a 31 bar condensa alla temperatura di circa 50°C .

Le macchine frigorifere/pompe di calore a compressione di vapore sono classificabili in:

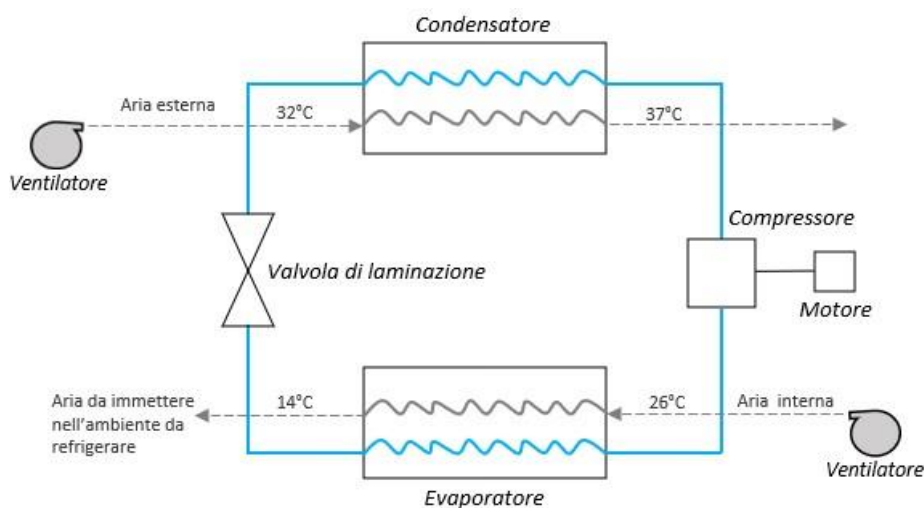
- **Macchina frigorifera/pompa di calore aria – aria:** evaporazione ad aria e condensazione ad aria;
- **Macchina frigorifera/pompa di calore acqua-aria/aria-acqua:** macchina frigorifera con evaporazione ad acqua e condensazione ad aria, ovvero pompa di calore con condensazione ad acqua ed evaporazione ad aria;
- **Macchina frigorifera/pompa di calore acqua-acqua:** evaporazione ad acqua e condensazione ad acqua;
- **Macchina frigorifera/pompa di calore geotermica:** macchina frigorifera con evaporazione ad

acqua e condensazione al terreno, ovvero pompa di calore con evaporazione al terreno e condensazione ad acqua.

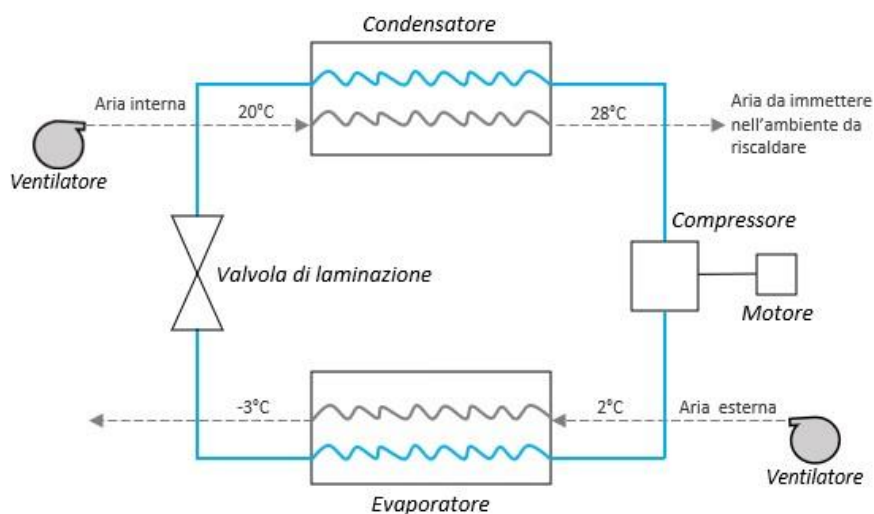
5.12.4.3.1) Macchina frigorifera/pompa di calore aria-aria

La macchina frigorifera/pompa di calore aria-aria utilizza l'aria sia come sorgente fredda che come sorgente calda, nel senso che il fluido refrigerante evapora sottraendo calore all'aria all'evaporatore e successivamente questa energia termica viene rilasciata nell'aria quando condensa. È il caso dei climatizzatori autonomi di tipo "monoblocco" e di tipo "split system" utilizzati nei piccoli impianti di riscaldamento e raffreddamento dei locali singoli.

Nel funzionamento da macchina frigorifera l'evaporatore è interno, il condensatore esterno, il fluido refrigerante evapora sottraendo calore all'aria del locale (26°C), la quale, movimentata da un ventilatore viene spinta all'interno dell'evaporatore, cede calore, si raffredda (14°C) e viene immessa nel locale da raffreddare. Analogamente, al condensatore il fluido refrigerante condensa cedendo calore all'aria esterna che passa da 32°C a 37°C.



Nel funzionamento da pompa di calore il ciclo si inverte, l'evaporatore è esterno, il condensatore interno, il fluido refrigerante evapora sottraendo calore all'aria esterna, la quale, movimentata da un ventilatore viene spinta all'interno dell'evaporatore, cede calore, si raffredda e passa da circa 2°C a -3°C. Successivamente il fluido refrigerante condensando cede il calore all'aria all'interno del locale che passa da circa 20°C a 28°C.



La macchina frigorifera va in sofferenza nelle condizioni in cui vi è la maggiore necessità di essa, ossia all'aumentare della temperatura dell'aria esterna; analogamente vale per il funzionamento da pompa di calore in quanto la prestazione della macchina si riduce al diminuire della temperatura esterna.

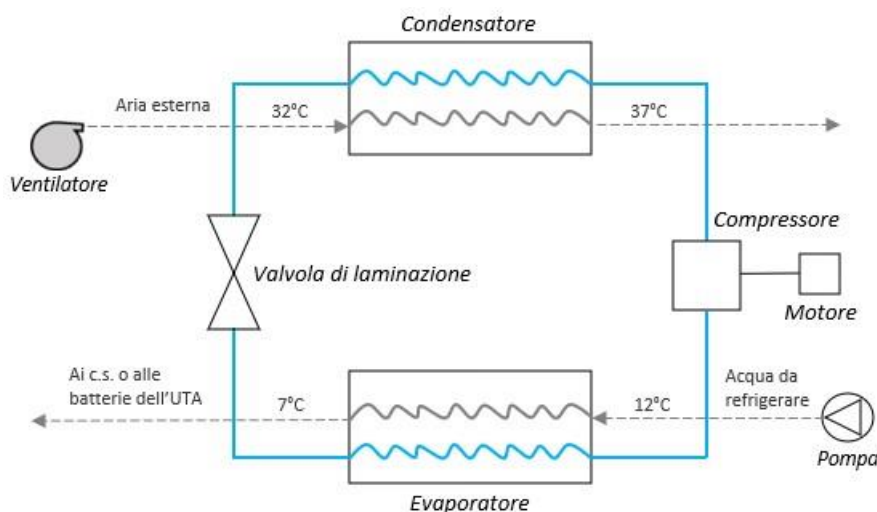
Nel caso di pompa di calore infatti, la scelta dell'aria esterna come sorgente fredda è quella frequentemente più adottata, presentando il vantaggio di essere gratuita e sempre disponibile; lo svantaggio dipende dalla variabilità della temperatura che determina a sua volta variazioni del COP. In inverno inoltre, usando l'aria

esterna come sorgente fredda, potrebbe verificarsi il problema del brinamento: se la superficie dell'evaporatore si trova ad una temperatura inferiore a 0°C, il vapor d'acqua presente nell'aria solidifica, depositandosi sotto forma di brina sulla batteria di scambio, ostruendo così lo scambio termico. È necessario in tal caso installare una resistenza elettrica oppure effettuare lo sbrinamento della batteria attraverso l'inversione temporanea del senso di percorrenza del fluido frigorifero, in modo che l'evaporatore funga momentaneamente da condensatore.

5.12.4.3.2) Macchina frigorifera acqua-aria, pompa di calore aria-acqua

La macchina frigorifera/pompa di calore acqua-aria/ aria-acqua utilizza l'acqua di mandata ai corpi scaldanti (fan-coil) o alle batterie dell'unità di trattamento dell'aria come sorgente fredda in estate e calda in inverno; l'effetto utile quindi non si ha più sull'aria del locale come nel caso precedente, ma sull'acqua che indirettamente riscalda o raffresca il locale.

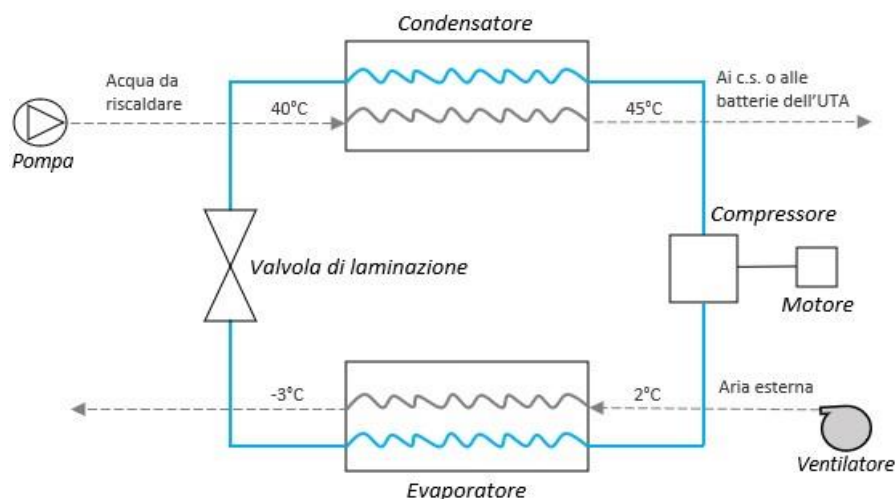
Nel funzionamento da macchina frigorifera si ha evaporazione ad acqua e condensazione ad aria, ovvero il fluido refrigerante evapora sottraendo calore all'acqua e condensa poi smaltendo il calore accumulato all'aria esterna. Questa tipologia di macchina frigorifera è definita chiller o refrigeratore d'acqua e viene usata di solito per impianti di climatizzazione centralizzati. In questo caso è presente una pompa che spinge l'acqua da refrigerare mediante tubazioni; il fluido refrigerante all'evaporatore sottrae calore all'acqua che passa da 12°C a 7°C e viene mandata ai fan-coil o alle batterie dell'UTA. Successivamente al condensatore il fluido refrigerante condensa cedendo calore all'aria esterna, spinta all'interno dello scambiatore da un ventilatore, che si riscalda e passa da circa 32°C a 37°C.



L'impianto generalmente garantisce sempre il funzionamento estivo da macchina frigorifera; talvolta funziona anche da pompa di calore in regime invernale.

In tal caso l'effetto utile è al condensatore in quanto l'acqua di mandata ai corpi scaldanti (fan-coil) o alle batterie dell'UTA deve essere riscaldata. La pompa preleva l'acqua di ritorno dai corpi scaldanti o dalle batterie dell'UTA, che attraversando il condensatore si riscalda passando da 40°C-45°C a 45°C-50°C per essere poi rimandata all'impianto. In regime invernale il livello termico raggiunto dall'acqua sconsiglia l'impiego di radiatori come corpi scaldanti, che necessiterebbero di acqua più calda (all'incirca 80°C).

Il doppio scambio termico inoltre comporta una temperatura di condensazione più elevata ed una conseguente diminuzione del COP rispetto al caso di pompa di calore con condensazione ad aria.



In entrambi i cicli di funzionamento il vantaggio consiste nel non far circolare direttamente negli ambienti il fluido frigorifero e/o nel consentire un trattamento più preciso dell'aria da immettere in ambiente.

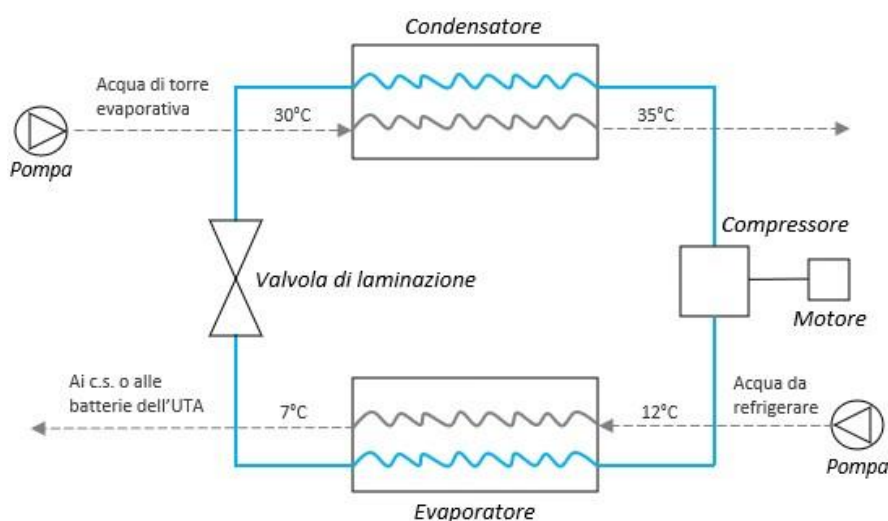
5.12.4.3.3) Macchina frigorifera/pompa di calore acqua-acqua

La macchina frigorifera/pompa di calore acqua-acqua utilizza l'acqua sia come sorgente fredda che come sorgente calda, in entrambe le circostanze lo scambio termico all'evaporatore e al condensatore avviene tra il fluido refrigerante e l'acqua. L'effetto utile riguarda l'acqua di mandata ai terminali presenti in ambiente o alle batterie dell'unità di trattamento aria, mentre l'effetto "necessario" riguarda acqua a "perdere" o di torre evaporativa.

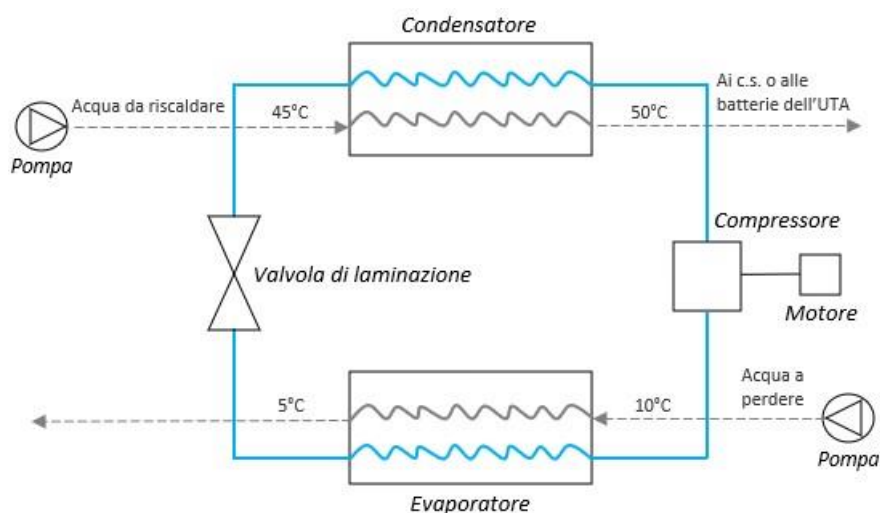
L'acqua a "perdere" non necessita di ricircolo e può essere fornita dalla rete idrica, o provenire da pozzi, fiumi, mare. Per la fornitura da rete idrica i costi sono molto elevati, mentre per l'acqua di pozzo, fiume o mare occorre prestare attenzione alla qualità per evitare problemi di corrosione.

La torre evaporativa è un circuito chiuso a sé stante al quale il fluido refrigerante condensando smaltisce il calore che aveva sottratto all'evaporatore all'acqua di ritorno dai corpi scaldanti o dalle batterie dell'UTA. In questo caso l'acqua esce dalla torre a 30°C, attraversa il condensatore e si riscalda fino a 35°C, poi ritorna alla torre per essere nuovamente raffreddata a 30°C e ritornare al condensatore.

Nel caso di condensazione ad acqua di torre evaporativa il ciclo non è invertibile e funziona soltanto in regime estivo da macchina frigorifera.



Nel funzionamento da pompa di calore l'energia termica ceduta al condensatore all'acqua di mandata ai corpi scaldanti o alle batterie dell'UTA viene sottratta all'evaporatore esclusivamente da acqua a perdere.

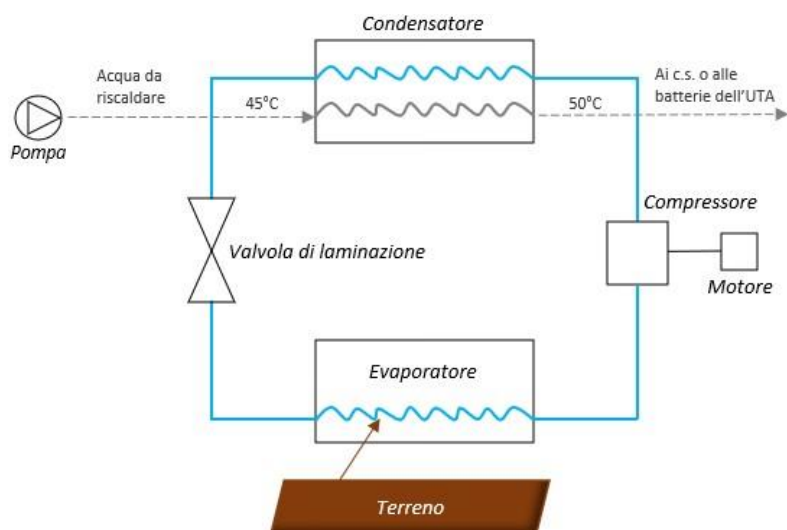


Nonostante il COP sia più elevato rispetto ai sistemi esaminati, questo dispositivo è utilizzato soltanto per grandi impianti.

5.12.4.3.4) Macchina frigorifera/pompa di calore geotermica

La macchina frigorifera/pompa di calore geotermica sfrutta il terreno come sorgente calda in estate e fredda in inverno. Particolarmente utilizzata e prestante in regime invernale in quanto sottrae calore al terreno all'evaporatore che sarà poi ceduto al condensatore all'acqua di mandata ai corpi scaldanti o alle batterie dell'UTA. In questo caso il COP è elevato essendo la temperatura del terreno (circa 10°C) maggiore e meno variabile rispetto a quella dell'aria esterna. La temperatura del terreno infatti si stabilizza ad una certa profondità ad un valore molto prossimo alla media annuale della temperatura dell'aria. In più, oltre i 30 m di profondità si genera l'energia termica endogena con conseguente aumento progressivo di 1°C della temperatura. Il terreno rappresenta quindi un'ottima alternativa all'aria esterna in quanto non c'è il rischio si formi brina sulla superficie dell'evaporatore.

Il calore viene sottratto al terreno attraverso sistemi di sonde realizzate in rame o materiale plastico, onde evitare problemi di corrosione, e poste fino ad una certa profondità, con estensione orizzontale o verticale. I sistemi a tubi orizzontali sono interrati a piccole profondità (0,8 - 1,5m), richiedono molto spazio sgombro da edifici in quanto si sviluppano in estensione, sono ideali per terreni umidi e sabbiosi e le singole sonde devono essere poste ad una certa distanza tra loro (50-80cm) e dalle fondazioni o tubazioni idriche (1m). I sistemi a tubi verticali invece sono installati attraverso perforazioni a notevole profondità, tale che il terreno non risenta più degli effetti superficiali, presentano pertanto un ingombro ridotto rispetto a quelli orizzontali e sono ideali per terreni asciutti e rocciosi.



Tale sistema risulta conveniente soltanto per climi molto rigidi.

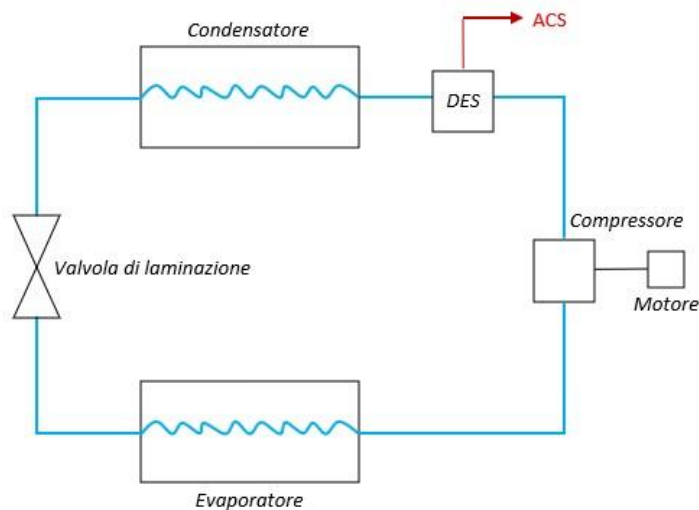
La scelta di optare per questo dispositivo è finalizzata prevalentemente al funzionamento da pompa di calore, tuttavia può funzionare anche da macchina frigorifera. In regime estivo il fluido refrigerante sottrae calore all'acqua che deve essere mandata ai corpi scaldanti o alle batterie dell'UTA e al condensatore lo

smaltisce al terreno. In tal modo potrebbe esserci una riserva aggiuntiva di calore per l'inverno quando il terreno raffreddandosi rischia di gelare.

5.12.4.3.5 Gruppi frigoriferi a recupero (parziale o totale)

Le macchine frigorifere esaminate possono avere un'ulteriore prestazione, ossia quella di recuperare l'energia termica che in regime estivo al condensatore viene solitamente persa e smaltita all'aria esterna.

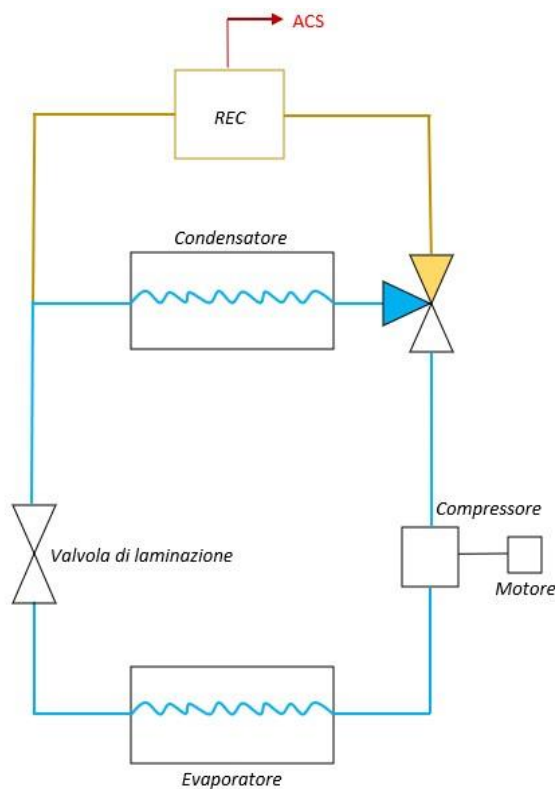
Si parla di gruppi frigoriferi a recupero parziale quando viene recuperata soltanto l'energia termica dovuta al desurriscaldamento del fluido refrigerante (prima che condensi). In questo caso tra il compressore e il condensatore vi è un ulteriore scambiatore (desurriscaldatore) che trasferisce poi il calore recuperato ad un circuito di acqua calda sanitaria.



Il gruppo frigorifero a recupero totale, nel senso proprio del termine, recupera completamente il calore rilasciato dal fluido refrigerante durante il desurriscaldamento e la conseguente condensazione. Ciò è possibile attraverso un sistema di regolazione automatica con valvola a 3 vie, con la seconda via verso il condensatore e la terza diretta al recuperatore.

Nel caso in cui non sia necessario recuperare il calore, si chiude la terza via e il fluido refrigerante segue il percorso tradizionale, si desurriscalda e condensa in corrispondenza del condensatore smaltendo il calore all'aria esterna.

Se invece è opportuno recuperare il calore generato dal desurriscaldamento e dalla condensazione, si chiude la seconda via, il fluido refrigerante viene mandato direttamente al recuperatore dove si desurriscalda e condensa e la conseguente energia termica viene poi inviata al circuito di acqua calda sanitaria.

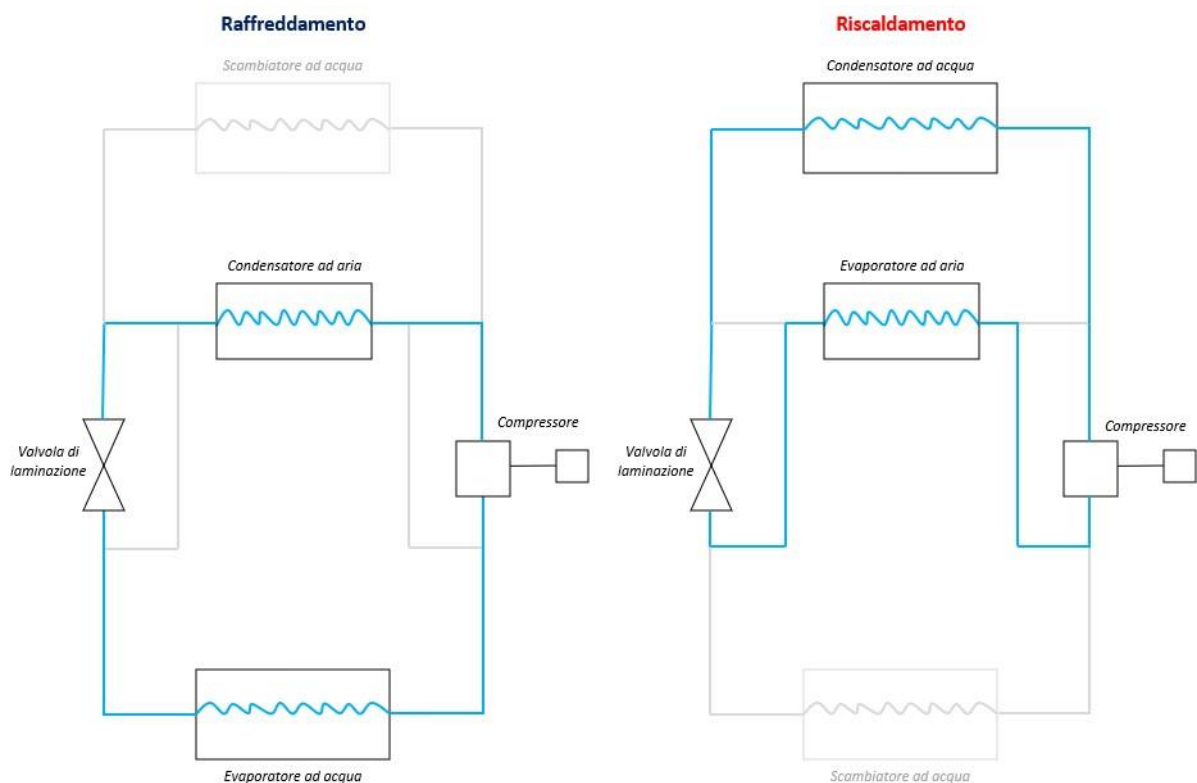


5.12.4.3.6) Sistemi polivalenti

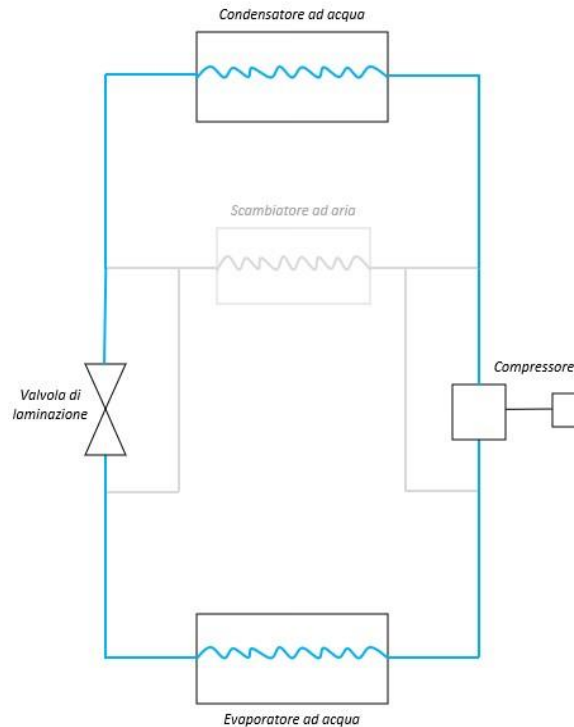
I sistemi polivalenti hanno la caratteristica di riuscire a produrre in contemporanea, all'occorrenza, acqua calda ed acqua refrigerata. In questo caso vi è un doppio effetto utile e l'efficienza energetica della macchina aumenta notevolmente.

Sono costituiti da tre scambiatori, quello centrale funziona ad aria, mentre i due alle estremità ad acqua.

Di base sono macchine frigorifere acqua-aria e pompe di calore aria-acqua, ossia sottraggono calore all'acqua e lo smaltiscono all'aria esterna in estate; sottraggono calore all'aria esterna e lo cedono all'acqua in inverno. Quando subentra poi la funzione polivalente viene spento lo scambiatore centrale, ad aria, che funge da condensatore in estate ed evaporatore in inverno, e restano attivi i due scambiatori ad acqua, cosicché venga prodotta in contemporanea acqua calda e fredda.



Raffreddamento + riscaldamento



5.12.4.4) Confronto tra macchine frigorifere/pompe di calore elettriche e a gas

Le macchine frigorifere/pompe di calore a compressione di vapore a gas GHP (Gas Heat Pump) differiscono da quelle elettriche EHP (Electric Heat Pump) per il fatto che il compressore non è mosso elettricamente, ma da un motore a combustione interna alimentato da gas naturale.

Il principio di funzionamento resta invariato, ma le macchine frigorifere/pompe di calore a gas presentano un'ulteriore caratteristica, ovvero quella di poter recuperare e sfruttare l'energia termica derivante dal raffreddamento del motore a combustione interna.

Questo calore recuperato può essere utilizzato ai fini dell'acqua calda sanitaria, oppure, in regime invernale, sfruttato:

- in *maniera diretta* - sommandolo a quello che il fluido termovettore rilascia condensando e quindi sarà inviato direttamente all'utenza ai fini del riscaldamento (doppio effetto utile);
- in *maniera indiretta* - per esempio per riscaldare l'aria esterna (sorgente fredda) da cui poi il fluido refrigerante sottrarrà calore all'evaporatore. In questo caso aumenta la prestazione della macchina in quanto sottrae calore ad aria avente temperatura più elevata di quella esterna.

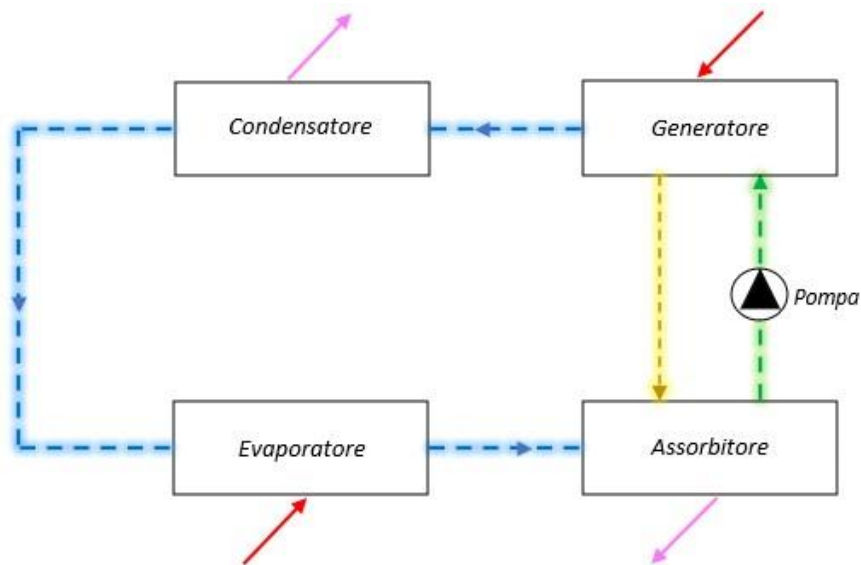
5.12.4.5) Principio di funzionamento e caratteristiche delle macchine frigorifere/pompe di calore ad assorbimento

Le macchine frigorifere/pompe di calore ad assorbimento AHP (Absorption Heat Pump) si differenziano da quelle a compressione di vapore in primo luogo per i componenti, non è presente il compressore, ma un assorbitore e un generatore. Il funzionamento inoltre è basato sull'uso di una miscela di refrigerante (soluto, sostanza più volatile) e solvente.

Anche in questo caso si parte dall'evaporatore, il refrigerante evapora sottraendo calore e viene poi assorbito dalla soluzione concentrata di solvente (soluzione ricca di solvente e povera di soluto) all'assorbitore. La reazione di assorbimento del solvente è esotermica, ossia genera calore, pertanto sarà necessario raffreddare l'assorbitore affinché la macchina funzioni correttamente. Successivamente, la soluzione in fase liquida di soluto più solvente viene mandata al generatore, attraverso una pompa azionata da una piccola quantità di energia meccanica, dove sarà poi riscaldata. L'energia termica può essere fornita al generatore mediante un bruciatore (a fiamma diretta) o tramite un fluido termovettore (alimentazione indiretta). Dunque, la miscela al generatore riscaldandosi si scinde: il refrigerante, essendo più volatile, evapora e segue il normale ciclo frigorifero, giunge al condensatore, condensa e rilascia calore; il solvente torna all'assorbitore cosicché possa ricominciare il ciclo.

Nel funzionamento invernale da pompa di calore, il fluido di lavoro all'evaporatore sarà riscaldato mediante energia termica sottratta all'ambiente esterno e l'effetto utile si avrà al condensatore in quanto sarà ceduto calore all'utenza. Inoltre può essere possibile sfruttare anche il calore rilasciato all'assorbitore.

Nel funzionamento da macchina frigorifera l'effetto utile si ha all'evaporatore, il fluido refrigerante evapora sottraendo calore all'utenza e smaltisce poi il calore all'aria esterna condensando.



Talvolta, possono essere costituite anche da due generatori, il primo generatore lavorerà a pressione e temperatura maggiori rispetto al secondo. In questo caso si parla di macchina bistadio, quando la miscela viene riscaldata, non tutto il refrigerante riesce ad evaporare nel generatore, quindi, con il primo generatore evaporerà una parte di refrigerante, con il secondo evaporerà invece la restante. In tal modo migliora la prestazione globale della macchina.

5.12.4.5.1) Tipologie di miscela

È possibile utilizzare le seguenti tipologie di miscela:

1) *Acqua (refrigerante/soluto) + Bromuro di litio (solvente)*

➤ Vantaggi:

- ✓ economica;
- ✓ esente da problemi di tossicità ed infiammabilità.

➤ Svantaggi:

- non può essere usata a basse temperature in quanto l'acqua a 0°C solidifica;
- è necessario controllare correttamente la temperatura di esercizio all'assorbitore, in quanto, qualora salisse troppo, porterebbe alla cristallizzazione della miscela ed al blocco del flusso nella pompa;
- raffreddamento all'assorbitore con acqua proveniente da torre evaporativa;
- può essere usata principalmente come macchina frigorifera.

2) *Ammoniaca (refrigerante/soluto) + Acqua (solvente)*

➤ Vantaggi:

- ✓ non presenta problemi di cristallizzazione;
- ✓ idonea a basse temperature;
- ✓ possibilità di raffreddamento all'assorbitore ad aria.

➤ Svantaggi:

- tossica, infiammabile e corrosiva (non può entrare in contatto con alcuni materiali, come ad es. il rame);
- quando la miscela al generatore viene riscaldata, oltre all'ammoniaca evapora anche parte

dell'acqua generando così del vapor d'acqua che non potrà giungere al condensatore, ma dovrà essere eliminato.

5.12.5) Circolazione dei Fluidi

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 all'articolo "*Impianto di Riscaldamento*", al punto relativo alla Circolazione del Fluido Termovettore.

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.

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 secondo quanto riportato nell'articolo "*Impianto di Riscaldamento*", al punto relativo alla Circolazione del Fluido Termovettore.

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.

5.12.6) Distribuzione dei Fluidi Termovettori

1 Tubazioni

Per quanto concerne il riscaldamento si rimanda all'articolo "*Impianto di Riscaldamento*", punto relativo alla Distribuzione del Fluido Termovettore. 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 di cui al punto all'articolo "*Impianto di Riscaldamento*", punto relativo alla Distribuzione del Fluido Termovettore, 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 soluzioni 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.

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 all'articolo "*Impianto di Riscaldamento*", punto relativo alla Distribuzione del Fluido Termovettore.

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.

5.12.7) Apparecchi per la Climatizzazione

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.

2 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.

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.

5.12.8) Espansione dell'Acqua nell'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 all'articolo "*Impianto di Riscaldamento*", punto relativo all'Espansione dell'Acqua dell'Impianto.

5.12.9) Regolazioni Automatiche

Per quanto concerne il riscaldamento si rimanda all'articolo "*Impianto di Riscaldamento*", punto relativo alla Regolazione Automatica.

Per quanto concerne la climatizzazione, 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, sempre che non sia stato previsto diversamente nel progetto.

Ove occorra la regolazione deve poter essere attuata manualmente con organi adeguati, accessibili ed agibili.

5.12.10) Alimentazione e Scarico dell'Impianto

Si rimanda all'articolo "*Impianto di Riscaldamento*", punto relativo all'Alimentazione e Scarico dell'Impianto con l'aggiunta concernente «lo scarico del condensato»: 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.

5.12.11) La Direzione dei Lavori

La Direzione 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.

La Direzione 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. 5.13 IMPIANTO ANTINCENDIO - OPERE PER LA PREVENZIONE INCENDI

5.13.1 Generalità

Nei locali o parti di edifici sottoposti all'applicazione della normativa per la prevenzione degli incendi dovranno, conformemente alle prescrizioni progettuali, essere realizzate tutte quelle opere necessarie a garantire l'effettiva tenuta, in caso d'incendio, delle strutture o materiali interessati.

L'impianto antincendio conforme alle norme vigenti, dove previsto, dovrà avere una rete di distribuzione indipendente con colonne montanti di diametro non inferiore a 70 mm., avere prese ai vari piani con rubinetti e tubazioni non inferiore a 45 mm.

In corrispondenza dell'ingresso degli edifici o nei punti disposti dalla Direzione dei Lavori, la rete dovrà avere una o più prese per l'innesto del tubo premente delle autopompe dei Vigili del Fuoco per la fornitura di acqua agli idranti secondo la [UNI 10779](#) facilmente accessibili e opportunamente segnalati; la presa avrà una valvola di non ritorno o altro dispositivo atto ad evitare fuoriuscita d'acqua dall'impianto in pressione ed una valvola di sicurezza con allacciamento allo scarico.

Gli idranti saranno posizionati, salvo altre prescrizioni, sui pianerottoli delle scale, nelle zone di percorso principali, in corrispondenza delle entrate delle autorimesse interrato ed alloggiati in cassette con sportello di protezione.

L'attrezzatura, in tutti i suoi componenti, deve essere conforme alla norma [UNI EN 671](#), [UNI EN 14540](#), [UNI 9487](#) e dotata della marcatura CE.

A completamento dell'impianto antincendio dovranno essere previste opere ed installazioni necessarie a garantire la rispondenza prescritta dalla normativa vigente per tutti i locali dell'edificio da realizzare in funzione delle specifiche attività che dovranno accogliere.

Tali interventi prevedono gli elementi di seguito indicati.

5.13.2) Porte Tagliafuoco

Porta tagliafuoco EI 60, conforme alla norma [UNI EN 1634-1](#) e alle disposizioni ministeriali vigenti, ad un battente oppure a due battenti con o senza battuta inferiore, costituita da:

- Anta in lamiera d'acciaio, con rinforzo interno e pannelli di tamponamento in lamiera d'acciaio coibentati con materiale isolante ad alta densità trattato con solfato di calcio ad uso specifico antincendio, isolamento nella zona della serratura con elementi in silicati ad alta densità;
- Telaio in robusto profilato di lamiera d'acciaio spessore **\$MANUAL\$** mm, con guarnizione termoespandente per la tenuta alle alte temperature e secondo richiesta della Direzione dei Lavori, guarnizione per la tenuta ai fumi freddi;
- 2 cerniere di grandi dimensioni su ogni anta a norma DIN di cui una completa di molla registrabile per regolazione autochiusura;
- Serratura di tipo specifico antincendio a norma di sicurezza completa di cilindro tipo Patent e numero 2 chiavi;
- Maniglia tubolare ad U, con anima in acciaio e rivestimento in materiale isolante, completa di placche di rivestimento;
- Per porta a due battenti guarnizione termoespansiva su battuta verticale e catenaccioli incassati (per porta

- senza maniglioni antipanico) su anta semifissa;
- Targa di identificazione con dati omologazione.

La porta con caratteristiche di cui sopra, dovrà essere posta in opera completa di tutte le lavorazioni per il fissaggio dei telai e della porta stessa completa in ogni sua parte e perfettamente funzionante nei modi richiesti dalla normativa vigente.

(\$MANUAL\$ - A un battente/a due battenti)

A un battente di altezza nominale fino a 2200 mm:
dimensione nominale (foro muro) larghezza fino a \$MANUAL\$ mm

A due battenti di altezza nominale fino a 2200 mm:
dimensione nominale (foro muro) larghezza \$MANUAL\$ mm

Porta tagliafuoco EI 120, conforme alla norma [UNI EN 1634-1](#) e alle disposizioni ministeriali vigenti, ad un battente oppure a due battenti con o senza battuta inferiore, costituita da:

- Anta in lamiera d'acciaio, con rinforzo interno e pannelli di tamponamento in lamiera d'acciaio coibentati con materiale isolante ad alta densità trattato con solfato di calcio ad uso specifico antincendio, isolamento nella zona della serratura con elementi in silicati ad alta densità;
- Telaio in robusto profilato di lamiera d'acciaio spessore \$MANUAL\$ mm, con guarnizione termoespandente per la tenuta alle alte temperature e, secondo richiesta della Direzione dei Lavori, guarnizione per la tenuta ai fumi freddi;
- 2 cerniere di grandi dimensioni su ogni anta a norma DIN di cui una completa di molla registrabile per regolazione autochiusura;
- Serratura di tipo specifico antincendio a norma di sicurezza completa di cilindro tipo Patent e numero 2 chiavi;
- Maniglia tubolare ad U, con anima in acciaio e rivestimento in materiale isolante, completa di placche di rivestimento;
- Per porta a due battenti guarnizione termoespansiva su battuta verticale e catenaccioli incassati (per porta senza maniglioni antipanico) su anta semifissa;
- Targa di identificazione con dati omologazione.

La porta con caratteristiche di cui sopra, dovrà essere posta in opera completa di tutte le lavorazioni per il fissaggio dei telai e della porta stessa completa in ogni sua parte e perfettamente funzionante nei modi richiesti dalla normativa vigente.

Portone antincendio EI 120 o EI 180 scorrevole orizzontale ad un'anta, conforme alla norma [UNI EN 1634-1](#) e alle disposizioni ministeriali vigenti, spessore mm. \$MANUAL\$ costituito da:

- Anta composta da telaio perimetrale in acciaio presso piegato ed elettrosaldato con rinforzo perimetrale interno e pannelli di tamponamento in lamiera d'acciaio coibentati con materiale isolante ad alta densità trattato con solfato di calcio ad uso specifico antincendio, completo di guarnizione termoespandente per la tenuta alle alte temperature;
- Guida portante superiore in lamiera d'acciaio con carrelli regolabili, con ruota dotata di cuscinetti e con labirinto di tenuta al fuoco, carter copriguida, rullo di guida a pavimento incassato sotto l'anta, montante e scatola guida contrappesi, maniglia incorporata per la chiusura manuale incassata o esterna;
- Sistema automatico di chiusura a mezzo sgancio termosensibile a doppia piastrina metallica saldata con materiale fusibile a 70 ° C non riutilizzabile;
- Regolatore di velocità (obbligatorio oltre i 12 m² o per L.> 3100 mm.);
- Ammortizzatori idraulici di fine corsa tarabili in relazione alla spinta dell'anta sul montante della battuta;
- Targa di identificazione con dati omologazione.

La porta con caratteristiche di cui sopra, dovrà essere posta in opera completa di tutte le lavorazioni per il fissaggio dei telai e della porta stessa completa in ogni sua parte e perfettamente funzionante nei modi richiesti dalla normativa vigente e con allegata certificazione di omologazione.

Portello antincendio EI 120 o EI 180 costituito da un'anta scorrevole verticale su guide a contrappeso, conforme alla norma [UNI EN 1634-1](#) e alle disposizioni ministeriali vigenti, spessore mm. \$MANUAL\$ costituito da:

- Anta composta da telaio perimetrale in acciaio presso piegato ed elettrosaldato con rinforzo perimetrale

interno e pannelli di tamponamento in lamiera d'acciaio coibentati con materiale isolante ad alta densità trattato con solfato di calcio ad uso specifico antincendio, completo di guarnizione termoespandente per la tenuta alle alte temperature;

- Telaio oltre luce in lamiera di acciaio sciolato con labirinto di tenuta alla fiamma, completo di guarnizione termo espandente, sistema automatico di chiusura a mezzo sgancio termosensibile tarato a 70 °C non riutilizzabile, munito, per dimensioni oltre i 3 m2. di ammortizzatori idraulici di fine corsa tarabili in relazione alla spinta dell'anta sul montante della battuta;
- Maniglie ad incasso su ambo i lati sul filo inferiore del pannello;
- Regolatore di velocità (obbligatorio oltre i 12 m2 o per L.> 3100 mm.);
- Targa di identificazione con dati omologazione.

La porta con caratteristiche di cui sopra, dovrà essere posta in opera completa di tutte le lavorazioni per il fissaggio dei telai e della porta stessa completa in ogni sua parte e perfettamente funzionante nei modi richiesti dalla normativa vigente e con allegata certificazione di omologazione.

Maniglione antipanico costituito da scatole di comando con rivestimento di copertura in alluminio e barra orizzontale in acciaio cromato con serratura specifica incassata senza aste in vista del tipo:

- a scrocco centrale con maniglia tubolare in anima di acciaio e rivestita in isolante completa di placche e cilindro tipo Yale per apertura esterna;
- destinato esclusivamente ad ante secondarie di porte a due battenti con asta verticale integrata nel battente senza funzionamento dall'esterno.

Chiudiporta non collegati a centraline o impianti centralizzati di controllo per la rilevazione fumo saranno del tipo:

- aereo a cremagliera con binario di scorrimento, regolazione frontale della velocità di chiusura, urto di chiusura regolabile sul braccio;
- dispositivo (per porte a due battenti) costituito da due chiudiporta e da binario con la regolazione della sequenza di chiusura.

Chiudiporta da collegare a centraline o impianti centralizzati di controllo per la rilevazione fumo saranno del tipo:

- aereo a cremagliera con binario di scorrimento, regolazione frontale della velocità di chiusura, regolazione frontale della pressione di apertura, regolazione frontale dell'urto di chiusura finale, con bloccaggio elettromagnetico a tensione di esercizio di 24V;
- dispositivo (per porte a due battenti) costituito da due chiudiporta e da binario con la regolazione della sequenza di chiusura.

La centralina monozona dovrà essere completa di sensore ottico di fumo e sensore termico funzionante autonomamente con alimentatore proprio integrato.

Nel caso di impianto centralizzato si dovrà predisporre, in conformità con il progetto dell'impianto stesso, la quantità richiesta di sensori termici ed ottici da collegare ad un'unità centrale di controllo adeguata per la gestione dell'impianto stesso e che dovrà essere installata in locale protetto.

Finestratura da inserire sulle ante di porte antincendio costituita da vetro tagliafuoco trasparente, multistrato, fermavetro e quanto altro necessario per il completo funzionamento con caratteristiche di resistenza al fuoco certificata e classificata secondo norma [UNI EN 1634-1](#).

Classe di resistenza EI 60 (spessore indicativo mm 21)

dimensioni 400 x 300 mm

dimensioni 600 x 400 mm

dimensioni 600 x 750 mm

dimensioni 400 x 1200 mm

diametro 400 mm

Classe di resistenza EI 120 (spessore indicativo mm 50)

dimensioni 400 x 300 mm

dimensioni 600 x 400 mm

dimensioni 600 x 750 mm

dimensioni 400 x 1200 mm
diametro 400 mm

Tutti i prodotti e/o materiali di cui al presente articolo, devono essere conformi alla normativa tecnica vigente, alle relative norme UNI e dotati di marcatura CE.

5.13.3) Sistemi Rivelazione Incendi

Generalità

L'impianto dovrà essere realizzato a norma [UNI 9795](#) per la parte di rivelazione e [UNI EN 15004](#), [UNI ISO 14520](#) per la parte di spegnimento; i componenti dell'impianto dovranno essere idonei ai luoghi dove verranno installati.

Per la gestione dell'intero impianto dovrà essere impiegata una centrale di rivelazione idonea anche al comando dello spegnimento. I rivelatori dovranno essere costruiti in accordo con le norme [UNI EN 54](#) e certificati da Ente notificato a livello europeo.

Centrale rivelatori incendio dotata di minimo [\\$MANUAL\\$](#) circuiti di allarme, fino a [\\$MANUAL\\$](#) zone. Possibilità di controllare n. [\\$MANUAL\\$](#) rivelatori per linea, dotato di circuito di allarme per il controllo e gestione dei segnali provenienti dalle linee automatiche e manuali. Composto da un microprocessore con la funzione di elaborare e supervisionare delle funzioni principali tra apparecchiatura e utente. Segnalazione degli stati di allarme. Sistema di alimentazione tramite alimentatore carica-batteria incorporato e batteria di emergenza con carica minima di 30 ore.

Centrale di rivelazione incendi e di estinzione dotata di minimo [\\$MANUAL\\$](#) circuiti di allarme espandibili a [\\$MANUAL\\$](#), a loro volta in grado di controllare fino a [\\$MANUAL\\$](#) rivelatori ciascuno, dotata di circuito di preallarme ed allarme a tempo programmabile, per il controllo e la gestione dei segnali provenienti da linee di rivelatori automatici e manuali di incendio e per il controllo e l'attivazione di impianti di rivelazione e spegnimento automatico, composta da sezione principale a microprocessore con la funzione di elaborazione e supervisione delle funzioni principali e di interfaccia con l'utente mediante un display programmabile con indicazione di allarme per ogni zona di rivelazione o settore di spegnimento, con segnalatore di guasto fra le varie linee colleganti i rivelatori e possibilità di scollegamento, segnalata da spia luminosa, delle singole linee, alimentatore caricabatterie incorporato e batterie di emergenza con carica per 72 ore, circuito di esclusione dell'alimentazione a batteria, segnalato da spia (per impedire, in caso di raggiungimento del limite di scarica della batteria, il danneggiamento della stessa), alimentazione primaria di rete o secondaria a 24 VCC, completo di test spie luminose, test segnalatori acustici e reset allarme, uscite a relais, completa di installazione e collegamenti a tutti i circuiti e punti di rivelazione e spegnimento.

Rivelatore termico puntiforme autoriamabile a norma [UNI EN 54-7](#) rimovibile, montato su basetta di supporto universale con campionamento dell'atmosfera continuo o a determinati intervalli di tempo con intervento a 70 °C, provvisto di indicatore di intervento visibile dall'esterno, massima area protetta m2. 70, da porre in opera compreso il fissaggio e la linea di collegamento alla centrale di rivelazione incendi.

Note sulla installazione dei RIVELATORI termici

Dovranno essere installati in ambienti dove la temperatura, ed eventuali suoi rapidi innalzamenti dovuti a normali condizioni di esercizio, non sia tale da generare allarmi impropri.

La distanza tra i rivelatori termici e le pareti del locale sorvegliato non dovrà essere inferiore a 0,5 metri, a meno che siano installati in corridoi, cunicoli, condotti tecnici o simili di larghezza minore di 1 metro.

Rivelatore di fumo puntiforme statico autoriamabile a norma [UNI EN 54-7](#), rimovibile, montato su basetta di supporto universale con campionamento dell'atmosfera continuo o a frequenti intervalli mediante il principio delle dispersioni della luce (effetto Tyndall) anche da parte di particelle di fumo poco riflettenti (particelle di piccole dimensioni e scure), metodo di segnalazione a tre impulsi, emissione di luce da parte di diodo ogni tre secondi ed elemento ricevente a fotodiodo al silicio, munito di rete anti insetto, schermo antiluce e "camera da fumo" nera, provvisto di indicatore di intervento visibile dall'esterno, massima area protetta 120 m2. da porre in opera compreso il fissaggio e la linea di collegamento alla centrale di rivelazione incendi.

Avvisatore manuale d'incendio in grado di emettere e trasmettere un segnale di allarme mediante la manovra di comando manuale costituito da pulsante di comando contenuto in una scatola in materiale sintetico di colore rosso da esterno o da incasso, con vetro frangibile ed all'interno pulsante di comando di colore rosso

con scritta superiore "In casi d'incendio rompere il vetro e premere a fondo il tasto", con dispositivi di protezione contro l'azionamento accidentale.

Note sulla installazione dei pulsanti manuali

In ciascuna zona dovranno essere installati almeno 2 pulsanti manuali, almeno ogni 40 metri e comunque presso le vie di fuga. I pulsanti dovranno essere installati ad una altezza di 1/1,40 metri.

Rivelatore termovelocimetrico ad elevata sensibilità di reazione e di velocità di aumento della temperatura dei locali, rimuovibile, montato su supporto universale, collegato alla centrale di rivelazione mediante coppia, completo del fissaggio e di tutti i collegamenti.

Rivelatore di fumo a ionizzazione, rimuovibile, montato su supporto universale, possibilità di collegamento in gruppi ed alla centrale di rivelazione mediante una coppia, completo di fissaggi e collegamenti.

Note sulla installazione dei rivelatori di fumo

Tenere presente che eventuali emissioni di fumo o vapori dovuti alle normali lavorazioni possono causare falsi allarmi nei rivelatori ottici di fumo. (es. : cucine, stierie, fumi di lavorazioni industriali). Pertanto in questi casi occorrerà installare rivelatori con un diverso principio di rivelazione (termovelocimetrici, ecc.).

Porre attenzione nel caso che la velocità dell'aria sia normalmente superiore a 1 m/sec. oppure occasionalmente superiore a 5 m/sec. non dovranno essere installati in prossimità di aperture di aerazione naturale o in prossimità di bocchette di ventilazione in quanto potrebbero provocare allarmi impropri.

La distanza tra i rivelatori di fumo e le pareti del locale sorvegliato non dovrà essere inferiore a 0,5 metri a meno che siano installati in corridoi, cunicoli, condotti tecnici o simili di larghezza minore di 1 metro.

L'altezza massima dei rivelatori di fumo rispetto al pavimento non dovrà essere maggiore di 12 metri.

Nei locali di altezza maggiore adibiti a magazzino con scaffali, potranno essere utilizzati a soffitto, intervallati da rivelatori ad altezze inferiori. Nei locali in cui, per le loro caratteristiche costruttive, il fumo possa stratificarsi ad una distanza più bassa rispetto al soffitto, i rivelatori dovranno essere posti ad altezze alternate su 2 livelli.

Tutti i prodotti, materiali, attrezzatura e i suoi componenti di cui al presente articolo, devono essere conformi alla normativa tecnica vigente e dotati della marcatura CE.

5.13.4) Segnalatori di Allarme

Caratteristiche Meccaniche

Segnalatore ottico: Corpo in profilato di alluminio o PVC. Pannello frontale inclinato o bombato per una migliore visibilità. Scritta retroilluminata ed intercambiabile "ALLARME INCENDIO o SPEGNIMENTO IN CORSO". Trasduttore interno di tipo piezoelettrico.

Segnalatore acustico: Il pannello ottico di allarme dovrà essere abbinato ad un segnalatore acustico di allarme certificato [UNI EN 54-3](#) e riportare il marchio CE secondo la Norma Europea obbligatoria CPD.

5.13.5) Mezzi Antincendi

Attacco per idrante 45 UNI costituito da cassetta a muro in acciaio verniciato, sportello con telaio portavetro in lega leggera lucidata e lastra frangibile trasparente a rottura di sicurezza Safe Crash, contenente all'interno rubinetto idrante filettato 1 1/2" con sbocco a 45° per presa a parete, attacco maschio, tubazione flessibile a norma [UNI EN 14540](#) di lunghezza mt. 20, con portata minima 120 litri/minuto alla pressione di 2 bar.

L'attrezzatura, in tutti i suoi componenti, deve essere conforme alla norma [UNI EN 671-2](#), dotata della marcatura CE e perfettamente funzionante.

Attacco per idrante 70 UNI costituito da cassetta a muro in acciaio verniciato, sportello con telaio portavetro in lega leggera lucidata e lastra frangibile trasparente a rottura di sicurezza Safe Crash, contenente all'interno rubinetto idrante filettato 2" con sbocco a 45 ° per presa a parete, attacco maschio, tubazione flessibile a norma [UNI EN 14540](#) di lunghezza mt. 20, con portata minima 240 litri/minuto alla pressione di 2 bar.

L'attrezzatura, in tutti i suoi componenti, deve essere conforme alla norma [UNI EN 671-2](#), dotata della marcatura CE e perfettamente funzionante.

Gruppo attacco motopompa del tipo orizzontale, attacco alimentazione 2" dotato di saracinesca di intercettazione piombata, valvola di ritegno, valvola di sicurezza e attacco per i Vigili del Fuoco.

conforme alla norma [UNI 10779](#) compreso il montaggio e le eventuali opere murarie.

Gruppo attacco motopompa del tipo orizzontale, attacco alimentazione 2" costituito da cassetta a muro in acciaio verniciato, sportello con telaio portavetro in lega leggera lucidata e vetro trasparente, chiusura con chiave, compreso il montaggio e le eventuali opere murarie.

Idrante a colonna in ghisa, conforme alla norma [UNI EN 14384](#), altezza minima della colonna da terra mm. 400, attacco assiale o laterale con colonna montante avente dispositivo di rottura prestabilito in caso di urto accidentale della parte esterna della colonna; gruppo valvola realizzato in modo che dopo l'installazione dell'idrante nel terreno sia possibile lo smontaggio dell'idrante stesso per le operazioni di manutenzione e sostituzione degli organi di tenuta; sistema di tenuta della valvola realizzato in modo tale che, in caso di rottura accidentale della colonna esterna (colonna provvista di rottura prestabilita) la valvola rimanga chiusa e/o si richiuda automaticamente evitando fuoriuscite di acqua; con scarico automatico antigelo. Tipo AD secondo il sistema tradizionale o ADR con dispositivo di rottura prestabilita che in caso di urto accidentale mantiene la chiusura della valvola (sezionamento).

Ogni idrante dovrà riportare i seguenti dati di identificazione:

- riferimento alle norme UNI vigenti;
- nome del costruttore;
- modello;
- diametro nominale;
- anno di costruzione;
- estremi di approvazione del tipo.

Naspo antincendio conforme alla norma [UNI EN 671-1](#), costituito da una bobina mobile su cui è avvolta una tubazione semirigida di lunghezza mt. 20, del diametro DN 20 o DN 25 collegata ad un'estremità, in modo permanente, con una rete di alimentazione idrica in pressione e terminante all'altra estremità con una lancia erogatrice munita di valvola regolatrice e di chiusura del getto, da installare in una cassetta incassata nella muratura da porre in opera con inclusione di tutte le opere murarie richieste.

La tubazione dovrà riportare i seguenti dati di identificazione:

- riferimento alle norme UNI vigenti;
- nome del costruttore;
- diametro nominale;
- lunghezza;
- anno di costruzione;
- estremi di approvazione del tipo DN 20 o DN 25.

Estintore portatile d'incendio a polvere da \$MANUAL\$ kg. idoneo all'estinzione di fuochi di classe A-B-C (secondo la norma EN 3/7:2004) con capacità di estinzione \$MANUAL\$ del tipo omologato dal D.M. 7 gennaio 2005 " Norme tecniche e procedurali per la classificazione ed omologazione di estintori portatili di incendio".

Estintore portatile d'incendio a schiuma da \$MANUAL\$ lt. idoneo all'estinzione di fuochi di classe A-B-C (secondo la norma EN 3/7:2004) con capacità di estinzione \$MANUAL\$ del tipo omologato dal D.M. 7 gennaio 2005 " Norme tecniche e procedurali per la classificazione ed omologazione di estintori portatili di incendio".

Estintore portatile d'incendio ad anidride carbonica da \$MANUAL\$ kg. idoneo all'estinzione di fuochi di classe A-B-C (secondo la norma EN 3/7:2004) con capacità di estinzione \$MANUAL\$ del tipo omologato dal D.M. 7 gennaio 2005 " Norme tecniche e procedurali per la classificazione ed omologazione di estintori portatili di incendio".

Tutti i prodotti, materiali, attrezzatura e i suoi componenti di cui al presente articolo, devono essere conformi alla normativa tecnica vigente e dotati della marcatura CE.

5.13.6) Ventilazione e Condotti di Estrazione

Ventilatore d'estrazione fumi con motore elettrico comandato da rivelatore di fumi con soglia d'intervento a temperatura superiore a 50 °C, a pale rovesce, versione di scarico fumi orizzontale o verticale, alimentazione monofase, resistenza ai fumi di 400 °C assicurata per 120 metri materiali adatti per montaggio all'aperto, classe di protezione almeno IP44 per le caratteristiche dell'apparecchio e del circuito elettrico senza protezione termica

del motore e senza protezione dai sovraccarichi, completo di cassone in lamiera zincata per contenere il tutto, la posa in opera delle varie parti, il loro completo montaggio e funzionamento.

Condotto di estrazione fumi caldi da "filtro a prova di fumo" di sezione adeguata all'altezza di progetto e comunque non inferiore a 0,10 m², da porre in opera completo in tutte le sue parti.

I condotti dovranno essere certificati REI 120 e rispondenti alle norme DIN 18147 e DIN 18160 parte 1.

5.13.7) Cartellonistica di Sicurezza Attrezzature Antincendio

Come previsto da specifica normativa in termini di sicurezza per gli addetti e per il pubblico, tutti i componenti attivi dell'impianto antincendio (Idranti UNI 45, Estintori, Attacco di mandata per mezzi VV.F., ecc.) dovranno essere forniti di idonea cartellonistica di segnalazione visibile con distanze di 30 metri, con pittogramma bianco su fondo rosso.

I cartelli segnaletici dovranno essere alla norma [UNI 7543](#), al d.lgs. n. 81/2008 e s.m.i., alle direttive CEE e alla normativa tecnica vigente.

Art. 5.14 IMPIANTO DI VENTILAZIONE MECCANICA CONTROLLATA

5.14.1 Premessa

Un impianto di Ventilazione Meccanica Controllata - VMC è una soluzione tecnologica utilizzata il ricambio dell'aria negli ambienti con regolarità, assicurando sempre un'adeguata qualità e il massimo comfort interno.

Un sistema di VMC garantisce un'immissione continua di aria pulita negli ambienti interni, regola l'umidità e, in presenza di un recuperatore di calore, si può ottenere anche un consistente risparmio energetico sia termico che elettrico.

Tali impianti eseguono in modo automatico la sostituzione dell'aria interna di casa, uffici e di spazi chiusi, regolando portata e funzionamento, e per tale motivo sono fondamentali in tutti quei luoghi pubblici o privati con elevato afflusso di persone.

Attualmente le nuove soluzioni tecnologiche utilizzate negli edifici residenziali, garantiscono ambienti interni ben isolati anzi troppo, concretamente "tappati" e impermeabili all'ingresso di aria esterna. Tali condizioni, apparentemente vantaggiose, richiedono invece maggiori ricambi di aria (fig. 1).

Nel caso specifico delle scuole abbiamo una decisa criticità dettata dalla inadeguata ventilazione delle aule, che non soddisfa le esigenze degli studenti e non garantisce una buona qualità dell'aria, anche per l'elevato numero di alunni al metro quadro di aula. Un'alta percentuale di CO₂ può causare mancanza di concentrazione, mal di testa e stanchezza. Inoltre, possono verificarsi problemi di tiraggio se la stanza è ventilata principalmente da finestre aperte.

Alcuni test effettuati in molte scuole europee e americane, hanno dimostrato che con l'installazione di impianti di VMC la temperatura ambientale si riduce di circa 5°, si ottimizza il grado igrometrico e migliorano le prestazioni degli studenti.

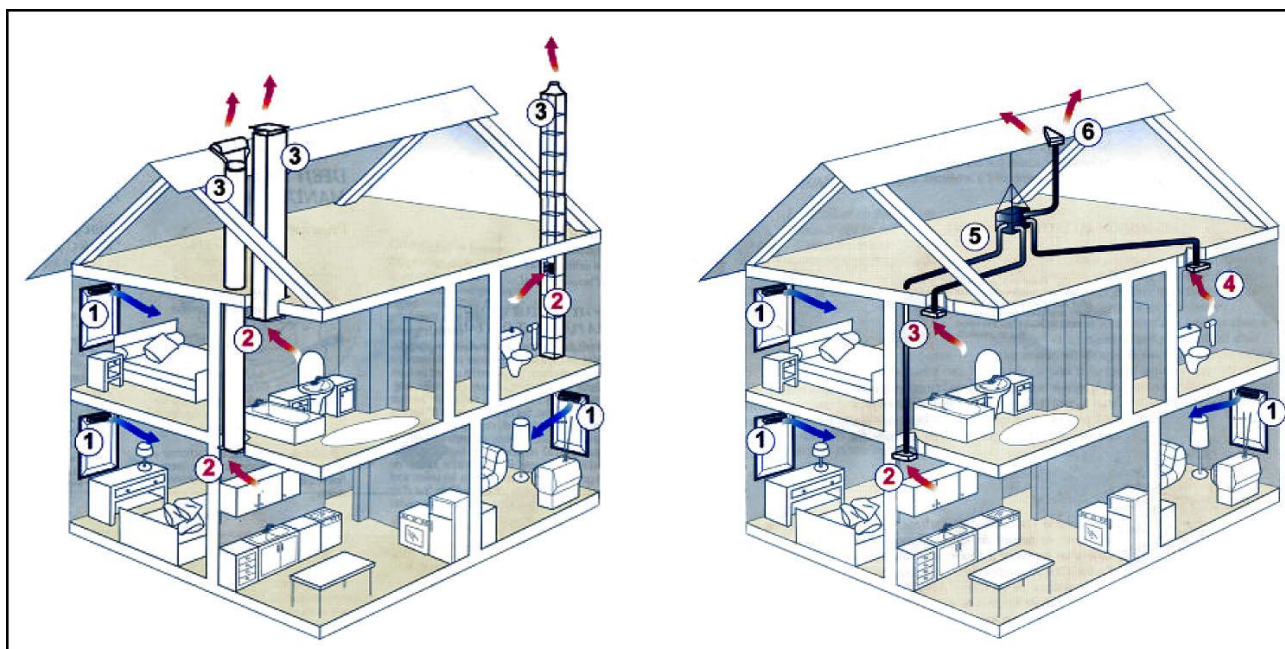


Figura 1: A sx sistema di ventilazione tradizionale - A dx Sistema di ventilazione meccanica controllata

5.14.2 Normativa

Le norme tecniche UNI utilizzate per la progettazione e la realizzazione di un impianto di ventilazione e si dividono in due gruppi:

- Le norme di sistema impiegate per dimensionare e progettare correttamente un impianto per la ventilazione degli ambienti, partendo dalle portate ritenute necessarie per una adeguata qualità dell'aria negli edifici;
- Le norme di prodotto utilizzate per la corretta costruzione di apparecchiature e componenti che costituiranno un sistema di ventilazione meccanica.

La conoscenza dei contenuti di tali norme è importante per i progettisti e i certificatori energetici, nonché per i direttori dei lavori che devono controllare l'esecuzione a regola d'arte degli impianti.

Tra le **norme di sistema** bisognerà tenere in considerazione le seguenti:

- **UNI 10339** che fornisce una classificazione degli impianti, la definizione dei requisiti minimi e i valori delle grandezze di riferimento durante il funzionamento e si applica prevalentemente agli impianti aeraulici installati in edifici chiusi;
- **UNI EN 16798-1** che indica:
 - i parametri dell'ambiente interno che influiscono sulla prestazione energetica degli edifici;
 - la modalità per definire dei parametri di input relativi all'ambiente interno per la valutazione del sistema edificio e per i calcoli della prestazione energetica;
 - i metodi per la valutazione a lungo termine dell'ambiente interno ottenuta dal calcolo o da risultati di misure;
 - i parametri da utilizzare ed esporre negli ambienti interni negli edifici esistenti, il modo in cui le diverse categorie di criteri relativi all'ambiente interno possono essere utilizzate.
- **UNI EN 16798-2** che illustra l'utilizzo della norma UNI EN 16798-1 per:
 - specificare i parametri di input ambientali interni per la progettazione del sistema di edifici e i calcoli delle prestazioni energetiche.
 - i metodi per la valutazione a lungo termine dell'ambiente interno ottenuto a seguito di calcoli o misurazioni.
 - i criteri per le misurazioni che possono essere utilizzati se necessario per misurare la conformità mediante ispezione.

Queste norme si applicano alle abitazioni individuali, condomini, uffici, scuole, ospedali, alberghi e ristoranti, impianti sportivi, edifici ad uso commerciale all'ingrosso e al dettaglio, per i quali è possibile fissare dei criteri relativi all'ambiente interno definiti dall'occupazione umana. Restano esclusi gli edifici industriali in cui l'attività produttiva o di processo ha abbia un impatto di rilievo sull'ambiente interno.

Le **norme di prodotto** di riferimento sono:

- **UNI EN 13141-7** che indica i metodi di prova di laboratorio per determinare le prestazioni aerodinamiche, acustiche, termiche e i consumi elettrici delle unità di ventilazione meccanica a doppio flusso utilizzati per le abitazioni unifamiliari;
- **UNI EN 13141-8** che individua i metodi di prova in laboratorio per la verifica delle prestazioni aerodinamiche, termiche ed acustiche, e la potenza elettrica di una unità ventilazione meccanica a doppio flusso non-canalizzata utilizzata in un ambiente singolo;
- **UNI EN 13142** che consente di classificare i sistemi di ventilazione meccanica controllata e precisa le caratteristiche di prestazione dei componenti per la progettazione e il dimensionamento dei sistemi di ventilazione residenziale per assicurare condizioni di comfort di temperatura, velocità dell'aria, umidità, igiene e rumore nella zona occupata.

5.14.3 Principio di funzionamento - Installazione - Tipologie

Un impianto di ventilazione meccanica, come accennato, regolando la purezza dell'aria e l'umidità relativa, favorisce il benessere delle persone che vivono gli ambienti interni. Infatti un'eccessiva umidità può determinare la formazione di condensa superficiale che, a sua volta, è in grado far nascere ulteriori problemi come la muffa.

Inoltre non dovendo aprire le finestre per la aerazione dei locali, si riduce il rumore esterno e si ottiene un miglior comfort acustico interno, e l'aria in ingresso questa sarà priva di allergeni e di agenti inquinanti.

Esistono differenti modelli di impianti di ventilazione meccanica che però hanno tutti in comune alcuni meccanismi principali, come ad esempio:

- l'aria viziata presente negli ambienti interni viene aspirata ed espulsa all'esterno;
- l'aria nuova viene adeguatamente filtrata e immessa in modo forzato nell'ambiente;
- gli impianti VMC sono dotati di filtri per ridurre l'ingresso di inquinanti e allergeni;
- lo scambio di aria avviene tramite condotte di ventilazione forzata.

Il tipo di edificio, le sue dimensioni, le attività che vi si svolgono e il grado di occupazione, determineranno la tipologia, il dimensionamento e la regolazione dell'impianto di VMC. Il sistema dovrà essere progettato ed installato in modo da garantire che le portate di ricambio aria necessarie, in immissione e in estrazione, siano bilanciate e costanti.

Quale esempio descriviamo il principio di funzionamento dell'impianto relativo ad un sistema di VMC a

doppio flusso con recupero di calore e degli elementi di cui è composto.

L'unità di recupero ha al suo interno due ventilatori che generano la movimentazione dell'aria di immissione ed estrazione, attraverso una rete di canali distribuiti all'interno del manufatto edilizio da trattare, ed un recuperatore che provvede al recupero statico dell'energia termica dall'aria estratta, cedendola all'aria immessa.

Quindi all'interno del recuperatore i flussi d'aria uscente ed entrante si incrociano senza mischiarsi, mentre il calore dell'aria ambiente, viziata, viene trasferito all'aria esterna fredda di rinnovo.

Nell'unità di recupero è previsto un raccordo per permettere lo scarico della condensa che sarà convogliato nella rete di scarico acque mediante un collegamento con sifone.

Il sistema dovrà consentire almeno tre regimi di funzionamento:

- una portata di base (funzione portata progetto);
- una portata massima in caso di richiesta di maggiore ventilazione (funzione BOOST);
- una portata attenuata (funzione portata minima).

Le bocchette di estrazione dovranno garantire le portate di progetto estratte dall'ambiente, mentre le bocchette di immissione forniranno le portate di aria di rinnovo necessarie alle varie zone dell'ambiente.

Per garantire una ottimale qualità dell'aria all'interno dell'abitazione l'aria immessa e l'aria estratta saranno filtrate, assicurando anche l'isolamento dal rumore esterno (fig. 2).

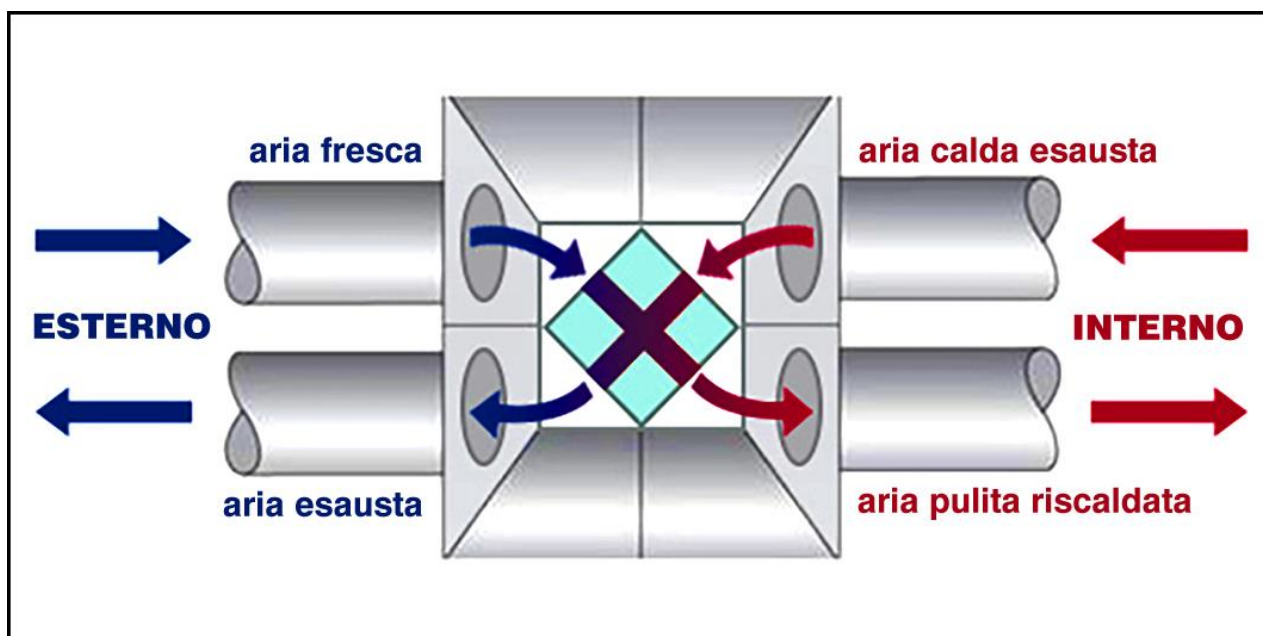


Figura 2: Sistema VMC con filtraggio aria e recupero di calore

Impianti di ventilazione a flusso singolo

Un impianto VMC a flusso singolo immette aria esterna attraverso adeguate unità di immissione, installate in corrispondenza di infissi o cassonetti, mentre l'aspirazione avviene attraverso delle canalizzazioni interne.

Le bocchette potranno essere regolabili per dosare, in modo automatico, l'apporto di aria immessa negli ambienti. In presenza di bocchette igroregolabili, dotate di sensori, sarà possibile regolare anche il grado di umidità degli ambienti interni.

L'unità di aspirazione dovrà essere collegata agli ambienti mediante tubazioni flessibili o con canalizzazioni rigide multipiano, che collegano gli ambienti con le condizioni di aria peggiori come cucine e bagni.

Ventilazione meccanica a doppio flusso

Gli impianti di VMC a doppio flusso prevedono sia l'immissione che l'estrazione di aria dagli ambienti in modo meccanico. I dispositivi saranno dotati di idonei ventilatori, uno per l'aria in entrata e uno per l'aria in uscita, per cui avremo una doppia canalizzazione, una servirà per l'aspirazione e l'altra per la distribuzione dell'aria.

Vmc con recuperatore di calore

Come già descritto, il recuperatore di calore è un apparecchio in grado di massimizzare lo scambio termico tra i flussi di aria in entrata e in uscita. Gli impianti a doppio flusso in genere vengono integrati con un sistema di recupero del calore, sia nel caso di impianto individuale, che centralizzato, posizionando i recuperatori di calore in copertura.

Questi impianti recuperano calore dai flussi di aria passanti e lo utilizzano per climatizzare in flussi contrari. Infatti in inverno, il calore ceduto dal flusso di aria degli ambienti interni viene utilizzato per riscaldare l'aria fredda d'ingresso, riducendo, in tal modo, il fabbisogno energetico richiesto dalla macchina per trattare l'aria in entrata.

Aerazione forzata per singoli ambienti

I sistemi di VMC decentralizzati sono progettati per la ventilazione di singoli ambienti circoscritti e non prevedono alcuna canalizzazione, poiché lo scambio dei flussi d'aria avviene in corrispondenza della macchina installata.

Sono apparecchi dalle ridotte dimensioni aventi il collegamento diretto con l'esterno - attraverso un foro nel muro o posizionati in corrispondenza degli infissi - con integrato il recupero di calore, che può anche raggiungere elevati livelli di efficienza.

Art. 5.15 IMPIANTO DI VIDEOSORVEGLIANZA

Il ricorso all'installazione di sistemi di videosorveglianza da parte della PA o dei Privati per rispondere alla domanda di sicurezza delle persone è un fenomeno in continua crescita. Come forma di difesa passiva, controllo e deterrenza di fenomeni criminosi e vandalici attraverso l'uso delle telecamere, i sistemi di videosorveglianza rappresentano una tra le misure di controllo del territorio.

La realizzazione del sistema di videosorveglianza sarà **finalizzato** al raggiungimento dei seguenti obiettivi:

- controllo delle aree monitorate h 24, 7 giorni su 7;
- riprese sia in diurna che in notturna e/o in condizioni di scarsa luminosità;
- architettura hardware di registrazione e visualizzazione Server/Client;
- standard di codifica video simultanea MPEG4, MJPEG e H264;
- standard di codifica audio bidirezionale;
- protocolli di comunicazione TCP/IP;
- sistema SW di gestione e controllo con interfaccia programmatica;
- rispetto delle normative legate alla Privacy;
- elevato grado di security degli apparati di rete;
- possibilità di distribuire i flussi video/audio/dati a soggetti terzi (es. Forze dell'Ordine), tramite un collegamento in IP tra la centrale operativa e la sede del soggetto stesso;
- possibilità di videoregistrazione pre/post evento anche in assenza di collegamento di rete;
- gestione centralizzata e programmabile della visualizzazione e della videoregistrazione delle immagini;
- facilità di utilizzo da parte dell'operatore, il quale potrà interagire con il sistema tramite strumenti base a lui noti, quali tastiera e mouse di un personal computer, interfacce intuitive su sistemi operativi standard di mercato;
- utilizzo di standard consolidati di mercato per quanto riguarda le tecnologie HW e SW;
- visualizzazione delle registrazioni inerenti alle telecamere;
- registrazione delle immagini in visualizzazione o su fasce orarie;
- esportazione delle registrazioni in formato proprietario o in formato AVI (video for Windows);
- ricezione di allarmi (da comandi esterni) associati a telecamere;
- impostazione della registrazione con diversi criteri, ad esempio su tutte le telecamere, per gruppo di videoronda, in seguito ad allarme.

La realizzazione del sistema di videosorveglianza potrà comportare forniture ed opere accessorie quali:

- supporti, snodi, staffe, custodie climatizzate, sistemi integrativi di illuminazione e quant'altro necessario alla perfetta posa in opera delle telecamere;
- stesura dei cavi elettrici, delle canalizzazioni, scatole di derivazione, tubazioni, necessarie per l'alimentazione degli apparati;
- opere civili quali la fornitura e posa in opera di nuovi pali e cassette, con relative paline e formazione di plinti, compresi eventualmente quelli per il contenimento dei contatori di energia elettrica.

Il sistema di videosorveglianza che si intende adottare deve essere conforme agli indirizzi del mercato ed alle soluzioni tecniche più avanzate, e dovrà possedere le seguenti caratteristiche funzionali:

- **espandibilità:** i sistemi adottati nella realizzazione dovranno essere aperti all'implementazione con nuove tecnologie e all'incremento dei punti di ripresa: verranno privilegiate soluzioni di modularità e programmabilità delle apparecchiature;
- **scalabilità:** capacità di gestire con facilità numeri crescenti di telecamere, l'aumento della dimensione delle memorie del sistema e della potenza del server, prevedendo l'installazione di apparecchiature in grado di adeguarsi a nuovi standard video e di comunicazione;

- **omogeneità:** tutte le apparecchiature e le soluzioni adottate, compreso il sistema di registrazione, dovranno essere tecnologicamente omogenee.

Installazioni, posizionamento, regolazioni secondo le aree da inquadrare e il loro collaudo dovranno attenersi ai criteri dettati dalla Norma **CEI EN 62676-4** (CEI 79-89) "Sistemi di videosorveglianza per applicazioni di sicurezza Parte 4: Linee guida di applicazione".

L'utilizzo degli impianti di videosorveglianza comporterà esclusivamente il trattamento di dati personali rilevati mediante le riprese video che, in relazione ai luoghi di installazione delle telecamere, interessano i soggetti ed i mezzi di trasporto che transitano nell'area interessata. Il trattamento dei dati personali si svolgerà nel pieno rispetto dei principi di liceità, finalità, necessità e proporzionalità, sanciti dal Codice in materia di protezione dei dati personali di cui al decreto legislativo 30 giugno 2003, n. 196 e s.m.i.

In attuazione del principio di proporzionalità e dei criteri di pertinenza e non eccedenza, gli impianti di videosorveglianza saranno configurati in modo da raccogliere esclusivamente i dati strettamente necessari per il raggiungimento delle finalità perseguite, registrando le sole immagini indispensabili, limitando l'angolo visuale delle riprese ed evitando, quando non indispensabili, immagini dettagliate, ingrandite o con particolari non rilevanti.

Gli impianti di videosorveglianza dovranno consentire riprese video a colori in condizioni di sufficiente illuminazione naturale o artificiale, in bianco e nero in caso contrario.

I segnali video delle unità di ripresa potranno essere inviati alle centrali di controllo ubicate presso le sedi del Comune, del Comando di Polizia locale, della Questura e del Comando dei Carabinieri.

I dati personali registrati mediante l'utilizzo degli impianti di videosorveglianza saranno conservati per un periodo di tempo non superiore a sette giorni dalla data della rilevazione. Decorso tale periodo, i dati registrati dovranno essere cancellati con modalità automatica.

Per quanto non espressamente disciplinato dal presente documento, si rinvia alla norma di "Linea guida applicazione" **CEI EN 62676-4**, al Codice Privacy, decreto legislativo 30/06/2003, n. 196, modificato dal decreto legislativo n. 101 del 10 agosto 2018, recante Codice in materia di protezione dei dati personali, recante disposizioni per l'adeguamento dell'ordinamento nazionale al regolamento (UE) 2016/679 del Parlamento europeo e del Consiglio, del 27 aprile 2016, al provvedimento in materia di videosorveglianza emanato dal Garante per la protezione dei dati personali in data 8 aprile 2010, nonché alle altre disposizioni normative vigenti in materia, e successive modificazioni e integrazioni.

Telecamere di contesto

Le telecamere di contesto fisse dovranno essere tali da permettere una visione quanto più ampia dell'area di ripresa. Le caratteristiche tecniche degli apparati di ripresa dovranno essere rispondenti alle caratteristiche minime di seguito descritte:

- telecamera IP nativa, aggiornabile via IP;
- ottica fissa intercambiabile o varifocal, da individuare in funzione delle esigenze operative con angolo di ripresa indicativo compreso tra 20° e 120°;
- tecnologia del sistema di ripresa mediante sensore di tipo CMOS o CCD a colori;
- sensibilità del complesso di ripresa almeno 0,5 Lux in modalità colore (day) e almeno 0,05 Lux in modalità B/N (night) misurati a 50 IRE;
- risoluzione minima del sensore: full HD (1920x1080);
- caratteristiche minime del flusso video: 1.3 megapixel (1280x1024) e non inferiore 9 fps;
- modalità di funzionamento di tipo "day&night" con commutazione automatica;
- algoritmo di compressione dei flussi video: Motion JPEG, H264 e sue evoluzioni;
- algoritmo di trasporto dei flussi video: RTSP;
- Funzionalità di Activity Detector incorporate;
- Client NTP;
- n. 1 ingresso d'allarme a bordo camera;
- n. 1 uscita;
- controllo del guadagno, white balance: automatici e regolabili via software;
- compensazione del controllo di tipo automatico;
- Possibilità di alloggiare software di analisi video direttamente sulla camera;
- alimentazione: in bassa tensione con valore non superiore ai 48 Vac, PoE classe 3);
- Allarme antimanomissione, al minimo è richiesta la gestione dei seguenti allarmi:
 - apertura custodia;
 - perdita del segnale video;

- offuscamento telecamera;
- modifica dell'inquadratura (spostamento della telecamera);
- condizioni di esercizio: sarà cura della ditta individuare la tipologia di custodia per la singola telecamera in funzione delle condizioni climatiche minime e massime (temperatura, umidità) del luogo di installazione in modo che sia garantito il corretto funzionamento per tutto l'arco dell'anno e comunque in un intervallo non inferiore a (-10°;+45°) e umidità (20%;80%);
- grado di protezione della custodia: l'apparato deve essere protetto dagli agenti atmosferici quali pioggia, salsedine, polveri tipiche del luogo di installazione garantendo così il livello massimo di funzionamento e comunque non inferiore a IP65, eccetto nei casi estremi in cui si richieda una tenuta stagna per cui il valore va esteso a IP66;
- Fornitura SDK per sviluppo terze parti.

Telecamere di osservazione

Le telecamere dovranno essere brandeggiabili, dovranno assicurare la completa visione a 360° sul piano orizzontale, e 180° sul piano verticale e non dovranno consentire ad un osservatore esterno di individuare l'area inquadrata. Le caratteristiche tecniche degli apparati di ripresa dovranno essere rispondenti alle caratteristiche minime di seguito descritte:

- telecamera IP nativa, aggiornabile via IP;
- telecamera a colori di tipo "DAY/NIGHT";
- matrice attiva del sensore con numero di pixel non inferiore 704 x576 (4CIF);
- frame rate non inferiore a 15 fps;
- sensibilità del complesso di ripresa almeno 0,5 Lux in modalità colore (day) e almeno 0,05 Lux in modalità B/N (night) misurati a 50 IRE;
- obiettivo autofocus con zoom (minimo 25X ottico con minimo F.1.8, auto iris);
- algoritmo di compressione dei flussi video: Motion JPEG, H264 e sue evoluzioni;
- algoritmo di trasporto dei flussi video: RTSP;
- brandeggio a velocità variabile orizzontale di tipo endless e verticale controllabile da remoto;
- PTZ meccanico;
- Funzionalità di Activity Detector incorporate;
- Client NTP;
- n. 16 Posizioni angolari preselezionabili (Preset);
- n. 8 Sequenze di Preset (Tour);
- n. 1 ingressi d'allarme a bordo camera;
- almeno n. 1 uscita d'allarme a bordo camera;
- n. 8 Zone di esclusione (Privacy Mask);
- Pattugliamento automatico;
- alimentazione: in bassa tensione con valore non superiore ai 48 Vac, oppure PoE classe 3);
- condizioni di esercizio: sarà cura della ditta individuare la tipologia di custodia per la singola telecamera in funzione delle condizioni climatiche minime e massime (temperatura, umidità) del luogo di installazione in modo che sia garantito il corretto funzionamento per tutto l'arco dell'anno e comunque in un intervallo non inferiore a (-10°; +45°) e umidità (20%; 80%);
- grado di protezione della custodia: l'apparato deve essere protetto dagli agenti atmosferici quali pioggia, salsedine, polveri tipiche del luogo di installazione garantendo così il livello massimo di funzionamento e comunque non inferiore a IP65, eccetto nei casi estremi in cui si richieda una tenuta stagna per cui il valore va esteso a IP66;
- Fornitura SDK per sviluppo terze parti.

Tutte le telecamere dovranno essere fornite con protezione per ambienti esterni, idonee al funzionamento con temperature comprese tra -30° e +50° e tasso di umidità compreso tra 20% e 80% e a prova di atti vandalici. Nel caso di basse temperature la telecamera dovrà essere munita di un modulo di preriscaldamento atto a garantirne lo start, anche a seguito di un'interruzione prolungata di corrente.

Tutti i materiali e gli apparecchi utilizzati negli impianti elettrici e nella loro installazione dovranno avere caratteristiche tali da essere idonei all'ambiente in cui lavoreranno e/o in cui saranno installati, in modo che possano resistere alle azioni meccaniche, termiche, corrosive alle quali saranno sottoposti durante l'utilizzo.

Architettura di rete

Il sistema di video sorveglianza si dovrà basare su un'architettura di rete IP che permette la connessione tra gli apparati di campo e le sale apparati/sale controllo.

In funzione dei mezzi trasmissivi da utilizzare (ad es. fibra ottica, apparati wireless) le scelte architettoniche

dovranno rispettare in ogni caso i requisiti di seguito riportati:

- Capacità di banda necessaria al trasferimento delle immagini in funzione delle caratteristiche delle telecamere e della topologia della rete di trasporto.
- Crittografia dei flussi video in accordo a quanto richiesto dalla [norma di riferimento](#);
- Affidabilità;
- Eventuale ridondanza.

Videoserver

I videoserver devono essere in grado di acquisire, in contemporanea, tutti i flussi provenienti dalle telecamere, che vengono convogliati nel sistema rispettando i seguenti requisiti:

- Gestione camere di differenti produttori, piattaforma aperta.
- Live View fino a 30 o più FPS;
- Gestione dei flussi video con algoritmo di compressione MJPEG/MPEG4/H264;
- Funzionalità di NVR;
- Esportazione file archiviati con crittografia;
- Gestione PTZ Patrolling;
- Funzionalità di WEB Client;
- Funzionalità di Mobile Client;
- Gestione Mappe;
- Integrazione con video analisi;
- Controllo I/O ed eventi,
- Sistemi Operativi di ultima generazione (piattaforme a 64 bit);
- Supporto multi stream per camera;
- Video Motion Detection (VMD) integrato con gestione zone di esclusione;
- Supporto canali audio Full-Duplex;
- Preset Positions per camera;
- Gestione Preset su Evento;
- Preset Patrolling;
- Privacy masking;
- Ricerca automatica ed auto riconoscimento delle telecamere;
- Export e import di configurazioni;
- Gestione e esportazione di archivi storici contenenti tutte le informazioni relative agli eventi di stato del sistema e le operazioni compiute dagli addetti (file di log)
- Fornitura di SDK per sviluppo applicazioni di terze parti.

I video server devono prevedere un'alimentazione ridondata.

Sistema di Registrazione

Il sistema di registrazione e conservazione dei filmati, anche nell'ottica delle finalità d'impiego da parte dell'Autorità Giudiziaria, deve consentire:

- l'archiviazione schedabile con Playback;
- la capacità di registrazione per singola camera con gestione del pre e post allarme;
- la memorizzazione delle immagini provenienti da tutte le telecamere al massimo framerate possibile;
- l'archiviazione di flussi con algoritmo di compressione MJPEG/MPEG4/H264;
- la registrazione delle immagini deve avvenire in forma cifrata per garantirne la riservatezza e l'integrità;
- l'esportabilità (da locale o da remoto) dei filmati con corredo di specifico visualizzatore per la decifrazione e verifica dell'integrità degli stessi;
- la capacità di storage deve essere dimensionata per la registrazione contemporanea di tutte le telecamere al massimo framerate consentito dalle stesse e/o dalla connettività, per un periodo di almeno 7gg/24h.

Software di gestione

I software di gestione dovranno essere in grado di gestire tutte le videocamere installate e permettere anche un eventuale ampliamento futuro.

Fra le altre caratteristiche dovranno avere una architettura aperta per essere in grado di interfacciarsi con altri software specifici prodotti da terze parti.

L'interfaccia di amministrazione dovrà essere sufficientemente intuitiva e contenere routine che facilitino tutte le operazioni di configurazione senza richiedere personale altamente specializzato.

Informativa per area videosorvegliata

Particolare attenzione dovrà essere prestata alla segnaletica e ai modelli di informativa che devono indicare, oltre alle finalità di sicurezza, quelle di controllo e di conservazione delle immagini di competenza.

Gli interessati devono essere sempre informati che stanno per accedere in una zona videosorvegliata. A tal fine, il Garante ritiene che si possa utilizzare lo stesso modello semplificato di informativa "minima", indicante il titolare del trattamento e la finalità perseguita, già individuato ai sensi dell'art. 13, comma 3, del Codice nel provvedimento del 2004 e riportato in fac-simile in allegato.

Il modello è ovviamente adattabile a varie circostanze. In presenza di più telecamere, in relazione alla vastità dell'area oggetto di rilevamento e alle modalità delle riprese, potranno essere installati più cartelli.

Il supporto con l'informativa:

- deve essere collocato prima del raggio di azione della telecamera, anche nelle sue immediate vicinanze e non necessariamente a contatto con gli impianti;
- deve avere un formato ed un posizionamento tale da essere chiaramente visibile in ogni condizione di illuminazione ambientale, anche quando il sistema di videosorveglianza sia eventualmente attivo in orario notturno;
- può inglobare un simbolo o una stilizzazione di esplicita e immediata comprensione, eventualmente diversificati al fine di informare se le immagini sono solo visionate o anche registrate.



(P.S. Se le immagini non sono registrate, sostituire il termine "registrazione" con quello di "rilevazione").

Prescrizioni per le riprese e conservazione dati

Nella fase di installazione dei sistemi di videosorveglianza si dovranno adottare tutte le cautele che vadano a prevenire eventuali forme di intrusione nella privacy dei cittadini, sensibilizzando tecnici e progettisti, oltre che responsabili e incaricati del trattamento, al fine di [evitare la ripresa](#) di persone in abitazioni private. Delimitando, quindi, la dislocazione, l'uso dello zoom e, in particolare, l'angolo visuale delle telecamere in modo da escludere ogni forma di ripresa, anche quando non c'è registrazione, di spazi interni di abitazioni private, si utilizzeranno sistemi di settaggio e/o oscuramento automatico, non modificabili dall'operatore.

Le immagini devono essere custodite in maniera protetta, in server dedicati e non su reti informatiche accessibili da tutti i dipendenti della stazione appaltante; il luogo ove è presente il server contenente le immagini, deve essere accessibile mediante porte allarmate, l'accesso deve avvenire con la digitazione di codici a chiave alfa-numerica e gli uffici devono essere allarmati, nel caso di chiusura durante alcune ore del giornata.

L'eventuale estrapolazione di immagini dovrà rimanere traccia informatica. Ogni accesso ai server dovrà avvenire attraverso un log di sistema, che identifichi chiaramente (mediante UserId e Password) il soggetto che ha svolto le singole attività, secondo quanto previsto dalla nomina individuale che autorizza il trattamento delle immagini, anche se non espressamente previsto da specifico provvedimento del Responsabile del sistema di videosorveglianza.

Siti di videosorveglianza

Pos.	Sito	Coordinate		Tipologia richiesta
1)	[ES. Via Roma - traversa Viale Italia]	45°31'58.83"N	10° 7'8.61"E	ES. n.1 telecamera panoramica 360° (energia resa a base palo)
2)				

Il collegamento con il server raccolta dati sarà reso tramite segnale radio (PTP) / su fibra ottica / cablaggio strutturato UTP/FTP.

Le postazioni di videosorveglianza, costituite dalle videocamere e dalle antenne radio, saranno alimentate da linee elettriche esistenti/da realizzare: linea illuminazione pubblica e/o linea alimentazione del sito.

I singoli impianti esterni faranno quindi capo preferibilmente a quadri elettrici esistenti/da realizzare, che hanno la funzione di protezione delle dorsali elettriche di illuminazione pubblica e/o alimentazione del sito. Il posizionamento dei siti di sorveglianza potrà sfruttare la preesistenza di pali utili all'installazione, ovvero nuovi punti di progetto puntualmente descritti negli elaborati esecutivi e/o dalla Direzione lavori.

(es. 1) posizionamento di staffa sul palo della illuminazione, 2) posizionamento su palo del semaforo, ecc.)

Nel caso di pali o altri supporti esistenti o da realizzare, ne sarà descritto il tipo di collegamento all'energia elettrica (es. resa a base palo).

Art. 5.16

IMPIANTI DI PROTEZIONE CONTRO LE SCARICHE ATMOSFERICHE - LPS

5.16.1 Premessa

Un impianto di protezione contro i fulmini ha il compito di proteggere gli edifici dalle fulminazioni dirette e, conseguentemente, da un eventuale incendio o dagli effetti della corrente generata dal fulmine.

In particolare si impone l'installazione di protezioni permanenti contro i fulmini quando possono colpire facilmente una struttura o possono provocare gravi conseguenze a causa:

- della sua posizione;
- del tipo di costruzione;
- del suo utilizzo.

La differenza di potenziale tra le cariche elettriche delle nubi e le cariche al suolo viene compensata attraverso i fulmini che colpiscono il terreno e che possono essere di 2 tipi:

- il fulmine **discendente** (nube-terra) si verifica in genere su aree pianeggianti e in corrispondenza di costruzioni basse;
- il fulmine **ascendente** (terra-nube) si può generare in corrispondenza di oggetti al suolo di altezza considerevole, come tralicci, turbine eoliche, torri per telecomunicazioni, campanili di chiese o in corrispondenza delle vette di montagne.

5.16.2 Normativa

Le misure di protezione contro le scariche atmosferiche dovranno essere conformi alle prescrizioni contenute nella serie di norme CEI EN 62305 per la protezione contro i fulmini, le quali prevedono quattro livelli di protezione così come riportato nella seguente tabella:

Livello di protezione	Efficienza
I	0,98
II	0,95
III	0,90
IV	0,80

Inoltre si dovranno utilizzare le Linee guida, definite dalla norma [CEI 81-29](#), per il corretto utilizzo in ambito nazionale delle Norme CEI EN 62305.

5.16.3 Caratteristiche dell'impianto LPS

In generale, l'impianto di protezione contro le scariche atmosferiche si compone dei seguenti elementi:

- impianto di protezione contro le fulminazioni dirette, costituito dagli elementi idonei alla captazione, all'adduzione e alla dispersione nel suolo della corrente del fulmine;
- impianto di protezione contro le fulminazioni indirette, costituito da connessioni metalliche e limitatori di tensione, per impedire/limitare gli effetti del passaggio della corrente di fulmine nell'impianto di protezione o nelle strutture confinanti.

Nello specifico i sistemi di protezione contro i fulmini, definiti **LPS - Lighting Protection of Structures**, possiamo dividerli in esterno ed interno.

Quindi il sistema di **protezione esterna** contro i fulmini esterna avrà il compito di:

- intercettare le fulminazioni dirette mediante captatori;
- ripartire la corrente di fulmine a terra con le calate;
- distribuire la corrente di fulmine nel terreno tramite i dispersori;

mentre la **protezione interna** sarà necessaria per evitare la formazione di scariche pericolose all'interno della struttura, attraverso l'equipotenzialità tra gli elementi del sistema di protezione e i conduttori interni alla costruzione. L'equipotenzialità antifulmine diminuisce le differenze di potenziale causate dalla corrente di fulmine mediante il collegamento di tutte le parti conduttrici separate dell'impianto tramite conduttori oppure **SPD - Surge Protective Device**, ossia dei limitatori di sovratensioni.

In pratica il sistema di protezione LPS esterno dovrà essere costituito da captatori ad asta o a maglia, per realizzare un volume protetto dai fulmini.

I captatori ad asta saranno posizionati in uno o più punti, sulla sommità dell'edificio con ridotto sviluppo orizzontale, mentre i captatori a maglia avvolgeranno completamente la costruzione con una gabbia metallica, costituita da piattine o tondi in ferro o in rame, avente percorsi rigorosamente rettilinei, con eventuali cambi di direzione senza spigoli o curve a piccolo raggio.

L'impianto LPS interno dovrà essenzialmente essere costituito da:

- organi di captazione;
- organi di discesa denominati calate;
- dispersori;
- collegamenti diretti o tramite SPD agli impianti esterni e interni, e ai corpi metallici esterni e interni.

Impianto SPD

Un impianto SPD impedisce il danneggiamento di circuiti e di apparati provocati da sovratensioni di origine esterna come i fulmini e di origine interna (manovre o interventi di dispositivi di protezione). In sostanza il limitatore di sovratensioni SPD rappresenta un dispositivo per limitare le sovratensioni e deviare le

sovracorrenti, verso terra.

Questi limitatori di tensione dovranno essere installati tra conduttori attivi e terra. La loro scelta dipenderà dal punto di installazione nell'impianto e della relativa corrente di scarica, nonché dalla distanza esistente tra le apparecchiature da proteggere e l'SPD e dalla tensione di tenuta ad impulso delle stesse.

Gli SPD di bassa tensione, secondo la norma **CEI EN 61643-1**, dovranno essere dimensionati in relazione alla tenuta all'impulso dell'apparecchiatura da proteggere, installati in prossimità dell'apparecchiatura da proteggere e coordinati con gli altri dispositivi di protezione dalle sovratensioni.

La scelta dell'appropriato livello di tensione di protezione di un SPD dipende dalla:

- tensione di tenuta ad impulso dell'apparato da proteggere;
- lunghezza delle connessioni dell'SPD;
- lunghezza e percorso delle connessioni tra l'SPD e l'apparato.

Connessione degli SPD

Per la protezione degli impianti elettrici contro le sovratensioni transitorie di origine atmosferica trasmesse da un sistema di alimentazione elettrica, la norma **CEI 64-8** prescrive la connessione degli SPD a valle/monte di un interruttore, e prevede tre modalità di connessione:

- **Tipo A:** negli impianti dove c'è una connessione diretta fra il neutro e il conduttore di protezione nel punto d'installazione dell'SPD, o vicino ad esso, o, se non esiste il neutro, fra ciascun conduttore di fase e il collettore principale di terra o il conduttore di protezione principale, scegliendo tra i due percorsi il percorso più breve;
- **Tipo B:** negli impianti dove non c'è una connessione diretta fra il neutro e il conduttore di protezione nel punto d'installazione dell'SPD, o vicino ad esso fra ciascun conduttore di fase e il collettore principale di terra o il conduttore di protezione principale, e fra il conduttore di neutro e il collettore principale di terra o il conduttore di protezione, scegliendo comunque il percorso più breve;
- **Tipo C:** negli impianti dove non c'è una connessione diretta fra il neutro e il conduttore di protezione nel punto di installazione dell'SPD, o vicino ad esso fra ciascun conduttore di fase e il conduttore di neutro e fra il conduttore di neutro e il collettore principale di terra o il conduttore di protezione, scegliendo comunque il percorso più breve.

5.16.4 Dispositivi di captazione dei fulmini

I punti di abbattimento dei fulmini, quali punte di cuspidi, camini, colmi e displuvi, spigoli di grondaie, parapetti e altre strutture emergenti dal tetto, dovranno essere dotati di impianti di captazione.

L'adeguato dimensionamento dei sistemi di captazione, come aste, fili e funi tese e conduttori a maglie combinabili anche tra loro, riduce, in maniera controllata, gli effetti della fulminazione su una struttura. Bisognerà porre particolare attenzione alla protezione degli angoli e dei bordi della costruzione.

Per stabilire la disposizione e le posizioni dei dispositivi di captazione, generalmente vengono utilizzati i seguenti criteri:

- metodo della sfera rotolante;
- metodo della maglia;
- metodo dell'angolo di protezione.

Il metodo di progettazione più utilizzato è quello della sfera rotolante, indicato principalmente per le geometrie più articolate dei manufatti.

Calate

Per calata intendiamo il collegamento elettrico tra il sistema di captazione e l'impianto di messa a terra. Esse devono condurre la corrente di fulmine captata verso l'impianto di messa a terra, senza creare danni all'edificio.

La riduzione dei danni alle strutture, che possono avvenire durante la scarica della corrente di fulmine verso l'impianto di terra,

- si realizza posando le calate in modo tale che dal punto d'impatto del fulmine verso terra:
- la lunghezza dei percorsi della corrente sia la più corta possibile (diritta, verticale, senza spire);
- esistano molti percorsi paralleli della corrente;
- i collegamenti verso i corpi metallici della struttura siano creati in tutti i punti necessari.

La disposizione e il numero delle calate dovrà essere realizzata in modo che, partendo dagli angoli della struttura, siano distribuite in maniera uniforme lungo tutto il perimetro del tetto, rispettando il numero minimo delle calate, a seconda della classe di LPS.

Nella norma CEI EN 62305-3 sono riportate le distanze tipiche tra calate e conduttori ad anello, a seconda della classe di LPS:

In generale, l'impianto di protezione contro le scariche atmosferiche si compone dei seguenti elementi:

- impianto di protezione contro le fulminazioni dirette, costituito dagli elementi idonei alla captazione, all'adduzione e alla dispersione nel suolo della corrente del fulmine;
- impianto di protezione contro le fulminazioni indirette, costituito da connessioni metalliche e limitatori di tensione, per impedire/limitare gli effetti del passaggio della corrente di fulmine nell'impianto di protezione o nelle strutture confinanti.

Nello specifico i sistemi di protezione contro i fulmini, definiti **LPS - Lighting Protection of Structures**, possiamo dividerli in esterno ed interno.

Quindi il sistema di **protezione esterna** contro i fulmini esterna avrà il compito di:

- intercettare le fulminazioni dirette mediante captatori;
- ripartire la corrente di fulmine a terra con le calate;
- distribuire la corrente di fulmine nel terreno tramite i dispersori;

mentre la **protezione interna** sarà necessaria per evitare la formazione di scariche pericolose all'interno della struttura, attraverso l'equipotenzialità tra gli elementi del sistema di protezione e i conduttori interni alla costruzione. L'equipotenzialità antifulmine diminuisce le differenze di potenziale causate dalla corrente di fulmine mediante il collegamento di tutte le parti conduttrici separate dell'impianto tramite conduttori oppure **SPD - Surge Protective Device**, ossia dei limitatori di sovratensioni.

In pratica il sistema di protezione LPS esterno dovrà essere costituito da captatori ad asta o a maglia, per realizzare un volume protetto dai fulmini.

I captatori ad asta saranno posizionati in uno o più punti, sulla sommità dell'edificio con ridotto sviluppo orizzontale, mentre i captatori a maglia avvolgeranno completamente la costruzione con una gabbia metallica, costituita da piattine o tondi in ferro o in rame, avente percorsi rigorosamente rettilinei, con eventuali cambi di direzione senza spigoli o curve a piccolo raggio.

L'impianto LPS interno dovrà essenzialmente essere costituito da:

- organi di captazione;
- organi di discesa denominati calate;
- dispersori;
- collegamenti diretti o tramite SPD agli impianti esterni e interni, e ai corpi metallici esterni e interni.

La disposizione e il numero delle calate dovrà essere realizzata in modo che, partendo dagli angoli della struttura, siano distribuite in maniera uniforme lungo tutto il perimetro del tetto, rispettando il numero minimo delle calate, a seconda della classe di LPS.

Nella norma CEI EN 62305-3 sono riportate le distanze tipiche tra calate e conduttori ad anello, a seconda della classe di LPS:

Classe di LPS	Distanza tipica (in metri)
---------------	-------------------------------

I	10
II	10
III	15
IV	20

Le calate dovranno essere posizionate in modo da costituire la continuazione diretta dei conduttori di captazione, secondo un percorso rettilineo e in verticale, così da realizzare il collegamento diretto più breve possibile verso terra.

Sarà da evitare assolutamente la formazione di spire, ad esempio intorno a delle gronde sporgenti, e nel caso non sia possibile, la distanza misurata nel punto in cui due punti di una calata sono più vicini e la lunghezza della calata tra questi due punti, dovranno rispettare una distanza di sicurezza.

Le calate non potranno essere collocate all'interno di grondaie e pluviali (anche se rivestiti di materiale isolante) poiché l'umidità presente potrebbe causare una eccessiva corrosione.

Solo nel caso in cui si impieghino calate in alluminio rivestite in PVC sarà possibile la posa in malta, intonaco o calcestruzzo, assicurandosi che il rivestimento non sia danneggiato meccanicamente e che non si possano verificare rotture dell'isolamento alle basse temperature.

In prossimità di tutte le porte e le finestre, l'installazione delle calate dovrà rispettare la distanza di sicurezza.

I pluviali in metallo dovranno essere collegati con le calate quando si incrociano tra loro. Gli stessi pluviali in metallo, anche se non utilizzati come calate, dovranno essere collegati alla base con il sistema equipotenziale oppure con l'impianto di terra.

5.16.5 Impianto di messa a terra

L'impianto di messa a terra, secondo la norma CEI EN 62305-3, è la continuazione dell'impianto di captazione e di calata per la scarica della corrente di fulmine a terra. Tale impianto avrà anche la funzione di realizzare un collegamento equipotenziale tra le calate e la ripartizione dei potenziali in prossimità delle pareti della struttura.

Per i diversi sistemi elettrici, quali protezione contro i fulmini, impianti in bassa tensione e impianti di telecomunicazione, sarà preferibile un impianto di messa a terra comune, che dovrà essere collegato con il sistema equipotenziale.

La norma citata classifica i dispersori per l'impianto di messa a terra in tipo A e B e, per entrambi, la loro lunghezza minima dipende della classe di protezione LPS. La resistività precisa del terreno dovrà essere individuata tramite una misurazione sul posto con il metodo WENNER.

Classe di LPS	Materiale	Spessore a) [mm]	Spessore b) [mm]
da I a IV	Piombo	–	2,0
	Acciaio (inox, zincato)	4	0,5
	Titanio	4	0,5
	Rame	5	0,5
	Alluminio	7	0,65
	Zinco	–	0,7

spessore a) previene le scariche disruptive

spessore b) solo per lamiere metalliche se non vanno prevenute scariche disruptive, surriscaldamento e incendio

Le lamiere metalliche potranno essere utilizzate come meccanismi di captazione naturale solo se è tollerata la loro perforazione, il surriscaldamento e la fusione. Se un danneggiamento del tetto in caso di impatto di un

fulmine non viene accettato dal proprietario, sarà indispensabile installare sul tetto metallico un impianto di captazione separato, che dovrà essere progettato in modo che la sfera rotolante (raggio r a seconda della classe di protezione scelta) non tocchi il tetto in metallo. Per tale caso si dovrà installare un impianto di captazione con molte punte di captazione.

La pratica corrente, indipendentemente dalla classe di protezione, sono state comprovate le altezze delle punte di captazione indicate nella seguente tabella:

Adatto a tutte le classi LPS	
Distanza tra i conduttori orizzontali	Altezza della punta di captazione
3 m	15 cm
4 m	25 cm
5 m	35 cm
6 m	45 cm

I conduttori e le punte di captazione saranno fissati alla copertura senza forarla; per i vari tipi di tetti metallici (ribordato, ondulato, grecato) sono disponibili diverse tipologie di staffe portafilo.

Occorre osservare che, ad esempio su un tetto trapezoidale, il conduttore deve essere ancorato entro la staffa portafilo che si trova nel punto più alto del tetto, mentre deve avere posa libera in tutte le altre staffe portafilo, a causa della dilatazione termica dovuta alla variazione di temperatura. La staffa portafilo dovrà essere agganciata alla vite di fissaggio sopra la guarnizione del foro, al fine di evitare la possibile entrata di umidità.

Per evitare una fulminazione diretta su impianti non protetti e sporgenti dal tetto, come lucernari e coperture di canne fumarie, ovvero punti molto esposti alle fulminazioni, dovranno essere installate delle aste di captazione vicino a queste sporgenze. L'altezza delle aste di captazione dipende dall'angolo di protezione α .

Dispensori di tipo A

Sono dispersori a elementi radiali singoli (dispersore orizzontale), oppure dispersori verticali, che saranno collegati alla relativa calata. Il numero minimo di dispersori di tipo A sarà di due, mentre sarà sufficiente un solo dispersore per aste di captazione o pali singoli.

Per le protezioni in classe LPS III e IV si dovrà prevedere una lunghezza minima del dispersore di 5 m, diversamente per le classi di protezione I e II, la lunghezza del dispersore sarà determinata in base alla resistività del terreno.

I dispersori verticali dovranno essere inseriti in posizione perpendicolare nel suolo naturale che si trova al di sotto delle fondazioni. Per questo motivo hanno il vantaggio di trovarsi in strati di terreno più profondi, la cui resistività generalmente è inferiore rispetto agli strati più superficiali.

In condizioni di gelo si dovrà di considerare come inefficace il primo mezzo metro di un dispersore verticale.

I singoli dispersori del tipo A dovranno essere connessi fra di loro, al fine di raggiungere una ripartizione uniforme della corrente, requisito fondamentale per il calcolo della distanza di sicurezza.

Il collegamento dei dispersori del tipo A potrà effettuarsi in aria o sotto terra.

Nelle installazioni su impianti già esistenti, i collegamenti tra i singoli dispersori si potranno realizzare anche all'interno della struttura.

Dispensori di tipo B

I dispersori di tipo B sono dispersori ad anello posti attorno al manufatto da proteggere oppure dispersori di fondazione.

Nel caso non fosse possibile ottenere un anello chiuso all'esterno dell'edificio, dovranno essere installati dei

conduttori all'interno per chiudere l'anello. A questo scopo potranno essere adoperate anche delle tubazioni o altri elementi metallici, purché elettricamente continui.

Almeno l'80% della lunghezza del dispersore dovrà essere a contatto con il terreno, per poter considerare il dispersore di tipo B come base per il calcolo della distanza di sicurezza. La lunghezza minima dei dispersori di tipo B dipende dalla classe di protezione LPS. Per le classi di protezione LPS I e II la lunghezza minima del dispersore viene stabilita in base alla resistività del terreno.

Nell'eventualità dovessero essere necessari ulteriori dispersori radiali o verticali (oppure dispersori obliqui), il numero di questi dispersori supplementari non dovrà essere inferiore al numero di calate, ma almeno pari a due, e saranno distribuiti in modo regolare sul perimetro e collegati con il dispersore ad anello.

Per l'eventuale collegamento dei dispersori supplementari a quello di fondazione, dovrà essere utilizzato acciaio inossidabile.

5.16.6 Tipologie di impianti di captazione

Edifici con tetto spiovente

In presenza di tetti a doppia falda dovrà essere installata una rete di captazione a maglie con una larghezza di maglia determinata dalla classe di protezione, come ad esempio metri 15 x 15 m per classe di protezione III.

La collocazione delle maglie sarà determinata considerando l'uso del colmo, degli spigoli perimetrali e della grondaia metallica per la chiusura perimetrale dell'impianto di captazione sulla copertura del tetto, assicurandosi che la grondaia sia collegata in modo elettricamente continuo, installando un morsetto per grondaia sul punto di incrocio tra il dispositivo di captazione e la grondaia del tetto.

I tubi di sfiato in PVC, che rappresentano strutture in materiale non conduttivo, quando non spoggeranno più di m 50 dal piano delle maglie, saranno considerate sufficientemente protetti. Nel caso in cui la sporgenza fosse superiore, dovrà essere dotata di una punta di captazione collegata al conduttore di captazione, mediante un cavo di 8 mm di diametro e massima lunghezza libera di cm. 50.

Le strutture metalliche presenti sul tetto, che non hanno collegamenti conduttivi verso l'interno della struttura, se:

- non sporgono dal piano del tetto più di cm 30;
- racchiudono una superficie massima di mq. 1;
- hanno una lunghezza massima di mt. 2,00;

possono non essere collegate ai captatori, tuttavia dovrà essere rispettata la distanza di sicurezza verso gli organi di captazione e di discesa.

In presenza di camini, le aste di captazione dovranno essere installate in modo da comprendere l'intero camino nel volume protetto. Nel caso di camini in mattoni o muratura l'asta di captazione dovrà essere montata sul camino stesso.

Se all'interno del camino vi è un tubo metallico, allora dovrà essere rispettata la distanza di sicurezza verso questa parte conduttiva. In questa situazione saranno utilizzati dei dispositivi di captazione isolati, e le aste di captazione dovranno essere installate con dei distanziatori. Infine il tubo metallico dovrà essere collegato al sistema equipotenziale.

Questa stessa procedura di messa in opera sarà utilizzata per l'impianto per la protezione di antenne paraboliche, poiché possono trasmettere delle correnti parziali di fulmine all'interno dell'edificio attraverso gli schermi dei cavi coassiali.

Edifici con tetto spiovente

In presenza di tetti a doppia falda dovrà essere installata una rete di captazione a maglie con una larghezza di maglia determinata dalla classe di protezione, come ad esempio metri 15 x 15 m per classe di protezione III.

La collocazione delle maglie sarà determinata considerando l'uso del colmo, degli spigoli perimetrali e della

grondaia metallica per la chiusura perimetrale dell'impianto di captazione sulla copertura del tetto, assicurandosi che la grondaia sia collegata in modo elettricamente continuo, installando un morsetto per grondaia sul punto di incrocio tra il dispositivo di captazione e la grondaia del tetto.

I tubi di sfiato in PVC, che rappresentano strutture in materiale non conduttivo, quando non sporgono più di m 50 dal piano delle maglie, saranno considerate sufficientemente protetti. Nel caso in cui la sporgenza fosse superiore, dovrà essere dotata di una punta di captazione collegata al conduttore di captazione, mediante un cavo di 8 mm di diametro e massima lunghezza libera di cm. 50.

Le strutture metalliche presenti sul tetto, che non hanno collegamenti conduttivi verso l'interno della struttura, se:

- non sporgono dal piano del tetto più di cm 30;
- racchiudono una superficie massima di mq. 1;
- hanno una lunghezza massima di mt. 2,00;

possono non essere collegate ai captatori, tuttavia dovrà essere rispettata la distanza di sicurezza verso gli organi di captazione e di discesa.

In presenza di camini, le aste di captazione dovranno essere installate in modo da comprendere l'intero camino nel volume protetto. Nel caso di camini in mattoni o muratura l'asta di captazione dovrà essere montata sul camino stesso.

Se all'interno del camino vi è un tubo metallico, allora dovrà essere rispettata la distanza di sicurezza verso questa parte conduttiva. In questa situazione saranno utilizzati dei dispositivi di captazione isolati, e le aste di captazione dovranno essere installate con dei distanziatori. Infine il tubo metallico dovrà essere collegato al sistema equipotenziale.

Questa stessa procedura di messa in opera sarà utilizzata per l'impianto per la protezione di antenne paraboliche, poiché possono trasmettere delle correnti parziali di fulmine all'interno dell'edificio attraverso gli schermi dei cavi coassiali.

Costruzioni con copertura metallica

Quando il fulmine si abbatte direttamente su tale tipo di copertura, nel punto d'impatto si può verificare una perforazione a causa della fusione e dell'evaporazione. La dimensione della perforazione dipende dall'energia del fulmine, oltre che dalle proprietà materiali del tetto (ad esempio lo spessore). Il problema maggiore è il danno conseguente, ad esempio la protezione contro la pioggia non più garantita, poiché prima che venga notato il danno può trascorrere molto tempo.

Per evitare questo tipo di danni, dovrà essere installato anche su un tetto in metallo sottile un sistema di protezione contro i fulmini esterno adeguato, con conduttori e morsetti a prova di corrente di fulmine. La norma di protezione dai fulmini CEI EN 62305-3 indica chiaramente il pericolo per i tetti in metallo.

Se risulta necessario un sistema di protezione contro i fulmini esterno, le lamiere metalliche dovranno presentare i valori minimi indicati nella seguente tabella:

5.16.7 Verifica e conformità dell'impianto

Ad ultimazione dei lavori dell'impianto di protezione contro le scariche atmosferiche, si dovrà essere verificare che:

- l'LPS sia conforme al progetto esecutivo;
- tutti i componenti dell'LPS siano in buone condizioni;
- tutte le strutture aggiunte dopo (nel caso di ristrutturazioni) siano comprese nella struttura protetta con ampliamenti dell'LPS.

L'appaltatore, al termine dei lavori, dovrà rilasciare la **dichiarazione di conformità dell'impianto** in virtù del "Regolamento di semplificazione del procedimento per la denuncia di installazioni e dispositivi di protezione contro le scariche atmosferiche, di dispositivi di messa a terra di impianti elettrici e di impianti elettrici pericolosi" (DPR 462/2001).

La messa in esercizio degli impianti elettrici di messa a terra e dei dispositivi di protezione contro le scariche atmosferiche non può essere effettuata prima della verifica eseguita dall'installatore (art. 2 DPR 462/2001), che rilascerà la dichiarazione di conformità, ai sensi del DM 37/2008, e che equivarrà ad omologazione dell'impianto.

Entro 30 giorni dalla messa in esercizio dell'impianto, il datore di lavoro dovrà inviare la dichiarazione di conformità all'ISPESL (oggi INAIL, in base alla legge 122/2010) e all'ASL o all'ARPA territorialmente competenti.

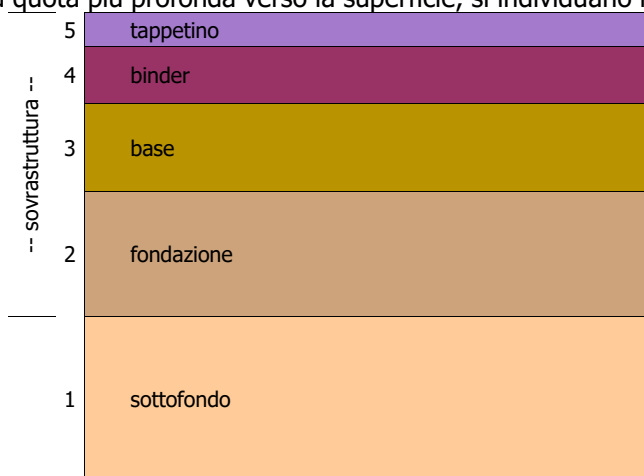
CAPITOLO 6

CARREGGIATA

Art. 6.1 PREMESSA

Con il termine pavimentazione stradale si indica sinteticamente la sovrastruttura interessata dal moto dei veicoli, atta a garantire nel tempo la transitabilità del traffico veicolare in condizioni di comfort e sicurezza. Essa deve ripartire sul terreno (sottofondo) le azioni statiche e dinamiche dei mezzi di trasporto, fornire una superficie di rotolamento regolare e poco deformabile, proteggere il terreno sottostante dagli agenti atmosferici.

In generale, dalla quota più profonda verso la superficie, si individuano i seguenti strati del corpo stradale:



- sottofondo (terreno naturale in sito o ultimo strato del rilevato);
- e sovrastruttura, così composta:
- fondazione;
 - base;
 - binder (o collegamento);
 - usura (o tappetino).

In linea generale, salvo diversa disposizione della Direzione dei Lavori, la sagoma stradale per tratti in rettilineo sarà costituita da due falde inclinate in senso opposto aventi pendenza trasversale del 1,5÷2,0%, raccordate in asse da un arco di cerchio avente tangente di m 0,50. Alle banchine sarà invece assegnata la pendenza trasversale del 2,0÷5,0%.

Le curve saranno convenientemente rialzate sul lato esterno con pendenza che la Direzione dei Lavori stabilirà in relazione al raggio della curva e con gli opportuni tronchi di transizione per il raccordo della sagoma in curva con quella dei rettilineo o altre curve precedenti e seguenti.

Il tipo e lo spessore dei vari strati, costituenti la sovrastruttura, saranno quelli stabiliti, per ciascun tratto, dalla Direzione dei Lavori, in base ai risultati delle indagini geotecniche e di laboratorio.

L'Impresa indicherà alla Direzione dei Lavori i materiali, le terre e la loro provenienza, e le granulometrie che intende impiegare strato per strato, in conformità degli articoli che seguono.

La Direzione dei Lavori ordinerà prove su detti materiali, o su altri di sua scelta, presso Laboratori ufficiali di fiducia della Stazione Appaltante. Per il controllo delle caratteristiche tali prove verranno, di norma, ripetute sistematicamente, durante l'esecuzione dei lavori, nei laboratori di cantiere o presso gli stessi Laboratori ufficiali.

L'approvazione della Direzione dei Lavori circa i materiali, le attrezzature, i metodi di lavorazione, non solleva l'Impresa dalla responsabilità circa la buona riuscita del lavoro.

L'Impresa avrà cura di garantire la costanza nella massa, nel tempo, delle caratteristiche delle miscele, degli impasti e della sovrastruttura resa in opera.

Salvo che non sia diversamente disposto dagli articoli che seguono, la superficie finita della pavimentazione non dovrà scostarsi dalla sagoma di progetto di oltre 3 mm, controllata a mezzo di un regolo lungo m 4,00 disposto secondo due direzioni ortogonali.

La pavimentazione stradale sui ponti deve sottrarre alla usura ed alla diretta azione del traffico l'estradosso del ponte e gli strati di impermeabilizzazione su di esso disposti. Allo scopo di evitare frequenti rifacimenti, particolarmente onerosi sul ponte, tutta la pavimentazione, compresi i giunti e le altre opere accessorie, deve essere eseguita con materiali della migliore qualità e con la massima cura esecutiva.

Controllo dei requisiti di accettazione

Le caratteristiche più importanti per una struttura stradale possono essere riassunte nei seguenti punti:

- elevata capacità portante;
- buona stabilità;
- bassa permeabilità all'acqua;
- rispetto della plano-altimetria di progetto;
- buone caratteristiche di micro e macrotessitura.

L'Appaltatore ha l'obbligo di fare eseguire prove sperimentali sui campioni di aggregato e di legante per la relativa accettazione.

L'Appaltatore è poi tenuto a presentare, con congruo anticipo rispetto all'inizio dei lavori e per ogni cantiere di produzione, la composizione delle miscele che intende adottare; ogni composizione proposta dovrà essere corredata da una completa documentazione degli studi effettuati in laboratorio, attraverso i quali l'Appaltatore ha ricavato la ricetta ottimale.

La Direzione dei Lavori si riserva di approvare i risultati prodotti o di fare eseguire nuove ricerche. L'approvazione non ridurrà comunque la responsabilità dell'Appaltatore, relativa al raggiungimento dei requisiti finali dei conglomerati in opera.

Dopo che la Direzione dei Lavori ha accettato la composizione proposta, l'Appaltatore dovrà ad essa attenersi rigorosamente comprovandone l'osservanza con controlli giornalieri. Non saranno ammesse variazioni del contenuto di aggregato grosso superiore a $\pm 5\%$ e di sabbia superiore $\pm 3\%$ sulla percentuale corrispondente alla curva granulometrica prescelta, e di $\pm 1,5\%$ sulla percentuale di additivo.

Per la quantità di bitume non sarà tollerato uno scostamento dalla percentuale stabilita di $\pm 0,3\%$.

Tali valori dovranno essere verificati con le prove sul conglomerato bituminoso prelevato all'impianto come pure dall'esame delle carote prelevate in sito.

In corso d'opera ed in ogni fase delle lavorazioni la Direzione dei Lavori effettuerà, a sua discrezione, tutte le verifiche, prove e controlli atti ad accertare la rispondenza qualitativa e quantitativa dei lavori alle prescrizioni contrattuali.

Art. 6.2 PREPARAZIONE DEL SOTTOFONDO

Il terreno interessato dalla costruzione del corpo stradale che dovrà sopportare direttamente o la sovrastruttura o i rilevati, verrà preparato asportando il terreno vegetale per tutta la superficie e per la profondità fissata dal progetto o stabilita dalla Direzione dei Lavori.

I piani di posa dovranno anche essere liberati da qualsiasi materiale di altra natura vegetale, quali radici, cespugli, alberi.

Per l'accertamento del raggiungimento delle caratteristiche particolari dei sottofondi qui appresso stabilite, agli effetti soprattutto del grado di costipamento e dell'umidità in posto, l'Appaltatore, indipendentemente dai controlli che verranno eseguiti dalla Direzione dei Lavori, dovrà provvedere a tutte le prove e determinazioni necessarie.

A tale scopo dovrà quindi, a sue cure e spese, installare in cantiere un laboratorio con le occorrenti attrezzature.

Le determinazioni necessarie per la caratterizzazione dei terreni, ai fini della loro possibilità d'impiego e delle relative modalità, verranno preventivamente fatte eseguire dalla Direzione dei Lavori presso un laboratorio pubblico, cioè uno dei seguenti laboratori: quelli delle Università, delle Ferrovie dello Stato o presso il laboratorio dell'A.N.A.S.

Rimosso il terreno costituente lo strato vegetale, estirpate le radici fino ad un metro di profondità sotto il piano di posa e riempite le buche così costituite si procederà, in ogni caso, ai seguenti controlli:

- a) determinazione del peso specifico apparente del secco del terreno in sito e di quello massimo determinato in laboratorio;
- b) determinazione dell'umidità in sito in caso di presenza di terre sabbiose, ghiaiose o limose;

- c) determinazione dell'altezza massima delle acque sotterranee nel caso di terre limose.

Art. 6.3 COSTIPAMENTO DEL TERRENO IN SITO

A) Se sul terreno deve essere appoggiata la sovrastruttura direttamente o con l'interposizione di un rilevato di altezza minore di 50 cm, si seguiranno le seguenti norme:

- a) per le terre sabbiose o ghiaiose si dovrà provvedere al costipamento del terreno per uno spessore di almeno 25 cm con adatto macchinario fino ad ottenere un peso specifico apparente del secco in sito, pari almeno al 95% di quello massimo ottenuto in laboratorio;
- b) per le terre limose, in assenza d'acqua, si procederà come al precedente punto a);
- c) per le terre argillose si provvederà alla stabilizzazione del terreno in sito, mescolando ad esso altro idoneo, in modo da ottenere un conglomerato a legante naturale, compatto ed impermeabile, dello spessore che verrà indicato volta per volta e costipato fino ad ottenere un peso specifico apparente del secco pari al 95% del massimo ottenuto in laboratorio. Nel caso in cui le condizioni idrauliche siano particolarmente cattive, il provvedimento di cui sopra sarà integrato con opportune opere di drenaggio.

B) Se il terreno deve sopportare un rilevato di altezza maggiore di 0,50 m:

- a) per terre sabbiose o ghiaiose si procederà al costipamento del terreno con adatto macchinario per uno spessore di almeno 25 cm, fino ad ottenere un peso specifico apparente del secco pari all'85% del massimo ottenuto in laboratorio per rilevati aventi un'altezza da 0,50 m a 3 m, e pari all'80% per rilevati aventi un'altezza superiore a 3 m;
- b) per le terre limose, in assenza di acqua, si procederà come indicato al punto a);
- c) per le terre argillose si procederà analogamente a quanto indicato al punto c) del Capo A).
In presenza di terre torbose si procederà in ogni caso alla sostituzione del terreno con altro tipo sabbioso-ghiaioso per uno spessore tale da garantire una sufficiente ripartizione del carico.

Art. 6.4 MODIFICAZIONE DELLA UMIDITÀ IN SITO

L'umidità di costipamento non dovrà mai essere maggiore del limite di ritiro diminuito del 5%; nel caso che l'umidità del terreno in sito sia maggiore di questo valore, occorrerà diminuire questo valore dell'umidità in loco, mescolando alla terra, per lo spessore che verrà indicato dalla Direzione dei Lavori, altro materiale idoneo asciutto o lasciando asciugare all'aria previa disgregazione.

Qualora operando nel modo suddetto l'umidità all'atto del costipamento, pari a quella del limite del ritiro diminuito del 5%, risultasse inferiore a quella ottimale ottenuta in laboratorio, dovrà raggiungersi il prescritto peso specifico apparente aumentando il lavoro meccanico di costipamento.

Art. 6.5 FONDAZIONI

La fondazione sarà costituita dalla miscela del tipo approvato dalla Direzione dei Lavori e dovrà essere stesa in strati successivi dello spessore stabilito dalla Direzione dei Lavori in relazione alla capacità costipante delle attrezzature usate. Il sistema di lavorazione e miscelazione del materiale potrà essere modificato di volta in volta dalla Direzione dei Lavori in relazione al sistema ed al tipo di attrezzatura da laboratorio usata ed in relazione al sistema ed al tipo di attrezzatura di cantiere impiegata. Durante il periodo di costipamento dovranno essere integrate le quantità di acqua che evaporano per vento, sole, calore, ecc.

Il materiale da usarsi dovrà corrispondere ai requisiti di cui al punto "*Prescrizioni per la Costruzione di Strade con Sovrastruttura in Terra Stabilizzata*" e dovrà essere prelevato, ove sia possibile, sul posto.

L'acqua da impiegare dovrà essere esente da materie organiche e da sostanze nocive.

Si darà inizio ai lavori soltanto quando le condizioni di umidità siano tali da non produrre detrimenti alla qualità dello strato stabilizzante. La costruzione sarà sospesa quando la temperatura sia inferiore a 3°C.

Qualsiasi area che risultasse danneggiata, per effetto del gelo, della temperatura o di altre condizioni di umidità durante qualsiasi fase della costruzione, dovrà essere completamente scarificata, rimiscelata e costipata in conformità alle prescrizioni della Direzione dei Lavori, senza che questa abbia a riconoscere alcun particolare compenso aggiuntivo.

La superficie di ciascun strato dovrà essere rifinita secondo le inclinazioni, le livellette e le curvature previste dal progetto e dovrà risultare liscia e libera da buche e irregolarità.

Art. 6.6
OPERAZIONI PRELIMINARI

L'area sulla quale dovranno costruirsi le fondazioni dovrà essere sistemata come indicato nell'articolo "*Preparazione del Sottofondo*".

Le buche lasciate nel terreno di impianto dopo l'estirpazione delle radici saranno riempite con cura ed il materiale di riempimento dovrà essere costipato fino a raggiungere una densità uguale a quella delle zone adiacenti.

Art. 6.7
FONDAZIONI STRADALI IN CONGLOMERATO CEMENTIZIO

Per quanto concerne la manipolazione, il trasporto e la posa in opera del calcestruzzo valgono le norme già indicate negli articoli riguardanti i conglomerati.

L'aggregato grosso (i pietrischi e le ghiaie) avranno le caratteristiche almeno pari a quelle della categoria III, della tabella II, art. 3 delle "Norme per l'accettazione dei pietrischi, dei pietrischetti, delle graniglie, delle sabbie e degli additivi per costruzioni stradali" emanate dal Consiglio Nazionale delle Ricerche e saranno di pezzatura compresa fra i 25 mm e i 40 mm. I pietrischetti o ghiaietti avranno caratteristiche almeno pari a quelle della categoria IV della tabella III dell'art. 4 delle norme suindicate della pezzatura compresa fra i 10 mm e i 25 mm.

I materiali dovranno essere di qualità e composizione uniforme, puliti e praticamente esenti da polvere, argilla o detriti organici. A giudizio insindacabile della Direzione dei Lavori, questa potrà richiedere la preventiva lavatura.

L'aggregato fino sarà costituito da sabbie naturali, eminentemente silicee e di cava o di fiume, o provenienti dalla frantumazione artificiale di rocce idonee. L'aggregato dovrà passare almeno per il 95% dal crivello con fori di 7 mm, per almeno il 70% dal setaccio 10 ASTM e per non oltre il 10% dal setaccio 100 ASTM.

La sabbia dovrà essere di qualità viva, ruvida al tatto, pulita ed esente da polvere, argilla od altro materiale estraneo, di granulometria bene assortita.

Il cemento normale o ad alta resistenza dovrà provenire da cementifici di provata capacità e serietà e dovrà rispondere alle caratteristiche richieste dalle norme vigenti.

L'acqua da impiegarsi dovrà essere pulita e priva di qualsiasi sostanza che possa ridurre la consistenza del calcestruzzo od ostacolarne la presa e l'indurimento.

Il calcestruzzo sarà costituito con inerti di almeno tre pezzature, dosato con 200 kg di cemento per metro cubo di calcestruzzo vibrato in opera.

La proporzione delle varie pezzature di inerti ed il rapporto acqua e cemento verranno determinati preventivamente con prove di laboratorio ed accettati dalla Direzione dei Lavori.

La dosatura dei diversi materiali, nei rapporti sopradescritti per la miscela, dovrà essere fatta esclusivamente a peso, con bilance possibilmente a quadrante e di agevole lettura.

Si useranno almeno due bilance, una per gli aggregati ed una per il cemento.

L'acqua sarà misurata in apposito recipiente tarato provvisto di dispositivo di dosatura automatica, che consenta di mantenere le erogazioni effettive nel limite del 2% in più o in meno rispetto alla quantità di volta in volta stabilita.

Le formule di composizione suindicate si riferiscono ad aggregati asciutti; pertanto si dovranno apportare nelle dosature le correzioni richieste dal grado di umidità degli aggregati stessi.

Anche i quantitativi di acqua da adottarsi sono comprensivi dell'acqua già eventualmente presente negli aggregati stessi.

La miscelazione dovrà effettuarsi a mezzo di un mescolatore di tipo idoneo.

La durata della mescolazione non dovrà essere inferiore ad un minuto nelle impastatrici a mescolazione forzata, e a minuti 1,5 nelle impastatrici a tamburo, contando il tempo a partire dal termine della immissione di tutti i componenti nel mescolatore.

In ogni caso, ad impasto finito, tutti gli elementi dovranno risultare ben avvolti dalla pasta di cemento; e non dovranno aversi differenziazioni o separazioni sensibili nelle diverse parti dell'impasto.

La composizione effettiva del calcestruzzo sarà accertata, oltre che mediante controllo diretto della formazione degli impasti, arrestando, mediante aggiunta di alcool, i fenomeni di presa nei campioni prelevati subito dopo la formazione del conglomerato e sottoponendo i campioni stessi a prove di laboratorio.

Prima di ogni ripresa del lavoro o mutandosi il tipo di impasto, il mescolatore dovrà essere accuratamente pulito e liberato dagli eventuali residui di materiale e di calcestruzzo indurito.

In nessun caso e per nessuna ragione sarà permesso di utilizzare calcestruzzo che abbia già iniziato il

processo di presa, neppure procedendo ad eventuali aggiunte di cemento. Il calcestruzzo potrà essere confezionato sia nello stesso cantiere di stesa che in altro cantiere dell'Impresa purché il trasporto sia eseguito in modo da non alterare l'uniformità e la regolarità della miscela.

Nel caso in cui l'Appaltatore desiderasse aumentare la plasticità e lavorabilità del conglomerato, l'eventuale aggiunta di opportuni correttivi, come prodotti aeratori o plastificati, dovrà essere autorizzata dalla Direzione dei Lavori; le spese relative saranno a carico dell'Appaltatore.

Prima di addivenire alla posa del calcestruzzo, l'Appaltatore avrà cura di fornire e stendere a sue spese sul sottofondo uno strato continuo ed uniforme di sabbia, dello spessore di almeno un centimetro.

Per il contenimento e per la regolazione degli spessori del calcestruzzo durante il getto, l'Appaltatore dovrà impiegare guide metalliche dei tipi normalmente usati allo scopo, composte di elementi di lunghezza minima di 3 m, di altezza non inferiore allo spessore del calcestruzzo, muniti di larga base e degli opportuni dispositivi per il sicuro appoggio ed ammassamento al terreno e collegate fra di loro in maniera solida e indeformabile. Le guide dovranno essere installate con la massima cura e precisione. L'esattezza della posa delle guide sarà controllata con regolo piano della lunghezza di 2 m, e tutte le differenze superiori ai 3 mm in più o in meno dovranno essere corrette. Le guide dovranno essere di tipo e resistenza tali da non subire inflessioni od oscillazioni sensibili durante il passaggio e l'azione della macchina finitrice.

Il getto della pavimentazione potrà essere effettuato in due strati ed essere eseguito in una sola volta per tutta la larghezza della strada, oppure in due strisce longitudinali di uguale larghezza gettata distintamente una dopo l'altra, se la carreggiata è a due corsie; i giunti fra le due strisce dovranno in ogni caso corrispondere alle linee di centro della carreggiata di traffico.

Qualora la carreggiata abbia un numero di corsie superiore a due le strisce longitudinali di eguale larghezza da gettarsi distintamente dovranno essere tante quante sono le corsie.

Il costipamento e la finitura del calcestruzzo dovranno essere eseguiti con finitrici a vibrazione del tipo adatto ed approvato dalla Direzione dei Lavori, automoventesi sulle guide laterali, munite di un efficiente dispositivo per la regolarizzazione dello strato di calcestruzzo secondo la sagoma prescritta (sagomatrice) e agente simultaneamente ed uniformemente sull'intera larghezza del getto.

La vibrazione dovrà essere iniziata subito dopo la stesa del calcestruzzo e proseguita fino al suo completo costipamento.

L'azione finitrice dovrà essere tale da non spezzare, durante l'operazione, gli elementi degli aggregati e da non alterare in alcun punto l'uniformità dell'impasto; si dovrà evitare in particolare che alla superficie della pavimentazione si formino strati di materiale fino. I getti non potranno essere sospesi durante l'esecuzione dei lavori se non in corrispondenza dei giunti di dilatazione o di contrazione. In quest'ultimo caso il taglio del giunto dovrà essere formato per tutto lo spessore del calcestruzzo.

In nessun caso si ammetteranno riprese e correzioni eseguite con malta o con impasti speciali. La lavorazione dovrà essere ultimata prima dell'inizio della presa del cemento.

A vibrazione ultimata lo strato del calcestruzzo dovrà risultare perfettamente ed uniformemente costipato su tutto lo spessore e dovrà presentare la superficie scabra per facilitare l'ancoraggio del sovrastante strato di conglomerato bituminoso (binder). Pertanto, prima dell'inizio della presa, la superficie verrà accuratamente pulita dalla malta affiorante per effetto della vibrazione, mediante spazzoloni moderatamente bagnati, fino ad ottenere lo scoprimiento completo del mosaico.

La pavimentazione finita dovrà corrispondere esattamente alle pendenze trasversali e alle livellette di progetto o indicate dalla Direzione dei lavori e risultare uniforme in ogni punto e senza irregolarità di sorta.

In senso longitudinale non si dovranno avere ondulazioni od irregolarità di livelletta superiori a 5 mm in più o in meno rispetto ad un'asta rettilinea della lunghezza di 3 metri appoggiata al manto. Gli spessori medi del manto non dovranno risultare inferiori a quelli stabiliti, con tolleranze massime locali di un centimetro in meno. In caso di irregolarità e deficienze superiori ai limiti sopraddetti, la Stazione Appaltante potrà richiedere il rifacimento anche totale dei tratti difettosi quando anche si trattasse di lastre intere. L'Appaltatore è obbligato a fornire tutte le prestazioni che si ritenessero necessarie per l'esecuzione delle prove o dei controlli, nonché il trasporto in sito e ritorno degli strumenti ed attrezzature occorrenti.

I giunti longitudinali saranno formati a mezzo di robuste guide metalliche di contenimento, come in precedenza descritte.

Essi, per le strade a due corsie, verranno costruiti in corrispondenza dell'asse della carreggiata mentre, per le strade aventi un numero maggiore di corsie, i giunti verranno costruiti in corrispondenza alla linea di separazione ideale tra corsia e corsia; tali giunti dovranno avere parete verticale ed interessare tutto lo spessore del calcestruzzo.

La parete del giunto dovrà presentarsi liscia e priva di scabrosità ed a tale scopo si avrà cura di prendere, durante il getto, tutti gli accorgimenti del caso.

Prima della costruzione della striscia adiacente alla parete del giunto, tale parete dovrà essere spalmata, a cura e spese dell'Impresa, di bitume puro.

I giunti trasversali di dilatazione saranno disposti normalmente all'asse stradale, a intervalli eguali, conformi

al progetto o alle prescrizioni della Direzione dei Lavori e saranno ottenuti inserendo nel getto apposite tavolette di materiale idoneo deformabili, da lasciare in posto a costituire ad un tempo il giunto ed il suo riempimento.

Dette tavolette dovranno avere un'altezza di almeno 3 cm inferiore a quella del manto finito. Per completare il giunto sino a superficie, le tavolette, durante il getto, dovranno essere completate con robuste sagome provvisorie rigidamente fissate al preciso piano della pavimentazione in modo da consentire la continuità del passaggio e di lavoro della finitrice e da rimuovere a lavorazione ultimata.

La posa in opera delle tavolette dovrà essere eseguita con un certo anticipo rispetto al getto e con tutti gli accorgimenti e la cura necessaria perché il giunto risulti rettilineo regolare, della larghezza massima di 10 mm e con spigoli perfettamente profilati.

Non saranno tollerate deviazioni maggiori di 10 mm rispetto all'allineamento teorico. Qualora si usino tavolette di legno, si dovranno impiegare essenze dolci; inoltre gli elementi, prima della loro posa in opera, dovranno essere ben inzuppati d'acqua.

I giunti potranno anche essere ottenuti provvedendo, a vibrazione ultimata, ad incidere con tagli netti in corrispondenza della tavoletta sommersa a mezzo di opportune sagome metalliche vibranti o a mezzo di macchine tagliatrici.

I bordi dei giunti verranno successivamente regolarizzati con frattazzi speciali in modo da sagomare gli spigoli secondo profili circolari del raggio di un centimetro.

I giunti di contrazione saranno ottenuti incidendo la pavimentazione dall'alto mediante sagome metalliche inserite provvisoriamente nel getto o mediante una lamina vibrante. L'incisione deve avere in ogni caso una profondità pari almeno alla metà dello spessore totale della fondazione in modo da indurre successiva rottura spontanea delle lastre in corrispondenza della sezione di minore resistenza così creata.

Le distanze fra i giunti di contrazione saranno conformi al progetto od alle prescrizioni della Direzione dei Lavori.

Trascorso il periodo di stagionatura del calcestruzzo si provvederà alla colmatura dei giunti, previa accurata ed energica pulizia dei vani da riempire, con mastice bituminoso la cui composizione dovrà corrispondere alle seguenti caratteristiche:

Bitume penetrazione da 80 a 100	20% in peso;
Mastice di asfalto in pani	35% in peso;
Sabbia da 0 a 2 mm	45% in peso.

Art. 6.8

CILINDRATURA DELLE MASSICCIATE

Salvo quanto detto all'articolo "*Massicciata a Macadam Ordinario*" per ciò che riguarda le semplici compressioni di massicciate a macadam ordinario, quando si tratti di cilindrare a fondo le stesse massicciate da conservare a macadam ordinario, o eseguite per spianamento e regolarizzazioni di piani di posa di pavimentazioni, oppure di cilindrate da eseguire per preparare la massicciata a ricevere trattamenti superficiali, rivestimenti, penetrazioni e relativo supporto, o per supporto di pavimentazioni in conglomerati asfaltici bituminosi od asfaltici, in porfido, ecc., si provvederà all'uopo ed in generale con rullo compressore a motore del peso non minore di 16 tonnellate.

Il rullo nella sua marcia di funzionamento manterrà la velocità oraria uniforme non superiore a 3 km.

Per la chiusura e rifinitura della cilindatura si impiegheranno rulli di peso non superiore a tonnellate 14 e la loro velocità potrà essere anche superiore a quella suddetta, nei limiti delle buone norme di tecnica stradale.

I compressori saranno forniti a piè d'opera dall'Appaltatore con i relativi macchinisti e conduttori abilitati e con tutto quanto è necessario al loro perfetto funzionamento (salvo che sia diversamente disposto per la fornitura di rulli da parte della Stazione Appaltante).

Verificandosi eventualmente guasti ai compressori in esercizio, l'Appaltatore dovrà provvedere prontamente alla riparazione ed anche alla sostituzione, in modo che le interruzioni di lavoro siano ridotte al minimo possibile.

Il lavoro di compressione o cilindatura dovrà essere iniziato dai margini della strada e gradatamente proseguito verso la zona centrale.

Il rullo dovrà essere condotto in modo che nel cilindrare una nuova zona passi sopra una striscia di almeno 20 cm della zona precedentemente cilindrata, e che nel cilindrare la prima zona marginale venga a comprimere anche una zona di banchina di almeno 20 cm di larghezza.

Non si dovranno cilindrare o comprimere contemporaneamente strati di pietrisco o ghiaia superiori a 12 cm di altezza misurati sul pietrisco soffice sparso, e quindi prima della cilindatura. Pertanto, ed ogni qualvolta la massicciata debba essere formata con pietrisco di altezza superiore a 12 cm misurata sempre come sopra, la cilindatura dovrà essere eseguita separatamente e successivamente per ciascun strato di 12 cm o frazione, a partire da quello inferiore.

Quanto alle modalità di esecuzione delle cilindrate queste vengono distinte in 3 categorie:

- 1° *di tipo chiuso;*
- 2° *di tipo parzialmente aperto;*
- 3° *di tipo completamente aperto;*

a seconda dell'uso cui deve servire la massicciata a lavoro di cilindatura ultimato, e dei trattamenti o rivestimenti coi quali è previsto che debba essere protetta.

Qualunque sia il tipo di cilindatura - fatta eccezione delle compressioni di semplice assestamento, occorrenti per poter aprire al traffico senza disagio del traffico stesso, almeno nel primo periodo, la strada o i tratti da conservare a macadam semplice - tutte le cilindrate in genere debbono essere eseguite in modo che la massicciata, ad opera finita e nei limiti resi possibili dal tipo cui appartiene, risulti cilindrata a fondo, in modo cioè che gli elementi che la compongono acquistino lo stato di massimo addensamento.

La cilindatura di tipo chiuso dovrà essere eseguita con uso di acqua, pur tuttavia limitato per evitare ristagni nella massicciata e rifluimento in superficie del terreno sottostante che possa perciò essere rammollito, e con impiego, durante la cilindatura, di materiale di saturazione, comunemente detto aggregante, costituito da sabbione, pulito e scevro di materie terrose da scegliere fra quello con discreto potere legante, o da detrito dello stesso pietrisco, se è prescritto l'impiego del pietrisco e come è opportuno per questo tipo, purché tali detriti siano idonei allo scopo. Detto materiale col sussidio dell'acqua e con la cilindatura prolungata in modo opportuno, ossia condotta a fondo, dovrà riempire completamente, o almeno il più che sia possibile, i vuoti che anche nello stato di massimo addensamento del pietrisco restano tra gli elementi del pietrisco stesso.

Ad evitare che per eccesso di acqua si verifichino inconvenienti immediati o cedimenti futuri, si dovranno aprire frequenti tagli nelle banchine, creando dei canaletti di sfogo con profondità non inferiore allo spessore della massicciata ed eventuale sottofondo e con pendenza verso l'esterno.

La cilindatura sarà protratta fino a completo costipamento col numero di passaggi occorrenti in relazione alla qualità e durezza dei materiali prescritto per la massicciata.

La cilindatura di tipo semiaperto, a differenza della precedente, dovrà essere eseguita con le modalità seguenti:

- a) l'impiego di acqua dovrà essere pressoché completamente eliminato durante la cilindatura, limitandone l'uso ad un preliminare innaffiamento moderato del pietrisco prima dello spandimento e configurazione, in modo da facilitare l'assestamento dei materiali di massicciata durante le prime passate di compressore, ed a qualche leggerissimo innaffiamento in sede di cilindatura e limitatamente allo strato inferiore da cilindrare per primo (tenuto conto che normalmente la cilindatura di massicciate per strade di nuova costruzione interessa uno strato di materiale di spessore superiore ai 12 cm), e ciò laddove si verificasse qualche difficoltà per ottenere l'assestamento suddetto. Le ultime passate di compressore, e comunque la cilindatura della zona di massicciata che si dovesse successivamente cilindrare, al di sopra della zona suddetta di 12 cm, dovranno eseguirsi totalmente a secco;
- b) il materiale di saturazione da impiegare dovrà essere della stessa natura, essenzialmente arida e preferibilmente silicea, nonché almeno della stessa durezza, del materiale durissimo, e pure preferibilmente siliceo, che verrà prescritto ed impiegato per le massicciate da proteggere coi trattamenti superficiali e rivestimenti suddetti.

Si potrà anche impiegare materiale detritico ben pulito proveniente dallo stesso pietrisco formante la massicciata (se è previsto impiego di pietrisco), oppure graniglia e pietrischino, sempre dello stesso materiale.

L'impiego dovrà essere regolato in modo che la saturazione dei vuoti resti limitata alla parte inferiore della massicciata e rimangano nella parte superiore per un'altezza di alcuni centimetri i vuoti naturali risultanti dopo completata la cilindatura; qualora vi sia il dubbio che per la natura o dimensione dei materiali impiegati possano rimanere in questa parte superiore vuoti eccessivamente voluminosi a danno dell'economia del successivo trattamento, si dovrà provvedere alla loro riduzione unicamente mediante l'esecuzione dell'ultimo strato, che dovrà poi ricevere il trattamento, con opportuna mescolanza di diverse dimensioni dello stesso materiale di massicciata.

La cilindatura sarà eseguita col numero di passate che risulterà necessario per ottenere il più perfetto costipamento in relazione alla qualità e durezza del materiale di massicciata impiegato.

La cilindatura di tipo completamente aperto differisce a sua volta dagli altri sopradescritti in quanto deve essere eseguita completamente a secco e senza impiego di sorta di materiali saturanti i vuoti.

Art. 6.9

MASSICCIATA IN MISTO GRANULOMETRICO A STABILIZZAZIONE MECCANICA

Per le strade in terre stabilizzate da eseguirsi con misti granulometrici senza aggiunta di leganti si adopererà una idonea miscela di materiali a granulometria continua a partire dal limo di argilla da 0,074 mm sino alla ghiaia (ciottoli) o pietrisco con massime dimensioni di 50 mm.

La relativa curva granulometrica dovrà essere contenuta tra le curve limite che determinano il fuso di Talbot. Lo strato dovrà avere un indice di plasticità tra 6 e 9 (salvo, in condizioni particolari secondo rilievi di laboratorio, alzare il limite superiore che può essere generalmente conveniente salga a 10) per avere garanzia che né la sovrastruttura si disgreghi, né, quando la superficie è bagnata, sia incisa dalle ruote, ed in modo da realizzare un vero e proprio calcestruzzo d'argilla con idoneo scheletro litico. A tal fine si dovrà altresì avere un limite di liquidità inferiore a 35 e ad un C.B.R. saturo a 2,5 mm di penetrazione non inferiore al 50%. Lo spessore dello strato stabilizzato sarà determinato in relazione alla portanza anche del sottofondo e dei carichi che dovranno essere sopportati per il traffico mediante la prova di **punzonamento C.B.R.** (California bearing ratio) su campione compattato preventivamente col **metodo Proctor**.

Il materiale granulometrico - tanto che sia tout-venant di cava o di frantumazione, tanto che provenga da banchi alluvionali opportunamente vagliati, il cui scavo debba essere corretto con materiali di aggiunta ovvero parzialmente frantumati per assicurare un maggior ancoraggio reciproco degli elementi del calcestruzzo di argilla - dovrà essere steso in cordoni lungo la superficie stradale. Successivamente si procederà al mescolamento per ottenere una buona omogeneizzazione mediante motogradere ed alla contemporanea stesa sulla superficie stradale. Poi, dopo conveniente umidificazione in relazione alle condizioni ambientali, si compatterà lo strato con rulli gommati o vibranti sino ad ottenere una densità in posto non inferiore al 95% di quella massima ottenuta con la prova AASHO modificata.

Per l'impiego, la qualità, le caratteristiche dei materiali e la loro accettazione l'Appaltatore sarà tenuto a prestarsi in ogni tempo, a sue cure e spese, alle prove dei materiali da impiegare o impiegati presso un Istituto sperimentale ufficiale. Le prove da eseguirsi correntemente saranno l'analisi granulometrica meccanica, i limiti di plasticità e fluidità, densità massima ed umidità ottima (prove di Proctor), portanza (C.B.R.) e rigonfiabilità, umidità in posto, densità in posto.

Il laboratorio da campo messo a disposizione dall'Appaltatore alla Direzione dei Lavori dovrà essere dotato di:

- a) una serie di setacci per i pietrischetti diametri 25, 15, 10, 5, 2; per le terre serie A.S.T.M. 10, 20, 40, 80, 140, 200;
- b) un apparecchio Proctor completo;
- c) un apparecchio per la determinazione della densità in posto;
- d) una stufetta da campo;
- e) una bilancia tecnica, di portata di 10 kg ad approssimazione di un grammo.

Art. 6.10 ATTREZZATURA DI CANTIERE

L'Appaltatore dovrà mettere a disposizione della Direzione dei Lavori un laboratorio da campo opportunamente attrezzato per eseguire almeno le seguenti prove:

- 1) determinazione delle caratteristiche di costipamento;
- 2) determinazione del limite liquido;
- 3) determinazione del limite plastico;
- 4) determinazione del limite di ritiro;
- 5) determinazione delle caratteristiche granulometriche;
- 6) determinazione dell'umidità e densità in posto;
- 7) determinazione del C.B.R. in posto;
- 8) determinazione dell'indice di polverizzazione del materiale.

L'Appaltatore è tenuto a mettere la Direzione dei Lavori in condizione di poter eseguire le altre prove su terre presso il proprio laboratorio centrale o presso il laboratorio a cui l'Appaltatore affida l'esecuzione delle analisi.

I macchinari che l'Appaltatore dovrà possedere come propria attrezzatura di cantiere dovranno rispondere agli usi a cui sono destinati e consisteranno:

- a) in motolivellatori che dovranno essere semoventi, forniti di pneumatici ed avere una larghezza base ruote non minore di 4 m;
- b) in attrezzatura spruzzante costituita da camions distributori a pressione o con altra attrezzatura adatta alla distribuzione dell'acqua a mezzo di barre spruzzatrici in modo uniforme e in quantità variabile e controllabile;
- c) in mezzi costipatori costituiti da:
 - 1) rulli a piede di montone e semplice o a doppio tamburo del tipo adatto per costipare il materiale che viene impiegato. Dovranno poter essere zavorrati fino a raggiungere la pressione unitaria richiesta dalla Direzione dei Lavori;
 - 2) carrelli pigiatori gommati muniti di gomme lisce trainati da un trattore a ruote gommate di adeguata

potenza trainante oppure carrelli pigiatori gommati semoventi aventi possibilità di procedere nei due sensi con inversione di marcia;

- 3) rulli vibranti capaci di sviluppare un carico statico variabile, da un minimo di 300 kg fino a 1300 kg circa, ed una energia dinamica sinusoidale con vettore forza del peso prestabilito di volta in volta dalla Direzione dei Lavori;
- 4) rulli compressori lisci a tre ruote, del peso che verrà stabilito di volta in volta dalla Direzione dei Lavori;
- 5) distributori meccanici regolabili e capaci di distribuire uniformemente i materiali in quantitativi controllati per m² di superficie;
- 6) attrezzatura idonea per la miscelazione, come: scarificatori, aratri a dischi, erpici o macchinari semoventi a singola o a doppia passata, motograders.

Tutta l'attrezzatura di cantiere deve essere approvata dalla Direzione dei Lavori prima di essere impiegata.

Tutti i prodotti e/o materiali impiegati, qualora possano essere dotati di marcatura CE secondo la normativa tecnica vigente, dovranno essere muniti di tale marchio.

Art. 6.11 EVENTUALI DELIMITAZIONI E PROTEZIONE DEI MARGINI DEI TRATTAMENTI BITUMINOSI

Nella prima esecuzione dei trattamenti protetti a base di leganti, quando la Direzione dei Lavori lo richieda e ciò sia contemplato nel prezzo di elenco, l'Appaltatore dovrà provvedere alla loro delimitazione lungo i margini con un bordo di pietrischetto bituminato della sezione di 5 X 8 cm.

A tale scopo, prima di effettuare la pulitura della superficie della massicciata cilindrata che precede la prima applicazione di leganti, verrà, col piccone, praticato un solco longitudinale, lungo il margine della massicciata stessa, della profondità di circa 5 cm e della larghezza di circa 8 cm.

Ultimata la ripulitura ed asportati i materiali che avessero eventualmente ostruito il solco, si delimiterà con quest'ultimo, in aderenza al margine della massicciata, il vano che dovrà riempirsi con pietrischetto bituminato, mediante regoli aventi la faccia minore verticale e sufficientemente sporgenti dal suolo, i quali saranno esattamente collocati in modo da profilare nettamente il bordo interno verso l'asse stradale.

Riempito quindi il vano con pietrischetto bituminato, si procederà ad un'accurata battitura di quest'ultimo mediante sottili pestelli metallici di adatta forma, configurando nettamente la superficie superiore del cordolo all'altezza di quella della contigua massicciata.

Si procederà dopo al previsto trattamento di prima applicazione, coprendo anche la superficie del cordolo, dopo di che, con le riportate norme relative ai vari trattamenti, si provvederà allo spargimento di graniglia ed alla successiva bitumatura.

La rimozione dei regoli di contenimento del bordo non verrà fatta se prima quest'ultimo non abbia raggiunto una sufficiente consistenza tale da evitarne la deformazione.

Prima dell'esecuzione, a rinalzo del bordo verso l'esterno, verrà adoperato il materiale detritico proveniente dall'apertura del solco.

Il pietrischetto da impiegarsi per il bordo sarà preparato preferibilmente a caldo: è ammesso, peraltro, anche l'impiego di materiale preparato con emulsioni bituminose, purché la preparazione sia fatta con qualche giorno di precedenza e con le debite cure, in modo che i singoli elementi del pietrischetto risultino bene avviluppati da bitume già indurito e che la massa sia del tutto esente da materie estranee e da impurità.

Art. 6.12 TRATTAMENTI SUPERFICIALI DI ATTACCO ED ANCORAGGIO

Per mano d'attacco si intende quell'applicazione di legante o emulsione bituminosa su uno strato di conglomerato eseguita prima della stesa dello strato sovrastante. Essa ha il triplice scopo di garantire la perfetta continuità tra gli strati della pavimentazione, la loro mutua adesione e l'impermeabilità della strato sottostante, aspetti che rivestono fondamentale importanza per lo sviluppo di adeguate prestazioni in esercizio.

Relativamente alla continuità tra gli strati, per rispondere adeguatamente ai carichi verticali indotti dal traffico veicolare, una pavimentazione stradale deve essere realizzata in modo da reagire alle sollecitazioni in maniera solidale, evitando che gli strati lavorino disgiunti gli uni dagli altri. È fondamentale accertarsi che gli strati siano intimamente collegati tra loro, in modo tale da reagire come un unico corpo nei confronti delle sollecitazioni esterne.

Si parla invece di mano di ancoraggio quando lo strato di supporto su cui viene stesa l'emulsione prima della

realizzazione di uno strato in conglomerato bituminoso è in misto granulare. La funzione principale di questa applicazione è quella di irrigidire la parte superiore dello strato non legato riempiendone i vuoti e garantendo al contempo una migliore adesione per l'ancoraggio del successivo strato in conglomerato bituminoso. Proprio perché ha una funzione di "impregnazione" dello strato sottostante, essa va realizzata con un'emulsione bituminosa a rottura lenta e bassa viscosità, in modo tale che abbia tempo sufficiente per penetrare tra i granuli prima della fase di presa.

In generale, l'applicazione del legante bituminoso sulla superficie di stesa può avvenire sia tramite emulsione bituminosa che con bitume spruzzato a caldo.

Art. 6.13
TRATTAMENTI SUPERFICIALI ANCORATI
ESEGUITI CON UNA PRIMA MANO DI EMULSIONE BITUMINOSA A FREDDO
E LA SECONDA CON BITUME A CALDO

Per la preparazione della superficie stradale e per la prima applicazione di emulsione bituminosa a semipenetrazione valgono tutte le norme stabilite dall'articolo "*Trattamenti Superficiali Ancorati Eseguiti con Emulsioni Bituminose*".

La Direzione dei Lavori potrà egualmente prescrivere l'applicazione del primo quantitativo di emulsione suddividendo i 3 kg (o altra maggiore quantità che fosse prescritta) in due tempi con conseguente aumento di materiale di copertura.

L'applicazione del bitume a caldo per il trattamento superficiale sarà fatta con bitume in ragione di 1 kg/m² e sarà preceduta da un'accurata ripulitura del trattamento a semipenetrazione, la quale sarà fatta esclusivamente a secco e sarà integrata, se del caso, dagli eventuali rappezzi che si rendessero necessari, da eseguirsi di norma con pietrischetto bitumato.

Detta applicazione sarà eseguita sul piano viabile perfettamente asciutto ed in periodo di tempo caldo e secco. Si dovrà quindi tenere presente che i mesi più favorevoli sono quelli da maggio a settembre (salvo un ottobre particolarmente caldo); che se la superficie stradale è troppo fredda ed umida non si ottiene aderenza del legante; che in caso di pioggia il lavoro deve sospendersi. Condizione ideale sarebbe che la temperatura della strada raggiungesse i 40 °C.

Il bitume sarà riscaldato a temperatura tra i 160 °C e 180 °C entro adatti apparecchi che permettano il controllo della temperatura stessa.

Il controllo della temperatura dovrà essere rigoroso per non avere, per insufficiente riscaldamento, una fluidità ovvero, per un eccessivo riscaldamento, un'alterazione del bitume che ne comprometta le qualità leganti.

L'applicazione potrà essere fatta tanto mediante spanditrici a pressione, quanto mediante spanditrici a semplice erogazione; nel qual caso l'opera di regolazione dello spandimento si compirà mediante spazzole e successivo finimento con scope a mano. In ciascun caso, il metodo di spandimento impiegato e le relative operazioni complementari dovranno essere tali da garantire la distribuzione uniforme su ogni m² del quantitativo di bitume prescritto.

La superficie della massiciata così bitumata dovrà essere subito saturata con spandimento uniforme di graniglia normale o pietrischetto scelto e pulito delle dimensioni di circa 13 mm, provenienti da rocce molto dure, prevalentemente di natura ignea, e comunque provenienti da rocce aventi resistenza non inferiore a 1500 kg/cm², coefficiente di frantumazione non superiore a 125, avente un coefficiente di Deval non inferiore a 14. Il quantitativo da impiegarsi dovrà essere di 1,2 m³ per ogni 100 m² di massiciata trattata. Allo spandimento dovrà farsi seguire subito una rullatura con rullo leggero e successivamente altra rullatura con rullo di medio tonnellaggio, non superiore alle 14 t per far penetrare detto materiale negli interstizi superficiali della massiciata trattata e comunque fissarlo nel legante ancor caldo e molle.

Il trattamento superficiale sarà nettamente delimitato lungo i margini mediante regoli come per i trattamenti di seconda mano per emulsioni.

Il controllo del materiale bituminoso si farà mediante confronto tra la capacità dei serbatoi delle macchine distributrici e l'area coperta con l'erogazione del contenuto di un serbatoio. Per il controllo della qualità del materiale impiegato si preleveranno i campioni da sottoporsi alle necessarie analisi.

Verificandosi durante il periodo di garanzia e comunque fino al collaudo affioramenti di bitume sulla massiciata, l'Appaltatore provvederà, senza alcun ulteriore compenso, allo spandimento della conveniente quantità di graniglia nelle zone che lo richiedano, procurando che essa abbia ad incorporarsi nel bitume a mezzo di adatta rullatura leggera, in guisa da saturarlo compiutamente, curando che non avvengano modifiche di sagoma.

L'Appaltatore sarà tenuto a rinnovare a tutte sue spese durante il periodo di garanzia quelle parti di pavimentazioni che per cause qualsiasi dessero indizio di cattiva o mediocre riuscita e cioè dessero luogo ad

accertate deformazioni della sagoma stradale, ovvero a ripetute abrasioni superficiali ancor se causate dalla natura ed intensità del traffico, od a scoprimento delle pietre.

Nelle zone di notevole altitudine nelle quali, a causa della insufficiente temperatura della strada, la graniglia non viene ad essere compiutamente rivestita dal bitume, si esegue il trattamento a caldo adoperando graniglia preventivamente oleata.

Pulita accuratamente la superficie stradale preferibilmente mediante soffiatori meccanici, il bitume di penetrazione 110 ÷ 150 previamente riscaldato alla temperatura di 180 °C viene spruzzato sulla massicciata nella quantità da 0,900 kg a 1 kg/m²; successivamente vengono distesi graniglia o pietrischetti, oleati in precedenza, nella quantità di 13 l/m² e si procede alla compressione con rullo di 8-10 tonnellate.

La graniglia dovrà essere della pezzatura di 12 mm.

La preventiva oleatura della graniglia e pietrischetto viene effettuata con olii minerali in ragione di 15 a 17 kg/m³ di materiale.

Art. 6.14

TRATTAMENTO SUPERFICIALE CON BITUME A CALDO

Quando si voglia seguire questo trattamento, che potrà effettuarsi con due mani di bitume a caldo, si adotterà il medesimo sistema indicato nell'articolo "*Trattamenti Superficiali Ancorati Eseguiti con una Prima Mano di Emulsione Bituminosa a Freddo e la Seconda a Caldo*" per la seconda mano di bitume a caldo. Di norma si adopererà per la prima mano 1,5 kg/m² di bitume a caldo, e per la seconda mano 0,800 kg/m² con le adatte proporzioni di pietrischetto e graniglia.

Art. 6.15

TRATTAMENTI SUPERFICIALI A SEMIPENETRAZIONE CON CATRAME

Le norme generali di applicazioni stabilite per i trattamenti di emulsione bituminosa, di cui ai precedenti articoli, possono di massima estendersi ad analoghi trattamenti eseguiti con catrame o con miscela di catrame e filler.

Quando si procede alla prima applicazione, allo spandimento del catrame dovrà precedere l'accuratissima pulitura a secco della superficie stradale, da farsi a mano o con spazzatrici meccaniche, o con macchine soffiatrici, in modo da liberare completamente la massicciata cilindrata da ogni sovrapposizione di detriti, polvere ed impurità di qualsiasi specie, mettendo a nudo il mosaico di pietrisco e ghiaia.

Lo spandimento del catrame dovrà eseguirsi su strada perfettamente asciutta e con tempo secco e caldo (cioè da maggio a settembre, in genere); in caso di pioggia il lavoro deve sospendersi.

Il catrame sarà riscaldato prima dell'impiego in adatte caldaie a temperatura tale che all'atto dello spandimento esso non sia inferiore a 120 °C, e sarà poi sparso in modo uniforme mediante polverizzatori sotto pressione e poscia disteso con adatti spazzoloni in modo che non rimanga scoperto alcun tratto della massicciata.

La quantità di catrame da impiegarsi per la prima mano sarà di 1,5 kg/m² la seconda mano dovrà essere di bitume puro in ragione di 1 kg/m² o di emulsione bituminosa in ragione di 1,2 kg/m².

Necessitando una variazione in più o in meno di detto quantitativo a richiesta della Direzione dei Lavori, la variazione di prezzo sarà fatta con aumento o detrazione in base al prezzo unitario stabilito in elenco.

Per le strada già aperte al traffico lo spandimento si effettuerà su metà strada per volta e per lunghezze da 50 a 100 metri, delimitando i margini della zona catramata con apposita recinzione, in modo da evitare che i veicoli transitino sul catrame di fresco spandimento.

Trascorse dalle 3 alle 5 ore dallo spandimento, a seconda delle condizioni di temperatura ambiente, si spargerà in modo uniforme sulla superficie catramata uno strato di graniglia in elementi di dimensioni di circa 8 mm ed in misura di 1 m³ per ogni quintale circa di catrame facendo seguire alcuni passaggi da prima con rullo leggero e completando poi il lavoro di costipamento con rulli di medio tonnellaggio non superiore alle 14 t.

Per il controllo sia della quantità che della qualità di catrame sparso si seguiranno le norme precedentemente descritte.

Art. 6.16

TRATTAMENTI SUPERFICIALI A FREDDO CON POLVERE DI ROCCIA ASFALTICA E MISCELA PREVENTIVA POLVERULENTA PER APPLICAZIONE SU NUOVE MASSICCIATE

In linea generale le operazioni da seguire saranno le seguenti:

1. preparazione del piano viabile;
2. oleatura del piano viabile e del pietrischetto;
3. formazione del manto di copertura con trattamento ad elementi miscelati;
4. stesa e rullatura del manto.

Salvo il caso nel quale si abbiano strade ad elevatissimo traffico che necessitino di un particolare manto di usura per il quale si impiegheranno 20 kg di polvere di roccia asfaltica a m², il manto sarà costituito da uno strato di 15 kg di polvere di roccia asfaltica e di pietrischetto opportunamente trattato con oli da porre in opera con le modalità di esecuzione che seguono. Il pietrischetto dovrà provenire da rocce aventi una resistenza media alla compressione di almeno 1500 kg/cm² e coefficiente di frantumazione non superiore a 125, coefficiente di Dèval non minore di 14, e dovrà essere di qualità uniforme, pulito, ad elementi poliedrici.

Per la preparazione del piano viabile, dovrà preliminarmente procedersi ad un'accurata operazione di depolverizzazione e raschiatura della massicciata cilindrata esistente, adoperando scope e spazzoloni metallici e, ove occorra, integrando tale pulitura meccanica con un adeguato lavaggio a getto d'acqua radente a pressione del piano viabile onde liberarlo da eventuali incrostazioni fangose od argillose, ed ottenere gli elementi di mosaico con interstizi totalmente scarniti e profondi circa 1 cm. Qualora si avessero parti ammalorate od in via di disgregazione od instabili, si procederà alla loro riparazione, preferibilmente mediante conglomerati bituminosi del tipo aperto.

Quanto all'oleatura del piano viabile e del pietrischetto, dopo aver lasciato asciugare la superficie della massicciata pulita, si provvederà alla sua oleatura per l'ammarraggio del manto.

L'oleatura sarà eseguita con spruzzatori meccanici capaci di suddividere finemente il legante e distenderlo in modo uniforme e continuo. Per meglio assicurare detta uniformità e quindi l'attacco al manto preesistente, si dovrà, se del caso, ripassare la spruzzatura con spazzoloni a mano.

Per il trattamento dovrà impiegarsi un quantitativo di olio da 0,250 a 0,300 litri per m² di piano viabile, ricorrendo al valore più basso della massicciata costituita da elementi poco assorbenti e tersi.

Per le polveri di origine siciliana o nelle stagioni fredde o nelle pavimentazioni di più difficile attacco, si impiegherà olio avente le seguenti caratteristiche:

- a) viscosità Engler a 25 °C: da 3 a 6;
- b) distillato sino a 200 °C: da 2 a 5 in peso;
- c) residuo a 360 °C: almeno 30% in peso.

Per le polveri abruzzesi e nelle stagioni calde o anche nelle stagioni fredde quando siano previamente riscaldato a circa 50 °C, si impiegheranno oli aventi le seguenti caratteristiche:

- a) viscosità Engler a 50°C: da 4 a 8;
- b) distillato fino a 230 °C: almeno il 15% in peso;
- c) residuo a 360 °C: almeno il 40% in peso;
- d) punto di rammollimento del residuo (palla e anello): non meno di 45 °C.

L'oleatura del pietrischetto verrà eseguita a freddo, mediante un'adatta impastatrice ovvero a mano, impiegando da 25 a 30 litri di olio per m³ di aggregato e adoperando, entro tali limiti, il quantitativo maggiore se il pietrischetto è di pezzatura più piccola.

Il pietrischetto all'atto dell'oleatura dovrà essere perfettamente asciutto. Quando sia umido potrà essere egualmente consentito di eseguire il trattamento purché si aggiunga all'olio un adatto correttivo ed in ogni m³ di aggregato, prima dell'oleatura, vengano rimescolati da 20 a 30 kg di sostanze basiche quali ad esempio la calce idrata.

Per la formazione del manto di usura, trattandosi di nuovo impianto, si preferirà il sistema ad elementi miscelati. A tal uopo, contemporaneamente alla predetta oleatura del piano viabile ed a quella del pietrischetto, si procederà separatamente alla disintegrazione della polvere di roccia asfaltica con adatto apparecchio meccanico. Tale disintegrazione, che precederà immediatamente l'impiego, dovrà restituire alla polvere la sua completa scioltezza eliminando ogni gruppo di dimensioni superiori a 5 mm.

Approntati separatamente la polvere ed il pietrischetto oleato, la miscela della polvere di roccia asfaltica con il pietrischetto oleato verrà preferibilmente eseguita con la stessa impastatrice impiegata per l'oleatura del pietrischetto, introducendo in essa, di volta in volta, dopo avvenuto l'impasto del pietrischetto con olio, il quantitativo di polvere stabilito, e protraendo la mescolazione sino ad ottenere una miscela uniforme e regolare tra pietrischetto oleato e polvere.

Come già il pietrischetto, anche la polvere prima della miscela dovrà essere perfettamente asciutta, salvo che si adottino oli opportunamente corretti e si attuino eventuali particolari aggiunte di sostanze basiche, in modo da assicurare l'adesione tra legante e pietra in presenza d'acqua.

La miscela dovrà essere eseguita come segue:

- pietrischetto oleato da 10 a 20 mm: da 40 al 50% in peso;
- polvere di roccia asfaltica: dal 50 al 60% in peso.

Si dovranno, pertanto, impiegare non meno di 30 kg di miscela per m² di manto, purché sempre il

quantitativo minimo di polvere di roccia asfaltica sia di 15 kg/m².

All'avvicinamento ed alla stesa della miscela si provvederà con carriere o con apparecchi distributori meccanici. Nel primo caso dovrà essere regolata con spatole di legno.

Il consolidamento del manto disteso e l'ancoraggio di esso al capostrada saranno ottenuti con energica cilindatura mediante rullo compressore del peso non inferiore a 10 t. Essa avrà inizio non appena ultimata la distesa del manto e verrà continuata sino a che il manto non risulti sufficientemente serrato e legato.

Il manto deve risultare uniforme e regolare in tutta la superficie e tale da eliminare, ove vi fossero, eventuali ondulazioni della preesistente massicciata.

Appena ultimata la rullatura, il manto potrà essere aperto al traffico. Esso dovrà risultare tanto consolidato da non subire asportazioni e perdite sensibili di materiali per effetto del traffico.

Dopo qualche tempo accentuandosi il consolidamento per effetto del traffico stesso, il manto dovrà presentarsi con aspetto uniforme, con regolare affioramento del pietrischetto su tutta la superficie e decisa scabrosità, ma con tutti gli elementi litici sicuramente ammarrati e fissati.

Per controllare che i materiali impiegati abbiano la qualità e le caratteristiche prescritte si preleveranno in contraddittorio prima, durante il corso dei lavori, campioni che saranno rimessi ad idonei laboratori. I setacci per la finezza delle polveri saranno quelli A.S.T.M. della serie normale Americana U.S. Per l'aggregato si useranno i crivelli con fori tondi corrispondenti alle dimensioni prescritte.

All'atto del collaudo lo spessore medio del manto di usura non dovrà risultare inferiore a 12 mm, restando in facoltà della Stazione Appaltante di rifiutare il collaudo se i rifacimenti effettuati dall'Impresa nel periodo di gratuita manutenzione superassero il quinto della superficie totale. Il manto dovrà risultare in buono stato di manutenzione, senza rotture, segni di sgretolamento, distacchi od altri ammaloramenti, e senza fessurazioni che non appaiano collegate a rotture della pavimentazione sottostante.

Art. 6.17

STRATI DI COLLEGAMENTO (BINDER) E DI USURA

Descrizione

La parte superiore della sovrastruttura stradale sarà, in generale, costituita da un doppio strato di conglomerato bituminoso steso a caldo, e precisamente: da uno strato inferiore di collegamento (binder) e da uno strato superiore di usura, secondo quanto stabilito dalla Direzione dei Lavori.

Il conglomerato per ambedue gli strati sarà costituito da una miscela di pietrischetti, graniglie, sabbie ed additivi, secondo CNR, fascicolo IV/1953, mescolati con bitume a caldo, e verrà steso in opera mediante macchina vibrofinitrice e compattato con rulli gommati e metallici lisci.

I conglomerati durante la loro stesa non devono presentare nella loro miscela alcun tipo di elementi litoidi, anche isolati, di caratteristiche fragili o non conformi alle presenti prescrizioni del presente capitolato, in caso contrario a sua discrezione la Direzione dei Lavori accetterà il materiale o provvederà ad ordinare all'Appaltatore il rifacimento degli strati non ritenuti idonei.

Materiali inerti

Per il prelevamento dei campioni destinati alle prove di controllo dei requisiti di accettazione così come per le modalità di esecuzione delle prove stesse, valgono le prescrizioni contenute nel fascicolo IV delle Norme C.N.R. 1953, con l'avvertenza che la prova per la determinazione della perdita in peso sarà fatta con il metodo Los Angeles secondo le norme del B.U. C.N.R. n° 34 (28.03.1973) anziché con il metodo Deval.

L'aggregato grosso (pietrischetti e graniglie) dovrà essere ottenuto per frantumazione ed essere ottenuto da elementi sani, duri, durevoli, approssimativamente poliedrici, con spigoli vivi a superficie ruvida, puliti ed esenti da polvere o da materiali estranei.

L'aggregato grosso sarà costituito da pietrischetti e graniglie che potranno anche essere di provenienza o natura petrografica diversa, purché alle prove appresso elencate, eseguite su campioni rispondenti alla miscela che si intende formare, risponda ai seguenti requisiti.

Per strati di collegamento

- perdita in peso alla prova Los Angeles eseguita sulle singole pezzature secondo le Norme ASTM C 131 - AASHTO T 96, inferiore al 25%;
- indice dei vuoti delle singole pezzature, secondo CNR, fascicolo IV/1953, inferiore a 0.80;
- coefficiente di imbibizione, secondo CNR, fascicolo IV/1953, inferiore a 0.015;
- materiale non idrofilo, secondo CNR, fascicolo IV/1953.

Nel caso che si preveda di assoggettare al traffico lo strato di collegamento in periodi umidi o invernali, la perdita in peso per scuotimento sarà limitata allo 0.5%.

Per strati di usura

- perdita in peso alla prova Los Angeles eseguito sulle singole pezzature secondo le norme ASTM C 131

- AASHO T 96, inferiore od uguale al 20%;
- almeno un 30% in peso del materiale dell'intera miscela deve provenire da frantumazione di rocce che presentino un coefficiente di frantumazione minore di 100 e resistenza compressione, secondo tutte le giaciture, non inferiore a 140 N/mm², nonché resistenza all'usura minima di 0.6;
- indice dei vuoti delle singole pezzature, secondo CNR, fascicolo IV/1953, inferiore a 0.85;
- coefficiente di imbibizione, secondo CNR, fascicolo IV/1953 inferiore a 0.015;
- materiale non idrofilo, secondo CNR, fascicolo IV/1953, con limitazione per la perdita in peso allo 0.5%.

In ogni caso i pietrischi e le graniglie dovranno essere costituiti da elementi sani, duri, durevoli, approssimativamente poliedrici, con spigoli vivi, a superficie ruvida, puliti ed esenti da polvere e da materiali estranei.

L'aggregato fino sarà costituito in ogni caso da sabbia naturale o di frantumazione che dovranno in particolare soddisfare ai seguenti requisiti:

- equivalente in sabbia determinato con la prova AASHO T 176 non inferiore al 55%;
- materiale non idrofilo, secondo CNR, fascicolo IV/1953 con le limitazioni indicate per l'aggregato grosso.

Nel caso non fosse possibile reperire il materiale della pezzatura 2- 5 mm necessario per la prova, la stessa dovrà essere eseguita secondo le modalità della prova Riedel-Weber con concentrazione non inferiore a 6.

Gli additivi minerali (fillers) saranno costituiti da polvere di rocce preferibilmente calcaree o da cemento, calce idrata, calce idraulica, polvere di asfalto e dovranno risultare alla setacciatura per via secca interamente passanti al setaccio n. 30 ASTM e per almeno il 65% al setaccio n° 200 ASTM.

Per lo strato di usura, richiesta della Direzione dei Lavori il filler potrà essere costituito da polvere di roccia asfaltica contenente il 6-8% di bitume ed alta percentuale di asfalteni con penetrazione Dow a 25° C inferiore a 150 dmm.

Per fillers diversi da quelli sopra indicati è richiesta la preventiva approvazione della Direzione dei Lavori in base a prove e ricerche di laboratorio.

Legante

Il bitume per gli strati di collegamento e di usura dovrà essere preferibilmente di penetrazione 60-70 salvo diverso avviso della Direzione dei Lavori in relazione alle condizioni locali e stagionali e dovrà rispondere agli stessi requisiti indicati per il conglomerato bituminoso di base.

Miscela

1) Strato di collegamento (BINDER).

La miscela degli aggregati da adottarsi per lo strato di collegamento dovrà avere una composizione granulometrica contenuta nel seguente fuso:

Serie crivelli e setacci UNI	Miscela passante: % totale in peso
Crivello 25	100
Crivello 15	65 - 100
Crivello 10	50 - 80
Crivello 5	30 - 60
Crivello 2	20 - 45
Crivello 0.4	7 - 25
Crivello 0.18	5 - 15
Crivello 0.075	4 - 8

Il tenore di bitume dovrà essere compreso tra il 4.5% e il 5.5% riferito al peso totale degli aggregati.

Esso dovrà comunque essere il minimo che consenta il raggiungimento dei valori di stabilità Marshall e compattezza di seguito riportati ([UNI EN 12697-34](#)).

Il conglomerato bituminoso dovrà avere i seguenti requisiti:

- il valore della stabilità Marshall eseguita a 60°C su provini costipati con 75 colpi di maglio per faccia, dovrà non risultare inferiore a 900 kg. (950 kg. per conglomerati Confezionati con bitume mod.); inoltre il valore della rigidità Marshall cioè il rapporto tra la stabilità misurata in kg. e lo scorrimento misurato in mm., dovrà essere superiore a 300;
- gli stessi provini per i quali viene determinata la stabilità Marshall dovranno presentare una percentuale di vuoti residui compresi fra il 3% ed il 7%.

La prova Marshall eseguita su provini che abbiano subito un periodo di immersione in acqua distillata per 15

giorni, dovrà dare un valore di stabilità non inferiore al 75% di quello precedentemente indicato.

Riguardo alle misure di stabilità e rigidità, sia per i conglomerati bituminosi di usura che per quelli tipo Binder, valgono le stesse prescrizioni indicate per il conglomerato di base.

2) *Strato di usura.*

La miscela degli aggregati da adottarsi per lo strato di usura dovrà avere una composizione granulometrica contenuta nel seguente fuso:

Serie crivelli e setacci UNI	Miscela passante: % totale in peso
Crivello 15	100
Crivello 10	70 - 100
Crivello 5	43 - 67
Crivello 2	25 - 45
Crivello 0.4	12 - 24
Crivello 0018	7 - 15
Crivello 0.075	6 - 11

Il tenore di bitume dovrà essere compreso tra il 5.0% e il 6.5% riferito al peso totale degli aggregati.

Il coefficiente di riempimento con bitume dei vuoti intergranulari della miscela addensata non dovrà superare l'80%; il contenuto di bitume della miscela dovrà comunque essere il minimo che consente il raggiungimento dei valori di stabilità Marshall e compattezza di seguito riportata ([UNI EN 12697-34](#)).

Il conglomerato dovrà avere i seguenti requisiti:

- a) resistenza meccanica elevatissima, cioè capacità di sopportare senza deformazioni permanenti le sollecitazioni trasmesse dalle ruote dei veicoli sia in fase dinamica che statica, anche sotto le più alte temperature estive, e sufficiente flessibilità per poter seguire sotto gli stessi carichi qualunque assestamento eventuale del sottofondo anche a lunga scadenza; il valore della stabilità Marshall - Prova B.U. CNR n. 30 (15 marzo 1973) eseguita a 60°C su provini costipati con 75 colpi di maglio per faccia, dovrà non risultare inferiore a 1000 kg. (1050 kg. per conglomerato confezionato con bitume mod.); inoltre il valore della rigidità Marshall, cioè il rapporto tra la stabilità misurata in kg. e lo scorrimento misurato in mm., dovrà essere superiore a 300.

La percentuale dei vuoti dei provini Marshall, sempre nelle condizioni di impiego prescelte, deve essere compresa tra il 3% e il 6%.

La prova Marshall eseguita su provini che abbiano subito un periodo di immersione in acqua distillata per 15 giorni, dovrà dare un valore di stabilità non inferiore al 75% di quello precedentemente indicato;

- b) elevatissima resistenza all'usura superficiale;
c) sufficiente ruvidezza della superficie tale da non renderla scivolosa;
d) grande compattezza:

il volume dei vuoti residui a rullatura terminata dovrà essere compreso tra il 4% e 8%.

Formazione e confezione degli impasti

Il conglomerato sarà confezionato mediante impianti fissi autorizzati, di idonee caratteristiche, mantenuti sempre perfettamente funzionanti in ogni loro parte.

La produzione di ciascun impianto non dovrà essere spinta oltre la sua potenzialità per garantire il perfetto essiccamento, l'uniforme riscaldamento della miscela ed una perfetta vagliatura che assicuri una idonea riclassificazione delle singole classi degli aggregati; resta pertanto escluso l'uso dell'impianto a scarico diretto.

L'impianto dovrà comunque garantire uniformità di produzione ed essere in grado di realizzare miscele del tutto rispondenti a quelle di progetto.

Il dosaggio dei componenti della miscela dovrà essere eseguito a peso mediante idonea apparecchiatura la cui efficienza dovrà essere costantemente controllata.

Ogni impianto dovrà assicurare il riscaldamento del bitume alla temperatura richiesta ed a viscosità uniforme fino al momento della miscelazione nonché il perfetto dosaggio sia del bitume che dell'additivo.

La zona destinata all'ammannimento degli inerti sarà preventivamente, e convenientemente sistemata per annullare la presenza di sostanze argillose e ristagni di acqua che possano compromettere la pulizia degli aggregati.

Inoltre i cumuli delle diverse classi dovranno essere nettamente separati tra di loro e l'operazione di rifornimento nei predosatori eseguita con la massima cura.

Si farà uso di almeno 4 classi di aggregati con predosatori in numero corrispondente alle classi impiegate. Il tempo di miscelazione effettiva, che, con i limiti di temperatura indicati per il legante e gli aggregati, non dovrà essere inferiore a 25 secondi.

La temperatura degli aggregati all'atto della mescolazione dovrà essere compresa tra 150°C e 170°C, e quella del legante tra 150°C e 180°C, salvo diverse disposizioni della Direzione dei Lavori in rapporto al tipo di bitume impiegato e alle indicazioni tecniche del fornitore.

Per la verifica delle suddette temperature, gli essiccatori, le caldaie e le tramogge degli impianti dovranno essere muniti di termometri fissi perfettamente funzionanti e periodicamente tarati.

L'umidità degli aggregati all'uscita dell'essiccatore non dovrà di norma superare lo 0,5%.

Attivanti l'adesione

Nella confezione dei conglomerati bituminosi dei vari strati potranno essere impiegate speciali sostanze chimiche attivanti l'adesione bitume-aggregato ("dopes" di adesività).

Esse saranno impiegate negli strati di base e di collegamento, mentre per quello di usura lo saranno ad esclusivo giudizio della Direzione dei Lavori quando la zona di impiego del conglomerato, in relazione alla sua posizione geografica rispetto agli impianti di produzione, è tanto distante da non assicurare, in relazione al tempo di trasporto del materiale, la temperatura di 130°C richiesta all'atto della stesa.

Si avrà cura di scegliere tra i prodotti in commercio quello che sulla base di prove comparative effettuate avrà dato i migliori risultati, e che conservi le proprie caratteristiche chimiche anche se sottoposto a temperature elevate e prolungate.

Il dosaggio sarà variabile in funzione del tipo di prodotto tra lo 0.3% e lo 0.6% rispetto al peso del bitume.

Tutte le scelte e le procedure di utilizzo dovranno essere approvate preventivamente dalla Direzione dei Lavori.

Tutti i prodotti e/o materiali impiegati, qualora possano essere dotati di marcatura CE secondo la normativa tecnica vigente, dovranno essere muniti di tale marchio.

Art. 6.18 COMPATTAZIONE DEI CONGLOMERATI BITUMINOSI

La compattazione è il trattamento necessario per ridurre il contenuto di vuoti nella miscela di conglomerato bituminoso e conferire migliori capacità portanti al manto stradale. L'adesione tra strisciate contigue e tra strati adiacenti deve creare una struttura compatta senza soluzione di continuità, una migliore distribuzione dei carichi e un incremento della vita utile della strada.

Il grado di compattazione a cui rendere soggetto un conglomerato bituminoso dipende dalla sua compattabilità ai sensi della norma [UNI EN 12697-10](#), o proprietà quali:

- tipo di miscela;
- temperatura della miscela;
- curva granulometrica;
- tipo e quantità di legante;
- condizioni meteo-climatiche durante la posa (es. temperatura, vento);
- spessore dello strato.

La compattazione potrà essere **statica** (se avviene esercitando sullo strato il solo peso proprio del rullo - forza verticale) o **dinamica** (se avviene con masse eccentriche che sfruttano vibrazioni e/o oscillazioni con impulsi verticali e orizzontali. La categoria di rulli dinamici più frequentemente utilizzata è quella che opera tramite vibrazioni).

L'ampiezza è la misura dello spostamento del tamburo del rullo vibrante/oscillante dalla posizione iniziale, durante la compattazione. In caso di rulli a vibrazione, il tamburo si sposta verso l'alto e verso il basso. In caso di rullo ad oscillazione, l'ampiezza indica di quanto si sposta il tamburo avanti e indietro.

In linea generale l'ampiezza necessaria è direttamente proporzionale allo spessore dello strato da compattare, per evitare fenomeni di sovracompattazione che possono ridurre anziché aumentare l'addensamento dello strato.

Regole di base per la compattazione e stesa dei conglomerati bituminosi

La preparazione e l'esecuzione della compattazione con il rullo deve essere sempre considerata in rapporto al tipo di miscela, alle condizioni del cantiere ed alle condizioni meteorologiche.

Il numero necessario di passate dipende dai seguenti fattori:

- tipo e peso dei rulli;
- velocità del rullo;
- spessore di stesa;
- temperatura della miscela/condizioni atmosferiche;
- compattabilità della miscela;
- pre-compattazione tramite vibrofinitrice;
- stabilità del sottofondo.

Non è possibile fornire un dato numerico assoluto relativo al numero di passate senza conoscere questi parametri.

La velocità tipica del rullo per tutti i tipi di conglomerato bituminoso è compresa tra i 3 e i 6 km/h. In caso di velocità troppo elevata vi è il rischio di formazione di ondulazioni, specialmente utilizzando la vibrazione (effetto corrugato). Viceversa, in caso di velocità troppo bassa vi è un elevato rischio di formazione di ondulazioni a causa del movimento dello sterzo e di deformazione durante la compattazione per vibrazione.

La temperatura ideale per la compattazione del conglomerato è compresa tra 100 e 140 °C.

In questo range la maggior parte delle miscele bituminose può essere compattata tramite vibrazione e oscillazione. A temperature più elevate, essendo il materiale più molle e lavorabile si potrà utilizzare la compattazione dinamica con cautela, per evitare spostamento o segregazione del materiale. Pertanto, in certe circostanze (es. con conglomerato bituminoso avente bassa stabilità) e in presenza di temperature superiori a 140°C potrà essere imposta l'esecuzione della compattazione in modo statico. Viceversa, a temperature inferiori a 100°C (quando il materiale risulta molto viscoso e meno lavorabile), la compattazione potrà essere imposta solo per oscillazione o in modo statico, per evitare la frantumazione degli aggregati.

È comunque sempre raccomandabile che la compattazione sia completata a temperature comprese tra 80 e 100 °C.

In proposito, l'appaltatore dovrà osservare scrupolosamente le eventuali indicazioni di progetto e/o della Direzione lavori.

Modalità di compattazione in funzione dello strato di conglomerato

	Base	Binder	Usura	Drenante	Microtappeto
Rullo	Rulli pesanti	Rulli medi	Rulli medi	Rulli leggeri e medi	Rulli medi
Ampiezza	Iniziare con ampiezza elevata	Ampiezza elevata	Bassa ampiezza	Bassa ampiezza	Nessuna
Passate	n. da medio a elevato di passate	n. medio di passate	n. medio di passate	n. medio-basso di passate	n. basso di passate
Compattazione	Vibrazione e oscillazione	Vibrazione e oscillazione	Vibrazione e oscillazione	Statica o vibrazione	Solo per oscillazione o statica
Note particolari	In caso di conglomerato a bassa stabilità, compattare staticamente le prime due passate.	Materiale sensibile allo spostamento. Evitare basse velocità. Evitare temperature eccessive. In caso di conglomerato a bassa stabilità, compattare staticamente nelle prime due passate.	Evitare basse velocità. Evitare temperature eccessive. In caso di conglomerato a bassa stabilità, compattare staticamente le prime due passate.	Evitare temperature eccessive, per evitare il trascinamento del bitume verso l'alto. Solo un basso numero di passate con vibrazione.	Usando la vibrazione, si formerebbero ondulazioni. Oscillazione in una sola direzione (verso la vibrofinitrice).

Art. 6.19 SCARIFICAZIONE DI PAVIMENTAZIONI ESISTENTI

Per i tratti di strada già pavimentati sui quali dovrà procedersi a ricarichi o risagomature, l'impresa dovrà dapprima ripulire accuratamente il piano viabile, provvedendo poi alla scarificazione della sovrastruttura esistente adoperando, all'uopo, apposito scarificatore opportunamente trainato e guidato.

La scarificazione sarà spinta fino alla profondità ritenuta necessaria dalla Direzione dei Lavori, provvedendo poi alla successiva vagliatura ed eventuale raccolta in cumuli del materiale riutilizzabile per l'impiego a norma della [UNI/TS 11688](#) e del d.m. 69/2018, su aree di deposito procurate a cura e spese dell'Appaltatore.

Art. 6.20

FRESATURA DI STRATI IN CONGLOMERATO BITUMINOSO CON IDONEE ATTREZZATURE

La **fresatura** della sovrastruttura per la parte legata a bitume per l'intero spessore o parte di esso dovrà essere effettuata con idonee attrezzature, munite di frese a tamburo, funzionanti a freddo, munite di nastro caricatore per il carico del materiale di risulta.

Sarà facoltà della Direzione dei Lavori accettare eccezionalmente l'impiego di attrezzature tradizionali quali ripper, demolitori, escavatori ecc.

Le attrezzature tutte dovranno essere perfettamente efficienti e funzionanti e di caratteristiche meccaniche, dimensioni e funzionamento approvato preventivamente dalla Direzione dei Lavori.

La superficie del cavo dovrà risultare perfettamente regolare in tutti i punti, priva di residui di strati non completamente fresati che possano compromettere l'aderenza delle nuove stese da porre in opera. L'Impresa si dovrà scrupolosamente attenere agli spessori di demolizione stabiliti dalla Direzione dei Lavori.

Qualora questi dovessero risultare inadeguati e comunque diversi in difetto o in eccesso rispetto all'ordinativo di lavoro, l'impresa è tenuta a darne immediatamente comunicazione al Direttore dei Lavori o ad un suo incaricato che potranno autorizzare la modifica delle quote di fresatura.

Lo spessore della fresatura dovrà essere mantenuto costante in tutti i punti e sarà valutato mediando l'altezza delle due pareti laterali con quella della parte centrale del cavo.

La pulizia del piano di scarifica, nel caso di fresature corticali o subcorticali dovrà essere eseguita con attrezzature munite di spazzole rotanti e/o dispositivo aspirante o simili in grado di dare un piano perfettamente pulito.

Le pareti dei tagli longitudinali dovranno risultare perfettamente verticali e con andamento longitudinale rettilineo e privo di sgretolature.

Sia il piano fresato che le pareti dovranno, prima della posa in opera dei nuovi strati, risultare perfettamente puliti, asciutti e uniformemente rivestiti dalla mano di attacco in legante bituminoso.

La fresatura sarà spinta fino alla profondità ritenuta necessaria dalla Direzione dei Lavori, provvedendo poi alla successiva vagliatura ed eventuale raccolta in cumuli del materiale riutilizzabile per l'impiego a norma della [UNI/TS 11688](#) e del d.m. 69/2018, su aree di deposito procurate a cura e spese dell'Appaltatore.

Art. 6.21

MANTI CON PIETRISCHETTO BITUMATO A FREDDO MISCELATO A DETRITO DI ROCCIA ASFALTICA

Nelle zone ove sia particolarmente conveniente l'impiego del detrito di roccia asphaltica delle miniere di Ragusa, e purché questo abbia un tenore di bitume non inferiore al 6%, si procederà all'esecuzione dei manti di spessore tale da assicurare una buona consistenza e comunque con un minimo di 5 cm.

Predisposto il pietrischetto e la graniglia ovvero il ghiaino della pezzatura da 5 a 15 mm se ne curerà innanzitutto la bitumatura a freddo mescolando intimamente 1 m³ di esso con 70 kg di emulsione bituminosa. Successivamente si provvederà all'impasto, possibilmente con mezzi meccanici e, in mancanza, con almeno tre palleggiamenti, con detrito di roccia asphaltica nella misura da 0,7 a 0,8 m³ per ogni metro cubo di aggregato litico.

Il conglomerato così ottenuto verrà raccolto in cumuli configurati e verrà lasciato a riposo per non meno di 24 ore.

Si procederà poi alla accurata pulizia della massicciata ed all'umettamento di essa mediante 0,5 kg/m² di emulsione bituminosa: dopo di che si procederà allo spandimento di uno strato di spessore uniforme e perfettamente livellato e sagomato con adatti regoli spessori, procedendo quindi al perfetto costipamento del manto con l'uso di un compressore leggero, preferibilmente tandem, da 4 a 5 tonnellate con almeno 5 passate di rullo.

Qualora non si raggiunga un effetto conveniente, ove la Direzione dei Lavori lo prescriva, si procederà alla formazione di un successivo manto superficiale predisponendo una miscela formata con emulsione bituminosa

e polvere di roccia asfaltica e graniglia o ghiaietto da 3 a 5 mm, queste due ultime parti, polvere asfaltica e graniglia, in quantità eguali, e la si spargerà sulla superficie stradale per uno spessore di almeno \$MANUAL\$ mm comprimendola. Per le strade già trattate nelle quali si debba solo ricostruire il manto superficiale, tale strato potrà raggiungere anche 1,5 cm.

Art. 6.22

TRATTAMENTO DI SEMIPENETRAZIONE CON DUE MANI DI BITUME A CALDO

Preparato il piano stradale con cilindratura a secco nella quale il mosaico superficiale sia sufficientemente aperto, si procederà allo spandimento del bitume riscaldato a 180 °C con innaffiatrici o distributrici a pressione in quantità di 2,5 kg/m² in modo da avere la regolare e compiuta penetrazione nei vuoti della massicciata e l'esatta ed uniforme distribuzione della detta quantità: allo spandimento si provvederà gradualmente ed a successive riprese in modo che il legante sia per intero assorbito.

Mentre il bitume è ancora caldo si procederà allo spargimento uniforme di pietrischetto di elevata durezza, pezzatura da 15 a 20 mm, sino a coprire totalmente il bitume in quantità non inferiore a 20 l/m² provvedendo poi alla cilindratura in modo da ottenere il totale costipamento della massicciata, i cui interstizi dovranno, in definitiva, risultare totalmente riempiti di bitume e chiusi dal pietrischetto.

Ove si manifestassero irregolarità superficiali l'Appaltatore dovrà provvedere ad eliminarle a sue cure e spese con ricarico di pietrischetto e bitume sino alla normale sagoma stradale. Se affiorasse in seguito il bitume, l'Appaltatore sarà tenuto, senz'altro compenso, allo spandimento di graniglia sino a saturazione.

Si procederà in tempo successivo alla spalmatura del manto di usura con 1,2 kg/m² di bitume dato a caldo usando per il ricoprimento 15 l/m² di pietrisco e graniglia della pezzatura da 5 a 15 mm di elevata durezza provenienti da rocce di resistenza alla compressione di almeno 1500 kg/m² e coefficiente di qualità Dèval non inferiore a 14, e provvedendo alla cilindratura sino ad ottenere un manto uniforme.

Art. 6.23

TRATTAMENTO A PENETRAZIONE CON BITUME A CALDO

L'esecuzione del pavimento a penetrazione, o al bitume colato, sarà eseguita solo nei mesi estivi; essa presuppone l'esistenza di un sottofondo, costituito da pietrisco cilindrato dello spessore che sarà prescritto dalla Direzione dei Lavori all'atto esecutivo. Ove il sottofondo sia da costituirsi con ricarico cilindrato all'atto dell'impianto, dovrà essere compensato a parte in base ai rispettivi prezzi unitari. Esso sarà eseguito con le norme precedentemente indicate per le cilindrate, avendo cura di proseguire la compressione meccanica a fondo fino a che la superficie non abbia raggiunto l'esatta sagoma prescritta e si presenti unita ed esente da vuoti, impiegando la necessaria quantità di materiale di saturazione.

Prima di dare inizio alla vera e propria pavimentazione a penetrazione, il detto sottofondo cilindrato, perfettamente prosciugato, dovrà essere ripulito accuratamente in superficie. Si spargerà poi su di esso uno strato di pietrisco molto pulito di qualità dura e resistente, dello spessore uniforme di 10 cm costituito da elementi di dimensione fra 4 e 7 cm, bene assortiti tra loro, ed esenti da polvere o da materie estranee che possano inquinarli, ed aventi gli stessi requisiti dei precedenti articoli, fra i quali coefficiente di Dèval non inferiore a 14.

Si eseguirà quindi una prima cilindratura leggera, senza alcuna aggiunta di materiale di aggregazione, procedendo sempre dai fianchi verso il centro della strada, in modo da serrare sufficientemente fra di loro gli elementi del pietrisco e raggiungere la sagoma superficiale prescritta con monta fra 1/150 e 1/200 della corda, lasciando però i necessari vuoti nell'interno dello strato per la successiva penetrazione del bitume.

Quest'ultimo sarà prima riscaldato ad una temperatura compresa fra i 150 °C e i 180 °C, in adatti apparecchi che permettano il controllo della temperatura stessa, e sarà poi sparso in modo che sia garantita la regolare e completa penetrazione nei vuoti della massicciata e l'esatta uniforme distribuzione della complessiva quantità di 3,5 kg/m². Lo spandimento avverrà uniformemente e gradualmente ed a successive riprese in guisa che il bitume sia completamente assorbito.

Quando l'ultimo bitume affiorante in superficie sia ancora caldo, si procederà allo spandimento il più uniforme possibile di uno strato di minuto pietrisco di pezzatura fra 20 e 25 mm, della qualità più dura e resistente, fino a ricoprire completamente il bitume, riprendendo poi la cilindratura del sottostante strato di pietrisco sino ad ottenere il completo costipamento così che gli interstizi dovranno in definitiva essere completamente riempiti dal bitume e chiusi dal detto minuto pietrisco.

Sarà cura dell'Appaltatore di stabilire il grado di penetrazione del bitume che assicuri la migliore riuscita della pavimentazione; normalmente non maggiore di 60-80 mm nei climi caldi; da 80 a 100 mm nei climi freddi.

Qualora durante e dopo la cilindratura si manifestassero irregolarità superficiali nello strato di pietrisco

compresso e penetrato dal bitume, l'Appaltatore dovrà accuratamente eliminarle sovrapponendo altro pietrisco nelle zone depresse e proseguendo la compressione e lo spandimento di bitume minuto e pietrisco fino a raggiungere il necessario grado di regolarità della sagoma stradale.

Ultimata la compressione e la regolarizzazione di sagoma, si procederà allo spandimento di uno strato di bitume a caldo in ragione di 1,2 kg/m² con le modalità precedentemente indicate per i trattamenti superficiali col detto materiale.

Detto spandimento sarà fatto secondo linee normali alla direzione del primo spandimento di bitume e sarà coperto con uno strato di buona graniglia della pezzatura da 5 a 10 mm, in misura di 10 l/m² circa che verrà incorporato nel bitume mediante rullatura con rullo leggero, così da regolarizzare in modo perfetto la sagoma del piano viabile.

Qualora si verificassero in seguito affioramenti di bitume ancora molle, l'Appaltatore provvederà, senza ulteriore compenso, allo spandimento della conveniente quantità di graniglia nelle zone che lo richiedano, procurando che essa abbia ad incorporarsi nel bitume a mezzo di adatta rullatura leggera, in guisa da raggiungere una piena saturazione.

L'Appaltatore sarà obbligato a rifare a tutte sue cure e spese quelle parti della pavimentazione che per qualsiasi causa dessero indizio di cattiva o mediocre riuscita, e cioè dessero luogo ad accentuata deformazione della sagoma stradale ovvero a ripetute abrasioni superficiali, prima del collaudo, anche ove la strada fosse già aperta al traffico.

Art. 6.24

MANTI ESEGUITI MEDIANTE CONGLOMERATI BITUMINOSI SEMIAPERTI

Per le strade a traffico non molto intenso nelle quali si vuol mantenere una sufficiente scabrezza si potrà ricorrere a manti formati con pietrischetti o graniglia e sabbia, ed in alcuni casi anche con additivo, legati con bitumi solidi o liquidi, secondo le formule di composizione in seguito indicate.

Per ottenere tali conglomerati bituminosi in oggetto si dovranno impiegare, come aggregato grosso per manti d'usura, materiali ottenuti da frantumazione di rocce aventi elevata durezza con resistenza minima alla compressione di 1250 kg/cm².

Per strati non d'usura si potranno usare anche materiali meno pregiati. Saranno ammessi aggregati provenienti dalla frantumazione dei ciottoli e delle ghiaie.

Gli aggregati dovranno corrispondere alle granulometrie di cui in appresso.

Per assicurare la regolarità della granulometria la Direzione dei Lavori potrà richiedere che l'aggregato grosso venga fornito in due distinti assortimenti atti a dare, per miscela, granulometrie comprese nei limiti stabiliti.

Gli aggregati da impiegarsi per manti di usura non dovranno essere idrofili.

Come aggregato fino si dovranno impiegare sabbie aventi i requisiti previsti all'articolo "*Qualità e Provenienza dei Materiali*", alla lettera e), del presente capitolato.

Si potranno usare tanto sabbie naturali che sabbie provenienti dalla frantumazione delle rocce. In quest'ultimo caso si potranno ammettere anche materiali aventi più del 5% di passante al setaccio 200.

L'additivo dovrà corrispondere ai requisiti di cui alle Norme del CNR per l'accettazione dei pietrischi, pietrischetti, sabbie, additivi per le costruzioni stradali.

I bitumi solidi e liquidi dovranno corrispondere ai requisiti di cui all'articolo "*Qualità e Provenienza dei Materiali*" del presente capitolato. In seguito sono indicate le penetrazioni e le viscosità dei bitumi che dovranno essere adottate nei diversi casi.

I conglomerati dovranno risultare, a seconda dello spessore finale del manto (a costipamento ultimato), costituiti come indicato nelle tabelle che seguono.

Conglomerati del tipo I

(per risagomature, strati di fondazione, collegamento per manti di usura in strade a traffico limitato)

	A	B
	per spessori inferiori a 35 mm	per spessori superiori a 35 mm
	% in peso	% in peso
Aggregato grosso:		
Passante al crivello 25 e trattenuto al setaccio 10	-	66-81
Passante al crivello 20 e trattenuto al setaccio 10	66-81	-

Aggregato fino: Passante al setaccio 10	15-25	15-25
Bitume: Quando si impieghino bitumi liquidi è consigliabile aggiungere anche additivo, in percentuali comprese tra il 2 ed il 3% del peso totale.	4,2-5,5	4,2-5,5
Per tutti i predetti conglomerati le pezzature effettive dell'aggregato grosso entro i limiti sopra indicati saranno stabilite di volta in volta dalla Direzione dei lavori in relazione alla necessità.	-	-

*Conglomerato del tipo II
(per manti di usura su strade comuni)*

	A	B
	per spessori inferiori a 35 mm % in peso	per spessori superiori a 35 mm % in peso
Aggregato grosso: Passante al crivello 15 e trattenuto al setaccio 10 Passante al crivello 20 e trattenuto al setaccio 10	- 60 - 80	59 - 80 -
Aggregato fino: Passante al setaccio 10 e trattenuto al 200	15 - 30	15 - 30
Additivo: Passante al setaccio 200 Bitume	3 - 5 4,5 - 6,0	3 - 5 4,5 - 6,0

Si useranno bitumi di penetrazione compresa tra 80 e 200, a seconda dello spessore del manto, ricorrendo alle maggiori penetrazioni per gli spessori minori e alle penetrazioni minori per gli strati di fondazione di maggior spessore destinati a sopportare calcestruzzi o malte bituminose, tenendo anche conto delle escursioni locali delle temperature ambientali.

Impiegando i bitumi liquidi si dovranno usare i tipi di più alta viscosità; il tipo BL 150-200 si impiegherà tuttavia solo nelle applicazioni fatte nelle stagioni fredde.

Nella preparazione dei conglomerati, la formula effettiva di composizione degli impasti dovrà corrispondere, a seconda dei tipi di conglomerati richiesti di volta in volta, alle prescrizioni di cui sopra e dovrà essere preventivamente comunicata alla Direzione dei Lavori.

Per la esecuzione di conglomerati con bitumi solidi si dovrà provvedere al preventivo essiccamento e riscaldamento degli aggregati con un essiccatore a tamburo, provvisto di ventilatore per l'aspirazione della polvere. Gli aggregati dovranno essere riscaldati a temperature comprese tra i 120 °C e i 160 °C.

Il bitume dovrà essere riscaldato a temperatura compresa tra i 150°C e i 180°C. Il riscaldamento dovrà essere eseguito in caldaie idonee, atte a scaldare uniformemente tutto il materiale evitando il surriscaldamento locale, utilizzando possibilmente, per lo scambio di calore, liquidi caldi o vapori circolanti in serpentine immerse o a contatto col materiale.

Si dovrà evitare di prolungare il riscaldamento per un tempo maggiore di quello strettamente necessario. Il riscaldamento e tutte le operazioni eseguite con materiale riscaldato debbono essere condotte in modo da alterare il meno possibile le caratteristiche del legante, la cui penetrazione all'atto della posa in opera non deve risultare comunque diminuita di oltre il 30% rispetto a quella originaria.

Allo scopo di consentire il sicuro controllo delle temperature suindicate, le caldaie di riscaldamento del bitume e i sili degli aggregati caldi dovranno essere muniti di termometri fissi.

Per agevolare l'uniformità della miscela e del regime termico dell'essiccatore, il carico degli aggregati freddi nell'essiccatore dovrà avvenire mediante un idoneo alimentatore meccanico, che dovrà avere almeno tre distinti scomparti, riducibili a due per conglomerati del 1° tipo.

Dopo il riscaldamento l'aggregato dovrà essere riclassificato in almeno due diversi assortimenti, selezionati mediante opportuni vagli.

La dosatura di tutti i componenti dovrà essere eseguita a peso, preferibilmente con bilance di tipo automatico, con quadranti di agevole lettura. Si useranno in ogni caso almeno due distinte bilance: una per gli aggregati e l'altra per il bitume; quest'ultima dovrà eventualmente utilizzarsi anche per gli altri additivi.

Si potranno usare anche impianti a dosatura automatica volumetrica purché la dosatura degli aggregati sia eseguita dopo il loro essiccamento, purché i dispositivi per la dosatura degli aggregati, dell'additivo e del bitume siano meccanicamente e solidamente collegati da un unico sistema di comando atto ad evitare ogni possibile variazione parziale nelle dosature, e purché le miscele rimangano in ogni caso comprese nei limiti di

composizione suindicati.

Gli impianti dovranno essere muniti di mescolatori efficienti capaci di assicurare la regolarità e l'uniformità delle miscele.

La capacità dei miscelatori, quando non siano di tipo continuo, dovrà essere tale da consentire impasti singoli del peso complessivo di almeno 200 kg.

Nella composizione delle miscele per ciascun lavoro dovranno essere ammesse variazioni massime dell'1% per quanto riguarda la percentuale di bitume, del 2% per la percentuale di additivo, e del 10% per ciascun assortimento granulometrico stabilito, purché sempre si rimanga nei limiti estremi di composizione e di granulometria fissati per i vari conglomerati.

Per l'esecuzione di conglomerati con bitumi liquidi, valgono le norme sopra stabilite, ma gli impianti dovranno essere muniti di raffreddatori capaci di abbassare la temperatura dell'aggregato, prima essiccato ad almeno 110 °C, riducendola all'atto dell'impasto a non oltre i 70 °C.

Potrà evitarsi l'uso del raffreddatore rinunciando all'essiccazione dell'aggregato mediante l'impiego di bitume attivati con sostanze atte a migliorare l'adesione tra gli aggregati ed il bitume in presenza d'acqua. L'uso di questi materiali dovrà essere tuttavia autorizzato dalla Direzione dei Lavori e avverrà a cura e spese dell'Appaltatore.

I bitumi liquidi non dovranno essere riscaldati, in ogni caso, a più di 90 °C, la loro viscosità non dovrà aumentare per effetto del riscaldamento di oltre il 40% rispetto a quella originale.

Qualora si voglia ricorrere all'impiego di bitumi attivati per scopi diversi da quelli sopraindicati, ad esempio per estendere la stagione utile di lavoro o per impiegare aggregati idrofilii, si dovrà ottenere la preventiva autorizzazione della Direzione dei Lavori.

La posa in opera ed il trasporto allo scarico del materiale dovranno essere eseguiti in modo da evitare di modificare o sporcare la miscela e ogni separazione dei vari componenti.

I conglomerati dovranno essere portati sul cantiere di stesa a temperature non inferiori ai 110 °C, se eseguiti con bitumi solidi.

I conglomerati formati con bitumi liquidi potranno essere posti in opera anche a temperatura ambiente.

La stesa in opera del conglomerato sarà condotta, se eseguita a mano, secondo i metodi normali con appositi rastrelli metallici.

I rastrelli dovranno avere denti distanziati l'uno dall'altro di un intervallo pari ad almeno 2 volte la dimensione massima dell'aggregato impiegato e di lunghezza pari almeno 1,5 volte lo spessore dello strato del conglomerato.

Potranno usarsi spatole piane in luogo dei rastrelli solo per manti soffici di spessore inferiore ai 20 mm.

Per lavori di notevole estensione la posa in opera del conglomerato dovrà essere invece eseguita mediante finitrici meccaniche di tipo idoneo.

Le finitrici dovranno essere semoventi, munite di sistema di distribuzione in senso longitudinale e trasversale capace di assicurare il mantenimento dell'uniformità degli impasti ed un grado uniforme di assestamento in ogni punto dello strato deposto.

Dovranno consentire la stesa di strati dello spessore di volta in volta stabilito, di livellette e profili perfettamente regolari, compensando eventualmente le irregolarità della fondazione. A tale scopo i punti estremi di appoggio al terreno della finitrice dovranno distare l'uno dall'altro, nel senso longitudinale della strada, di almeno tre metri; e dovrà approfittarsi di questa distanza per assicurare la compensazione delle ricordate eventuali irregolarità della fondazione.

Per la cilindratura del conglomerato si dovranno usare compressori a rapida inversione di marcia, del peso di almeno 5 tonnellate. Per evitare l'adesione del materiale caldo alle ruote del rullo si provvederà a spruzzare queste ultime con acqua. La cilindrata dovrà essere iniziata dai bordi della strada e si procederà poi di mano in mano verso la mezzera. I primi passaggi saranno particolarmente cauti per evitare il pericolo di ondulazioni e fessurazione del manto. La cilindratura dopo il primo consolidamento del manto dovrà essere condotta anche in senso obliquo all'asse della strada e, se possibile, anche in senso trasversale.

La cilindratura dovrà essere continuata sino ad ottenere un sicuro costipamento.

Tutti gli orli e i margini comunque limitanti la pavimentazione ed i suoi singoli tratti (come i giunti in corrispondenza delle riprese di lavoro, dei cordoni laterali, delle bocchette dei servizi sotterranei, ecc.) dovranno essere spalmati con uno strato di bitume, prima di addossarvi il manto, allo scopo di assicurare la perfetta impermeabilità ed adesione delle parti.

Inoltre tutte le giunzioni e i margini dovranno essere battuti e finiti a mano con gli appositi pestelli da giunta a base rettangolare opportunamente scaldati o freddi nel caso di conglomerati preparati con bitumi liquidi.

A lavoro finito i manti dovranno presentare superficie in ogni punto regolarissima e perfettamente corrispondente alle sagome ed alle livellette di progetto o prescritte dalla Direzione dei Lavori.

A lavoro finito non vi dovranno essere in alcun punto ondulazioni o irregolarità superiori ai 5 mm misurati utilizzando un'asta rettilinea della lunghezza di tre metri appoggiata longitudinalmente sulla pavimentazione.

Art. 6.25

MANTI SOTTILI ESEGUITI MEDIANTE CONGLOMERATI BITUMINOSI CHIUSI

Per strade a traffico molto intenso, nelle quali si vuole costituire un manto resistente e di scarsa usura e ove si disponga di aggregati di particolare qualità, potrà ricorrersi a calcestruzzi bituminosi formati con elevate percentuali di aggregato grosso, sabbia, additivo, bitume.

Gli aggregati grossi dovranno essere duri, tenaci, non fragili, provenienti da rocce preferibilmente endogene, ed a fine tessitura; debbono essere non gelivi o facilmente alterabili, né frantumabili facilmente sotto il rullo o per effetto del traffico; debbono sopportare bene il riscaldamento occorrente per l'impasto; la loro dimensione massima non deve superare i 2/3 dello spessore del manto finito.

Di norma l'aggregato grosso sarà costituito da pietrischetto o graniglia ottenuti per frantumazione da rocce aventi resistenza minima alla compressione di 1250 kg/cm² nella direzione del piano di cava ed in quella normale, coefficiente di Dèval non inferiore a 12, assai puliti e tali da non perdere per decantazione in acqua più dell'uno per cento in peso. I singoli pezzi saranno per quanto possibile poliedrici.

La pezzatura dell'aggregato grosso sarà da 3 a 15 mm, con granulometria da 10 a 15 mm dal 15 al 20% - da 5 a 10 mm dal 20 al 35% - da 3 a 5 mm dal 10 al 25%.

L'aggregato fino sarà costituito da sabbia granulare preferibilmente proveniente dalla frantumazione del materiale precedente, sarà esente da polvere di argilla e da qualsiasi sostanza estranea e sarà interamente passante per lo staccio di 2 mm (n. 10 della serie A.S.T.M.); la sua perdita di peso per decantazione non dovrà superare il 2%.

La granulometria dell'aggregato fino sarà in peso:

- dal 10 al 40% fra 2 mm e 0,42 mm (setacci n. 10 e n. 40 sabbia grossa);
- dal 30 al 55% fra 0,42 mm e 0,297 mm (setacci n. 40 e n. 80 sabbia media);
- dal 16 al 45% fra 0,297 mm e 0,074 mm (setacci n. 80 e n. 200 sabbia fine).

L'additivo minerale (filler) da usare potrà essere costituito da polvere di asfalto passante per intero al setaccio n. 80 (0,297 mm) e per il 90% al setaccio n. 200 (0,074 mm) ed in ogni caso da polveri di materiali non idrofili.

I vuoti risultanti nell'aggregato totale adottato per l'impasto dopo l'aggiunta dell'additivo non dovranno eccedere il 20-22% del volume totale.

Il bitume da usarsi dovrà presentare, all'atto dell'impasto (prelevato cioè dall'immissione nel mescolatore), penetrazione da 80 a 100 ed anche fino a 120, onde evitare una eccessiva rigidità non compatibile con lo scarso spessore del manto.

L'impasto dovrà corrispondere ad una composizione ottenuta entro i seguenti limiti:

- a) aggregato grosso delle granulometrie assortite indicate, dal 40 al 60%;
- b) aggregato fino delle granulometrie assortite indicate, dal 25 al 40%;
- c) additivo, dal 4 al 10%;
- d) bitume, dal 5 all'8%.

Nei limiti sopraindicati la formula della composizione degli impasti da adottare sarà proposta dall'Appaltatore e dovrà essere preventivamente approvata dalla Direzione dei Lavori.

Su essa saranno consentite variazioni non superiori allo 0,5% in più o in meno per il bitume - all'1,5% in più o in meno per gli additivi - al 5% delle singole frazioni degli aggregati in più o in meno, purché si rimanga nei limiti della formula dell'impasto sopra indicato.

Particolari calcestruzzi bituminosi a masse chiuse e a granulometria continua potranno eseguirsi con sabbie e polveri di frantumazione per rivestimenti di massicciate di nuova costruzione o riprofilatura di vecchie massicciate per ottenere manti sottili di usura d'impermeabilizzazioni antiscivoli.

Le sabbie da usarsi potranno essere sabbie naturali di mare o di fiume o di cava o provenienti da frantumazione purché assolutamente scevre di argilla e di materie organiche ed essere talmente resistenti da non frantumarsi durante la cilindratura. Dette sabbie includeranno una parte di aggregato grosso, ed avranno dimensioni massime da 9,52 mm a 0,074 mm con una percentuale di aggregati: del 100% di passante al vaglio di 9,52 mm; dell'84% di passante al vaglio di 4,76 mm; dal 50 al 100% di passante al setaccio da 2 mm; dal 36% all'82% di passante al setaccio di 1,19 mm; dal 16 al 58% di passante al setaccio di 0,42 mm; dal 6 al 32% di passante al setaccio 0,177 mm; dal 4 al 14% di passante al setaccio da 0,074 mm.

Come legante potrà usarsi o un bitume puro con penetrazione da 40 a 200 o un cut-back medium curring di viscosità 400/500, l'uno o l'altro sempre attirato in ragione del 6 o 7,5%, del peso degli aggregati secchi; dovrà aversi una compattezza del miscuglio di almeno l'85%.

Gli aggregati dovranno essere scaldati ad una temperatura non superiore a 120 °C ed il legante del secondo tipo da 130 °C a 110 °C.

Dovrà essere possibile realizzare manti sottili che, nel caso di rivestimenti, aderiscano fortemente a preesistenti trattamenti senza necessità di strati interposti, e alla prova Hubbard Field si dovrà avere una

resistenza dopo 24 ore di 45 kg/cm².

Per l'esecuzione di comuni calcestruzzi bituminosi a massa chiusa da impiegare a caldo, gli aggregati minerali saranno essiccati e riscaldati in adatto essiccatore a tamburo provvisto di ventilatore e collegato ad alimentatore meccanico.

Mentre l'aggregato caldo dovrà essere riscaldato ad una temperatura fra i 130 °C ed i 170 °C, il bitume sarà riscaldato ad una temperatura fra 160 °C e 180 °C in adatte caldaie suscettibili di controllo mediante idonei termometri registratori.

L'aggregato caldo dovrà essere riclassificato in almeno tre assortimenti e raccolto, prima di essere immesso nella tramoggia di pesatura, in tre silii separati, uno per l'aggregato fino e due per quello grosso.

Per la formazione delle miscele dovrà usarsi una impastatrice meccanica di tipo adatto, tale da formare impasti del peso singolo non inferiore a 200 kg ed idonea a consentire la dosatura a peso di tutti i componenti e ad assicurare la perfetta regolarità ed uniformità degli impasti.

Per i conglomerati da stendere a freddo saranno adottati gli stessi apparecchi, ma il legante andrà riscaldato ad una temperatura compresa fra i 90 °C ed i 110 °C e l'aggregato sarà riscaldato in modo che all'atto della immissione nella mescolatrice abbia una temperatura compresa tra 50 °C e 80 °C.

Per tali conglomerati è inoltre consentito all'Appaltatore di proporre apposita formula nella quale l'aggregato fino venga sostituito in tutto od in parte da polvere di asfalto da aggiungersi fredda; in tal caso la percentuale di bitume da miscelare nell'impasto dovrà essere di conseguenza ridotta.

Pur rimanendo la responsabilità della riuscita a totale carico dell'Appaltatore, la composizione variata dovrà sempre essere approvata dalla Direzione dei Lavori.

Per la posa in opera, previa energica spazzatura e pulitura della superficie stradale, e dopo avere eventualmente conguagliato la massicciata con pietrischetto bitumato, se trattasi di massicciata nuda, e quando non si debba ricorrere a particolare strato di collegamento (binder), si procederà alla spalmatura della superficie stradale con un kg di emulsione bituminosa per m² ed al successivo stendimento dell'impasto in quantità idonea a determinare lo spessore prescritto, comunque mai inferiore a 66 kg/m² per manti di tre centimetri ed a 44 kg/m² per manti di due centimetri.

Per lo stendimento si adopereranno rastrelli metallici e si useranno guide di legno e sagome per l'esatta configurazione e rettifica del piano viabile e si procederà poi alla cilindratura, iniziandola dai bordi della strada e procedendo verso la mezzera, usando rullo a rapida inversione di marcia, del peso da 4 a 6 tonnellate, con ruote tenute umide con spruzzi di acqua, qualora il materiale aderisca ad esse.

La cilindratura, dopo il primo assestamento, onde assicurare la regolarità, sarà condotta anche in senso obliquo alla strada (e altresì, quando si possa, trasversalmente); essa sarà continuata sino ad ottenere il massimo costipamento.

Al termine delle opere di cilindratura, per assicurare la chiusura del manto bituminoso, in attesa del costipamento definitivo prodotto dal traffico, potrà prescriversi una spalmatura di 0,7 kg/m² di bitume a caldo eseguita a spruzzo, ricoprendola poi di graniglia analoga a quella usata per il calcestruzzo ed effettuando una ultima passata di compressore.

È tassativamente prescritto che non dovranno aversi ondulazioni del manto; questo sarà rifiutato se, a cilindratura ultimata, la strada presenterà depressioni maggiori di tre mm al controllo effettuato con aste lunghe tre metri nel senso parallelo all'asse stradale e con la sagoma nel senso normale.

Lo spessore del manto sarà fissato nell'elenco prezzi e comunque esso non sarà mai inferiore, per il solo calcestruzzo bituminoso compresso, a 20 mm ad opera finita. Il suo spessore sarà relativo allo stato della massicciata ed al preesistente trattamento protetto da essa.

La percentuale dei vuoti del manto non dovrà risultare superiore al 15%; dopo sei mesi dall'apertura al traffico tale percentuale dovrà ridursi ad essere non superiore al 5%. Inoltre il tenore di bitume non dovrà differire, in ogni tassello che possa prelevarsi, da quello prescritto di più dell'1% e la granulometria dovrà risultare corrispondente a quella indicata con le opportune tolleranze.

A garanzia dell'esecuzione l'Appaltatore assumerà la gratuita manutenzione dell'opera per un triennio. Al termine del primo anno lo spessore del manto non dovrà essere diminuito di oltre 1 mm, al termine del triennio di oltre 4 mm.

Art. 6.26 LAVORI IN FERRO

Il ferro e l'acciaio dolce delle qualità prescritte all'articolo "*Qualità e Provenienza dei Materiali*" dovranno essere lavorati diligentemente, con maestria, regolarità di forme, precisione di dimensione, e con particolare attenzione nelle saldature e bullonature. Saranno rigorosamente rifiutati tutti quei pezzi che presentassero il più leggero indizio d'imperfezione.

Per le ferramenta di qualche rilievo, l'Impresa dovrà preparare e presentare alla Direzione dei Lavori un campione, il quale, dopo approvato dalla Direzione dei Lavori stessa, dovrà servire da modello per tutta la provvista.

Per tutti i lavori in ferro, salvo contrarie disposizioni della Direzione dei Lavori, dovrà essere eseguita la coloritura a due mani di minio e a due mani successive ad olio di lino cotto con biacca e tinta a scelta.

Per i ferri da impiegare nella costruzione di opere in cemento armato vengono richiamate le norme contenute nel d.P.R. 380/2001 e s.m.i., e nel d.m. 17 gennaio 2018, avvertendo che la lavorazione dovrà essere fatta in modo che l'armatura risulti esattamente corrispondente per dimensioni ed ubicazione, alle indicazioni di progetto.

CAPITOLO 7

BARRIERE STRADALI ED OPERE ACCESSORIE

Art. 7.1

Premessa - Operazioni preliminari di sicurezza

Le barriere di sicurezza stradale e i dispositivi di ritenuta sono posti in opera essenzialmente al fine di fornire agli utenti della strada e agli esterni eventualmente presenti, accettabili condizioni di sicurezza in rapporto alla configurazione della strada, garantendo, entro certi limiti, il contenimento dei veicoli che dovessero tendere alla fuoriuscita dalla carreggiata stradale.

Le barriere di sicurezza stradale e gli altri dispositivi di ritenuta devono quindi essere idonei ad assorbire parte dell'energia di cui è dotato il veicolo in movimento, limitando contemporaneamente gli effetti d'urto sui passeggeri.

A seconda della loro destinazione ed ubicazione, le barriere ed altri dispositivi si dividono nei seguenti tipi:

- a) barriere centrali da spartitraffico;
- b) barriere laterali;
- c) barriere per opere d'arte, quali ponti, viadotti, sottovia, muri, ecc.;
- d) barriere o dispositivi per punti singolari, quali barriere per chiusura varchi, attenuatori d'urto per ostacoli fissi, letti di arresto o simili, terminali speciali, dispositivi per zone di approccio ad opere d'arte, dispositivi per zone di transizione e simili.

In particolare le barriere possono essere previste per:

- la delimitazione di strade;
- la regolazione del traffico;
- la delimitazione di aree di cantiere, di aree riservate o pericolose, di aree di parcheggio;
- la delimitazione di percorsi pedonali o ciclabili, deviazioni stradali.

Nel caso di lavori di installazione in presenza di traffico occorrerà predisporre la segnaletica stradale necessaria al fine di deviare il traffico stesso e proteggere il personale dal flusso degli automezzi, nel rispetto delle norme di sicurezza.

Lo scarico degli elementi della barriera stradale dagli automezzi di trasporto potrà avvenire con una gru installata su automezzo o mediante elevatori muniti di forche.

Il personale dovrà essere munito del previsto abbigliamento ad elevata visibilità oltre che di DPI quali scarpe, guanti, occhiali ed in particolari casi di casco, cinture di sicurezza e quanto altro previsto dallo specifico sito e dalle vigenti norme in materia di sicurezza.

Le barriere stradali, di forma e dimensione indicati in progetto, saranno eseguite ovvero installate, se approvvigionate come elementi prefabbricati, lungo il tracciato progettuale o nei luoghi che la Direzione Lavori designerà.

Le barriere di sicurezza potranno essere costituite dalle seguenti caratteristiche tecniche e costruttive:

Art. 7.2

Barriere in calcestruzzo tipo NewJersey

La barriera di sicurezza multipiego in calcestruzzo, denominata anche "barriera tipo NewJersey", trova largo uso in opere di delimitazione stradale e nella stragrande maggioranza dei casi si prescrive in forma prefabbricata a motivo della migliore finitura del prodotto e della presenza di certificazioni tecniche rilasciate in allegato dallo stabilimento di produzione.

Tale barriera antiurto, in qualsiasi configurazione sia progettualmente richiesta (es. spartitraffico, protezione laterale, ecc.) sarà conforme alle classi di contenimento con crash-test positivo ai sensi del D.M. 2367/2004 ed alla norma [UNI EN 1317](#).

Il suo profilo sarà volto a minimizzare il danno ai veicoli in caso di contatto accidentale, mantenendo nel contempo la capacità di prevenzione di salti alla corsia opposta con conseguenti scontri frontali. Il risultato sarà ottenuto permettendo alle gomme del veicolo di salire sul piede a base inclinata, la cui pendenza obbligherà la ruota e quindi il veicolo ad allontanarsi dalla barriera.

Con le dovute predisposizioni il sistema risulta essere anche un valido supporto per recinzioni e cancelli, una protezione per scarpate o pendii, curve stradali o altre casistiche progettualmente indicate.

Per evitare l'alterazione della struttura costituita da calcestruzzo, con conseguenti fessurazioni e corrosione dei ferri di armatura, sarà necessaria una miscela di composizione con caratteristiche fisiche notevoli in quanto a durabilità. Tutti gli elementi dovranno essere idonei per l'utilizzo anche in ambienti montani sottoposti a cicli di gelo-disgelo (dove di solito avviene l'utilizzo di sali disgelanti per le strade) e/o in ambienti marini sottoposti a contatto diretto con l'acqua di mare o ad aerosol marino.

Il calcestruzzo costituente il manufatto, dovrà essere classificabile come "ad alta prestazione e resistenza", con profilo esterno liscio e privo di alcuna imperfezione (es. fessure, vuoti, ecc.).

A prescindere dal sito e dalla natura di impiego del manufatto prefabbricato, dovranno essere impiegati:

- calcestruzzo armato vibrato
- cemento 42,5 R o superiore
- armatura in acciaio Fe B450C
- elementi con resistenza a compressione almeno da 600 Kg/cmq ([UNI EN 12390-3](#))
- elementi con classe di esposizione ([UNI EN 206](#)): **XF4** (resistente all'attacco di cicli di gelo-disgelo in condizioni di elevata saturazione con agente antigelo oppure acqua di mare) e/o **XS3** (resistente alla corrosione da cloruri presenti nell'acqua marina) ovvero [\\$MANUAL\\$](#)
- elementi con resistenza a flessione unitaria ([UNI EN 196-1](#)) da 60 N/cm²
- elementi prefabbricati in cls adatti all'utilizzo per recinzione con capacità portante ([UNI EN 12839](#))
- cls resistente ai cicli di gelo-disgelo ([UNI 7087](#)) 0,7 daN/m²
- capacità di assorbimento d'acqua: < 6%
- prova di adesione vernice-supporto ([UNI 8298-1](#)) (Forza media = 1,0 ton).

La finitura finale della barriera dovrà essere:

- colorata con vernice a base di quarzo e resine acriliche lavabile ed idrorepellente
ovvero
- colorata con specifica verniciatura assorbi smog e autopulente costituita da un rivestimento protettivo trasparente, antinquinamento e antibatterico al biossido di titanio
ovvero
- realizzata in ghiaio lavato e spaccato, nel caso di ambientazioni di pregio o in contesti di arredo urbano.

Accessori forniti in opera con il manufatto

- Gruppi piastra di collegamento in acciaio da montare alla base delle barriere o fissare solidamente al terreno con forme di piastre ad "L".
- Fori verticali passanti ove sarà possibile inserire pali tondi, pali piatti o a T di diverse dimensioni per la realizzazione di una recinzione o l'installazione di segnaletica verticale.

- Piastre in acciaio inserite nel getto e collegate all'armatura alle quali si fisseranno, con viti inox, i montanti di eventuali cancelli autoportanti.

Tutti gli elementi accessori alla barriera saranno forniti e montati in opera per assicurarne la prestazione richiesta, in particolare comprensivi di:

- piastre con relativi tiranti, dadi, rondelle (il tutto in acciaio zincato a caldo);
- manicotti di giunzione per barre filettate;
- eventuali compensatori di quota;
- ogni altra prestazione, fornitura ed onere incluso atto ad assicurare la classifica di normativa richiesta.

Art. 7.3

Barriere di sicurezza in acciaio ondulato

Le barriere di sicurezza sono dispositivi aventi lo scopo di realizzare il contenimento dei veicoli nella sede stradale riducendo al minimo i danni per gli occupanti del veicolo. Per ottenere queste finalità, è necessario che l'urto con la barriera non provochi il rovesciamento del veicolo e che non gli imprima una decelerazione tale da provocare danni agli occupanti. Verrà assicurato il corretto contenimento se non ci sarà superamento o sfondamento della barriera nel suo complesso e se nessun elemento longitudinale principale della barriera si rompa completamente, nessuna parte importante della barriera si stacchi completamente o presenti un pericolo improprio e nessun elemento della barriera penetri nell'abitacolo del veicolo.

Il veicolo, inoltre, dovrà essere riportato su una traiettoria tale da non diventare esso stesso un pericolo per gli altri veicoli sopraggiungenti sulla stessa carreggiata. Ciò significa che il veicolo, quando si allontanerà dalla barriera dopo l'urto dovrà farlo rimanendo in prossimità della stessa.

Livelli di prestazione

A seconda del livello di contenimento le barriere sono classificate in quattro fasce diverse (vedi tabella 1). Per ciascuna classe è previsto il superamento di differenti tipologie di prove d'accettazione (vedi tabella 2). Quanto più gravosa è la prova d'urto a cui sottoporre la barriera, maggiore è il livello di contenimento della stessa.

Livelli di contenimento	Energia cinetica massima al contenimento (KJ)	Tipologia di prova d'accettazione
Contenimento a basso angolo d'impatto T1 T2 T3	6.2 21.5 36.6	TB21 TB22 TB41 e TB21
Contenimento normale N1 N2	43.3 81.9	TB31 TB32 e TB11
Contenimento più elevato H1 H2 H3	126.6 287.5 462.1	TB42 e TB11 TB51 e TB11 TB61 e TB11
Contenimento molto elevato H4a H4b	572.0 724.6	TB71 e TB11 TB81 e TB11

Tabella 1 - classificazione barriere

Tipologia prove di accettazione	Velocità d'urto (Km/h)	Angolo d'urto (gradi)	Massa totale veicolo (kg)	Tipo di veicolo
TB11	100	20	900	autovettura
TB21	80	8	1300	autovettura
TB22	80	15	1300	autovettura
TB31	80	20	1500	autovettura
TB32	110	20	1500	autovettura
TB41	70	8	10000	autocarro
TB42	70	15	10000	autocarro

TB51	70	20	13000	autobus
TB61	80	20	16000	autocarro
TB71	65	20	30000	autocarro
TB81	65	20	38000	autoarticolato

Tabella 2 - modalità di prova

La scelta del livello di prestazione delle barriere di sicurezza da installare sarà progettualmente determinata tenendo conto di fattori che comprendono la classe di traffico della strada, la sua posizione, la geometria, l'esistenza nelle adiacenze di una struttura vulnerabile, o di una zona o di un oggetto potenzialmente pericolosi.

La barriera avrà un comportamento idoneo se sarà conforme ai requisiti di seguito riportati:

- le deformazioni del sistema (deflessione dinamica (D), larghezza operativa (W) e intrusione del veicolo (Vi)) devono essere note;
- il veicolo mantiene l'assetto verticale durante e dopo l'impatto (sono ammessi fenomeni moderati di rollio, di beccheggio e d'imbardata);
- la ridirezione dei veicoli è controllata: l'angolo di riinvio deve essere mantenuto al di sotto di una certa ampiezza;
- sono soddisfatti gli indici di severità all'urto prescritti (vedi tabella 3), in particolare, come funzione degli indici ASI e THIV.

Categorie di severità**	Valori degli indici	
A	*ASI <= 1,0	*THIV <= 33 km/h
B	*ASI <= 1,4	
C	*ASI <= 1,9	

Tabella 3 - Livelli ammessi di severità d'urto

*(ASI (Acceleration Severity Index): indice misurante la severità del moto del veicolo durante l'urto per una persona seduta, con cinture di sicurezza allacciate - THIV (Theoretical Head Impact Velocity): velocità relativa tra la testa virtuale ipotizzata come ubicata ad una distanza x0 dal punto P ed il veicolo stesso al tempo t)

**Il livello di severità dell'urto A permette un maggiore livello di sicurezza per l'occupante di un veicolo che esce di strada rispetto al livello B, e il livello B maggiore rispetto al livello C.

Tutti i componenti del dispositivo devono avere adeguata durabilità mantenendo i loro requisiti prestazionali nel tempo sotto l'influenza di tutte le azioni prevedibili.

Le barriere e tutti i dispositivi di ritenuta omologati ed installati su strada dovranno essere identificati attraverso opportuno contrassegno, da apporre sulla barriera (almeno uno ogni 100 metri di installazione) o sul dispositivo, e riportante le informazioni previste nella norma [UNI EN 1317-5](#).

I dispositivi di ritenuta stradale utilizzati ed installati saranno muniti di marcatura CE in conformità alla norma [UNI EN 1317-5](#).

La stazione appaltante, oltre a tale documentazione, acquisirà in originale o in copia conforme i rapporti delle prove al vero (crash test), effettuate su prototipi rappresentativi del dispositivo di ritenuta stradale considerato ai sensi delle norme [UNI EN 1317](#) e le modalità di esecuzione delle prove stesse.

Dettagli esecutivi

Ove previsto da progetto, dovranno essere installate barriere di sicurezza, con o senza mancorrente, in acciaio zincato conformemente alla norma [UNI EN ISO 1461](#), costituite da fascia orizzontale avente categoria sagomata multi-onda fissata a montanti in profilato metallico, infissi su manufatti o nel terreno, e da eventuale mancorrente in tubo d'acciaio zincato; le barriere dovranno essere complete di pezzi speciali, bulloneria, catarifrangenti ed ogni altro accessorio necessario.

Le fasce dovranno essere collegate tra loro ed ai sostegni mediante bulloni, staffe ed altri sistemi che non comportino saldature da fare in opera in modo che ogni pezzo della fascia possa essere sostituito senza demolizione e ricostruzione di giunti, ma esclusivamente con operazioni meccaniche di smontaggio e montaggio.

I giunti, ottenuti con sovrapposizione delle fasce collegate fra loro e fissate al montante con bulloni atti a garantire la resistenza richiesta, non dovranno presentare risvolti e risalti in senso contrario alla marcia dei veicoli.

Nell'installazione sono tollerate piccole variazioni, rispetto a quanto indicato nei certificati di omologazione, conseguenti alla natura del terreno di supporto o alla morfologia della strada (ad esempio: infissione ridotta di

qualche paletto o tirafondo; inserimento di parte dei paletti in conglomerati cementizi di canalette; eliminazione di supporti localizzati conseguente alla coincidente presenza di caditoie per l'acqua o simili).

Alla fine della posa in opera dei dispositivi, dovrà essere effettuata una verifica in contraddittorio da parte della ditta installatrice, nella persona del suo Responsabile Tecnico, e da parte del committente, nella persona del Direttore Lavori anche in riferimento ai materiali costituenti il dispositivo. Tale verifica dovrà risultare da un certificato di corretta posa in opera sottoscritto dalle parti.

Con l'installazione della barriera sarà fornito il "Manuale per l'utilizzo e l'installazione dei dispositivi di ritenuta stradale" nel quale sarà descritto compiutamente il dispositivo di ritenuta e le sue modalità di installazione al fine di consentirne la corretta installazione su strada e fornire le indicazioni necessarie per l'esecuzione degli interventi di manutenzione e ripristino a seguito di futuri danneggiamenti.

Specifiche tecniche richieste per barriera di sicurezza in acciaio ondulato

Prestazioni	
Livello di contenimento	...
Indice di severità dell'urto "ASI"	...
Classe larghezza operativa (W)	...
Classe intrusione del veicolo (VI)	...
Deflessione dinamica normalizzata (D_N)	\$MANUAL\$ m

I valori effettivi e normalizzati di deflessione dinamica, larghezza operativa e intrusione del veicolo sono ricavabili dal rapporto di prova del prodotto.

Caratteristiche dimensionali	
Altezza da filo pavimentazione	\$MANUAL\$ mm
Dimensioni complessive trasversali	... mm
Interasse tra i pali	... mm
Lunghezza tra i pali (senza terminali)	\$MANUAL\$ m

Art. 7.4 Delimitazioni in plastica tipo NewJersey

La barriera stradale tipo NewJersey in polietilene (PE) trova largo impiego in opere di delimitazione stradale temporanea, delimitazione di spazi, parcheggi, piste e simili come pure nella cantieristica urbana.

Attraverso il sistema di fissaggio delle barriere si dovrà consentire la realizzazione di configurazioni lineari, curvilinee e altre forme indicate dal progetto o dalla Direzione Lavori.

Solitamente di colorazione rossa o bianca o secondo prescrizione progettuale, di colore \$MANUAL\$, le barriere dovranno essere cave per poterle zavorrare e riempire di acqua o sabbia e garantirne la stabilità sul piano stradale.

Le barriere saranno costruite con stampaggio rotazionale senza giunzioni nè saldature, in modo da assicurare maggiore durata e resistenza agli agenti atmosferici rispetto alle barriere realizzate con tecniche ad iniezione o accoppiamento.

Tutti i modelli dovranno essere predisposti per il collegamento degli elementi fra loro e con le seguenti caratteristiche:

- Materiale: polietilene ad alta densità;
- Resistenza agli agenti atmosferici e inalterabilità dei colori nel tempo (trattamento anti UV);
- Intervallo temperatura di esercizio: da - 30°C a + 60°C.

Gli elementi della barriera potranno essere forniti, a richiesta, completi di delineatori rifrangenti, di barra di collegamento e predisposizione per l'inserimento di pali per segnaletica verticale.

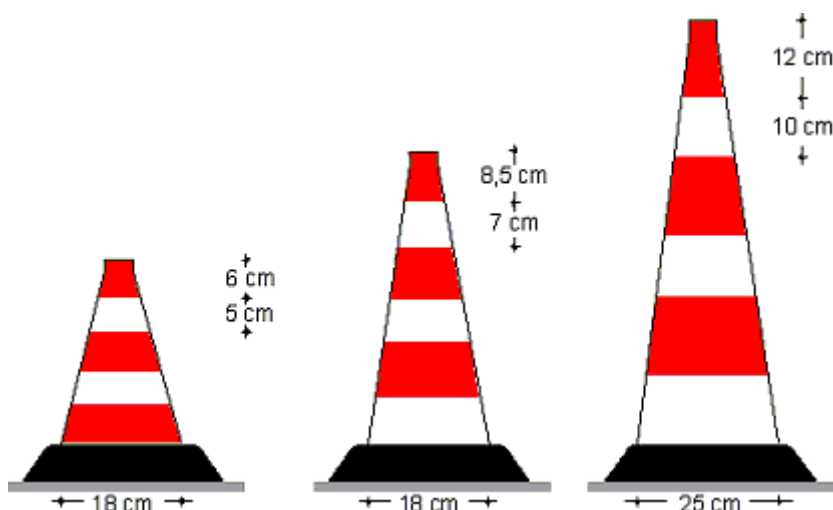
La barriera stradale sarà dotata di due tappi filettati posti rispettivamente nella parte superiore (carico) e nella parte inferiore al fine di scaricare la zavorra (acqua o sabbia).

Art. 7.5 Coni e delineatori

Il **cono** può essere usato per delimitare ed evidenziare zone di lavoro o operazioni di manutenzione stradale di durata non superiore ai due giorni, per il tracciamento di segnaletica orizzontale, incanalamenti temporanei, separazione provvisoria di opposti sensi di marcia e delimitazione di ostacoli provvisori.

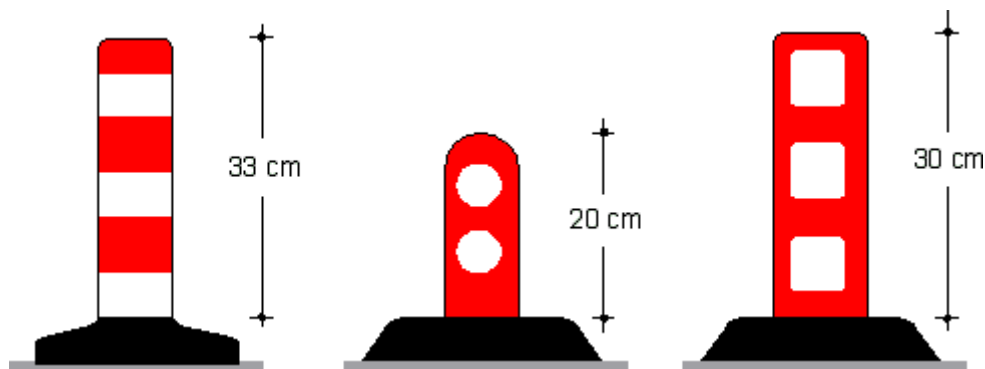
I coni da fornire e posare in opera dovranno essere costituiti da materiali flessibili quali gomma o plastica. Saranno di colore rosso con anelli di colore bianco retroriflettenti e le dimensioni saranno conformi alle indicazioni del Codice della Strada (art. 21 - vedi figura). Il cono dovrà avere una adeguata base di appoggio appesantita dall'interno o dall'esterno per garantirne la stabilità in ogni condizione.

La frequenza di posa sarà di solito di 12 m in rettilineo e di 5 m in curva. Nei centri abitati la frequenza sarà dimezzata, salvo diversa distanza necessaria per particolari situazioni della strada, del traffico o diversa indicazione della Direzione Lavori.



Il **delineatore flessibile** può essere usato per delimitare i sensi di marcia contigui, opposti o paralleli o per delimitare zone di lavoro stradale di durata superiore ai due giorni. I delineatori flessibili, lamellari o cilindrici, dovranno essere costituiti da materiali flessibili quali gomma o plastica; saranno di colore rosso con inserti o anelli di colore bianco retroriflettenti e le dimensioni saranno conformi alle indicazioni del Codice della Strada (art. 21 - vedi figura sotto). La base del delineatore dovrà essere incollabile o altrimenti fissata alla pavimentazione. I delineatori flessibili, se investiti dal traffico, dovranno piegarsi e riprendere la posizione verticale originale senza distaccarsi dalla pavimentazione.

La frequenza di posa sarà di solito 12 m in rettilineo e di 5 m in curva. Nei centri abitati la frequenza sarà dimezzata, salvo diversa distanza necessaria per particolari situazioni della strada, del traffico o diversa indicazione della Direzione Lavori.



Gli elementi prefabbricati per salvagenti pedonali e **delimitatori di corsia** possono essere realizzati in

calcestruzzo, costituiti da sezioni componibili mediante appositi incastri. Essi devono essere impiegati solo nelle zone urbane per la creazione di isole pedonali di rifugio ovvero piattaforme di carico.

Le corsie riservate, in cui è permesso il transito solo a determinate categorie di veicoli, possono essere delimitate con elementi in rilievo tali da realizzare una cordolatura longitudinale. In tal caso, gli elementi in rilievo sostituiscono la consueta striscia gialla.

Gli elementi in rilievo, da utilizzare principalmente in ambito urbano, saranno costituiti da manufatti in materiale plastico o gomma di colore giallo. Dovranno essere dotati di un solido sistema di fissaggio alla pavimentazione in modo da impedirne lo spostamento o il distacco per effetto delle sollecitazioni derivanti dal traffico e dovranno essere posizionati in modo da consentire il deflusso delle acque piovane.

Gli elementi dovranno avere una larghezza compresa tra i 15 e 30 cm, altezza compresa (tra 5 e 15 cm) con una consistenza ed un profilo tale da consentirne il sormonto in caso di necessità. Potranno essere dotati di inserti rifrangenti o di altri sistemi catadiottrici per renderli maggiormente visibili.

I delimitatori di corsia in materiale plastico o gomma, dovranno essere omologati dal Ministero competente ai sensi dell'art. 192 del d.P.R. 16 dicembre 1992, n. 495 (Regolamento di esecuzione e di attuazione del Nuovo Codice della Strada).

Tale cordolo, in gomma naturale, composto da elementi modulari di lunghezza cm \$MANUAL\$, larghezza cm \$MANUAL\$ ed altezza cm \$MANUAL\$, dovrà avere colorazione gialla realizzata in pasta e non per verniciatura, con inserti rifrangenti in preformato. I vari elementi dovranno essere possibilmente dotati di innesti maschio-femmina tali da garantire la maggior stabilità possibile durante il periodo di esercizio. Dovranno altresì essere predisposti per l'inserimento di delineatori rifrangenti verticali e flessibili quali cilindri, bandierine e simili.

Il rapporto tra base ed altezza dovrà essere compreso tra due e quattro, il profilo trasversale dovrà essere convesso e la tangente al profilo, lungo l'intero sviluppo, non dovrà formare con l'orizzontale un angolo superiore a 70°.

I vari elementi saranno posti in opera mediante fissaggio con barre filettate e/o tasselli fissati mediante malte cementizie ad espansione o fiale di materiali indurenti bicomponenti. Il costo di tali elementi di fissaggio è compreso nel prezzo e della fornitura e della posa del cordolo di che trattasi.

CAPITOLO 8

SEGNALETICA STRADALE

Art. 8.1

Segnaletica orizzontale - Generalità

Ai sensi dell'articolo 40 del Nuovo Codice della Strada d.lgs. 30 aprile 1992 n. 285 e s.m.i. i segnali orizzontali, tracciati sulla strada, servono per regolare la circolazione, per guidare gli utenti e per fornire prescrizioni od utili indicazioni per particolari comportamenti da seguire.

I segnali orizzontali si dividono in:

- a) strisce longitudinali;
- b) strisce trasversali;
- c) attraversamenti pedonali o ciclabili;
- d) frecce direzionali;
- e) iscrizioni e simboli;
- f) strisce di delimitazione degli stalli di sosta o per la sosta riservata;
- g) isole di traffico o di presegnalamento di ostacoli entro la carreggiata;
- h) strisce di delimitazione della fermata dei veicoli in servizio di trasporto pubblico di linea;
- i) altri segnali stabiliti dal regolamento.

Le strisce longitudinali possono essere continue o discontinue. Nel regolamento (Regolamento di esecuzione e di attuazione del nuovo codice della strada - d.P.R. 16 dicembre 1992, n. 495) sono stabilite norme per le forme, le dimensioni, i colori, i simboli e le caratteristiche dei segnali stradali orizzontali, nonché le loro modalità di applicazione.

La segnaletica orizzontale da realizzare sul tracciato stradale può impiegare materiali con formulazioni e tipologie applicative diverse ma conformi alla Linea guida **UNI/TR 11670**, al fine di soddisfare precise richieste comportamentali e prestazionali.

I prodotti vernicianti da utilizzare sono distinti in tre livelli così di seguito riportati:

- a) vernici a solvente per applicazioni provvisorie o per zone poco sollecitate;

- b) termospruzzati plastici per applicazioni di routine;
- c) laminati elastoplastici o prodotti speciali per applicazioni in zone ad alta pericolosità.

Qualsiasi tipo di segnaletica orizzontale da realizzare deve essere conforme a quanto stabilito dal nuovo Codice della Strada d.lgs. n. 285 del 30/04/1992, dal Regolamento d'esecuzione e d'attuazione del nuovo codice della strada d.P.R. n. 495 del 16/12/1992, dal d.P.R. 16 settembre 1996 n. 610 e dai disegni esecutivi progettuali eventualmente allegati al presente Capitolato Speciale.

Per le specifiche relative alla tipologia di segnaletica orizzontale da porre in opera e alla sua ubicazione, si rimanda all'elaborato progettuale di dettaglio allegato al capitolato.

Caratteristiche dei materiali

I materiali da utilizzare per la segnaletica orizzontale sono classificati nel seguente modo:

A) Vernici

Possono essere di due tipi:

1) idropitture con microsfere di vetro (UNI EN 1424) postspruzzate:

la vernice deve essere costituita da una miscela di resina e plastificanti, pigmenti e materiali riempitivi, il tutto contenuto in una sospensione a base d'acqua.

2) pitture a freddo con microsfere di vetro premiscelate e postspruzzate:

la vernice deve essere costituita da una miscela di resine e plastificanti, da pigmenti e materiali riempitivi, da microsfere di vetro conforme alla norma UNI EN 1423, il tutto disperso in diluenti o solventi idonei.

B) Termoplastico:

il materiale termoplastico deve essere costituito da una miscela di resine idrocarburiche sintetiche plastificate con olio minerale, da pigmenti ed aggregati, da microsfere di vetro, premiscelate e postspruzzate, da applicare a spruzzo e/o per estrusione a caldo.

C) Laminati elastoplastici:

C.1 per applicazioni provvisorie;

C.2 per applicazioni poco sollecitate;

C.3 per applicazioni altamente sollecitate.

Prestazioni

Vengono di seguito definiti i requisiti, in base a quanto previsto dalla normativa UNI EN 1436, ai quali tutti i prodotti impiegati nei servizi di segnaletica orizzontale, devono ottemperare per tutta la loro vita funzionale.

Valori minori a quelli indicati dalla scheda tecnica, che deve essere prodotta dall'appaltatore prima dell'inizio della posa in opera, sono considerati insufficienti per il mantenimento degli standard di sicurezza previsti e comportano l'immediata sostituzione del materiale.

È facoltà del Direttore dei lavori, al fine di verificare i parametri prestazionali del materiale da porre in opera, richiedere all'appaltatore e/o eseguire per proprio conto dei provini della segnaletica.

Tali provini sono costituiti da lamierini metallici, delle dimensioni di cm 30 x 100, sui quali sarà posto in opera il materiale destinato alla segnaletica orizzontale.

Saranno eseguiti rilievi della visibilità notturna (valori RL), di derapaggio (SRT) e del colore (fattore). La segnaletica orizzontale, a partire dalla posa in opera, deve essere efficiente, per tutto il periodo della sua vita funzionale, sia in termini di visibilità notturna, sia di antiscivolosità.

Gli standard prestazionali richiesti sono:

- colore;
- visibilità notturna (retroreflessione);
- resistenza al derapaggio;
- tempo d'essiccazione.

COLORE

Il colore delle vernici da utilizzare per la segnaletica orizzontale viene definito mediante le coordinate di cromaticità riferita al diagramma colorimetrico standard CIE (ISO/CIE 10526-1999).

I colori della segnaletica orizzontale devono rientrare, per tutta la durata della loro vita funzionale, all'interno dei valori indicati dalla normativa tecnica di cui sopra. La vernice dovrà essere omogenea, di consistenza liscia ed uniforme, non dovrà fare crosta né diventare gelatinosa od ispessirsi.

VISIBILITÀ NOTTURNA

La visibilità notturna della segnaletica orizzontale è determinata dall'illuminazione artificiale della segnaletica stessa e viene definita dal valore del coefficiente di luminanza retroriflessa R_L .

Il valore minimo del coefficiente di luminanza retroriflessa R_L deve essere per i prodotti di segnaletica orizzontale di tipo A, B e C e per tutta la loro vita funzionale pari a:

Tipo di materiale		Coefficiente minimo di luminanza retroriflessa $R_L * mcd * m^2 * lux^{-1}$	Classe
Permanente			
A - B	Bianco	$R_L \geq 110$	R3 ^{a)}
A - B	Giallo	$R_L \geq 110$	R3 ^{a)}
C	Bianco	$R_L \geq 110$	R3 ^{a)}
Temporaneo			
A - B - C	Giallo	$R_L \geq 110$	R3 ^{a)}

RESISTENZA AL DERAPAGGIO (SRT)

La segnaletica orizzontale deve possedere tra le sue caratteristiche la resistenza allo slittamento, determinato dal contatto tra il pneumatico e il prodotto segnaletico in condizioni sfavorevoli.

Il valore minimo, rilevato secondo le metodologie standard, deve essere per i prodotti di segnaletica orizzontale di tipo A, B e C e per tutta la loro vita funzionale di:

Classe	Valore SRT minimo
S1	$SRT \geq 45$

TEMPO D'ESSICCAZIONE

La vernice applicata sulla superficie autostradale (manto bituminoso, manto bituminoso drenante, manto in conglomerato cementizio), alla temperatura dell'aria compresa tra +10°C e + 40°C ed umidità relativa non superiore al 70%, deve asciugarsi entro 15 minuti dall'applicazione. Nel caso di termoplastico deve solidificarsi entro 30 secondi per lo spruzzato ed entro 180÷240 secondi per l'estruso.

Trascorso tale periodo di tempo la pittura non deve sporcare o scolorire sotto l'azione delle ruote gommate degli autoveicoli in transito.

Esecuzione

Le fasi di installazione, di disinstallazione e di rifacimento o manutenzione della segnaletica stradale, unitamente agli interventi eseguiti in emergenza, costituiscono attività lavorative comportanti un rischio derivante dall'interferenza con il traffico veicolare.

Per tale motivo tutte le operazioni dell'appaltatore dovranno essere eseguite nel pieno rispetto delle procedure e dei criteri minimi previsti dal Decreto ministeriale 22 gennaio 2019 e relativi allegati, con particolare attenzione a:

- Dotazioni delle squadre di intervento,
- Limitazioni operative legate a particolari condizioni ambientali
- Gestione operativa degli interventi
- Presegnalazione di inizio intervento
- Sbandieramento
- Regolamentazione del traffico con movieri
- Spostamento a piedi degli operatori
- Attraversamento a piedi delle carreggiate
- Presenza di veicoli operativi
- Entrata ed uscita dal cantiere
- Situazioni di emergenza
- Rimozione di ostacoli dalla carreggiata
- Segnalazione e delimitazione di cantieri fissi

- Segnalazione di interventi all'interno di gallerie

Segnaletica consigliata nel caso di intervento su strade aperte al traffico veicolare



Figura Il 391 Art. 31

SEGNI ORIZZONTALI IN
RIFACIMENTO



Figura Il 391c Art. 31

CORSIE A LARGHEZZA
RIDOTTA

Le superfici interessate dalla stesa della segnaletica orizzontale, dovranno essere preventivamente pulite accuratamente, in modo tale da essere liberate da ogni impurità in grado di nuocere all'adesione dei materiali impiegati. È vietata l'eliminazione di tracce d'olio o grasso per mezzo di solventi.

L'applicazione dei materiali deve avvenire su superfici asciutte e deve essere effettuata con mezzi meccanici idonei cercando inoltre di ridurre al minimo l'ingombro della carreggiata e quindi le limitazioni da imporre alla circolazione.

La posa in opera dei materiali per segnaletica orizzontale deve essere eseguita secondo i tracciati, le figure e le scritte preesistenti o stabiliti dal Direttore dei lavori. Comunque l'Appaltatore è tenuto a propria cura e spese, a effettuare la rimozione e il rifacimento della segnaletica giudicata non regolarmente eseguita anche per quanto concerne la sua geometria (dimensioni, intervalli, allineamenti, ecc.).

I materiali devono avere un potere coprente uniforme e tale da non far trasparire, in nessun caso, il colore della sottostante pavimentazione.

L'appaltatore dovrà fornire, ove contemplato dal progetto e/o dalle indicazioni del Direttore dei lavori, nella giusta dimensione, quantità e posizione, l'inserimento di catarifrangenti stradali inglobati nella segnaletica orizzontale (marker stradali o occhi di gatto) secondo i requisiti indicati dalla norma [UNI EN 1463-1](#).

Le strisce in genere, così come tutta la segnaletica orizzontale, potranno essere di ripasso o di primo impianto; l'Impresa, ovunque sia necessario, effettuerà il preventivo tracciamento secondo le dimensioni che saranno precisate dalla Direzione lavori; tale tracciamento dovrà essere eseguito con attrezzature idonee e personale qualificato in modo da ottenere un risultato di stesa geometricamente a perfetta regola d'arte.

La cancellatura della segnaletica orizzontale, sia gratuita perché ad onere dell'Impresa che a pagamento, dovrà essere eseguita con sistemi approvati dalla Stazione appaltante.

Controlli

Le prove o controlli degli standard prestazionali dei materiali previsti ai sensi della norma [UNI EN 1824](#) saranno effettuati al fine di verificare il mantenimento dei valori richiesti. Questi saranno eseguiti in contraddittorio con l'Appaltatore, e qualora questo non si presenti, l'avvenuta verifica sarà comunicata dal

Direttore dei lavori, all'Appaltatore con espresso verbale che indichi i termini di riferimento del luogo in cui è stato effettuato il prelievo e/o la prova.

Tali verifiche saranno effettuate nella quantità che la Stazione Appaltante riterrà opportuna e come previsto dalle Appendici B, C e D alla norma [UNI EN 1436](#) per i requisiti di colore, visibilità notturna e resistenza al derapaggio.

Le prove a cui saranno sottoposti i prodotti potranno essere eseguite in cantiere con l'ausilio di specifiche strumentazioni a insindacabile giudizio del Direttore dei lavori.

Art. 8.2 **Segnaletica verticale - Generalità**

Ai sensi dell'articolo 39 del Nuovo Codice della Strada d.lgs. 30 aprile 1992 n. 285 e s.m.i. i segnali verticali si dividono nelle seguenti categorie:

A) segnali di pericolo: preavvisano l'esistenza di pericoli, ne indicano la natura e impongono ai conducenti di tenere un comportamento prudente;

B) segnali di prescrizione: rendono noti obblighi, divieti e limitazioni cui gli utenti della strada devono uniformarsi; si suddividono in: a) segnali di precedenza; b) segnali di divieto; c) segnali di obbligo;

C) segnali di indicazione: hanno la funzione di fornire agli utenti della strada informazioni necessarie o utili per la guida e per la individuazione di località, itinerari, servizi ed impianti; si suddividono in:

a) segnali di preavviso; b) segnali di direzione; c) segnali di conferma; d) segnali di identificazione strade; e) segnali di itinerario; f) segnali di località e centro abitato; g) segnali di nome strada; h) segnali turistici e di territorio; i) altri segnali che danno informazioni necessarie per la guida dei veicoli; l) altri segnali che indicano installazioni o servizi.

Il Regolamento del Codice della strada (d.P.R. 16/12/1992, n. 495) stabilisce forme, dimensioni, colori e simboli dei segnali stradali verticali e le loro modalità di impiego e di apposizione.

Le parti principali di cui si compone un impianto di segnaletica verticale sono: il plinto, il sostegno (palo), il segnale o il gruppo di segnali, ed in casi di impianto segnaletico più complesso, le paline per controventature (pali che sostengono l'impianto contro la forza del vento) le staffe di ancoraggio e la bulloneria.

I plinti di fondazione dovranno essere realizzati in conglomerato cementizio, ed avere dimensioni tali, calcolate in funzione della natura dei materiali di cui è composto il sottofondo su cui impiantare il palo di sostegno, da assicurarne la perfetta stabilità e perpendicolarità rispetto al piano di calpestio.

Le paline: realizzate in acciaio zincato a caldo, a sezione circolare, con spessore e diametro idonei e lunghezza proporzionata alla quantità di segnali da sostenere ed all'altezza dal piano di calpestio prevista dal Codice della Strada, dovranno essere dotati di dispositivo antirotazione (scanalatura per tutta la lunghezza del palo, che evita la rotazione del segnale), di apposito foro all'estremità inferiore per l'inserimento dello spinotto necessario all'ancoraggio del palo al plinto e tappo di chiusura all'estremità superiore.

Per le specifiche relative alla tipologia di segnaletica verticale da porre in opera e alla sua ubicazione, si rimanda all'elaborato progettuale di dettaglio allegato al capitolato.

Caratteristiche dei materiali

I materiali di segnaletica stradale verticale ed accessori oggetto della realizzazione dovranno essere rigorosamente conformi a tutti i requisiti tecnici e normativi (comprese le caratteristiche prestazionali, tipologie, dimensioni, misure, scritte, simboli e colori) di cui al Regolamento (UE) n. 305/2011, alla norma armonizzata UNI EN 12899-1, al d.P.R. 16/12/1992, n. 495 recante il "Regolamento di esecuzione ed attuazione del nuovo Codice della Strada" e alla Norma [UNI 11480](#).

Tutti i materiali retroriflettenti costituenti la faccia a vista dei segnali verticali permanenti devono essere certificati e marcati CE ai sensi del Regolamento (UE) n.305/2011 e della norma europea UNI EN 12899-1.

Tutti i materiali retroriflettenti devono inoltre essere valutati ai sensi della Norma UNI 11480, al fine di verificarne la conformità delle prestazioni visive in condizioni diurne e stabilirne la rispondenza al livello prestazionale più idoneo, fra i tre definiti dalla norma: inferiore, base o superiore.

Nel caso di pellicole di classe 1 con "livello prestazionale inferiore", corrispondenti a quelli già definiti a normale risposta luminosa, si dovrà avere un coefficiente di retroriflessione minimo iniziale R_A non inferiore ai valori riportati nel prospetto 3 della norma UNI 11480, e dovrà mantenere almeno il 50% dei suddetti valori per il periodo minimo di 7 anni di normale esposizione verticale all'esterno nelle condizioni medie ambientali d'uso. Fa eccezione la pellicola di colore arancio che deve mantenere i requisiti di cui sopra per almeno 3 anni. Nel caso di colori realizzati mediante stampa serigrafica, stampa digitale o applicazione di trasparenti protettivi autoadesivi ad intaglio, il coefficiente di retroriflessione non deve essere inferiore al 70% dei valori su

menzionati. Tali materiali retroriflettenti possono essere usati solo limitatamente ai casi in cui ciò è consentito e ove sia prevista una vita utile del segnale stradale inferiore ai 10 anni, secondo quanto ribadito dalla Direttiva Ministeriale 4867/RU del 2013.

Le pellicole di classe 2 con "livello prestazionale base", corrispondenti a quelli già definiti ad elevata risposta luminosa, dovranno avere un coefficiente di retroriflessione minimo iniziale R_A non inferiore ai valori riportati nel prospetto 4 della norma UNI 11480, e devono mantenere almeno l'80% dei suddetti valori per il periodo minimo di 10 anni di normale esposizione verticale all'esterno nelle condizioni medie ambientali d'uso. Fa eccezione la pellicola di colore arancio che deve mantenere i requisiti di cui sopra per almeno 3 anni. Nel caso di colori realizzati mediante stampa serigrafica, stampa digitale o applicazione di trasparenti protettivi autoadesivi ad intaglio, il coefficiente di retroriflessione non deve essere inferiore al 70% dei valori su menzionati.

Le pellicole di classe 2 con "livello prestazionale superiore", corrispondenti a quelli già definiti ad altissima risposta luminosa, devono avere un coefficiente di retroriflessione minimo iniziale R_A non inferiore ai valori riportati nel prospetto 5 della norma UNI 11480, e devono mantenere almeno l'80% dei suddetti valori per il periodo minimo di 10 anni di normale esposizione verticale all'esterno nelle condizioni medie ambientali d'uso. Fa eccezione la pellicola di colore arancio che deve mantenere i requisiti di cui sopra per almeno 3 anni. Tali pellicole possono essere anche del tipo "fluoro-rifrangente", cioè con più elevato fattore di luminanza e conseguentemente più elevata visibilità diurna, caratteristica utile in particolare per la segnaletica verticale temporanea. In questo caso il coefficiente di retroriflessione minimo iniziale R_A non deve essere inferiore ai valori riportati nel prospetto 6 della norma UNI 11480. Nel caso di colori realizzati mediante stampa serigrafica, stampa digitale o applicazione di trasparenti protettivi autoadesivi ad intaglio, il coefficiente di retroriflessione non deve essere inferiore al 70% dei valori su menzionati.

L'impiego delle pellicole rifrangenti ad elevata efficienza (classe 2) è obbligatorio nei casi in cui è esplicitamente previsto dal progetto e dal presente capitolato, e per i segnali: "dare precedenza", "fermarsi e dare precedenza", "dare precedenza a destra", "divieto di sorpasso", nonché per i segnali permanenti di preavviso e di direzione. L'impiego di pellicole con tecnologia a microprismi è consentito qualora siano rispettate le caratteristiche prestazionali previste dalla norma [UNI 11122](#).

I pannelli dei segnali ed i sostegni che caratterizzano le prestazioni strutturali e la costruzione dei segnali verticali permanenti devono soddisfare i requisiti di cui alla norma UNI 11480, in applicazione alla norma armonizzata [UNI EN 12899-1](#).

I segnali stradali permanenti possono essere costruiti in acciaio, alluminio, plastica o negli altri materiali previsti dalla norma UNI EN 12899-1 purché conformi alle "**Prestazioni**" strutturali di seguito indicate.

In particolare il supporto dei segnali sarà realizzato in [\\$MANUAL\\$](#), dello spessore di mm. [\\$MANUAL\\$](#) ricavandolo da elementi perfettamente piani, al fine di non provocare al segnale stradale incurvature intollerabili. La faccia del pannello, atta all'applicazione del messaggio, deve essere completamente liscia senza alcuna scanalatura o protuberanza ed esente da sbavature.

Prestazioni

Tutti i segnali devono essere rispondenti ai tipi, dimensioni e misure prescritte dal Regolamento di esecuzione e di attuazione del Nuovo Codice della Strada, alle Norme Tecniche sulle costruzioni ed in ogni caso alle norme in vigore al momento dell'esecuzione dei lavori.

Tutti i segnali circolari, triangolari, targhe, frecce, nonché i sostegni ed i relativi basamenti di fondazione dovranno essere costruiti e realizzati sotto la completa responsabilità della Ditta aggiudicataria, in modo tale da resistere alla forza esercitata dal vento alla velocità di almeno 150 Km/h.

I carichi statici e dinamici per la valutazione delle prestazioni meccaniche e strutturali, devono essere conformi a quanto definito dal punto 5.1 della norma UNI EN 12899-1, mediante l'utilizzo dei coefficienti specificati per i rispettivi materiali.

I valori minimi per le prestazioni strutturali devono essere conformi, per tutti i materiali utilizzati, a quelli previsti dalla UNI 11480 al punto 5.3, con le seguenti classi:

- Spinta del vento: Classe WL6 o WL7
- Carico dinamico da neve: Classe DSL1 (o DSL2 , DSL3 , DSL4)
- Carichi concentrati: Classe PL1
- Deformazioni Temporanee - Flessione: Classe TDB5
- Deformazioni Temporanee - Torsione: Non richiesta

Sono accettate classi migliorative per i valori minimi prestazionali elencati.

Le dimensioni dei segnali verticali di forma standard devono essere conformi a quanto previsto dall'art. 80, comma 1 del d.P.R. 16 dicembre 1992, n. 495; le dimensioni dei segnali verticali non standard devono essere conformi a quanto previsto dall'art. 80, comma 7 dello stesso decreto.

Le tolleranze ammissibili, rispetto alle misure nominali sono:

- per la faccia a vista del segnale: +1/-12 mm, in conformità al punto 4.1. della [UNI 11480](#);
- per il pannello: -1/+7 mm, in conformità al punto 5.6 della UNI 11480.

Il raggio di curvatura non deve essere inferiore a 10 mm. Il bordo del pannello deve essere conforme al punto 5.9 della norma UNI 11480. Per motivi antinfortunistici il bordo del supporto non deve presentare pericoli di taglio.

Il retro ed il bordo dei pannelli (ad eccezione di quelli in legno) devono essere realizzati con un colore neutro e opaco.

I segnali non devono presentare perforazione della faccia a vista. Qualora realizzati in acciaio, alluminio o legno, devono avere una resistenza alla corrosione conforme al punto 5.10 della norma UNI 11480, con classe di resistenza SP1.

I fissaggi dei segnali e i sostegni devono essere conformi rispettivamente al par. 6 e al par. 7 della UNI 11480.

In particolare, i segnali - affinché siano conformi alle prescrizioni della UNI EN 12899-1, devono essere forniti provvisti di collari di aggancio per il sostegno aventi le stesse caratteristiche tecnico-costruttive e di disegno ovvero corrispondenti a quelli utilizzati nelle prove iniziali di tipo.

A tergo di ogni segnale dovranno essere indicati, a cura e spese del fornitore, una serie di iscrizioni che, globalmente, in conformità di quanto disposto al punto 7 dell'art. 77 del d.P.R. n. 495/92, non dovranno occupare una superficie maggiore di cmq. 200 ed indicare chiaramente:

- l'ente o l'amministrazione proprietari della strada;
- il marchio della ditta che ha fabbricato il segnale;
- il marchio della ditta che ha fornito o installato il segnale (non obbligatorio ma opportuno);
- l'anno di fabbricazione
- gli estremi dell'ordinanza di apposizione

Marcatura CE

La marcatura CE deve essere apposta in modo visibile, leggibile e indelebile sul prodotto o su un'etichetta ad esso applicata. Se ciò fosse impossibile o ingiustificato a causa della natura del prodotto (e solo in questo caso), essa dovrà essere apposta sull'imballaggio o sui documenti di accompagnamento.

La marcatura CE dei segnali verticali permanenti deve avvenire secondo una delle modalità indicate al punto 5.5 della UNI 11480.

E' possibile utilizzare dei sostegni circolari, a sezione quadrata o rettangolare, che possiedano la marcatura CE ai sensi del Regolamento (UE) 305/2011 sulla base della norma [UNI EN 12899-1](#).

Eventuali segnali temporanei non sono soggetti alla marcatura CE, ma l'utilizzo di pellicole retroriflettenti marcate CE è fortemente raccomandato.

Esecuzione

Le fasi di installazione, di disinstallazione e di rifacimento o manutenzione della segnaletica stradale, unitamente agli interventi eseguiti in emergenza, costituiscono attività lavorative comportanti un rischio derivante dall'interferenza con il traffico veicolare.

Per tale motivo tutte le operazioni dell'appaltatore dovranno essere eseguite nel pieno rispetto delle procedure e dei criteri minimi previsti dal Decreto ministeriale 22 gennaio 2019 e relativi allegati, con particolare attenzione a:

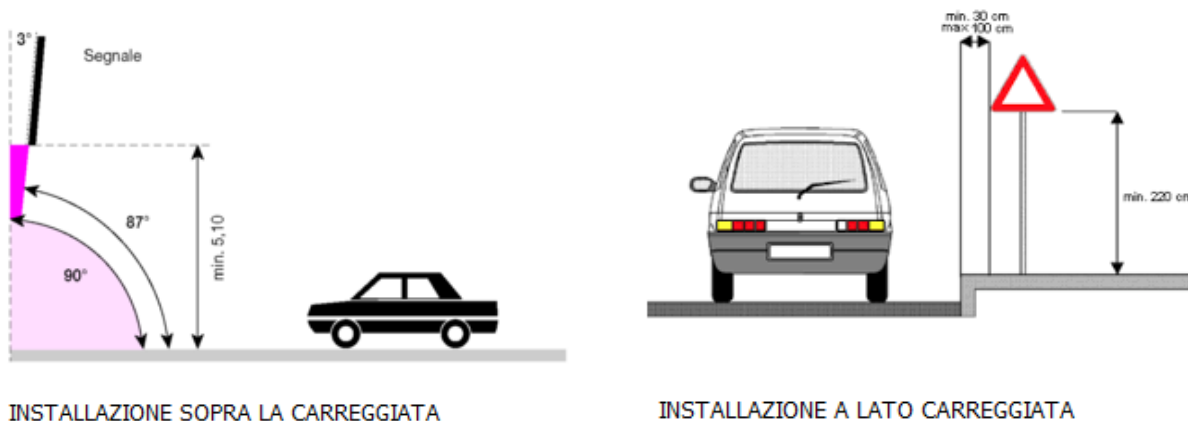
- Dotazioni delle squadre di intervento,
- Limitazioni operative legate a particolari condizioni ambientali
- Gestione operativa degli interventi
- Presegnalazione di inizio intervento
- Sbandieramento
- Regolamentazione del traffico con movieri
- Spostamento a piedi degli operatori
- Attraversamento a piedi delle carreggiate
- Presenza di veicoli operativi
- Entrata ed uscita dal cantiere
- Situazioni di emergenza
- Rimozione di ostacoli dalla carreggiata
- Segnalazione e delimitazione di cantieri fissi

- Segnalazione di interventi all'interno di gallerie

I segnali verticali sono installati, di norma, sul lato destro della strada. Possono essere ripetuti sul lato sinistro ovvero installati su isole spartitraffico o al di sopra della carreggiata, quando è necessario per motivi di sicurezza ovvero previsto dalle norme specifiche.

I segnali da ubicare sul lato della sede stradale (segnali laterali) devono avere il bordo verticale interno a distanza non inferiore a 0,30 m e non superiore a 1,00 m dal ciglio del marciapiede o dal bordo esterno della banchina (v. figura). Distanze inferiori, purché il segnale non sporga sulla carreggiata, sono ammesse in caso di limitazione di spazio. I sostegni verticali dei segnali devono essere collocati a distanza non inferiore a 0,50 m dal ciglio del marciapiede o dal bordo esterno della banchina; in presenza di barriere i sostegni possono essere ubicati all'esterno e a ridosso delle barriere medesime, purché non si determinino sporgenze rispetto alle stesse. Per altezza dei segnali stradali dal suolo si intende l'altezza del bordo inferiore del cartello o del pannello integrativo più basso dal piano orizzontale tangente al punto più alto della carreggiata in quella sezione. Su tratte omogenee di strada i segnali devono essere posti, per quanto possibile, ad altezza uniforme. L'altezza minima dei segnali laterali è di 0,60 m e la massima è di 2,20 m, ad eccezione di quelli mobili. Lungo le strade urbane, per particolari condizioni ambientali, i segnali possono essere posti ad altezza superiore e comunque non oltre 4,50 m. Tutti i segnali insistenti su marciapiedi o comunque su percorsi pedonali devono avere un'altezza minima di 2,20 m, ad eccezione delle lanterne semaforiche. I segnali collocati al di sopra della carreggiata devono avere un'altezza minima di 5,10 m, salvo nei casi di applicazione su manufatti di altezza inferiore ed avere un'altezza ed un'inclinazione rispetto al piano perpendicolare alla superficie stradale in funzione dell'andamento altimetrico della strada. Per i segnali posti ad altezza di 5,10 m, detta inclinazione sulle strade pianeggianti è di 3° circa verso il lato da cui provengono i veicoli (v. figura).

Installazione segnaletica verticale



I segnali di prescrizione devono essere installati in corrispondenza o il più vicino possibile al punto in cui inizia la prescrizione. I segnali che indicano la fine del divieto o dell'obbligo devono essere installati in corrispondenza o il più vicino possibile al punto in cui cessa il divieto o l'obbligo stesso. In funzione delle caratteristiche del materiale impiegato, la disposizione del segnale deve essere tale da non dare luogo ad abbagliamento o a riduzione di leggibilità del segnale stesso.

Controlli

Le prove o controlli degli standard prestazionali dei materiali previsti saranno effettuati al fine di verificare il mantenimento dei valori richiesti. Questi saranno eseguiti in contraddittorio con l'Appaltatore, e qualora questo non si presenti, l'avvenuta verifica sarà comunicata dal Direttore dei lavori all'Appaltatore con espresso verbale che indichi i termini di riferimento del luogo in cui è stata effettuata la verifica e/o la prova.

Le prove a cui saranno sottoposti i prodotti potranno essere eseguite in cantiere con l'ausilio di specifiche strumentazioni a insindacabile giudizio del Direttore dei lavori.

I controlli tenderanno alla verifica dei seguenti dati e parametri essenziali per la segnaletica permanente:

- Certificazioni del fornitore e del produttore;
- Categoria del Segnale stradale tra quelle individuate dal Nuovo Codice della Strada;
- Materiale del supporto;

- Spessore del materiale [mm];
- Forma del segnale così come previsto dal titolo II del Nuovo Codice della Strada;
- Formato del segnale così come previsto dal titolo II del Nuovo Codice della Strada;
- Spinta del vento così come previsto dalla norma UNI EN 12899-1 prospetto 8;
- Carico dinamico della neve: parametro strutturale del segnale così come previsto dalla norma UNI EN 12899-1 prospetto 9;
- Carichi concentrati: parametro strutturale del pannello integrativo così come previsto dalla norma UNI EN 12899-1 prospetto 10;
- Deformazione temporanea massima (Flessione): parametro strutturale del segnale così come previsto dalla norma UNI EN 12899-1 prospetto 11;
- Deformazione temporanea massima (Torsione): parametro strutturale del segnale così come previsto dalla norma UNI EN 12899-1 prospetto 12;
- Classe rifrangenza pellicole dettata dalla normativa vigente;
- Iscrizione sul retro del supporto così come previsto dalla norma UNI EN 12899-1.

CAPITOLO 9

CRITERI AMBIENTALI MINIMI - Affidamento del servizio di progettazione di interventi edilizi, affidamento dei lavori per interventi edilizi e affidamento congiunto di progettazione e lavori per interventi edilizi

AMBITO DI APPLICAZIONE DEI CAM ED ESCLUSIONI

Ai sensi dell'art. 57 del d.lgs. 36/2023 recante "*Clausole sociali del bando di gara e degli avvisi e criteri di sostenibilità energetica e ambientale*" si provvede ad inserire nella documentazione progettuale e di gara pertinente, le specifiche tecniche e le clausole contrattuali contenute nei decreti di riferimento agli specifici CAM.

Il D.M. 23 giugno 2022 (G.U. n. 183 del 6 agosto 2022) stabilisce i Criteri Ambientali Minimi per l'affidamento del servizio di progettazione ed esecuzione dei lavori di interventi edilizi⁽¹⁾.

Al riguardo la Stazione Appaltante effettua una valutazione del ciclo di vita degli edifici (**life cycle assessment – LCA**)⁽²⁾ a monte delle scelte progettuali e dei materiali mirando a:

- ridurre l'impatto ambientale prodotto degli edifici, usando le risorse in modo efficiente e circolare;
- contenere le emissioni di CO2 attraverso la realizzazione di infrastrutture verdi e l'utilizzo di materiali da costruzione organici;
- incentivare il recupero, il riciclo e il riutilizzo dei materiali anche in altri settori.

AMBITO DI APPLICAZIONE DEI CAM ED ESCLUSIONI

Le disposizioni del D.M. 23 giugno 2022 **si applicano a tutti gli interventi edilizi di lavori disciplinati dal Codice dei Contratti pubblici, ai sensi dell'art. 3 comma 1 lettera nn), oo quater) e oo quinquies)** e precisamente:

- **attività di costruzione, demolizione, recupero, ristrutturazione urbanistica ed edilizia, sostituzione, restauro, manutenzione di opere;**
- **manutenzione ordinaria;**
- **manutenzione straordinaria.**

Per gli **interventi edilizi che non riguardano interi edifici**, i CAM si applicano limitatamente ai capitoli "**2.5-Specifiche tecniche per i prodotti da costruzione**" e "**2.6-Specifiche tecniche progettuali relative al cantiere**".

Le presenti disposizioni **si applicano** agli edifici ricadenti nell'ambito della **disciplina recante il codice dei beni culturali e del paesaggio**, nonché a quelli di valore storico-culturale e testimoniale individuati dalla pianificazione urbanistica, ad esclusione dei singoli criteri ambientali (minimi o premianti) che non siano compatibili con gli interventi di conservazione da realizzare, a fronte di specifiche a sostegno della non applicabilità nella relazione tecnica di progetto, riportando i riferimenti normativi dai quali si deduca la non applicabilità degli stessi.

I criteri contenuti in questo documento, in base a quanto previsto dell'art. 57 del d.lgs. 36/2023:

- costituiscono criteri progettuali obbligatori che il progettista affidatario o gli uffici tecnici della stazione appaltante (nel caso in cui il progetto sia redatto da progettisti interni) utilizzano per la redazione del progetto di fattibilità tecnico-economica e dei successivi livelli di progettazione;
- costituiscono criteri progettuali obbligatori che l'operatore economico utilizza per la redazione del progetto definitivo o esecutivo nei casi consentiti dal Codice dei Contratti o di affidamento congiunto di progettazione ed esecuzione lavori, sulla base del progetto posto a base di gara.

Tra le prestazioni tecniche di cui agli artt. 14 a 43 del D.P.R. 5 ottobre 2010 n. 207, è prevista la redazione di una "**Relazione tecnica e relativi elaborati di applicazione CAM**", di seguito, "**Relazione CAM**", in cui il progettista indica, per ogni criterio, le scelte progettuali inerenti le modalità di applicazione, integrazione di materiali, componenti e tecnologie adottati, l'elenco degli elaborati grafici, schemi, tabelle di calcolo, elenchi ecc. nei quali sia evidenziato lo stato *ante operam*, degli interventi previsti, i conseguenti risultati raggiungibili e lo stato *post operam* e che evidenzia il rispetto dei criteri contenuti in questo documento.

Nella relazione CAM il progettista dà evidenza anche delle modalità di contestualizzazione dalle specifiche tecniche alla tipologia di opere oggetto dell'affidamento. Laddove, necessario, il progettista, dà evidenza dei motivi di carattere tecnico che hanno portato **all'eventuale applicazione parziale o mancata applicazione delle specifiche tecniche**⁽³⁾, tenendo conto di quanto previsto dell'art. 57 del d.lgs. 36/2023, che prevede l'applicazione obbligatoria delle specifiche tecniche e delle clausole contrattuali.

In tali casi è fornita, nella Relazione tecnica CAM, dettagliata descrizione del contesto progettuale e delle motivazioni tecniche per la parziale o mancata applicazione del o dei criteri contenuti in questo documento.

Resta inteso che le stazioni appaltanti hanno l'obiettivo di applicare sempre e nella misura maggiore possibile i CAM in ottemperanza all'art.34 del decreto legislativo 18 aprile 2016 n. 50.

Il progettista indica, già a partire dal progetto di fattibilità tecnico-economica, i requisiti dei prodotti da costruzione in conformità alle specifiche tecniche contenute nel presente documento e indica, inoltre, i mezzi di prova che l'appaltatore dei lavori dovrà presentare alla direzione lavori.

Verifica dei criteri ambientali e mezzi di prova

Ogni criterio ambientale, è oggetto di apposita "verifica", che viene riportata nella Relazione CAM, che descrive le informazioni, i metodi e la documentazione necessaria per accertarne la conformità.

Affidamento del servizio di progettazione per interventi edilizi

2.2 CLAUSOLE CONTRATTIALI

2.2.1 RELAZIONE CAM⁽¹⁾

L'aggiudicatario elabora una Relazione CAM in cui, per ogni criterio ambientale minimo di cui al presente documento: descrive le scelte progettuali che garantiscono la conformità al criterio; indica gli elaborati progettuali in cui sono rinvenibili i riferimenti ai requisiti relativi al rispetto dei criteri ambientali minimi; dettaglia i requisiti dei materiali e dei prodotti da costruzione in conformità ai criteri ambientali minimi contenuti nel presente documento e indica i mezzi di prova che l'esecutore dei lavori dovrà presentare alla direzione lavori.

Il contenuto di materia riciclata ovvero recuperata ovvero di sottoprodotti è dimostrato tramite una delle seguenti opzioni, producendo il relativo certificato nel quale sia chiaramente riportato il numero dello stesso, il valore percentuale richiesto, il nome del prodotto certificato, le date di rilascio e di scadenza:

1. una dichiarazione ambientale di Prodotto di Tipo III (EPD), conforme alla norma [UNI EN 15804](#) e alla norma [UNI EN ISO 14025](#), quali ad esempio lo schema internazionale EPD© o EPDIItaly©, con indicazione della percentuale di materiale riciclato ovvero recuperato ovvero di sottoprodotti, specificandone la metodologia di calcolo;
2. certificazione "ReMade in Italy®" con indicazione in etichetta della percentuale di materiale riciclato ovvero di sottoprodotto;
3. marchio "Plastica seconda vita" con indicazione della percentuale di materiale riciclato sul certificato.
4. per i prodotti in PVC, una certificazione di prodotto basata sui criteri 4.1 "Use of recycled PVC" e 4.2 "Use of PVC by-product", del marchio VinylPlus Product Label, con attestato della specifica fornitura;
5. una certificazione di prodotto, basata sulla tracciabilità dei materiali e sul bilancio di massa, rilasciata da un organismo di valutazione della conformità, con l'indicazione della percentuale di materiale riciclato ovvero recuperato ovvero di sottoprodotti.
6. una certificazione di prodotto, rilasciata da un Organismo di valutazione della conformità, in conformità alla prassi [UNI/PdR 88](#) "Requisiti di verifica del contenuto di riciclato e/o recuperato e/o sottoprodotto, presente nei prodotti", qualora il materiale rientri nel campo di applicazione di tale prassi.

Per quanto riguarda i materiali plastici, questi possono anche derivare da biomassa, conforme alla norma tecnica [UNI EN 16640](#). Le plastiche a base biologica consentite sono quelle la cui materia prima sia derivante da una attività di recupero o sia un sottoprodotto generato da altri processi produttivi.

Sono fatte salve le asserzioni ambientali auto-dichiarate, conformi alla norma [UNI EN ISO 14021](#), validate da un organismo di valutazione della conformità, in corso di validità alla data di entrata in vigore del presente documento e fino alla scadenza della convalida stessa.

Nella Relazione tecnica CAM, inoltre, il progettista dà evidenza del contesto progettuale e delle motivazioni tecniche che hanno portato all'eventuale applicazione parziale o mancata applicazione dei criteri ambientali minimi. Ciò può avvenire, ad esempio, per i seguenti motivi:

- prodotto o materiale da costruzione non previsto dal progetto;
- particolari condizioni del sito che impediscono la piena applicazione di uno o più criteri ambientali minimi, ad esempio ridotta superficie di intervento in aree urbane consolidate che ostacola la piena osservanza della percentuale di suolo permeabile o impossibilità di modifica delle facciate di edifici esistenti per garantire la prestazione richiesta sull'illuminazione naturale
- particolari destinazioni d'uso, quali locali tecnici o di servizio magazzini, strutture ricettive a bassa

frequentazione, per le quali non sono congruenti le specifiche relative alla qualità ambientale interna e alla prestazione energetica.

2.3 SPECIFICHE TECNICHE PROGETTUALI DI LIVELLO TERRITORIALE-URBANISTICO⁽¹⁾

2.3.1 Inserimento naturalistico e paesaggistico

Progetti di nuova costruzione

Il progetto garantisce la conservazione degli habitat presenti nell'area di intervento (ad esempio fossi, torrenti), anche se non contenuti negli elenchi provinciali, e la relativa vegetazione ripariale, boschi, arbusteti, cespuglieti e prati in evoluzione, siepi, filari arborei, muri a secco, vegetazione ruderale, impianti arborei artificiali legati all'agroecosistema (noci, pini, tigli, gelso, ecc.), seminativi arborati.

Tali habitat saranno interconnessi fisicamente fra di loro all'interno dell'area di progetto e ad habitat esterni.

2.3.2 Permeabilità della superficie territoriale

Progetti di nuova costruzione

La superficie territoriale permeabile, sarà superiore al **60%**.

La superficie è permeabile quando ha un coefficiente di deflusso inferiore a 0,50.

Tutte le superfici non edificate permeabili ma che non permettano alle precipitazioni meteoriche di giungere in falda perché confinate da tutti i lati da manufatti impermeabili non possono essere considerate nel calcolo.

2.3.3 Riduzione dell'effetto "isola di calore estiva" e dell'inquinamento atmosferico

Progetti di interventi di nuova costruzione e di ristrutturazione urbanistica

L'intervento garantisce:

- superficie da destinare a verde \geq al 60% di quella permeabile;
- il rispetto del DM 63/2020 "*Servizio di gestione del verde pubblico e fornitura prodotti per la cura del verde*", per le aree destinate a verde pubblico;
- valutazione dello stato quali-quantitativo del verde già presente e delle strutture delle nuove masse vegetali;
- valutazione dell'efficienza bioclimatica della vegetazione, espressa come valore percentuale della radiazione trasmessa nei diversi assetti stagionali, in particolare per le latifoglie decidue;
- indice di riflessione solare - **SRI** - \geq **29**, per superfici pavimentate, pavimentazioni di strade carrabili e di aree destinate a parcheggio o allo stazionamento di veicoli;
- le superfici esterne destinate a parcheggio o a stazionamento di veicoli saranno ombreggiate prevedendo:
 - almeno il 10% dell'area lorda del parcheggio costituita da copertura verde;
 - il perimetro dell'area delimitato da una cintura di verde di altezza non inferiore a 1 metro;
 - spazi per moto e ciclomotori, rastrelliere per biciclette in numero proporzionale ai potenziali fruitori;
- Per le coperture degli edifici sono previste sistemazioni a verde, tetti ventilati o materiali di copertura con:
 - SRI \geq 29 se la pendenza è $>$ 15%;
 - SRI \geq 76 se la pendenza è \leq 15%.

2.3.4 Riduzione dell'impatto sul sistema idrografico superficiale e sotterraneo

Progetti di interventi di nuova costruzione e di ristrutturazione urbanistica

Il progetto garantisce e prevede:

- la conservazione ovvero il ripristino della naturalità degli ecosistemi fluviali per tutta la fascia ripariale esistente;
- la manutenzione (ordinaria e straordinaria) ovvero interventi di rimozione di rifiuti e di materiale legnoso depositato nell'alveo e lungo i fossi. I lavori di ripulitura e manutenzione saranno attuati senza arrecare danno alla vegetazione ed alla eventuale fauna. I rifiuti rimossi saranno separati, inviati a trattamento a norma di legge. Qualora il materiale legnoso non potrà essere reimpiegato in loco, esso verrà avviato a recupero;
- la realizzazione di impianti di depurazione delle acque di prima pioggia (per acque di prima pioggia si

intendono i primi 5 mm di ogni evento di pioggia indipendente, uniformemente distribuiti sull'intera superficie scolante servita dalla rete di raccolta delle acque meteoriche) provenienti da superfici scolanti soggette a inquinamento;

- la realizzazione di interventi atti a garantire un corretto deflusso delle acque superficiali dalle superfici impermeabilizzate anche ai fini della minimizzazione degli effetti di eventi meteorologici eccezionali e, nel caso in cui le acque dilavate siano potenzialmente inquinate, saranno adottati sistemi di depurazione;
- l'uso di tecniche di ingegneria naturalistica per la realizzazione di interventi in grado di prevenire o impedire fenomeni di erosione, compattazione e smottamento del suolo o un corretto deflusso delle acque superficiali. Le acque raccolte in questo sistema di canalizzazioni saranno convogliate al più vicino corso d'acqua o impluvio naturale;
- azioni in grado di prevenire sversamenti di inquinanti sul suolo e nel sottosuolo, per quanto riguarda le acque sotterranee. La tutela è realizzata attraverso azioni di controllo degli sversamenti sul suolo e attraverso la captazione a livello di rete di smaltimento delle eventuali acque inquinate e attraverso la loro depurazione. La progettazione prescrive azioni atte a garantire la prevenzione di sversamenti anche accidentali di inquinanti sul suolo e nelle acque sotterranee.

2.3.5 Infrastruttura primaria

Progetti di interventi di nuova costruzione e di ristrutturazione urbanistica

In base alle dimensioni del progetto, alla tipologia di funzioni insediate e al numero previsto di abitanti o utenti, il criterio prevede diversi ambiti di intervento:

2.3.5.1 Raccolta, depurazione e riuso delle acque meteoriche

È prevista la realizzazione di una rete separata per la raccolta delle acque meteoriche. La raccolta delle acque meteoriche può essere effettuata tramite sistemi di drenaggio lineare (prodotti secondo la norma [UNI EN 1433](#)) o sistemi di drenaggio puntuale (prodotti secondo la norma [UNI EN 124](#)).

Le acque provenienti da superfici scolanti non soggette a inquinamento saranno convogliate direttamente nella rete delle acque meteoriche e poi in vasche di raccolta per essere riutilizzate a scopo irriguo ovvero per alimentare le cassette di accumulo dei servizi igienici.

Le acque provenienti da superfici scolanti soggette a inquinamento (strade carrabili, parcheggi) saranno preventivamente convogliate in sistemi di depurazione e disoleazione, anche di tipo naturale, prima di essere immesse nella rete delle acque meteoriche.

Il progetto è redatto sulla base della norma [UNI/TS 11445](#) "Impianti per la raccolta e utilizzo dell'acqua piovana per usi diversi dal consumo umano - Progettazione, installazione e manutenzione" e della norma [UNI EN 805](#) "Approvvigionamento di acqua - Requisiti per sistemi e componenti all'esterno di edifici" o norme equivalenti.

2.3.5.2 Rete di irrigazione delle aree a verde pubblico

L'irrigazione del verde pubblico sarà realizzata in ottemperanza al DM 10 marzo 2020 n. 63 "Servizio di gestione del verde pubblico e fornitura prodotti per la cura del verde".

2.3.5.3 Aree attrezzate per la raccolta differenziata dei rifiuti

Sono previste apposite aree destinate alla raccolta differenziata locale dei rifiuti provenienti da residenze, uffici, scuole, ecc., coerentemente con i regolamenti comunali di gestione dei rifiuti.

2.3.5.4 Impianto di illuminazione pubblica

I criteri di progettazione degli impianti rispondono a quelli contenuti nel documento di CAM "Acquisizione di sorgenti luminose per illuminazione pubblica, l'acquisizione di apparecchi per illuminazione pubblica, l'affidamento del servizio di progettazione di impianti per illuminazione pubblica", approvati con decreto ministeriale 27 settembre 2017.

2.3.5.5 Sottoservizi per infrastrutture tecnologiche

Sono previste apposite canalizzazioni interrato in cui concentrare tutte le reti tecnologiche previste, per una migliore gestione dello spazio nel sottosuolo. Il dimensionamento tiene conto di futuri ampliamenti delle reti.

2.3.6 Infrastrutturazione secondaria e mobilità sostenibile

Progetti di interventi di nuova costruzione e di ristrutturazione urbanistica

L'intervento sarà localizzato:

- a meno di 500 m dai servizi pubblici e dalle fermate del trasporto pubblico di superficie;
- a meno di 800 m dalle stazioni metropolitane (o servizi navetta, rastrelliere per biciclette, in corrispondenza dei nodi interscambio del trasporto pubblico);
- a meno di 2000 m dalle stazioni ferroviarie.

2.3.7 Approvvigionamento energetico

Progetti di interventi di nuova costruzione e di ristrutturazione urbanistica

Il fabbisogno energetico dell'edificio sarà soddisfatto attraverso impianti alimentati da fonti rinnovabili:

- centrali di cogenerazione o trigenerazione;
- parchi fotovoltaici o eolici;
- collettori solari termici per il riscaldamento di acqua sanitaria;
- impianti geotermici a bassa entalpia;
- sistemi a pompa di calore;
- impianti a biogas.

2.3.8 Rapporto sullo stato dell'ambiente⁽²⁾

Per le aree di nuova edificazione o di ristrutturazione urbanistica è allegato un Rapporto sullo stato dell'ambiente che descrive lo stato *ante operam* delle diverse componenti ambientali del sito di intervento (suolo, flora, fauna ecc.), completo dei dati di rilievo, anche fotografico, delle modificazioni indotte dal progetto e del programma di interventi di miglioramento e compensazione ambientale da realizzare nel sito di intervento.

2.3.9 Risparmio idrico⁽³⁾

Il progetto garantisce l'utilizzo di rubinetteria temporizzata ed elettronica con interruzione del flusso dell'acqua:

- 6 l/min per lavandini, lavabi e bidet ([UNI EN 816](#), [UNI EN 15091](#));
- 8 l/min per docce ([UNI EN 816](#), [UNI EN 15091](#));
- 6 l scarico completo, 3 l scarico ridotto per apparecchi sanitari con cassetta a doppio scarico.

2.4. SPECIFICHE TECNICHE PROGETTUALI PER GLI EDIFICI⁽¹⁾

2.4.1 Diagnosi energetica⁽¹⁾

La stazione appaltante fornisce i consumi effettivi dei singoli servizi energetici degli edifici oggetto di intervento ricavabili dalle bollette energetiche riferite ad almeno i tre anni precedenti o agli ultimi tre esercizi.

In caso di utilizzo dell'edificio da meno di tre anni o di indisponibilità di bollette dei tre anni precedenti o riferite agli ultimi tre esercizi, la stazione appaltante indicherà i consumi delle bollette energetiche riferite all'ultimo anno.

In caso di inutilizzo della struttura per oltre 5 anni, la stazione appaltante indicherà il numero di utenti previsti e le ore di presenza negli edifici.

Al riguardo sono previste procedure di diagnosi energetica differenziate a seconda del tipo di intervento e della superficie ad esso correlata; nello specifico:

- nel caso di *progetto di fattibilità tecnico economica per la ristrutturazione importante di I e di II livello di edifici con superficie $\geq 1000 \text{ m}^2$ e $< 5000 \text{ m}^2$* verrà effettuata una **Diagnosi energetica "standard"** (secondo [UNI CEI EN 16247-1](#) e [UNI CEI EN 16247-2](#) ed eseguita secondo quanto previsto dalle Linee Guida della norma [UNI/TR 11775](#)).
- nel caso di *progetto di fattibilità tecnico economica per la riqualificazione energetica e la ristrutturazione importante di I e II livello di edifici con superficie $\geq 5000 \text{ m}^2$* verrà effettuata una **Diagnosi energetica "dinamica"** (conforme alle norme [UNI CEI EN 16247-1](#) e [UNI CEI EN 16247-2](#) ed eseguita secondo quanto previsto dalle Linee Guida della norma [UNI/TR 11775](#)). I progetti saranno inoltre supportati da una valutazione dei costi benefici compiuta sulla base dei costi del ciclo di vita (secondo la [UNI EN 15459](#)).

2.4.2 Prestazione energetica⁽³⁾

Progetti di interventi di nuova costruzione, demolizione e ricostruzione e di ristrutturazione importante di I livello

Il progetto garantisce adeguate condizioni di comfort termico negli ambienti interni tramite una delle seguenti opzioni:

- la massa superficiale (valutata secondo il comma 29 dell'Allegato A del decreto legislativo 19 agosto 2005, n. 192), riferita ad ogni singola struttura opaca verticale dell'involucro esterno, sarà $\geq 250 \text{ kg/m}^2$;

la trasmittanza termica periodica Y_{ie} (calcolata secondo la [UNI EN ISO 13786](#)), riferita ad ogni singola struttura opaca dell'involucro esterno, deve essere:

- < **0,09 W/m²K** per *pareti opache verticali*;
- < **0,16 W/m²K** per *pareti opache orizzontali ed inclinate* (ad eccezione di quelle del quadrante Nordovest/Nord/Nordest);
- il numero di ore di occupazione del locale sarà > **dell'85%** delle ore di occupazione del locale tra il 20 giugno e il 21 settembre, considerando la condizione in cui $|\theta_o - \theta_{rif}| < 4^\circ\text{C}$ (θ_o = Temperatura operante, in assenza di impianto di raffrescamento, θ_{rif} = Temperatura di riferimento).

2.4.3 Impianti di illuminazione per interni

Progetti di interventi di nuova costruzione, demolizione e ricostruzione e ristrutturazione

Il progetto prevede che gli impianti di illuminazione per interni saranno conformi alla norma [UNI EN 12464-1](#) con le seguenti caratteristiche:

- sistemi di gestione degli apparecchi di illuminazione in grado di effettuare accensione, spegnimento e dimmerizzazione in modo **automatico** su base oraria e sulla base degli eventuali apporti luminosi naturali⁽⁴⁾;
- lampade a LED con durata minima di **50.000 ore**.

2.4.5 Aerazione, ventilazione e qualità dell'aria

Gli impianti di ventilazione meccanica garantiscono la qualità dell'aria interna dei locali abitabili.

Al riguardo:

- nel caso di *nuove costruzioni, demolizione e ricostruzione, ampliamento, sopra elevazione e ristrutturazioni importanti di I livello* saranno garantite le portate d'aria esterna previste dalla [UNI 10339](#), o almeno la Classe II della [UNI EN 16798-1](#), purchè, in entrambi i casi, siano rispettati i requisiti di benessere termico e di contenimento del fabbisogno di energia termica per ventilazione.
- Nel caso di *ristrutturazioni importanti di II livello e riqualificazioni energetiche*, se non è possibile garantire le portate previste dalla [UNI 10339](#) o la Classe II della [UNI EN 16798-1](#), sarà conseguita almeno la Classe III rispettando i requisiti previsti dal criterio di benessere termico.

Le strategie di ventilazione adottate dovranno limiteranno la dispersione termica, il rumore, il consumo di energia, l'ingresso dall'esterno di agenti inquinanti e di aria fredda e calda nei mesi invernali ed estivi.

Gli impianti di ventilazione, per contenere il fabbisogno di energia termica per ventilazione, saranno dotati di un sistema di recupero di calore, ovvero di un sistema integrato per il recupero dell'energia contenuta nell'aria estratta per trasferirla all'aria immessa (pre-trattamento per il riscaldamento e raffrescamento dell'aria, già filtrata, da immettere negli ambienti).

2.4.6 Benessere termico

Il benessere termico e la qualità dell'aria interna sono garantiti attraverso:

- condizioni conformi almeno alla **classe B** in termini di PMV (Voto Medio Previsto) e di PPD (Percentuale Prevista di Insoddisfatti), ai sensi della norma [UNI EN ISO 7730](#);
- la verifica dell'assenza di discomfort locale.

2.4.7 Illuminazione naturale

Progetti di ristrutturazione urbanistica, nuova costruzione, demolizione e ricostruzione

La dotazione minima dell'illuminazione naturale all'interno dei locali regolarmente occupati è garantita attraverso:

- *illuminamento da luce naturale verificato almeno nel 50%* dei punti di misura all'interno del locale (per almeno metà delle ore di luce diurna) di almeno:
 - **300 lux** (livello minimo)
 - **500 lux** per le scuole primarie e secondarie (livello medio)
 - **750 lux** per le scuole materne e gli asili nido (livello ottimale)
- *illuminamento da luce naturale verificato almeno nel 95%* dei punti di misura all'interno del locale (per almeno metà delle ore di luce diurna) di almeno:
 - **100 lux** (livello minimo)
 - **300 lux** per le scuole primarie e secondarie (livello medio)
 - **500 lux** per le scuole materne e gli asili nido (livello ottimale)

Nel caso di destinazione d'uso residenziale, inoltre, le superfici illuminanti della zona giorno (soggiorno, sala da pranzo, cucina) saranno orientate da EST a OVEST, passando per SUD.

Nei progetti di *ristrutturazione edilizia, restauro e risanamento conservativo*, quando non sono possibili soluzioni architettoniche tali da garantire idonea distribuzione dei livelli di illuminamento, il **fattore medio di luce diurna** sarà:

- > **2%** per qualsiasi destinazione d'uso;
- > **3%** per scuole materne, asili nido, scuole primarie e secondarie.

2.4.8 Dispositivi di ombreggiamento⁽⁵⁾

Progetti di ristrutturazione urbanistica, nuova costruzione, demolizione e ricostruzione

Le parti trasparenti esterne degli edifici, sia verticali che inclinate, saranno dotate di schermature fisse o mobili verso l'esterno e con esposizione da EST a OVEST, passando per SUD. Le schermature avranno **fattore di trasmissione solare totale $\leq 0,35$** come definito dalla norma [UNI EN 14501](#).

2.4.9 Tenuta all'aria

Il livello di tenuta dell'aria dell'involucro delle unità immobiliari riscaldate garantisce:

- il mantenimento dell'efficienza energetica dei pacchetti coibenti, preservandoli da fughe di calore;
- l'assenza di rischio di formazione di condensa interstiziale nei pacchetti coibenti, nodi di giunzione tra sistema serramento e struttura, tra sistema impiantistico e struttura e nelle connessioni delle strutture stesse;
- il mantenimento della salute e durabilità delle strutture, evitando la formazione di condensa interstiziale con conseguente ristagno di umidità nelle connessioni delle strutture stesse;
- il corretto funzionamento della ventilazione meccanica controllata.

Al riguardo, si riportano i valori n50 dei volumi di aria da ricambiare ogni ora all'interno dell'edificio (con differenza di pressione 50Pa) e verificati dalla norma [UNI EN ISO 9972](#):

- *Nuove costruzioni:*
n50 < 2 (valore minimo)
n50 < 1 (valore premiante)
- *Interventi di ristrutturazione importante di I livello:*
n50 < 3,5 (valore minimo)
n50 < 3 (valore premiante)

2.4.10 Inquinamento elettromagnetico negli ambienti interni

Per limitare l'esposizione degli ambienti interni ai campi magnetici a bassa frequenza (ELF) indotti da quadri elettrici, montanti, dorsali di conduttori, saranno adottati i seguenti accorgimenti:

- posizionamento di quadro generale, contatori e colonne montanti all'esterno e non in adiacenza ai locali;
- posa degli impianti elettrici secondo uno schema a "stella", ad "albero", a "lisca di pesce", mantenendo i conduttori di un circuito il più possibile vicino l'uno all'altro;
- posa dei conduttori di ritorno degli impianti elettrici affiancati alle fasi di andata e alla minima distanza possibile;
- posizionamento degli access-point dei sistemi wi-fi ad altezze maggiori delle persone e distanti da aree ad elevata frequentazione o permanenza.

2.4.12 Radon

Per ridurre la concentrazione di Radon, viene fissato un livello massimo di riferimento, espresso in termini di valore medio annuo, pari a 200 Bq/m³.

2.4.13 Piano di manutenzione dell'opera

Per ottimizzare la gestione dell'opera e gli interventi di manutenzione, il progettista dovrà archiviare la documentazione tecnica riguardante l'edificio nella sua rappresentazione BIM⁽⁶⁾.

L'obiettivo è quello di spingere verso l'utilizzo di formati aperti openBIM e IFC (Industry Foundation Classes), al fine di favorire lo scambio di dati e informazioni relative al fabbricato e al suo modello digitale.

I documenti da archiviare sono:

- relazione generale;
- relazioni specialistiche;
- elaborati grafici;
- elaborati grafici dell'edificio "come costruito" – modello "as built" e relativa documentazione fotografica, inerenti sia alla parte architettonica che agli impianti tecnologici;
- piano di manutenzione dell'opera e delle sue parti, suddiviso in:
 - a) manuale d'uso;
 - b) manuale di manutenzione;
 - c) programma di manutenzione;
 - d) programma di monitoraggio e controllo della qualità dell'aria interna dell'edificio;
- piano di gestione e irrigazione delle aree verdi;
- piano di fine vita, in cui sia presente l'elenco di tutti i materiali, componenti edilizi e degli elementi prefabbricati che possono essere in seguito riutilizzati o riciclati.

2.4.14 Disassemblaggio e fine vita⁽⁷⁾

Il progetto relativo a edifici di nuova costruzione, inclusi gli interventi di demolizione e ricostruzione e ristrutturazione edilizia, prevede che almeno il **70% peso/peso** dei componenti edilizi e degli elementi prefabbricati utilizzati nel progetto, esclusi gli impianti, sia sottoponibile, a fine vita, a *disassemblaggio o demolizione selettiva* (decostruzione) per essere poi sottoposto a preparazione per il **riutilizzo, riciclaggio** o altre operazioni di **recupero**.

2.5. SPECIFICHE TECNICHE PER I PRODOTTI DA COSTRUZIONE⁽¹⁾

2.5.1 Emissioni negli ambienti confinati (inquinamento indoor)⁽²⁾

Le categorie di materiali elencate di seguito rispettano le prescrizioni sui limiti di emissione esposti nella successiva tabella:

- a. pitture e vernici per interni;
- b. pavimentazioni (sono escluse le piastrelle di ceramica e i laterizi, qualora non abbiano subito una lavorazione post cottura con applicazioni di vernici, resine o altre sostanze di natura organica), incluso le resine liquide;
- c. adesivi e sigillanti;
- d. rivestimenti interni (escluse le piastrelle di ceramica e i laterizi);
- e. pannelli di finitura interni (comprensivi di eventuali isolanti a vista);
- f. controsoffitti;
- g. schermi al vapore sintetici per la protezione interna del pacchetto di isolamento.

Limite di emissione ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) a 28 giorni	
Benzene	1
Tricloroetilene (trielina)	1
Di-2-etilesifalato (DEHP)	1
Dibutifalato (DBP)	1
COV totali	1500
Formaldeide	< 60
Acetaldeide	< 300
Toluene	< 450
Tetracloroetilene	< 350
Xilene	< 300
1,2,4 - Trimetilbenzene	< 1500
1,4 - diclorobenzene	< 90
Etilbenzene	< 1000
2 - Butossietanolo	< 1500
Stirene	< 350

2.5.2 Calcestruzzi confezionati in cantiere e preconfezionati

I calcestruzzi confezionati in cantiere e preconfezionati avranno un contenuto di materia recuperata, riciclata, sottoprodotti pari ad almeno il 5% sul peso del prodotto, inteso come somma delle tre frazioni (riciclata, recuperata e sottoprodotti):

$$\% = \frac{\text{peso secco delle materie riciclate, recuperate, sottoprodotti}}{\text{peso del cls al netto dell'acqua}}$$

2.5.3 Prodotti prefabbricati in calcestruzzo, in calcestruzzo aerato autoclavato e in calcestruzzo vibrocompresso

Il contenuto di materia recuperata, riciclata, sottoprodotti, inteso come somma delle tre frazioni (riciclata, recuperata e sottoprodotti), sarà:

- \geq **5%** sul peso del prodotto nel caso di *prodotti prefabbricati in calcestruzzo*;
- \geq **7,5%** sul peso del prodotto nel caso di *blocchi per muratura in cls aerato autoclavato*.

2.5.4 Acciaio

L'acciaio con **fini strutturali**, sarà prodotto con un contenuto minimo di materie recuperate, riciclate, sottoprodotti (inteso come somma delle tre frazioni) pari al:

- **75%** per acciaio da forno elettrico non legato;
- **60%** per acciaio da forno elettrico legato⁽³⁾;
- **12%** per acciaio da ciclo integrale.

Per quanto riguarda, invece, l'acciaio con **fini non strutturali**, il contenuto minimo di materie recuperate, riciclate, sottoprodotti (inteso come somma delle tre frazioni) sarà pari al:

- **65%** - acciaio da forno elettrico non legato;
- **60%** - acciaio da forno elettrico legato;
- **12%** - acciaio da ciclo integrale.

2.5.5 Laterizi

I laterizi usati per muratura e solai, avranno un contenuto di materie recuperate, riciclate, sottoprodotti (sul secco), inteso come somma delle singole frazioni utilizzate:

- **≥ 15%** sul peso del prodotto;
- **≥ 10%** sul peso del prodotto, se i laterizi contengono solo materia riciclata, recuperata.

Per quanto riguarda, invece, i laterizi impiegati per coperture, pavimenti e muratura faccia vista, il contenuto di materie recuperate, riciclate, sottoprodotti (sul secco), sarà:

- **≥ 7,5%** sul peso del prodotto;
- **≥ 5%** sul peso del prodotto, se i laterizi contengono solo materia riciclata, recuperata.

2.5.6 Prodotti legnosi⁽⁴⁾

I prodotti legnosi impiegati in elementi strutturali saranno costituiti da materie prime vergini e corredati di Certificazione FSC o PEFC (supportate, in fase di consegna, da un documento di vendita o di trasporto riportante la dichiarazione di certificazione).

Se i prodotti legnosi sono, invece, impiegati come isolanti, questi saranno costituiti prevalentemente da materie prime seconde (legno riciclato) e corredati di una certificazione di catena di custodia rilasciata da organismi di valutazione della conformità, che attestino almeno il 70% di materiale riciclato, quale:

- FSC Riciclato: attesta il 100% di contenuto di materiale riciclato;
- PEFC: attesta almeno il 70% di contenuto di materiale riciclato;
- ReMade in Italy, con indicazione della % di materiale riciclato in etichetta;
- Marchio di qualità ecologica Ecolabel EU.

2.5.7 Isolanti termici ed acustici⁽⁵⁾

Con il termine **isolanti**, si intendono quei prodotti da costruzione con funzione di isolamento termico, ovvero acustico, costituiti da:

- uno o più materiali isolanti (ogni singolo materiale isolante utilizzato deve rispettare i requisiti qui previsti);
- un insieme integrato di materiali non isolanti e isolanti, p.es laterizio e isolante (in questo caso solo i materiali isolanti devono rispettare i requisiti qui previsti).

Gli isolanti termici utilizzati per l'isolamento dell'involucro dell'edificio (esclusi quelli usati per l'isolamento degli impianti) avranno i seguenti requisiti:

- a) Marcatura CE (data da norma di prodotto armonizzata come materiale isolante o ETA per cui il fabbricante può redigere la dichiarazione di prestazione DoP e apporre la marcatura);
- b) concentrazione inferiore allo 0,1% (peso/peso) delle sostanze incluse nell'elenco di sostanze estremamente preoccupanti, secondo il regolamento REACH;
- c) assenza di agenti espandenti che causino la riduzione dello strato di ozono (ODP), come per esempio gli HCFC;
- d) assenza di prodotti o formulati utilizzando catalizzatori al piombo;
- e) concentrazione di agenti espandenti inferiori al 6% del peso del prodotto finito (nel caso in cui

- sono prodotti da una resina di polistirene espandibile);
 f) lane minerali conformi alla Nota Q o alla nota R di cui al regolamento (CE) n. 1272/2008 (CLP).

Si riportano nella tabella di seguito le quantità minime di materiale riciclato, recuperato, sottoprodotti (valutate sul peso come somma delle tre frazioni), previste per le principali tipologie di isolanti:

Materiale	Contenuto cumulativo di materiale recuperato, riciclato ovvero sottoprodotti
Cellulosa (Gli altri materiali di origine legnosa rispondono ai requisiti di cui al criterio "2.5.6-Prodotti legnosi").	80%
Lana di vetro	60%
Lana di roccia	15%
Vetro cellulare	60%
Fibre in poliestere ⁷	50% (per gli isolanti composti da fibre di poliestere e materiale rinnovabile, tale percentuale minima può essere del 20% se il contenuto di materiale da fonte rinnovabile è almeno pari all'85% del peso totale del prodotto. Secondo la norma UNI EN ISO 14021 i materiali rinnovabili sono composti da biomasse provenienti da una fonte vivente e che può essere continuamente reintegrata.)
Polistirene espanso sinterizzato (di cui quantità minima di riciclato 10%)	15%
Polistirene espanso estruso (di cui quantità minima di riciclato 5%)	10%
Poliuretano espanso rigido	2%
Poliuretano espanso flessibile	20%
Agglomerato di poliuretano	70%
Agglomerato di gomma	60%
Fibre tessili	60%

2.5.8 Tramezzature, contropareti perimetrali e controsoffitti

Tramezzature, contropareti perimetrali e controsoffitti, realizzati con sistemi a secco, avranno un contenuto di materia recuperata, riciclata, sottoprodotti, inteso come somma delle tre frazioni:

- **≥ 10%**;
- **≥ 5%** nel caso di prodotti a base di gesso.

2.5.9 Murature in pietrame e miste

Il progetto prevede l'uso di solo materiale riutilizzato o di recupero (pietrame e blocchetti).

2.5.10.1 Pavimentazioni dure

Le piastrelle di ceramica saranno conformi ai criteri ecologici riportati nella Decisione 2009/607/CE, fissati per l'assegnazione del marchio comunitario di qualità ecologica alle coperture dure. Al riguardo si considerano i seguenti criteri:

1. ragione delle materie prime

- 2.2. Limitazione della presenza di alcune sostanze negli additivi (solo piastrelle smaltate), quali metalli pesanti come piombo, cadmio e antimonio
- 4.2. Consumo e uso di acqua
- 4.3. Emissioni nell'aria (solo per i parametri Particolato e Fluoruri)
- 4.4. Emissioni nell'acqua
- 5.2. Recupero dei rifiuti
- 6.1. Rilascio di sostanze pericolose (solo piastrelle vetrificate)

In fase di consegna dei materiali, inoltre, la rispondenza al criterio sarà verificata utilizzando prodotti recanti alternativamente:

- il Marchio Ecolabel UE;
- una dichiarazione ambientale ISO di Tipo III, conforme alla norma [UNI EN 15804](#) e alla norma [ISO 14025](#) da cui si evinca il rispetto del presente criterio;
- una dichiarazione ambientale di Prodotto di Tipo III (EPD), conforme alla norma [UNI EN 15804](#) e alla norma [UNI EN ISO 14025](#), quali ad esempio lo schema internazionale EPD© o EPDIItaly©.

2.5.10.2 Pavimenti resilienti⁽⁶⁾

Il contenuto di materia recuperata, riciclata, sottoprodotti, inteso come somma delle tre frazioni, sarà:

- $\geq 20\%$ sul peso del prodotto, nel caso di pavimentazioni costituite da materie plastiche;
- $\geq 10\%$ sul peso del prodotto, nel caso di pavimentazioni costituite da gomma.

Le pavimentazioni non devono essere prodotte utilizzando ritardanti di fiamma che siano classificati pericolosi ai sensi del Regolamento (CE) n. 1272/2008 (CLP) e s.m.i.

Il requisito sarà poi verificato tramite documentazione tecnica del fabbricante con allegate le schede dei dati di sicurezza, rapporti di prova o altra documentazione tecnica di supporto attestante che le pavimentazioni non siano prodotte utilizzando ritardanti di fiamma classificati pericolosi dal regolamento (CE) n. 1272/2008 (CLP).

2.5.11 Serramenti ed oscuranti in PVC

I serramenti oscuranti in PVC saranno prodotti con un contenuto di materie recuperate, riciclate, sottoprodotti pari ad almeno il **20%** sul peso del prodotto, inteso come somma delle tre frazioni.

2.5.12 Tubazioni in PVC e Polipropilene

Le tubazioni in PVC e polipropilene saranno prodotte con un contenuto di materie recuperate, riciclate, sottoprodotti pari ad almeno il **20%** sul peso del prodotto, inteso come somma delle tre frazioni.

2.5.13 Pitture e vernici

Il progetto prevede l'utilizzo di pitture e vernici con uno o più dei seguenti requisiti:

- Marchio di qualità ecologica Ecolabel UE;
- assenza di additivi a base di cadmio, piombo, cromo esavalente, mercurio, arsenico o selenio che determinano una concentrazione superiore allo 0,010 % in peso, per ciascun metallo sulla vernice secca;
- assenza di sostanze, miscele classificate come pericolose per l'ambiente acquatico di categoria 1 e 2 con i seguenti codici: H400, H410, H411, ai sensi del regolamento (CE) n. 1272/2008 (CLP) e s.m.i. (tale criterio va utilizzato, qualora ritenuto opportuno dalla stazione appaltante);
- rapporti di prova rilasciati da laboratori accreditati, con evidenza delle concentrazioni dei singoli metalli pesanti sulla vernice secca;
- dichiarazione sostitutiva del legale rappresentante attestante che le vernici, miscele usate non rientrino nella lista delle sostanze classificate come pericolose, con allegato fascicolo tecnico datato e firmato.

2.6. SPECIFICHE TECNICHE PROGETTUALI RELATIVE AL CANTIERE⁽¹⁾

2.6.1 Prestazioni ambientali del cantiere

Le attività di preparazione e conduzione del cantiere prevedono le seguenti azioni:

1. individuazione delle possibili criticità legate all'impatto nell'area di cantiere e alle emissioni di inquinanti sull'ambiente circostante, e delle misure previste per la loro eliminazione o riduzione.
2. definizione delle misure da adottare per la protezione delle risorse naturali, paesistiche e storicoculturali presenti nell'area del cantiere quali la recinzione e protezione degli ambiti interessati da fossi e torrenti (fasce ripariali) e da filari o altre formazioni vegetazionali autoctone. Qualora l'area di cantiere ricada in siti tutelati ai sensi delle norme del piano paesistico si applicano le misure previste;
3. rimozione delle specie arboree e arbustive alloctone invasive (in particolare, *Ailanthus altissima* e *Robinia pseudoacacia*), comprese radici e ceppaie. Per l'individuazione delle specie alloctone si dovrà fare riferimento alla "Watch-list della flora alloctona d'Italia" (Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare, Carlo Blasi, Francesca Pretto & Laura Celesti-Grapow);
4. protezione delle specie arboree e arbustive autoctone. Gli alberi nel cantiere devono essere protetti con materiali idonei, per escludere danni alle radici, al tronco e alla chioma. Non è ammesso usare gli alberi per l'infissione di chiodi, appoggi e per l'installazione di corpi illuminanti, cavi elettrici etc.;
5. disposizione dei depositi di materiali di cantiere non in prossimità delle preesistenze arboree e arbustive autoctone (è garantita almeno una fascia di rispetto di dieci metri);
6. definizione delle misure adottate per aumentare l'efficienza nell'uso dell'energia nel cantiere e per minimizzare le emissioni di inquinanti e gas climalteranti, con particolare riferimento all'uso di tecnologie a basso impatto ambientale (lampade a scarica di gas a basso consumo energetico o a led, generatori di corrente eco-diesel con silenziatore, pannelli solari per l'acqua calda ecc.);
7. fermo restando l'elaborazione di una valutazione previsionale di impatto acustico ai sensi della legge 26 ottobre 1995, n. 447, "Legge quadro sull'inquinamento acustico", definizione di misure per l'abbattimento del rumore e delle vibrazioni, dovute alle operazioni di scavo, di carico e scarico dei materiali, di taglio dei materiali, di impasto del cemento e di disarmo ecc, e l'eventuale installazione di schermature/coperture antirumore (fisse o mobili) nelle aree più critiche e nelle aree di lavorazione più rumorose, con particolare riferimento alla disponibilità ad utilizzare gruppi elettrogeni super silenziati e compressori a ridotta emissione acustica;
8. definizione delle misure per l'abbattimento delle emissioni gassose inquinanti con riferimento alle attività di lavoro delle macchine operatrici e da cantiere che saranno impiegate, tenendo conto delle "fasi minime impiegabili": fase III A minimo a decorrere da gennaio 2022. Fase IV minimo a decorrere dal gennaio 2024 e la V dal gennaio 2026 (le fasi dei motori per macchine mobili non stradali sono definite dal regolamento UE 1628/2016 modificato dal regolamento UE 2020/1040);
9. definizione delle misure atte a garantire il risparmio idrico e la gestione delle acque reflue nel cantiere e l'uso delle acque piovane e quelle di lavorazione degli inerti, prevedendo opportune reti di drenaggio e scarico delle acque;
10. definizione delle misure per l'abbattimento delle polveri e fumi anche attraverso periodici interventi di irrorazione delle aree di lavorazione con l'acqua o altre tecniche di contenimento del fenomeno del sollevamento della polvere;
11. definizione delle misure per garantire la protezione del suolo e del sottosuolo, impedendo la diminuzione di materia organica, il calo della biodiversità nei diversi strati, la contaminazione locale o diffusa, la salinizzazione, l'erosione etc., anche attraverso la verifica continua degli sversamenti accidentali di sostanze e materiali inquinanti e la previsione dei relativi interventi di estrazione e smaltimento del suolo contaminato;
12. definizione delle misure a tutela delle acque superficiali e sotterranee, quali l'impermeabilizzazione di eventuali aree di deposito temporaneo di rifiuti non inerti e depurazione delle acque di dilavamento prima di essere convogliate verso i recapiti idrici finali;
13. definizione delle misure idonee per ridurre l'impatto visivo del cantiere, anche attraverso schermature e sistemazione a verde, soprattutto in presenza di abitazioni contigue e habitat con presenza di specie particolarmente sensibili alla presenza umana;
14. misure per realizzare la demolizione selettiva individuando gli spazi per la raccolta dei materiali da avviare a preparazione per il riutilizzo, recupero e riciclo;
15. misure per implementare la raccolta differenziata nel cantiere (imballaggi, rifiuti pericolosi e speciali etc.) individuando le aree da adibire a deposito temporaneo, gli spazi opportunamente attrezzati (con idonei cassonetti/contenitori carrellabili opportunamente etichettati per la raccolta differenziata etc.).

2.6.2 Demolizione selettiva, recupero e riciclo

Ristrutturazione, manutenzione e demolizione

Il progetto prevede che almeno il 70% in peso dei rifiuti non pericolosi generati in cantiere, ed escludendo

gli scavi, da avviare ad operazioni di preparazione per il riutilizzo, riciclaggio o altre operazioni di recupero (nel rispetto dell'art. 179 Dlgs 152/2006).

Il progetto stima, la quota parte di rifiuti che potrà essere avviata a preparazione per il riutilizzo, riciclaggio o altre operazioni di recupero.

Tale stima si basa su:

1. valutazione delle caratteristiche dell'edificio;
2. individuazione e valutazione dei rischi connessi a eventuali rifiuti pericolosi e alle emissioni che possono sorgere durante la demolizione;
3. stima delle quantità di rifiuti che saranno prodotti con ripartizione tra le diverse frazioni di materiale;
4. stima della percentuale di rifiuti da avviare a preparazione per il riutilizzo e a riciclo, rispetto al totale dei rifiuti prodotti, sulla base dei sistemi di selezione proposti per il processo di demolizione.

Alla luce di tale stima, il progetto comprende le valutazioni e le previsioni riguardo a:

- a. rimozione dei rifiuti, materiali o componenti pericolosi;
- b. rimozione dei rifiuti, materiali o componenti riutilizzabili, riciclabili e recuperabili.

2.6.3 Conservazione dello strato superficiale del terreno

Nel caso in cui il progetto includa movimenti di terra (scavi, splanteamenti o altri interventi sul suolo esistente), sarà prevista la rimozione e l'accantonamento provvisorio (nell'attesa di fare le lavorazioni necessarie al riutilizzo) del primo strato del terreno per il successivo riutilizzo in opere a verde.

2.6.4 Rinterri e riempimenti

Il progetto prescrive il riutilizzo del materiale di scavo, escluso il primo strato di terreno, proveniente dal cantiere stesso o da altri cantieri, ovvero materiale riciclato, conforme ai parametri della norma [UNI 11531-1](#):

- nel caso di riempimenti con miscele betonabili (miscele fluide, a bassa resistenza controllata, facilmente removibili, auto costipanti e trasportate con betoniera), sarà utilizzato almeno il **70%** di materiale riciclato (conforme alla [UNI EN 13242](#) e con caratteristiche prestazionali rispondenti all'aggregato riciclato di Tipo B come riportato al prospetto 4 della [UNI 111049](#));
- nel caso di riempimenti con miscele legate con leganti idraulici (di cui alla norma [UNI EN 14227-1](#)) sarà utilizzato almeno il **30%** in peso di materiale riciclato (conforme alla [UNI EN 13242](#)).

Affidamento dei lavori per interventi edilizi

3.1 CLAUSOLE CONTRATTUALI PER LE GARE DI LAVORI PER INTERVENTI EDILIZI⁽¹⁾

3.1.1 Personale di cantiere⁽²⁾

Il personale impiegato con compiti di coordinamento (caposquadra, capocantiere ecc.) è adeguatamente formato sulle procedure e tecniche per la riduzione degli impatti ambientali del cantiere con particolare riguardo alla gestione degli scarichi, dei rifiuti e delle polveri.

3.1.2 Macchine operatrici⁽³⁾

Verranno impiegati motori termici delle macchine operatrici di fase III A minimo, a decorrere da gennaio 2024. La fase minima impiegabile in cantiere sarà la fase IV a decorrere dal gennaio 2026, e la fase V (le fasi dei motori per macchine mobili non stradali sono definite dal regolamento UE 1628/2016 modificato dal regolamento UE 2020/1040) a decorrere dal gennaio 2028.

3.1.3 Grassi ed oli lubrificanti per i veicoli utilizzati durante i lavori

Sono utilizzati i seguenti codici cpv:

- oli lubrificanti per la trazione: cpv 09211900-0;
- oli lubrificanti e agenti lubrificanti: cpv 09211000-1;
- oli per motori: cpv 09211100-2;
- lubrificanti: cpv 24951100-6;

- grassi e lubrificanti: cpv 24951000-5;
- oli per sistemi idraulici e altri usi: cpv 09211600-7.

3.1.3.1 Grassi ed oli lubrificanti: compatibilità con i veicoli di destinazione⁽⁴⁾

Le seguenti categorie di grassi ed oli lubrificanti, il cui rilascio nell'ambiente può essere solo accidentale e che dopo l'utilizzo possono essere recuperati per il ritrattamento, il riciclaggio o lo smaltimento:

- grassi ed oli lubrificanti per autotrazione leggera e pesante (compresi gli oli motore);
- grassi ed oli lubrificanti per motoveicoli (compresi gli oli motore);
- grassi ed oli lubrificanti destinati all'uso in ingranaggi e cinematismi chiusi dei veicoli.

Per essere utilizzati, devono essere compatibili con i veicoli cui sono destinati.

Tenendo conto delle specifiche tecniche emanate in conformità alla Motor Vehicle Block Exemption Regulation (MVBER) e laddove l'uso dei lubrificanti biodegradabili ovvero minerali a base rigenerata non sia dichiarato dal fabbricante del veicolo incompatibile con il veicolo stesso e non ne faccia decadere la garanzia, la fornitura di grassi e oli lubrificanti è costituita da prodotti biodegradabili ovvero a base rigenerata conformi alle specifiche tecniche di cui ai successivi criteri (3.1.3.2 - Grassi ed oli biodegradabili e 3.1.3.3 - Grassi ed oli lubrificanti minerali a base rigenerata) o di lubrificanti biodegradabili in possesso dell'Ecolabel (UE) o etichette equivalenti.

3.1.3.2 Grassi ed oli biodegradabili⁽⁵⁾

I grassi ed oli biodegradabili saranno in possesso del marchio di qualità ecologica europeo Ecolabel (UE) o altre etichette ambientali conformi alla [UNI EN ISO 14024](#), oppure saranno conformi ai seguenti requisiti ambientali.

a) Biodegradabilità

I requisiti di biodegradabilità dei composti organici e di potenziale di bioaccumulo devono essere soddisfatti per ogni sostanza, intenzionalmente aggiunta o formata, presente in una concentrazione $\geq 0,10\%$ p/p nel prodotto finale.

Il prodotto finale non contiene sostanze in concentrazione $\geq 0,10\%$ p/p, che siano al contempo non biodegradabili e (potenzialmente) bioaccumulabili.

Il lubrificante può contenere una o più sostanze che presentino un certo grado di biodegradabilità e di bioaccumulo secondo una determinata correlazione tra concentrazione cumulativa di massa (% p/p) delle sostanze e biodegradabilità e bioaccumulo così come riportato in tabella 1.

tabella 1. Limiti di percentuale cumulativa di massa (% p/p) delle sostanze presenti nel prodotto finale in relazione alla biodegradabilità ed al potenziale di bioaccumulo

	OLI	GRASSI
Rapidamente biodegradabile in condizioni aerobiche	>90%	>80%
Intrinsecamente biodegradabile in condizioni aerobiche	$\leq 10\%$	$\leq 20\%$
Non biodegradabile e non bioaccumulabile	$\leq 5\%$	$\leq 15\%$
Non biodegradabile e bioaccumulabile	$\leq 0,1\%$	$\leq 0,1\%$

b) Bioaccumulo

Non occorre determinare il potenziale di bioaccumulo nei casi in cui la sostanza:

- ha massa molecolare (MM) > 800 g/mol e diametro molecolare $> 1,5$ nm (> 15 Å), oppure
- ha un coefficiente di ripartizione ottanolo/acqua (log Kow) < 3 o > 7 , oppure
- ha un fattore di bioconcentrazione misurato (BCF) ≤ 100 l/kg, oppure
- è un polimero la cui frazione con massa molecolare $< 1\ 000$ g/mol è inferiore all'1 %.

3.1.3.3 Grassi ed oli lubrificanti minerali a base rigenerata⁽⁶⁾

I grassi e gli oli lubrificanti rigenerati, che sono costituiti, in quota parte, da oli derivanti da un processo di rigenerazione di oli minerali esausti, devono contenere almeno le seguenti quote minime di base lubrificante rigenerata sul peso totale del prodotto, tenendo conto delle funzioni d'uso del prodotto stesso di cui alla

successiva tabella 4:

Tabella 4

Nomenclatura combinata-NC	Soglia minima base rigenerata %
NC 27101981 (oli per motore)	40%
NC 27101983 (oli idraulici)	80%
NC 27101987 (oli cambio)	30%
NC 27101999 (altri)	30%

I grassi e gli oli lubrificanti la cui funzione d'uso non è riportata in Tabella 4 devono contenere almeno il 30% di base rigenerata.

3.1.3.4 Requisiti degli imballaggi in plastica degli oli lubrificanti (biodegradabili o a base rigenerata)⁽⁷⁾

L'imballaggio in plastica primario degli oli lubrificanti è costituito da una percentuale minima di plastica riciclata pari al 25% in peso.

Affidamento congiunto di progettazione e lavori per interventi edilizi

4.1 SPECIFICHE TECNICHE PROGETTUALI

Si applicano i criteri di cui ai capitoli "2.3-Specifiche tecniche progettuali di livello territoriale urbanistico", "2.4-Specifiche tecniche progettuali per gli edifici", "2.5-Specifiche tecniche per i prodotti da costruzione" e "2.6-Specifiche tecniche progettuali relative al cantiere".

2.3 SPECIFICHE TECNICHE PROGETTUALI DI LIVELLO TERRITORIALE-URBANISTICO⁽¹⁾

2.3.1 Inserimento naturalistico e paesaggistico

Progetti di nuova costruzione

Il progetto garantisce la conservazione degli habitat presenti nell'area di intervento (ad esempio fossi, torrenti), anche se non contenuti negli elenchi provinciali, e la relativa vegetazione ripariale, boschi, arbusteti, cespuglieti e prati in evoluzione, siepi, filari arborei, muri a secco, vegetazione ruderale, impianti arborei artificiali legati all'agroecosistema (noci, pini, tigli, gelso, ecc.), seminativi arborati.

Tali habitat saranno interconnessi fisicamente fra di loro all'interno dell'area di progetto e ad habitat esterni.

2.3.2 Permeabilità della superficie territoriale

Progetti di nuova costruzione

La superficie territoriale permeabile, sarà superiore al **60%**.

La superficie è permeabile quando ha un coefficiente di deflusso inferiore a 0,50.

Tutte le superfici non edificate permeabili ma che non permettano alle precipitazioni meteoriche di giungere in falda perché confinate da tutti i lati da manufatti impermeabili non possono essere considerate nel calcolo.

2.3.3 Riduzione dell'effetto "isola di calore estiva" e dell'inquinamento atmosferico

Progetti di interventi di nuova costruzione e di ristrutturazione urbanistica

L'intervento garantisce:

- superficie da destinare a verde \geq al 60% di quella permeabile;
- il rispetto del DM 63/2020 " *Servizio di gestione del verde pubblico e fornitura prodotti per la cura del verde*", per le aree destinate a verde pubblico;
- valutazione dello stato quali-quantitativo del verde già presente e delle strutture delle nuove masse vegetali;
- valutazione dell'efficienza bioclimatica della vegetazione, espressa come valore percentuale della radiazione trasmessa nei diversi assetti stagionali, in particolare per le latifoglie decidue;

- indice di riflessione solare - **SRI** - ≥ 29 , per superfici pavimentate, pavimentazioni di strade carrabili e di aree destinate a parcheggio o allo stazionamento di veicoli;
- le superfici esterne destinate a parcheggio o a stazionamento di veicoli saranno ombreggiate prevedendo:
 - almeno il 10% dell'area lorda del parcheggio costituita da copertura verde;
 - il perimetro dell'area delimitato da una cintura di verde di altezza non inferiore a 1 metro;
 - spazi per moto e ciclomotori, rastrelliere per biciclette in numero proporzionale ai potenziali fruitori;
- Per le coperture degli edifici sono previste sistemazioni a verde, tetti ventilati o materiali di copertura con:
 - SRI ≥ 29 se la pendenza è $> 15\%$;
 - SRI ≥ 76 se la pendenza è $\leq 15\%$.

2.3.4 Riduzione dell'impatto sul sistema idrografico superficiale e sotterraneo

Progetti di interventi di nuova costruzione e di ristrutturazione urbanistica

Il progetto garantisce e prevede:

- la conservazione ovvero il ripristino della naturalità degli ecosistemi fluviali per tutta la fascia ripariale esistente;
- la manutenzione (ordinaria e straordinaria) ovvero interventi di rimozione di rifiuti e di materiale legnoso depositato nell'alveo e lungo i fossi. I lavori di ripulitura e manutenzione saranno attuati senza arrecare danno alla vegetazione ed alla eventuale fauna. I rifiuti rimossi saranno separati, inviati a trattamento a norma di legge. Qualora il materiale legnoso non potrà essere reimpiegato in loco, esso verrà avviato a recupero;
- la realizzazione di impianti di depurazione delle acque di prima pioggia (per acque di prima pioggia si intendono i primi 5 mm di ogni evento di pioggia indipendente, uniformemente distribuiti sull'intera superficie scolante servita dalla rete di raccolta delle acque meteoriche) provenienti da superfici scolanti soggette a inquinamento;
- la realizzazione di interventi atti a garantire un corretto deflusso delle acque superficiali dalle superfici impermeabilizzate anche ai fini della minimizzazione degli effetti di eventi meteorologici eccezionali e, nel caso in cui le acque dilavate siano potenzialmente inquinate, saranno adottati sistemi di depurazione;
- l'uso di tecniche di ingegneria naturalistica per la realizzazione di interventi in grado di prevenire o impedire fenomeni di erosione, compattazione e smottamento del suolo o un corretto deflusso delle acque superficiali. Le acque raccolte in questo sistema di canalizzazioni saranno convogliate al più vicino corso d'acqua o impluvio naturale;
- azioni in grado di prevenire sversamenti di inquinanti sul suolo e nel sottosuolo, per quanto riguarda le acque sotterranee. La tutela è realizzata attraverso azioni di controllo degli sversamenti sul suolo e attraverso la captazione a livello di rete di smaltimento delle eventuali acque inquinate e attraverso la loro depurazione. La progettazione prescrive azioni atte a garantire la prevenzione di sversamenti anche accidentali di inquinanti sul suolo e nelle acque sotterranee.

2.3.5 Infrastruttura primaria

Progetti di interventi di nuova costruzione e di ristrutturazione urbanistica

In base alle dimensioni del progetto, alla tipologia di funzioni insediate e al numero previsto di abitanti o utenti, il criterio prevede diversi ambiti di intervento:

2.3.5.1 Raccolta, depurazione e riuso delle acque meteoriche

È prevista la realizzazione di una rete separata per la raccolta delle acque meteoriche. La raccolta delle acque meteoriche può essere effettuata tramite sistemi di drenaggio lineare (prodotti secondo la norma [UNI EN 1433](#)) o sistemi di drenaggio puntuale (prodotti secondo la norma [UNI EN 124](#)).

Le acque provenienti da superfici scolanti non soggette a inquinamento saranno convogliate direttamente nella rete delle acque meteoriche e poi in vasche di raccolta per essere riutilizzate a scopo irriguo ovvero per alimentare le cassette di accumulo dei servizi igienici.

Le acque provenienti da superfici scolanti soggette a inquinamento (strade carrabili, parcheggi) saranno preventivamente convogliate in sistemi di depurazione e disoleazione, anche di tipo naturale, prima di essere immesse nella rete delle acque meteoriche.

Il progetto è redatto sulla base della norma [UNI/TS 11445](#) "Impianti per la raccolta e utilizzo dell'acqua piovana per usi diversi dal consumo umano - Progettazione, installazione e manutenzione" e della norma [UNI EN 805](#) "Approvvigionamento di acqua - Requisiti per sistemi e componenti all'esterno di edifici" o norme

equivalenti.

2.3.5.2 Rete di irrigazione delle aree a verde pubblico

L'irrigazione del verde pubblico sarà realizzata in ottemperanza al DM 10 marzo 2020 n. 63 " *Servizio di gestione del verde pubblico e fornitura prodotti per la cura del verde*".

2.3.5.3 Aree attrezzate per la raccolta differenziata dei rifiuti

Sono previste apposite aree destinate alla raccolta differenziata locale dei rifiuti provenienti da residenze, uffici, scuole, ecc., coerentemente con i regolamenti comunali di gestione dei rifiuti.

2.3.5.4 Impianto di illuminazione pubblica

I criteri di progettazione degli impianti rispondono a quelli contenuti nel documento di CAM " *Acquisizione di sorgenti luminose per illuminazione pubblica, l'acquisizione di apparecchi per illuminazione pubblica, l'affidamento del servizio di progettazione di impianti per illuminazione pubblica*", approvati con decreto ministeriale 27 settembre 2017.

2.3.5.5 Sottoservizi per infrastrutture tecnologiche

Sono previste apposite canalizzazioni interrato in cui concentrare tutte le reti tecnologiche previste, per una migliore gestione dello spazio nel sottosuolo. Il dimensionamento tiene conto di futuri ampliamenti delle reti.

2.3.6 Infrastrutturazione secondaria e mobilità sostenibile

Progetti di interventi di nuova costruzione e di ristrutturazione urbanistica

L'intervento sarà localizzato:

- a meno di 500 m dai servizi pubblici e dalle fermate del trasporto pubblico di superficie;
- a meno di 800 m dalle stazioni metropolitane (o servizi navetta, rastrelliere per biciclette, in corrispondenza dei nodi interscambio del trasporto pubblico);
- a meno di 2000 m dalle stazioni ferroviarie.

2.3.7 Approvvigionamento energetico

Progetti di interventi di nuova costruzione e di ristrutturazione urbanistica

Il fabbisogno energetico dell'edificio sarà soddisfatto attraverso impianti alimentati da fonti rinnovabili:

- centrali di cogenerazione o trigenerazione;
- parchi fotovoltaici o eolici;
- collettori solari termici per il riscaldamento di acqua sanitaria;
- impianti geotermici a bassa entalpia;
- sistemi a pompa di calore;
- impianti a biogas.

2.3.8 Rapporto sullo stato dell'ambiente⁽²⁾

Per le aree di nuova edificazione o di ristrutturazione urbanistica è allegato un Rapporto sullo stato dell'ambiente che descrive lo stato *ante operam* delle diverse componenti ambientali del sito di intervento (suolo, flora, fauna ecc.), completo dei dati di rilievo, anche fotografico, delle modificazioni indotte dal progetto e del programma di interventi di miglioramento e compensazione ambientale da realizzare nel sito di intervento.

2.3.9 Risparmio idrico⁽³⁾

Il progetto garantisce l'utilizzo di rubinetteria temporizzata ed elettronica con interruzione del flusso dell'acqua:

- 6 l/min per lavandini, lavabi e bidet (UNI EN 816, UNI EN 15091);
- 8 l/min per docce (UNI EN 816, UNI EN 15091);
- 6 l scarico completo, 3 l scarico ridotto per apparecchi sanitari con cassetta a doppio scarico.

2.4. SPECIFICHE TECNICHE PROGETTUALI PER GLI EDIFICI⁽¹⁾

2.4.1 Diagnosi energetica⁽¹⁾

La stazione appaltante fornisce i consumi effettivi dei singoli servizi energetici degli edifici oggetto di intervento ricavabili dalle bollette energetiche riferite ad almeno i tre anni precedenti o agli ultimi tre esercizi.

In caso di utilizzo dell'edificio da meno di tre anni o di indisponibilità di bollette dei tre anni precedenti o riferite agli ultimi tre esercizi, la stazione appaltante indicherà i consumi delle bollette energetiche riferite all'ultimo anno.

In caso di inutilizzo della struttura per oltre 5 anni, la stazione appaltante indicherà il numero di utenti previsti e le ore di presenza negli edifici.

Al riguardo sono previste procedure di diagnosi energetica differenziate a seconda del tipo di intervento e della superficie ad esso correlata; nello specifico:

- nel caso di *progetto di fattibilità tecnico economica per la ristrutturazione importante di I e di II livello di edifici con superficie $\geq 1000 \text{ m}^2$ e $< 5000 \text{ m}^2$* verrà effettuata una **Diagnosi energetica "standard"** (secondo [UNI CEI EN 16247-1](#) e [UNI CEI EN 16247-2](#) ed eseguita secondo quanto previsto dalle Linee Guida della norma [UNI/TR 11775](#)).
- nel caso di *progetto di fattibilità tecnico economica per la riqualificazione energetica e la ristrutturazione importante di I e II livello di edifici con superficie $\geq 5000 \text{ m}^2$* verrà effettuata una **Diagnosi energetica "dinamica"** (conforme alle norme [UNI CEI EN 16247-1](#) e [UNI CEI EN 16247-2](#) ed eseguita secondo quanto previsto dalle Linee Guida della norma [UNI/TR 11775](#)). I progetti saranno inoltre supportati da una valutazione dei costi benefici compiuta sulla base dei costi del ciclo di vita (secondo la [UNI EN 15459](#)).

2.4.2 Prestazione energetica⁽³⁾

Progetti di interventi di nuova costruzione, demolizione e ricostruzione e di ristrutturazione importante di I livello

Il progetto garantisce adeguate condizioni di comfort termico negli ambienti interni tramite una delle seguenti opzioni:

- la massa superficiale (valutata secondo il comma 29 dell'Allegato A del decreto legislativo 19 agosto 2005, n. 192), riferita ad ogni singola struttura opaca verticale dell'involucro esterno, sarà $\geq 250 \text{ kg/m}^2$;

la trasmittanza termica periodica Y_{ie} (calcolata secondo la [UNI EN ISO 13786](#)), riferita ad ogni singola struttura opaca dell'involucro esterno, deve essere:

- $< 0,09 \text{ W/m}^2\text{K}$ per *pareti opache verticali*;
- $< 0,16 \text{ W/m}^2\text{K}$ per *pareti opache orizzontali ed inclinate* (ad eccezione di quelle del quadrante Nordovest/Nord/Nordest);
- il numero di ore di occupazione del locale sarà $> \text{dell'85\%}$ delle ore di occupazione del locale tra il 20 giugno e il 21 settembre, considerando la condizione in cui $|\theta_o - \theta_{rif}| < 4^\circ\text{C}$ (θ_o = Temperatura operante, in assenza di impianto di raffrescamento, θ_{rif} = Temperatura di riferimento).

2.4.3 Impianti di illuminazione per interni

Progetti di interventi di nuova costruzione, demolizione e ricostruzione e ristrutturazione

Il progetto prevede che gli impianti di illuminazione per interni saranno conformi alla norma [UNI EN 12464-1](#) con le seguenti caratteristiche:

- sistemi di gestione degli apparecchi di illuminazione in grado di effettuare accensione, spegnimento e dimmerizzazione in modo **automatico** su base oraria e sulla base degli eventuali apporti luminosi naturali⁽⁴⁾;
- lampade a LED con durata minima di **50.000 ore**.

2.4.5 Aerazione, ventilazione e qualità dell'aria

Gli impianti di ventilazione meccanica garantiscono la qualità dell'aria interna dei locali abitabili.

Al riguardo:

- nel caso di *nuove costruzioni, demolizione e ricostruzione, ampliamento, sopra elevazione e ristrutturazioni importanti di I livello* saranno garantite le portate d'aria esterna previste dalla [UNI 10339](#), o almeno la Classe II della [UNI EN 16798-1](#), purchè, in entrambi i casi, siano rispettati i requisiti di benessere termico e di contenimento del fabbisogno di energia termica per ventilazione.
- Nel caso di *ristrutturazioni importanti di II livello e riqualificazioni energetiche*, se non è possibile garantire le portate previste dalla [UNI 10339](#) o la Classe II della [UNI EN 16798-1](#), sarà conseguita almeno la Classe III rispettando i requisiti previsti dal criterio di benessere termico.

Le strategie di ventilazione adottate dovranno limitare la dispersione termica, il rumore, il consumo di energia, l'ingresso dall'esterno di agenti inquinanti e di aria fredda e calda nei mesi invernali ed estivi.

Gli impianti di ventilazione, per contenere il fabbisogno di energia termica per ventilazione, saranno dotati di un sistema di recupero di calore, ovvero di un sistema integrato per il recupero dell'energia contenuta nell'aria estratta per trasferirla all'aria immessa (pre-trattamento per il riscaldamento e raffrescamento dell'aria, già

filtrata, da immettere negli ambienti).

2.4.6 Benessere termico

Il benessere termico e la qualità dell'aria interna sono garantiti attraverso:

- condizioni conformi almeno alla **classe B** in termini di PMV (Voto Medio Previsto) e di PPD (Percentuale Prevista di Insoddisfatti), ai sensi della norma [UNI EN ISO 7730](#);
- la verifica dell'assenza di discomfort locale.

2.4.7 Illuminazione naturale

Progetti di ristrutturazione urbanistica, nuova costruzione, demolizione e ricostruzione

La dotazione minima dell'illuminazione naturale all'interno dei locali regolarmente occupati è garantita attraverso:

- *illuminamento da luce naturale verificato almeno nel 50%* dei punti di misura all'interno del locale (per almeno metà delle ore di luce diurna) di almeno:
 - **300 lux** (livello minimo)
 - **500 lux** per le scuole primarie e secondarie (livello medio)
 - **750 lux** per le scuole materne e gli asili nido (livello ottimale)
- *illuminamento da luce naturale verificato almeno nel 95%* dei punti di misura all'interno del locale (per almeno metà delle ore di luce diurna) di almeno:
 - **100 lux** (livello minimo)
 - **300 lux** per le scuole primarie e secondarie (livello medio)
 - **500 lux** per le scuole materne e gli asili nido (livello ottimale)

Nel caso di destinazione d'uso residenziale, inoltre, le superfici illuminanti della zona giorno (soggiorno, sala da pranzo, cucina) saranno orientate da EST a OVEST, passando per SUD.

Nei progetti di *ristrutturazione edilizia, restauro e risanamento conservativo*, quando non sono possibili soluzioni architettoniche tali da garantire idonea distribuzione dei livelli di illuminamento, il **fattore medio di luce diurna** sarà:

- > **2%** per qualsiasi destinazione d'uso;
- > **3%** per scuole materne, asili nido, scuole primarie e secondarie.

2.4.8 Dispositivi di ombreggiamento⁽⁵⁾

Progetti di ristrutturazione urbanistica, nuova costruzione, demolizione e ricostruzione

Le parti trasparenti esterne degli edifici, sia verticali che inclinate, saranno dotate di schermature fisse o mobili verso l'esterno e con esposizione da EST a OVEST, passando per SUD. Le schermature avranno **fattore di trasmissione solare totale $\leq 0,35$** come definito dalla norma [UNI EN 14501](#).

2.4.9 Tenuta all'aria

Il livello di tenuta dell'aria dell'involucro delle unità immobiliari riscaldate garantisce:

- il mantenimento dell'efficienza energetica dei pacchetti coibenti, preservandoli da fughe di calore;
- l'assenza di rischio di formazione di condensa interstiziale nei pacchetti coibenti, nodi di giunzione tra sistema serramento e struttura, tra sistema impiantistico e struttura e nelle connessioni delle strutture stesse;
- il mantenimento della salute e durabilità delle strutture, evitando la formazione di condensa interstiziale con conseguente ristagno di umidità nelle connessioni delle strutture stesse;
- il corretto funzionamento della ventilazione meccanica controllata.

Al riguardo, si riportano i valori n50 dei volumi di aria da ricambiare ogni ora all'interno dell'edificio (con differenza di pressione 50Pa) e verificati dalla norma [UNI EN ISO 9972](#):

- *Nuove costruzioni:*
 - n50 < 2 (valore minimo)
 - n50 < 1 (valore premiante)
- *Interventi di ristrutturazione importante di I livello:*
 - n50 < 3,5 (valore minimo)

n50 < 3 (valore premiante)

2.4.10 Inquinamento elettromagnetico negli ambienti interni

Per limitare l'esposizione degli ambienti interni ai campi magnetici a bassa frequenza (ELF) indotti da quadri elettrici, montanti, dorsali di conduttori, saranno adottati i seguenti accorgimenti:

- posizionamento di quadro generale, contatori e colonne montanti all'esterno e non in adiacenza ai locali;
- posa degli impianti elettrici secondo uno schema a "stella", ad "albero", a "liscia di pesce", mantenendo i conduttori di un circuito il più possibile vicino l'uno all'altro;
- posa dei conduttori di ritorno degli impianti elettrici affiancati alle fasi di andata e alla minima distanza possibile;
- posizionamento degli access-point dei sistemi wi-fi ad altezze maggiori delle persone e distanti da aree ad elevata frequentazione o permanenza.

2.4.12 Radon

Per ridurre la concentrazione di Radon, viene fissato un livello massimo di riferimento, espresso in termini di valore medio annuo, pari a 200 Bq/m³.

2.4.13 Piano di manutenzione dell'opera

Per ottimizzare la gestione dell'opera e gli interventi di manutenzione, il progettista dovrà archiviare la documentazione tecnica riguardante l'edificio nella sua rappresentazione BIM⁽⁶⁾.

L'obiettivo è quello di spingere verso l'utilizzo di formati aperti openBIM e IFC (Industry Foundation Classes), al fine di favorire lo scambio di dati e informazioni relative al fabbricato e al suo modello digitale.

I documenti da archiviare sono:

- relazione generale;
- relazioni specialistiche;
- elaborati grafici;
- elaborati grafici dell'edificio "come costruito" – modello "as built" e relativa documentazione fotografica, inerenti sia alla parte architettonica che agli impianti tecnologici;
- piano di manutenzione dell'opera e delle sue parti, suddiviso in:
 - a) manuale d'uso;
 - b) manuale di manutenzione;
 - c) programma di manutenzione;
 - d) programma di monitoraggio e controllo della qualità dell'aria interna dell'edificio;
- piano di gestione e irrigazione delle aree verdi;
- piano di fine vita, in cui sia presente l'elenco di tutti i materiali, componenti edilizi e degli elementi prefabbricati che possono essere in seguito riutilizzati o riciclati.

2.4.14 Disassemblaggio e fine vita⁽⁷⁾

Il progetto relativo a edifici di nuova costruzione, inclusi gli interventi di demolizione e ricostruzione e ristrutturazione edilizia, prevede che almeno il **70% peso/peso** dei componenti edilizi e degli elementi prefabbricati utilizzati nel progetto, esclusi gli impianti, sia sottoponibile, a fine vita, a *disassemblaggio o demolizione selettiva* (decostruzione) per essere poi sottoposto a preparazione per il **riutilizzo, riciclaggio** o altre operazioni di **recupero**.

2.5. SPECIFICHE TECNICHE PER I PRODOTTI DA COSTRUZIONE⁽¹⁾

2.5.1 Emissioni negli ambienti confinati (inquinamento indoor)⁽²⁾

Le categorie di materiali elencate di seguito rispettano le prescrizioni sui limiti di emissione esposti nella successiva tabella:

- a. pitture e vernici per interni;
- b. pavimentazioni (sono escluse le piastrelle di ceramica e i laterizi, qualora non abbiano subito una lavorazione post cottura con applicazioni di vernici, resine o altre sostanze di natura

- organica), incluso le resine liquide;
- c. adesivi e sigillanti;
- d. rivestimenti interni (escluse le piastrelle di ceramica e i laterizi);
- e. pannelli di finitura interni (comprensivi di eventuali isolanti a vista);
- f. controsoffitti;
- g. schermi al vapore sintetici per la protezione interna del pacchetto di isolamento.

Limite di emissione ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) a 28 giorni	
Benzene	1
Tricloroetilene (trielina)	1
Di-2-etilesiftalato (DEHP)	1
Dibutiftalato (DBP)	1
COV totali	1500
Formaldeide	< 60
Acetaldeide	< 300
Toluene	< 450
Tetracloroetilene	< 350
Xilene	< 300
1,2,4 - Trimetilbenzene	< 1500
1,4 - diclorobenzene	< 90
Etilbenzene	< 1000
2 - Butossietanolo	< 1500
Stirene	< 350

2.5.2 Calcestruzzi confezionati in cantiere e preconfezionati

I calcestruzzi confezionati in cantiere e preconfezionati avranno un contenuto di materia recuperata, riciclata, sottoprodotti pari ad almeno il 5% sul peso del prodotto, inteso come somma delle tre frazioni (riciclata, recuperata e sottoprodotti):

$$\% = \frac{\text{peso secco delle materie riciclate, recuperate, sottoprodotti}}{\text{peso del cls al netto dell'acqua}}$$

2.5.3 Prodotti prefabbricati in calcestruzzo, in calcestruzzo aerato autoclavato e in calcestruzzo vibrocompresso

Il contenuto di materia recuperata, riciclata, sottoprodotti, inteso come somma delle tre frazioni (riciclata, recuperata e sottoprodotti), sarà:

- $\geq 5\%$ sul peso del prodotto nel caso di *prodotti prefabbricati in calcestruzzo*;
- $\geq 7,5\%$ sul peso del prodotto nel caso di *blocchi per muratura in cls aerato autoclavato*.

2.5.4 Acciaio

L'acciaio con **fini strutturali**, sarà prodotto con un contenuto minimo di materie recuperate, riciclate, sottoprodotti (inteso come somma delle tre frazioni) pari al:

- **75%** per acciaio da forno elettrico non legato;
- **60%** per acciaio da forno elettrico legato⁽³⁾;
- **12%** per acciaio da ciclo integrale.

Per quanto riguarda, invece, l'acciaio con **fini non strutturali**, il contenuto minimo di materie recuperate, riciclate, sottoprodotti (inteso come somma delle tre frazioni) sarà pari al:

- **65%** - acciaio da forno elettrico non legato;
- **60%** - acciaio da forno elettrico legato;
- **12%** - acciaio da ciclo integrale.

2.5.5 Laterizi

I laterizi usati per muratura e solai, avranno un contenuto di materie recuperate, riciclate, sottoprodotti (sul secco), inteso come somma delle singole frazioni utilizzate:

- $\geq 15\%$ sul peso del prodotto;
- $\geq 10\%$ sul peso del prodotto, se i laterizi contengono solo materia riciclata, recuperata.

Per quanto riguarda, invece, i laterizi impiegati per coperture, pavimenti e muratura faccia vista, il contenuto di materie recuperate, riciclate, sottoprodotti (sul secco), sarà:

- $\geq 7,5\%$ sul peso del prodotto;
- $\geq 5\%$ sul peso del prodotto, se i laterizi contengono solo materia riciclata, recuperata.

2.5.6 Prodotti legnosi⁽⁴⁾

I prodotti legnosi impiegati in elementi strutturali saranno costituiti da materie prime vergini e corredati di Certificazione FSC o PEFC (supportate, in fase di consegna, da un documento di vendita o di trasporto riportante la dichiarazione di certificazione).

Se i prodotti legnosi sono, invece, impiegati come isolanti, questi saranno costituiti prevalentemente da materie prime seconde (legno riciclato) e corredati di una certificazione di catena di custodia rilasciata da organismi di valutazione della conformità, che attesti almeno il 70% di materiale riciclato, quale:

- FSC Riciclato: attesta il 100% di contenuto di materiale riciclato;
- PEFC: attesta almeno il 70% di contenuto di materiale riciclato;
- ReMade in Italy, con indicazione della % di materiale riciclato in etichetta;
- Marchio di qualità ecologica Ecolabel EU.

2.5.7 Isolanti termici ed acustici⁽⁵⁾

Con il termine **isolanti**, si intendono quei prodotti da costruzione con funzione di isolamento termico, ovvero acustico, costituiti da:

- uno o più materiali isolanti (ogni singolo materiale isolante utilizzato deve rispettare i requisiti qui previsti);
- un insieme integrato di materiali non isolanti e isolanti, p.es laterizio e isolante (in questo caso solo i materiali isolanti devono rispettare i requisiti qui previsti).

Gli isolanti termici utilizzati per l'isolamento dell'involucro dell'edificio (esclusi quelli usati per l'isolamento degli impianti) avranno i seguenti requisiti:

- a) Marcatura CE (data da norma di prodotto armonizzata come materiale isolante o ETA per cui il

- fabbricante può redigere la dichiarazione di prestazione DoP e apporre la marcatura);
- b) concentrazione inferiore allo 0,1% (peso/peso) delle sostanze incluse nell'elenco di sostanze estremamente preoccupanti, secondo il regolamento REACH;
- c) assenza di agenti espandenti che causino la riduzione dello strato di ozono (ODP), come per esempio gli HCFC;
- d) assenza di prodotti o formulati utilizzando catalizzatori al piombo;
- e) concentrazione di agenti espandenti inferiori al 6% del peso del prodotto finito (nel caso in cui sono prodotti da una resina di polistirene espandibile);
- f) lane minerali conformi alla Nota Q o alla nota R di cui al regolamento (CE) n. 1272/2008 (CLP).

Si riportano nella tabella di seguito le quantità minime di materiale riciclato, recuperato, sottoprodotti (valutate sul peso come somma delle tre frazioni), previste per le principali tipologie di isolanti:

Materiale	Contenuto cumulativo di materiale recuperato, riciclato ovvero sottoprodotti
Cellulosa (Gli altri materiali di origine legnosa rispondono ai requisiti di cui al criterio "2.5.6-Prodotti legnosi").	80%
Lana di vetro	60%
Lana di roccia	15%
Vetro cellulare	60%
Fibre in poliestere ⁷	50% (per gli isolanti composti da fibre di poliestere e materiale rinnovabile, tale percentuale minima può essere del 20% se il contenuto di materiale da fonte rinnovabile è almeno pari all'85% del peso totale del prodotto. Secondo la norma UNI EN ISO 14021 i materiali rinnovabili sono composti da biomasse provenienti da una fonte vivente e che può essere continuamente reintegrata.)
Polistirene espanso sinterizzato (di cui quantità minima di riciclato 10%)	15%
Polistirene espanso estruso (di cui quantità minima di riciclato 5%)	10%
Poliuretano espanso rigido	2%
Poliuretano espanso flessibile	20%
Agglomerato di poliuretano	70%
Agglomerato di gomma	60%
Fibre tessili	60%

2.5.8 Tramezzature, contropareti perimetrali e controsoffitti

Tramezzature, contropareti perimetrali e controsoffitti, realizzati con sistemi a secco, avranno un contenuto di materia recuperata, riciclata, sottoprodotti, inteso come somma delle tre frazioni:

- **≥ 10%**;
- **≥ 5%** nel caso di prodotti a base di gesso.

2.5.9 Murature in pietrame e miste

Il progetto prevede l'uso di solo materiale riutilizzato o di recupero (pietrame e blocchetti).

2.5.10.1 Pavimentazioni dure

Le piastrelle di ceramica saranno conformi ai criteri ecologici riportati nella Decisione 2009/607/CE, fissati per l'assegnazione del marchio comunitario di qualità ecologica alle coperture dure. Al riguardo si considerano i seguenti criteri:

1. razione delle materie prime
- 2.2. Limitazione della presenza di alcune sostanze negli additivi (solo piastrelle smaltate), quali metalli pesanti come piombo, cadmio e antimonio
- 4.2. Consumo e uso di acqua
- 4.3. Emissioni nell'aria (solo per i parametri Particolato e Fluoruri)
- 4.4. Emissioni nell'acqua
- 5.2. Recupero dei rifiuti
- 6.1. Rilascio di sostanze pericolose (solo piastrelle vetrificate)

In fase di consegna dei materiali, inoltre, la rispondenza al criterio sarà verificata utilizzando prodotti recanti alternativamente:

- il Marchio Ecolabel UE;
- una dichiarazione ambientale ISO di Tipo III, conforme alla norma [UNI EN 15804](#) e alla norma [ISO 14025](#) da cui si evinca il rispetto del presente criterio;
- una dichiarazione ambientale di Prodotto di Tipo III (EPD), conforme alla norma [UNI EN 15804](#) e alla norma [UNI EN ISO 14025](#), quali ad esempio lo schema internazionale EPD© o EPDItaly©.

2.5.10.2 Pavimenti resilienti⁽⁶⁾

Il contenuto di materia recuperata, riciclata, sottoprodotti, inteso come somma delle tre frazioni, sarà:

- $\geq 20\%$ sul peso del prodotto, nel caso di pavimentazioni costituite da materie plastiche;
- $\geq 10\%$ sul peso del prodotto, nel caso di pavimentazioni costituite da gomma.

Le pavimentazioni non devono essere prodotte utilizzando ritardanti di fiamma che siano classificati pericolosi ai sensi del Regolamento (CE) n. 1272/2008 (CLP) e s.m.i.

Il requisito sarà poi verificato tramite documentazione tecnica del fabbricante con allegate le schede dei dati di sicurezza, rapporti di prova o altra documentazione tecnica di supporto attestante che le pavimentazioni non siano prodotte utilizzando ritardanti di fiamma classificati pericolosi dal regolamento (CE) n. 1272/2008 (CLP).

2.5.11 Serramenti ed oscuranti in PVC

I serramenti oscuranti in PVC saranno prodotti con un contenuto di materie recuperate, riciclate, sottoprodotti pari ad almeno il **20%** sul peso del prodotto, inteso come somma delle tre frazioni.

2.5.12 Tubazioni in PVC e Polipropilene

Le tubazioni in PVC e polipropilene saranno prodotte con un contenuto di materie recuperate, riciclate, sottoprodotti pari ad almeno il **20%** sul peso del prodotto, inteso come somma delle tre frazioni.

2.5.13 Pitture e vernici

Il progetto prevede l'utilizzo di pitture e vernici con uno o più dei seguenti requisiti:

- Marchio di qualità ecologica Ecolabel UE;
- assenza di additivi a base di cadmio, piombo, cromo esavalente, mercurio, arsenico o selenio che determinano una concentrazione superiore allo 0,010 % in peso, per ciascun metallo sulla vernice secca;
- assenza di sostanze, miscele classificate come pericolose per l'ambiente acquatico di categoria 1 e 2 con i seguenti codici: H400, H410, H411, ai sensi del regolamento (CE) n. 1272/2008 (CLP) e s.m.i. (tale criterio va utilizzato, qualora ritenuto opportuno dalla stazione appaltante);
- rapporti di prova rilasciati da laboratori accreditati, con evidenza delle concentrazioni dei singoli metalli pesanti sulla vernice secca;
- dichiarazione sostitutiva del legale rappresentante attestante che le vernici, miscele usate non rientrino nella lista delle sostanze classificate come pericolose, con allegato fascicolo tecnico datato e firmato.

2.6. SPECIFICHE TECNICHE PROGETTUALI RELATIVE AL CANTIERE⁽¹⁾

2.6.1 Prestazioni ambientali del cantiere

Le attività di preparazione e conduzione del cantiere prevedono le seguenti azioni:

16. individuazione delle possibili criticità legate all'impatto nell'area di cantiere e alle emissioni di inquinanti sull'ambiente circostante, e delle misure previste per la loro eliminazione o riduzione.
17. definizione delle misure da adottare per la protezione delle risorse naturali, paesistiche e storicoculturali presenti nell'area del cantiere quali la recinzione e protezione degli ambiti interessati da fossi e torrenti (fasce ripariali) e da filari o altre formazioni vegetazionali autoctone. Qualora l'area di cantiere ricada in siti tutelati ai sensi delle norme del piano paesistico si applicano le misure previste;
18. rimozione delle specie arboree e arbustive alloctone invasive (in particolare, *Ailanthus altissima* e *Robinia pseudoacacia*), comprese radici e ceppaie. Per l'individuazione delle specie alloctone si dovrà fare riferimento alla "Watch-list della flora alloctona d'Italia" (Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare, Carlo Blasi, Francesca Pretto & Laura Celesti-Grapow);
19. protezione delle specie arboree e arbustive autoctone. Gli alberi nel cantiere devono essere protetti con materiali idonei, per escludere danni alle radici, al tronco e alla chioma. Non è ammesso usare gli alberi per l'infissione di chiodi, appoggi e per l'installazione di corpi illuminanti, cavi elettrici etc.;
20. disposizione dei depositi di materiali di cantiere non in prossimità delle preesistenze arboree e arbustive autoctone (è garantita almeno una fascia di rispetto di dieci metri);
21. definizione delle misure adottate per aumentare l'efficienza nell'uso dell'energia nel cantiere e per minimizzare le emissioni di inquinanti e gas climalteranti, con particolare riferimento all'uso di tecnologie a basso impatto ambientale (lampade a scarica di gas a basso consumo energetico o a led, generatori di corrente eco-diesel con silenziatore, pannelli solari per l'acqua calda ecc.);
22. fermo restando l'elaborazione di una valutazione previsionale di impatto acustico ai sensi della legge 26 ottobre 1995, n. 447, "Legge quadro sull'inquinamento acustico", definizione di misure per l'abbattimento del rumore e delle vibrazioni, dovute alle operazioni di scavo, di carico e scarico dei materiali, di taglio dei materiali, di impasto del cemento e di disarmo ecc, e l'eventuale installazione di schermature/coperture antirumore (fisse o mobili) nelle aree più critiche e nelle aree di lavorazione più rumorose, con particolare riferimento alla disponibilità ad utilizzare gruppi elettrogeni super silenziati e compressori a ridotta emissione acustica;
23. definizione delle misure per l'abbattimento delle emissioni gassose inquinanti con riferimento alle attività di lavoro delle macchine operatrici e da cantiere che saranno impiegate, tenendo conto delle "fasi minime impiegabili": fase III A minimo a decorrere da gennaio 2022. Fase IV minimo a decorrere dal gennaio 2024 e la V dal gennaio 2026 (le fasi dei motori per macchine mobili non stradali sono definite dal regolamento UE 1628/2016 modificato dal regolamento UE 2020/1040);
24. definizione delle misure atte a garantire il risparmio idrico e la gestione delle acque reflue nel cantiere e l'uso delle acque piovane e quelle di lavorazione degli inerti, prevedendo opportune reti di drenaggio e scarico delle acque;
25. definizione delle misure per l'abbattimento delle polveri e fumi anche attraverso periodici interventi di irrorazione delle aree di lavorazione con l'acqua o altre tecniche di contenimento del fenomeno del sollevamento della polvere;
26. definizione delle misure per garantire la protezione del suolo e del sottosuolo, impedendo la diminuzione di materia organica, il calo della biodiversità nei diversi strati, la contaminazione locale o diffusa, la salinizzazione, l'erosione etc., anche attraverso la verifica continua degli sversamenti accidentali di sostanze e materiali inquinanti e la previsione dei relativi interventi di estrazione e smaltimento del suolo contaminato;
27. definizione delle misure a tutela delle acque superficiali e sotterranee, quali l'impermeabilizzazione di eventuali aree di deposito temporaneo di rifiuti non inerti e depurazione delle acque di dilavamento prima di essere convogliate verso i recapiti idrici finali;
28. definizione delle misure idonee per ridurre l'impatto visivo del cantiere, anche attraverso schermature e sistemazione a verde, soprattutto in presenza di abitazioni contigue e habitat con presenza di specie particolarmente sensibili alla presenza umana;
29. misure per realizzare la demolizione selettiva individuando gli spazi per la raccolta dei materiali da avviare a preparazione per il riutilizzo, recupero e riciclo;
30. misure per implementare la raccolta differenziata nel cantiere (imballaggi, rifiuti pericolosi e speciali etc.) individuando le aree da adibire a deposito temporaneo, gli spazi opportunamente attrezzati (con

idonei cassonetti/contenitori carrellabili opportunamente etichettati per la raccolta differenziata etc.).

2.6.2 Demolizione selettiva, recupero e riciclo

Ristrutturazione, manutenzione e demolizione

Il progetto prevede che almeno il 70% in peso dei rifiuti non pericolosi generati in cantiere, ed escludendo gli scavi, da avviare ad operazioni di preparazione per il riutilizzo, riciclaggio o altre operazioni di recupero (nel rispetto dell'art. 179 Dlgs 152/2006).

Il progetto stima, la quota parte di rifiuti che potrà essere avviata a preparazione per il riutilizzo, riciclaggio o altre operazioni di recupero.

Tale stima si basa su:

5. valutazione delle caratteristiche dell'edificio;
6. individuazione e valutazione dei rischi connessi a eventuali rifiuti pericolosi e alle emissioni che possono sorgere durante la demolizione;
7. stima delle quantità di rifiuti che saranno prodotti con ripartizione tra le diverse frazioni di materiale;
8. stima della percentuale di rifiuti da avviare a preparazione per il riutilizzo e a riciclo, rispetto al totale dei rifiuti prodotti, sulla base dei sistemi di selezione proposti per il processo di demolizione.

Alla luce di tale stima, il progetto comprende le valutazioni e le previsioni riguardo a:

- a. rimozione dei rifiuti, materiali o componenti pericolosi;
- b. rimozione dei rifiuti, materiali o componenti riutilizzabili, riciclabili e recuperabili.

2.6.3 Conservazione dello strato superficiale del terreno

Nel caso in cui il progetto includa movimenti di terra (scavi, splanteamenti o altri interventi sul suolo esistente), sarà prevista la rimozione e l'accantonamento provvisorio (nell'attesa di fare le lavorazioni necessarie al riutilizzo) del primo strato del terreno per il successivo riutilizzo in opere a verde.

2.6.4 Rinterri e riempimenti

Il progetto prescrive il riutilizzo del materiale di scavo, escluso il primo strato di terreno, proveniente dal cantiere stesso o da altri cantieri, ovvero materiale riciclato, conforme ai parametri della norma [UNI 11531-1](#):

- nel caso di riempimenti con miscele betonabili (miscele fluide, a bassa resistenza controllata, facilmente removibili, auto costipanti e trasportate con betoniera), sarà utilizzato almeno il **70%** di materiale riciclato (conforme alla [UNI EN 13242](#) e con caratteristiche prestazionali rispondenti all'aggregato riciclato di Tipo B come riportato al prospetto 4 della [UNI 111049](#));
- nel caso di riempimenti con miscele legate con leganti idraulici (di cui alla norma [UNI EN 14227-1](#)) sarà utilizzato almeno il **30%** in peso di materiale riciclato (conforme alla [UNI EN 13242](#)).

4.2 CLAUSOLE CONTRATTUALI

Si applicano i criteri di cui al capitolo "**3.1-Clausole contrattuali per le gare di lavori per interventi edilizi**".

3.1 CLAUSOLE CONTRATTUALI PER LE GARE DI LAVORI PER INTERVENTI EDILIZI⁽¹⁾

3.1.1 Personale di cantiere⁽²⁾

Il personale impiegato con compiti di coordinamento (caposquadra, capocantiere ecc.) è adeguatamente formato sulle procedure e tecniche per la riduzione degli impatti ambientali del cantiere con particolare riguardo alla gestione degli scarichi, dei rifiuti e delle polveri.

3.1.2 Macchine operatrici⁽³⁾

Verranno impiegati motori termici delle macchine operatrici di fase III A minimo, a decorrere da gennaio 2024. La fase minima impiegabile in cantiere sarà la fase IV a decorrere dal gennaio 2026, e la fase V (le fasi dei motori per macchine mobili non stradali sono definite dal regolamento UE 1628/2016 modificato dal regolamento UE 2020/1040) a decorrere dal gennaio 2028.

3.1.3 Grassi ed oli lubrificanti per i veicoli utilizzati durante i lavori

Sono utilizzati i seguenti codici cpv:

- oli lubrificanti per la trazione: cpv 09211900-0;
- oli lubrificanti e agenti lubrificanti: cpv 09211000-1;
- oli per motori: cpv 09211100-2;
- lubrificanti: cpv 24951100-6;
- grassi e lubrificanti: cpv 24951000-5;
- oli per sistemi idraulici e altri usi: cpv 09211600-7.

3.1.3.1 Grassi ed oli lubrificanti: compatibilità con i veicoli di destinazione⁽⁴⁾

Le seguenti categorie di grassi ed oli lubrificanti, il cui rilascio nell'ambiente può essere solo accidentale e che dopo l'utilizzo possono essere recuperati per il ritrattamento, il riciclaggio o lo smaltimento:

- grassi ed oli lubrificanti per autotrazione leggera e pesante (compresi gli oli motore);
- grassi ed oli lubrificanti per motoveicoli (compresi gli oli motore);
- grassi ed oli lubrificanti destinati all'uso in ingranaggi e cinematismi chiusi dei veicoli.

Per essere utilizzati, devono essere compatibili con i veicoli cui sono destinati.

Tenendo conto delle specifiche tecniche emanate in conformità alla Motor Vehicle Block Exemption Regulation (MVBER) e laddove l'uso dei lubrificanti biodegradabili ovvero minerali a base rigenerata non sia dichiarato dal fabbricante del veicolo incompatibile con il veicolo stesso e non ne faccia decadere la garanzia, la fornitura di grassi e oli lubrificanti è costituita da prodotti biodegradabili ovvero a base rigenerata conformi alle specifiche tecniche di cui ai successivi criteri (3.1.3.2 - Grassi ed oli biodegradabili e 3.1.3.3 - Grassi ed oli lubrificanti minerali a base rigenerata) o di lubrificanti biodegradabili in possesso dell'Ecolabel (UE) o etichette equivalenti.

3.1.3.2 Grassi ed oli biodegradabili⁽⁵⁾

I grassi ed oli biodegradabili saranno in possesso del marchio di qualità ecologica europeo Ecolabel (UE) o altre etichette ambientali conformi alla [UNI EN ISO 14024](#), oppure saranno conformi ai seguenti requisiti ambientali.

a) Biodegradabilità

I requisiti di biodegradabilità dei composti organici e di potenziale di bioaccumulo devono essere soddisfatti per ogni sostanza, intenzionalmente aggiunta o formata, presente in una concentrazione $\geq 0,10\%$ p/p nel prodotto finale.

Il prodotto finale non contiene sostanze in concentrazione $\geq 0,10\%$ p/p, che siano al contempo non biodegradabili e (potenzialmente) bioaccumulabili.

Il lubrificante può contenere una o più sostanze che presentino un certo grado di biodegradabilità e di bioaccumulo secondo una determinata correlazione tra concentrazione cumulativa di massa (% p/p) delle sostanze e biodegradabilità e bioaccumulo così come riportato in tabella 1.

tabella 1. Limiti di percentuale cumulativa di massa (% p/p) delle sostanze presenti nel prodotto finale in relazione alla biodegradabilità ed al potenziale di bioaccumulo

	OLI	GRASSI
Rapidamente biodegradabile in condizioni aerobiche	>90%	>80%
Intrinsecamente biodegradabile in condizioni aerobiche	$\leq 10\%$	$\leq 20\%$
Non biodegradabile e non bioaccumulabile	$\leq 5\%$	$\leq 15\%$
Non biodegradabile e bioaccumulabile	$\leq 0,1\%$	$\leq 0,1\%$

b) Bioaccumulo

Non occorre determinare il potenziale di bioaccumulo nei casi in cui la sostanza:

- ha massa molecolare (MM) > 800 g/mol e diametro molecolare > 1,5 nm (> 15 Å), oppure
- ha un coefficiente di ripartizione ottanolo/acqua (log Kow) < 3 o > 7, oppure
- ha un fattore di bioconcentrazione misurato (BCF) ≤ 100 l/kg, oppure
- è un polimero la cui frazione con massa molecolare < 1 000 g/mol è inferiore all'1 %.

3.1.3.3 Grassi ed oli lubrificanti minerali a base rigenerata⁽⁶⁾

I grassi e gli oli lubrificanti rigenerati, che sono costituiti, in quota parte, da oli derivanti da un processo di rigenerazione di oli minerali esausti, devono contenere almeno le seguenti quote minime di base lubrificante rigenerata sul peso totale del prodotto, tenendo conto delle funzioni d'uso del prodotto stesso di cui alla successiva tabella 4:

Tabella 4

Nomenclatura combinata-NC	Soglia minima base rigenerata %
NC 27101981 (oli per motore)	40%
NC 27101983 (oli idraulici)	80%
NC 27101987 (oli cambio)	30%
NC 27101999 (altri)	30%

I grassi e gli oli lubrificanti la cui funzione d'uso non è riportata in Tabella 4 devono contenere almeno il 30% di base rigenerata.

3.1.3.4 Requisiti degli imballaggi in plastica degli oli lubrificanti (biodegradabili o a base rigenerata)⁽⁷⁾

L'imballaggio in plastica primario degli oli lubrificanti è costituito da una percentuale minima di plastica riciclata pari al 25% in peso.

CAPITOLO 10

MODO DI ESECUZIONE DI OGNI CATEGORIA DI LAVORO

Art. 10.1

OCCUPAZIONE, APERTURA E SFRUTTAMENTO DELLE CAVE

Fermo restando quanto prescritto nel presente Capitolato circa la provenienza dei materiali, resta stabilito che tutte le pratiche e gli oneri inerenti alla ricerca, occupazione, apertura e gestione delle cave sono a carico esclusivo dell'Appaltatore, rimanendo la Stazione Appaltante sollevata dalle conseguenze di qualsiasi difficoltà che l'Appaltatore potesse incontrare a tale riguardo. Al momento della Consegna dei lavori, l'Appaltatore dovrà indicare le cave di cui intende servirsi e garantire che queste siano adeguate e capaci di fornire in tempo utile e con continuità tutto il materiale necessario ai lavori con le prescritte caratteristiche.

L'Impresa resta responsabile di fornire il quantitativo e di garantire la qualità dei materiali occorrenti al normale avanzamento dei lavori anche se, per far fronte a tale impegno, l'Impresa medesima dovesse abbandonare la cava o località di provenienza, già ritenuta idonea, per attivarne altre ugualmente idonee; tutto ciò senza che l'Impresa possa avanzare pretese di speciali compensi o indennità.

In ogni caso all'Appaltatore non verrà riconosciuto alcun compenso aggiuntivo qualora, per qualunque causa, dovesse variare in aumento la distanza dalle cave individuate ai siti di versamento in cantiere.

Anche tutti gli oneri e prestazioni inerenti al lavoro di cava, come pesatura del materiale, trasporto in cantiere, lavori inerenti alle opere morte, pulizia della cava con trasporto a rifiuto della terra vegetale e del cappellaccio, costruzione di strade di servizio e di baracche per ricovero di operai o del personale di sorveglianza della Stazione Appaltante e quanto altro occorrente sono ad esclusivo carico dell'Impresa.

L'Impresa ha la facoltà di adottare, per la coltivazione delle cave, quei sistemi che ritiene migliori nel proprio interesse, purché si uniformi alle norme vigenti ed alle ulteriori prescrizioni che eventualmente fossero impartite dalle Amministrazioni statali e dalle Autorità militari, con particolare riguardo a quella mineraria di pubblica sicurezza, nonché dalle Amministrazioni regionali, provinciali e comunali.

L'Impresa resta in ogni caso l'unica responsabile di qualunque danno od avaria potesse verificarsi in dipendenza dei lavori di cava od accessori.

Art. 10.2

SCAVI IN GENERE

Gli scavi in genere per qualsiasi lavoro, a mano o con mezzi meccanici, dovranno essere eseguiti secondo i disegni di progetto e la relazione geologica e geotecnica di cui alle norme tecniche vigenti, nonché secondo le particolari prescrizioni che saranno date all'atto esecutivo dalla Direzione dei Lavori.

Nell'esecuzione degli scavi in genere l'Appaltatore dovrà procedere in modo da impedire scoscendimenti e franamenti, restando esso, oltreché totalmente responsabile di eventuali danni alle persone ed alle opere, altresì obbligato a provvedere a suo carico e spese alla rimozione delle materie franate.

L'Appaltatore dovrà, inoltre, provvedere a sue spese affinché le acque scorrenti alla superficie del terreno siano deviate in modo che non abbiano a riversarsi negli scavi.

Le materie provenienti dagli scavi, ove non siano utilizzabili o non ritenute adatte (a giudizio insindacabile della Direzione dei Lavori) ad altro impiego nei lavori, dovranno essere portate fuori della sede del cantiere, alle pubbliche discariche ovvero su aree che l'Appaltatore dovrà provvedere a rendere disponibili a sua cura e spese. In ogni caso le materie depositate non dovranno essere di intralcio o danno ai lavori, alle proprietà pubbliche o private ed al libero deflusso delle acque scorrenti in superficie.

La Direzione dei Lavori potrà far asportare, a spese dell'Appaltatore, le materie depositate in contravvenzione alle precedenti disposizioni.

Qualora i materiali siano ceduti all'Appaltatore, si applicano le disposizioni di legge.

L'appaltatore deve trasportarli e regolarmente accatastarli nel luogo stabilito negli atti contrattuali, intendendosi di ciò compensato coi prezzi degli scavi e/o delle demolizioni relative.

Qualora gli atti contrattuali prevedano la cessione di detti materiali all'Appaltatore, il prezzo ad essi convenzionalmente attribuito deve essere dedotto dall'importo netto dei lavori, salvo che la deduzione non sia stata già fatta nella determinazione dei prezzi.

Nel caso in cui le materie provenienti dagli scavi debbano essere successivamente utilizzate, il loro utilizzo

e/o deposito temporaneo avverrà nel rispetto delle disposizioni del d.lgs. n. 152/2006 e s.m.i. e del d.P.R. n.120/2017 "Regolamento recante la disciplina semplificata della gestione delle terre e rocce da scavo" e relativi allegati.

10.2.1 Gestione dei cantieri di piccole dimensioni

I cantieri di piccole dimensioni rappresentano il tipo di opera maggiormente diffusa sul territorio e comportano movimentazioni minime di terreno a seguito delle attività di scavo. Al fine di procedere alla caratterizzazione delle terre e rocce da scavo per la loro qualifica come sottoprodotti e consentirne la gestione dei materiali in sicurezza, i destinatari del presente capitolato seguiranno le indicazioni operative delle "Linee Guida sull'applicazione della disciplina per l'utilizzo delle terre e rocce da scavo" approvate dal Sistema nazionale per la protezione dell'ambiente (SNPA).

Gli aspetti ivi indicati ed essenziali per la verifica dei requisiti di qualità ambientale delle terre e rocce da scavo prodotte nei piccoli cantieri che si intendono utilizzare come sottoprodotti, riguardano:

- 1) la numerosità dei punti d'indagine e dei campioni da prelevare
- 2) le modalità di formazione dei campioni da inviare ad analisi

Tali modalità operative sono da intendersi preliminari alle operazioni effettive di scavo; qualora invece, per specifiche esigenze operative risulti impossibile effettuare le indagini preliminarmente allo scavo, sarà possibile procedere in corso d'opera.

Numerosità dei campioni

Il numero minimo di punti di prelievo da localizzare nei cantieri di piccole dimensioni è individuato tenendo conto della correlazione di due elementi: l'estensione della superficie di scavo e il volume di terre e rocce oggetto di scavo.

La tabella che segue riporta il numero minimo di campioni da analizzare, incrementabile in relazione all'eventuale presenza di elementi sito specifici quali singolarità geolitologiche o evidenze organolettiche. Nel caso di scavi lineari (per posa condotte e/o sottoservizi, realizzazione scoli irrigui o di bonifica, ecc.), dovrà essere prelevato un campione ogni 500 metri di tracciato, e in ogni caso ad ogni variazione significativa di litologia, fermo restando che deve essere comunque garantito almeno un campione ogni 3.000 mc.

	AREA DI SCAVO	VOLUME DI SCAVO	NUMERO MINIMO DI CAMPIONI
a	=< 1000 mq	=< 3000 mc	1
b	=< 1000 mq	3000 mc - 6000 mc	2
c	1000 mq - 2500 mq	=< 3000 mc	2
d	1000 mq - 2500 mq	3000 mc - 6000 mc	4
e	> 2500 mq	< 6000 mc	DPR 120/17 (All. 2 tab. 2.1)

In merito ad "Interventi di scavo in corsi d'acqua" ed alla "modalità di formazione dei campioni da inviare ad analisi", a seconda della casistica ricorrente, si avrà cura di procedere secondo le indicazioni operative contenute al punto 3.3 delle "Linee Guida sull'applicazione della disciplina per l'utilizzo delle terre e rocce da scavo" approvate dal Sistema nazionale per la protezione dell'ambiente (SNPA).

Art. 10.3 SCAVI DI SBANCAMENTO

Per scavi di sbancamento o sterri andanti s'intendono quelli occorrenti per lo spianamento o sistemazione del terreno su cui dovranno sorgere le costruzioni, per tagli di terrapieni, per la formazione di cortili, giardini, scantinati, piani di appoggio per platee di fondazione, vespai, rampe incassate o trincee stradali, ecc., e in generale tutti quelli eseguiti a sezione aperta su vasta superficie ove sia possibile l'allontanamento delle materie di scavo evitandone il sollevamento, sia pure con la formazione di rampe provvisorie ecc.

Saranno pertanto considerati scavi di sbancamento anche quelli che si trovano al di sotto del piano di campagna o del piano stradale di progetto (se inferiore al primo), quando gli scavi rivestano i caratteri sopra accennati, poiché per scavi di fondazione in generale si intendono quelli incassati ed a sezione ristretta.

Art. 10.4

SCAVI DI FONDAZIONE O IN TRINCEA

Per scavi di fondazione in generale si intendono quelli incassati ed a sezione ristretta necessari per dar luogo ai muri o pilastri di fondazione propriamente detti.

In ogni caso saranno considerati come gli scavi di fondazione quelli per dar luogo alle fogne, condutture, fossi e cunette.

Qualunque sia la natura e la qualità del terreno, gli scavi per fondazione, dovranno essere spinti fino alla profondità che dalla Direzione dei Lavori verrà ordinata all'atto della loro esecuzione. Le profondità, che si trovano indicate nei disegni, sono perciò di stima preliminare e la Stazione Appaltante si riserva piena facoltà di variarle nella misura che reputerà più conveniente, senza che ciò possa dare all'Appaltatore motivo alcuno di fare eccezioni o domande di speciali compensi, avendo egli soltanto diritto al pagamento del lavoro eseguito, coi prezzi contrattuali stabiliti per le varie profondità da raggiungere. È vietato all'Appaltatore, sotto pena di demolire il già fatto, di porre mano alle murature o ai getti prima che la Direzione dei Lavori abbia verificato ed accettato i piani delle fondazioni.

I piani di fondazione dovranno essere generalmente orizzontali, ma per quelle opere che cadono sopra falde inclinate, dovranno, a richiesta della Direzione dei Lavori, essere disposti a gradini ed anche con determinate contropendenze.

Compiuta la muratura di fondazione, lo scavo che resta vuoto, dovrà essere diligentemente riempito e costipato, a cura e spese dell'Appaltatore, con le stesse materie scavate, sino al piano del terreno naturale primitivo.

Gli scavi per fondazione dovranno, quando occorra, essere solidamente puntellati e sbadacchiati con robuste armature, in modo da proteggere contro ogni pericolo gli operai, ed impedire ogni smottamento di materie durante l'esecuzione tanto degli scavi che delle murature.

L'Appaltatore è responsabile dei danni ai lavori, alle persone, alle proprietà pubbliche e private che potessero accadere per la mancanza o insufficienza di tali puntellazioni e sbadacchiature, alle quali egli deve provvedere di propria iniziativa, adottando anche tutte le altre precauzioni riconosciute necessarie, senza rifiutarsi per nessun pretesto di ottemperare alle prescrizioni che al riguardo gli venissero impartite dalla Direzione dei Lavori.

Col procedere delle murature l'Appaltatore potrà recuperare i legnami costituenti le armature, sempreché non si tratti di armature formanti parte integrante dell'opera, da restare quindi in posto in proprietà della Stazione Appaltante; i legnami però, che a giudizio della Direzione dei Lavori, non potessero essere tolti senza pericolo o danno del lavoro, dovranno essere abbandonati negli scavi.

Art. 10.5

RILEVATI E RINTERRI

Per la formazione dei rilevati o per qualunque opera di rinterro, ovvero per riempire i vuoti tra le pareti degli scavi e le murature, o da addossare alle murature, e fino alle quote prescritte dalla Direzione dei Lavori, si impiegheranno in generale, nel rispetto delle norme vigenti relative tutela ambientale e salvo quanto segue, fino al loro totale esaurimento, tutte le materie provenienti dagli scavi di qualsiasi genere eseguiti per quel cantiere, in quanto disponibili ed adatte, a giudizio della Direzione dei Lavori, per la formazione dei rilevati.

Quando venissero a mancare in tutto o in parte i materiali di cui sopra, si preleveranno le materie occorrenti ovunque l'Appaltatore crederà di sua convenienza, purché i materiali siano riconosciuti idonei dalla Direzione dei Lavori.

Le terre, macinati e rocce da scavo, per la formazione di aree prative, sottofondi, rinterri, riempimenti, rimodellazioni e rilevati, conferiti in cantiere, devono rispettare le norme vigenti, i limiti previsti dalla Tabella 1 - Valori di concentrazione limite accettabili nel suolo e nel sottosuolo riferiti alla specifica destinazione d'uso dei siti da bonificare, colonna A (Siti ad uso Verde pubblico, privato e residenziale) e colonna B (Siti ad uso Commerciale ed Industriale) dell'Allegato 5 al Titolo V della Parte Quarta del d.lgs. 152/2006 e s.m.i. e il d.P.R. n.120/2017 "Regolamento recante la disciplina semplificata della gestione delle terre e rocce da scavo".

Per rilevati e rinterri da addossarsi alle murature, si dovranno sempre impiegare materie sciolte, o ghiaiose, restando vietato in modo assoluto l'impiego di quelle argillose e, in generale, di tutte quelle che con l'assorbimento di acqua si rammolliscono e si gonfiano generando spinte.

Nella formazione dei suddetti rilevati, rinterri e riempimenti dovrà essere usata ogni diligenza perché la loro esecuzione proceda per strati orizzontali di eguale altezza, disponendo contemporaneamente le materie bene sminuzzate con la maggiore regolarità e precauzione, in modo da caricare uniformemente le murature su tutti

i lati e da evitare le sfiancature che potrebbero derivare da un carico male distribuito.

Le materie trasportate in rilevato o rinterro con vagoni, automezzi o carretti non potranno essere scaricate direttamente contro le murature, ma dovranno depositarsi in vicinanza dell'opera per essere riprese poi al momento della formazione dei suddetti rinterri.

Per tali movimenti di materie dovrà sempre provvedersi alla pilonatura delle materie stesse, da farsi secondo le prescrizioni che verranno indicate dalla Direzione dei Lavori.

È vietato addossare terrapieni a murature di fresca costruzione.

Tutte le riparazioni o ricostruzioni che si rendessero necessarie per la mancata od imperfetta osservanza delle prescrizioni del presente articolo, saranno a completo carico dell'Appaltatore. È obbligo dell'Appaltatore, escluso qualsiasi compenso, di dare ai rilevati durante la loro costruzione, quelle maggiori dimensioni richieste dall'assestamento delle terre, affinché all'epoca del collaudo i rilevati eseguiti abbiano dimensioni non inferiori a quelle ordinate.

L'Appaltatore dovrà consegnare i rilevati con scarpate regolari e spianate, con i cigli bene allineati e profilati e compiendo a sue spese, durante l'esecuzione dei lavori e fino al collaudo, gli occorrenti ricarichi o tagli, la ripresa e la sistemazione delle scarpate e l'espurgo dei fossi.

La superficie del terreno sulla quale dovranno elevarsi i terrapieni, sarà previamente scoticata, ove occorra, e se inclinata sarà tagliata a gradoni con leggera pendenza verso monte.

Art. 10.6 DEMOLIZIONI EDILI e RIMOZIONI

Generalità

La demolizione dovrà essere eseguita con oculata e prudente opera di scomposizione, con rimozione delle parti elementari di cui ciascuna struttura è costituita procedendo nell'ordine inverso a quello seguito nella costruzione, sempre presidiando le masse con opportuni mezzi capaci di fronteggiare i mutamenti successivi subiti dall'equilibrio statico delle varie membrature, durante la demolizione.

La demolizione di opere in muratura, in calcestruzzo, ecc., sia parziale che completa, deve essere eseguita con ordine e con le necessarie precauzioni, in modo da non danneggiare le residue strutture, da prevenire qualsiasi infortunio agli addetti al lavoro e da evitare incomodi o danni collaterali.

Nelle demolizioni e rimozioni l'Appaltatore deve provvedere alle eventuali necessarie puntellature per sostenere le parti che devono restare e disporre in modo da non deteriorare i materiali risultanti, i quali devono ancora potersi impiegare nei limiti concordati con la Direzione dei lavori, sotto pena di rivalsa di danni a favore della Stazione Appaltante.

Le demolizioni dovranno limitarsi alle parti ed alle dimensioni prescritte. Quando, anche per mancanza di puntellamenti o di altre precauzioni, venissero demolite altre parti od oltrepassati i limiti fissati, saranno ricostruite e rimesse in ripristino le parti indebitamente demolite, a cura e spese dell'Appaltatore.

Tutti i materiali riutilizzabili, a giudizio insindacabile della Direzione dei Lavori, dovranno essere opportunamente scalcinati, puliti, custoditi, trasportati ed ordinati nei luoghi di deposito che verranno indicati dalla Direzione stessa, usando cautele per non danneggiarli sia nello scalcinamento, sia nel trasporto che nel loro assestamento e per evitarne la dispersione.

Detti materiali restano tutti di proprietà della Stazione Appaltante, la quale potrà ordinare all'Appaltatore di impiegarli in tutto od in parte nei lavori appaltati, ai sensi dell'articolo 36 del D.M. 145/2000 Capitolato Generale d'Appalto con i prezzi indicati nell'elenco approvato.

I materiali di scarto provenienti dalle demolizioni e rimozioni dovranno essere trasportati dall'Appaltatore fuori dal cantiere nei punti indicati o alle pubbliche discariche.

È obbligo dell'Appaltatore accertare con ogni mezzo e con la massima cura, nel suo complesso e nei particolari, la struttura di ogni elemento da demolire, disfare o rimuovere, onde conoscerne, con ogni completezza, la natura, lo stato di conservazione, le diverse tecniche costruttive, ecc., ed essere così in grado di affrontare, in ogni stadio dei lavori, tutte quelle evenienze che possano presentarsi nelle demolizioni, disfacimenti e rimozioni, anche se queste evenienze dipendano, ad esempio, da particolarità di costruzione, da modifiche apportate successivamente alla costruzione originaria, dallo stato di conservazione delle murature, conglomerati e malte, dallo stato di conservazione delle armature metalliche e loro collegamenti, dallo stato di conservazione dei legnami, da fatiscenza, da difetti costruttivi e statici, da contingenti condizioni di equilibrio, da possibilità di spinta dei terreni sulle strutture quando queste vengono scaricate, da cedimenti nei terreni di fondazione, da azioni reciproche tra le opere da demolire e quelle adiacenti, da danni causati da sisma, ecc., adottando di conseguenza e tempestivamente tutti i provvedimenti occorrenti per non alterare all'atto delle demolizioni, disfacimenti o rimozioni quelle particolari condizioni di equilibrio che le strutture presentassero sia nel loro complesso che nei loro vari elementi.

La zona interessata dai lavori dovrà essere delimitata con particolare cura, sia per quanto riguarda il pubblico

transito che per quello degli addetti ai lavori.

In corrispondenza dei passaggi dovranno essere collocate opportune ed idonee opere per proteggere i passaggi stessi da eventuale caduta di materiali dall'alto; le predette protezioni dovranno essere adeguate alle necessità e conformi alle prescrizioni dei regolamenti comunali locali.

Qualora il materiale venga convogliato in basso per mezzo di canali, dovrà essere vietato l'accesso alla zona di sbocco quando sia in corso lo scarico: tale divieto dovrà risultare da appositi evidenti cartelli.

Prima di dare inizio alle demolizioni dovranno essere interrotte le erogazioni agli impianti di elettricità, gas, acqua, ecc. esistenti nell'area dei lavori; a tal fine l'Appaltatore dovrà prendere direttamente accordi con le rispettive Società od Enti erogatori. Se necessario, i serbatoi e le tubazioni dovranno essere vuotati e dovrà essere effettuata la chiusura dell'attacco delle fognature.

Dovranno essere interrotte le erogazioni agli impianti suddetti anche nelle demolizioni parziali o di limitata estensione; ciò data la possibile presenza di conduttori e canalizzazioni incassati od interrati.

Le reti elettriche disposte per la esecuzione dei lavori dovranno essere bene individuabili ed idoneamente protette.

Tutti i vani di balconi, finestre, scale, ascensori, ecc., dovranno essere sbarrati al momento stesso in cui vengono tolti i parapetti o gli infissi.

Sulle zone di solai parzialmente demoliti dovranno essere disposte delle passerelle di tavole.

Tra i materiali di risulta dovranno sempre essere lasciati passaggi sufficientemente ampi, avendo cura che non vi sporgano parti pericolose di legno, ferro, ecc.; i chiodi lungo questi passaggi dovranno essere eliminati. I predetti passaggi dovranno essere tali che in ogni posizione di lavoro la via di fuga sia sempre facile ed evidente.

10.6.1 Premessa progettuale

Prima dell'inizio dei lavori di demolizione si procederà all'analisi ed alla verifica della struttura da demolire verificando in particolare:

- la localizzazione; la destinazione funzionale; l'epoca a cui risale l'opera; i materiali costruttivi dell'opera; la presenza di impianti tecnologici; la tipologia costruttiva dell'opera.

Analizzate le opere del manufatto sarà necessario definirne l'entità della demolizione e le condizioni ambientali in cui si andrà ad operare, in base a:

- dimensione dell'intervento; altezza e dimensione in pianta dei manufatti da demolire; ambiente operativo; accessibilità del cantiere; spazio di manovra; presenza di altri fabbricati.

10.6.2 Demolizione manuale e meccanica

La demolizione dovrà avvenire con l'utilizzo di attrezzature e macchine specializzate:

- attrezzi manuali,
- macchine di piccole dimensioni adatte ad esempio per ambienti interni (demolizione manuale),
- macchine radiocomandate se in ambienti ostili (demolizione meccanica),
- macchine munite di appositi strumenti di frantumazione o taglio.

Tutti gli attrezzi e le macchine, a prescindere dal tipo di controllo (manuale o meccanizzato), dovranno essere in ottimo stato di efficienza e manutenzione e rispettare i requisiti di sicurezza richiesti dalle norme UNI di riferimento ([UNI EN ISO 11148](#)).

Qualora sia salvaguardata l'osservanza di Leggi e Regolamenti speciali e locali, la tenuta strutturale dell'edificio previa autorizzazione della Direzione Lavori, la demolizione di parti di strutture aventi altezza contenuta potrà essere effettuata mediante rovesciamento per trazione o per spinta. La trazione o la spinta deve essere esercitata in modo graduale e senza strappi e deve essere eseguita soltanto su elementi di struttura opportunamente isolati dal resto del fabbricato in demolizione in modo da non determinare crolli intempestivi o non previsti di altre parti. Devono inoltre essere adottate le precauzioni necessarie per la sicurezza del lavoro quali: trazione da distanza non minore di una volta e mezzo l'altezza del muro o della struttura da abbattere e allontanamento degli operai dalla zona interessata.

Il rovesciamento per spinta può essere effettuato con martinetti con l'ausilio di puntelli sussidiari contro il ritorno degli elementi smossi. Deve essere evitato in ogni caso che per lo scuotimento del terreno in seguito alla caduta delle strutture o di grossi blocchi possano derivare danni o lesioni agli edifici vicini o ad opere adiacenti pericolose per i lavoratori addetti.

Beni culturali - Nel caso di appalti relativi al settore dei beni culturali, tutti gli interventi di demolizione dovranno essere preventivamente concordati mediante sopralluogo con la Direzione lavori e la competente Soprintendenza, essendo sempre inseriti in contesto storico tutelato e di complessa stratificazione.

Qualora la Direzione lavori lo ritenga opportuno, saranno eseguiti ulteriori saggi stratigrafici e chimico-fisici sugli intonaci, sulle murature da demolire e sulle murature adiacenti, per orientare la correttezza operativa dell'intervento.

Ogni intervento sarà inoltre verificato preventivamente dalla Direzione lavori e si darà inizio alle opere solo

dopo specifica autorizzazione.

Si concorderanno con la Direzione lavori le aree dove le demolizioni dovranno essere realizzate esclusivamente a mano e, se necessario, con la sorveglianza di un restauratore. Sarà pertanto cura dell'impresa verificare i tracciati e segnalarli preventivamente. In prossimità di eventuali ancoraggi da preservare si raccomanda particolare attenzione affinché non ne siano alterate le caratteristiche prestazionali.

10.6.3 Demolizione progressiva selettiva

La demolizione selettiva non sarà intesa come una unica fase di lavoro che porterà sostanzialmente all'abbattimento di un manufatto, edificio, impianto, ecc. e alla sua alienazione, ma dovrà essere pensata come un processo articolato che porti alla scomposizione del manufatto nelle sue componenti originarie.

Le fasi del processo di demolizione selettiva si articoleranno almeno come di seguito:

- Pianificazione

- Effettuare tutti i rilievi e le indagini necessarie a caratterizzare qualitativamente e quantitativamente i materiali presenti nel manufatto da demolire;
- individuare i materiali potenzialmente pericolosi presenti e predisporre le fasi di lavoro per la rimozione sicura;
- individuare le componenti o gli elementi reimpiegabili con funzioni uguali o differenti da quelle di origine;
- individuare e quantificare le materie prime secondarie reimpiegabili come materiale uguale a quelli di origine dopo processi di trattamento ma con diversa funzione e forma;
- individuare e quantificare le materie prime secondarie diverse dal materiale di origine per forma e funzione, reimpiegabili dopo processi di trattamento come materiale diverso da quello di origine;
- organizzare il cantiere in funzione degli stoccaggi temporanei dei materiali separati per tipologia;
- pianificare le operazioni di trasporto dei materiali separati.

- Bonifica

- Rimozione MCA friabile o compatto;
- rimozione coibenti a base di fibre minerali e ceramiche;
- bonifica serbatoi;
- bonifica circuiti di alimentazione macchine termiche (caldaia, condizionatori, ecc.);

- Strip out (smontaggio selettivo)

- Smontaggio elementi decorativi e impiantistici riutilizzabili;
- Smontaggio di pareti continue;
- Smontaggio di coperture e orditure in legno (se riutilizzabili);
- Eliminazione di arredi vari;
- Smontaggio e separazione di vetri e serramenti;
- Smontaggio e separazione impianti elettrici;
- Eliminazione di pavimentazioni in materiali non inerti (es. linoleum, resine, moquette), controsoffitti, pavimenti galleggianti e rivestimenti vari;

- Demolizione primaria

- Eliminazione di tavolati interni in laterizio (se la struttura principale e le tamponature esterne realizzate in c.a.);
- eliminazione eventuali tamponature esterne se realizzate in laterizio su struttura portante in c.a.;
- eliminazione selettiva delle orditure di sostegno (legno, carpenteria, latero-cemento, ecc.);

- Demolizione secondaria

- Deferrizzazione;
- riduzione volumetrica;
- caratterizzazione;
- stoccaggio e trasporto.

Si procederà con la rimozione controllata di parti di struttura, mantenendo staticamente efficienti le parti rimanenti.

10.6.4 Rimozione di elementi

Laddove sia necessario si procederà alla rimozione o asportazione di materiali e/o corpi d'opera insiti nell'edificio oggetto di intervento. La rimozione di tali parti di struttura potrà essere effettuata per de-costruzione e smontaggio.

Alcuni materiali potranno essere reimpiegati nell'ambito dello stesso cantiere, se espressamente richiesto o

autorizzato dalla Direzione Lavori, ovvero, previo nulla osta della Stazione appaltante, potranno essere messi a disposizione dell'appaltatore per altri siti.

10.6.5 Prescrizioni particolari per la demolizione di talune strutture

Per le demolizioni di murature si provvederà ad operare a partire dall'alto e solo per quelle per le quali siano venute meno le condizioni di esistenza. Data la posizione degli operatori, fatte salve tutte le prescrizioni generali già citate, particolare attenzione sarà presentata agli elementi provvisori (cavalletti, trabattelli, ecc.), agli indumenti di sicurezza degli operatori, nonché allo sbarramento dei luoghi limitrofi.

Coperture - Operata, con ogni cautela, la dismissione del manto di copertura, delle canne fumarie e dei comignoli, l'Appaltatore potrà rimuovere la piccola, la media e la grossa orditura o comunque la struttura sia essa di legno, di ferro o di cemento armato.

In presenza di cornicioni o di gronda a sbalzo, dovrà assicurarsi che questi siano ancorati all'ultimo solaio o, viceversa, trattenuti dal peso della copertura; in quest'ultimo caso, prima di rimuovere la grossa orditura, dovrà puntellare i cornicioni.

La demolizione della copertura, dovrà essere effettuata intervenendo dall'interno; in caso contrario gli addetti dovranno lavorare solo sulla struttura principale e mai su quella secondaria, impiegando tavole di ripartizione. Quando la quota del piano di lavoro rispetto al piano sottostante supererà i 2 m, l'Appaltatore avrà l'obbligo di predisporre un'impalcatura; se la presenza di un piano sottostante non portante o inagibile non dovesse consentirne la costruzione, dovrà fornire agli addetti ai lavori delle regolamentari cinture di sicurezza complete di bretelle e funi di trattenuta.

Solai piani - Demoliti e rimossi i pavimenti ed i sottofondi, i tavellonati e le voltine, l'Appaltatore, nel caso che non si dovessero dismettere i travetti, provvederà a far predisporre degli idonei tavolati di sostegno per gli operai.

I travetti dovranno essere sfilati dalle sedi originarie evitando di fare leva sulle murature mediante il puntellamento, la sospensione e il taglio dei travetti.

Le solette monolitiche in cemento armato prive di una visibile orditura principale, dovranno essere puntellate allo scopo di accertare la disposizione dei ferri di armatura.

L'Appaltatore dovrà, altresì, evitare la caduta sui piani sottostanti dei materiali rimossi e l'eccessivo accumulo degli stessi sui solai.

Per la demolizione di solai si provvederà ad organizzare una struttura di presidio di puntelli superiore ed inferiore, in particolare i primi costituiti da tavoloni da ponte o da quadri disposti in direzione trasversale alle travi. Per le demolizioni di scale si provvederà ad organizzare una struttura di presidio composta da puntelli ed elementi di ripartizione inferiore e superiore per la demolizione di finte volte e controsoffitti. Si opererà dal basso, organizzando dei piani di lavoro ad una certa altezza; questi potranno essere o fissi o mobili ed in tal caso saranno resi stabili da opportuni stabilizzatori. In particolare, si sottolinea, la prescrizione che gli operatori indossino elmetti di protezione, calzature di sicurezza e occhiali per evitare il contatto di materiale pericoloso (tavole chiodate, schegge). Per la demolizione delle voltine o tavole in laterizio si provvederà allo sbarramento dei luoghi sottostanti e addirittura alla realizzazione di un tavolato continuo, al fine di realizzare una struttura di protezione contro il rischio di caduta di pezzi anche di una certa consistenza. Successivamente alla rimozione della sovrastruttura ed allo smuramento delle travi, queste saranno imbracate con funi, saranno opportunamente tagliati agli estremi e trasferiti in siti da cui saranno in un secondo tempo allontanati.

È assolutamente da evitare che durante l'opera demolitrice mediante mezzi pneumatici, si creino delle condizioni di squilibrio della massa strutturale.

Solai a volta - I sistemi per la demolizione delle volte si diversificheranno in relazione alle tecniche impiegate per la loro costruzione, alla natura del dissesto ed alle condizioni del contorno.

L'Appaltatore dovrà sempre realizzare i puntellamenti e le sbadacchiature che la Direzione dei Lavori riterrà più adatti ad assicurare la stabilità dei manufatti adiacenti, anche, per controbilanciare l'assenza della spinta esercitata dalla volta da demolire.

La demolizione delle volte di mattoni in foglio a crociera o a vela dovrà essere iniziata dal centro (chiave) e seguire un andamento a spirale. La demolizione delle volte a botte o ad arco ribassato verrà eseguita per sezioni frontali procedendo dalla chiave verso le imposte.

Art. 10.7 OPERE E STRUTTURE DI MURATURA

10.7.1) Generalità

Le costruzioni in muratura devono essere realizzate nel rispetto di quanto contenuto nel D.M. 17 gennaio 2018 e relativa normativa tecnica vigente.

10.7.2) Malte per murature

L'acqua e la sabbia per la preparazione degli impasti devono possedere i requisiti e le caratteristiche tecniche di cui agli articoli "*Norme Generali - Accettazione Qualità ed impiego dei Materiali*" e "*Acqua, Calci, Cementi ed Agglomerati Cementizi*".

Le prestazioni meccaniche di una malta sono definite mediante la sua resistenza media a compressione f_m .

La classe di una malta è definita da una sigla costituita dalla lettera M seguita da un numero che indica la resistenza f_m espressa in N/mm² secondo la successiva Tab. 11.10.II del D.M. 17 gennaio 2018. Per l'impiego in muratura portante non sono ammesse malte con resistenza $f_m < 2,5$ N/mm².

Per garantire la durabilità è necessario che i componenti la miscela rispondano ai requisiti contenuti nelle norme [UNI EN 1008](#) (acqua di impasto), nelle norme europee armonizzate [UNI EN 13139](#) (aggregati per malta) e [UNI EN 13055](#) (aggregati leggeri).

Le malte possono essere prodotte in fabbrica oppure prodotte in cantiere mediante la miscelazione di sabbia, acqua ed altri componenti leganti.

Le malte per muratura prodotte in fabbrica devono essere specificate o come malte a prestazione garantita oppure come malte a composizione prescritta.

La composizione delle malte per muratura prodotte in cantiere deve essere definita dalle specifiche del progetto.

Malte a prestazione garantita

La malta a prestazione garantita deve essere specificata per mezzo della classe di resistenza a compressione con riferimento alla classificazione riportata nella seguente tabella:

Tab. 11.10.II

Classe	M 2,5	M 5	M 10	M 15	M 20	M d
Resistenza a compressione N/mm ²	2,5	5	10	15	20	d

d è una resistenza a compressione maggiore di 25 N/mm² dichiarata dal fabbricante

Le modalità per la determinazione della resistenza a compressione delle malte sono riportate nella [UNI EN 1015-11](#).

La malta per muratura portante deve garantire prestazioni adeguate al suo impiego in termini di durabilità e di prestazioni meccaniche e deve essere conforme alla norma armonizzata [UNI EN 998-2](#) e, secondo quanto specificato alla lettera A del punto 11.1 del D.M. 17 gennaio 2018 e recare la Marcatura CE, secondo il sistema di Valutazione e Verifica della Costanza della Prestazione indicato nella Tabella 11.10.III del medesimo D.M.

Tabella 11.10.III

Specificativa Tecnica Europea di riferimento	Usi Previsti	Sistema di Valutazione e Verifica della Costanza della Prestazione
Malta per murature UNI EN 998-2	Usi strutturali	2 +

Malte a composizione prescritta.

Per le malte a composizione prescritta le proporzioni di composizione in volume o in massa di tutti i costituenti devono essere dichiarate dal fabbricante.

La resistenza meccanica dovrà essere verificata mediante prove sperimentali svolte in accordo con le UNI EN 1015-11.

Le malte a composizione prescritta devono inoltre rispettare le indicazioni riportate nella norma europea armonizzata UNI EN 998-2 secondo il sistema di valutazione e verifica della costanza della prestazione indicato nella tabella 11.10.IV. del D.M. 17 gennaio 2018.

Tabella 11.10.IV

Specifica Tecnica Europea di riferimento	Usò Previsto	Sistema di Valutazione e Verifica della Costanza della Prestazione
Malta per murature UNI EN 998-2	Usi strutturali e non	4

Per le composizioni in volume descritte nella tabella 11.10.V è possibile associare la classe di resistenza specificata

Tabella 11.10.V - Corrispondenza tra classi di resistenza e composizione in volume delle malte

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

Malte di diverse proporzioni nella composizione, preventivamente sperimentate con le modalità riportate nella norma [UNI EN 1015-11](#), possono essere ritenute equivalenti a quelle indicate qualora la loro resistenza media a compressione non risulti inferiore a quanto previsto in tabella 11.10.II.

10.7.3) Murature in genere: criteri generali per l'esecuzione

Nella costruzione delle murature in genere verrà curata la perfetta esecuzione degli spigoli, delle volte, piattabande, archi, e verranno lasciati tutti i necessari incavi, sfondi, canne e fori per:

- ricevere le chiavi ed i capichiavi delle volte: gli ancoraggi delle catene e delle travi a doppio T; le testate delle travi (di legno, di ferro); le pietre da taglio e quanto altro non venga messo in opera durante la formazione delle murature;
- il passaggio delle canalizzazioni verticali (tubi pluviali, dell'acqua potabile, canne di stufe e camini, scarico acqua usata, immondizie, ecc.);
- il passaggio delle condutture elettriche, di telefoni e di illuminazione;
- le imposte delle volte e degli archi;
- gli zoccoli, dispositivi di arresto di porte e finestre, zanche, soglie, ferriate, ringhiere, davanzali, ecc.

Quanto detto, in modo che non vi sia mai bisogno di scalpellare le murature già eseguite.

La costruzione delle murature deve iniziarsi e proseguire uniformemente, assicurando il perfetto collegamento sia con le murature esistenti, sia fra le parti di esse.

I mattoni, prima del loro impiego, dovranno essere bagnati fino a saturazione per immersione prolungata in appositi bagnaroli e mai per aspersione.

Essi dovranno mettersi in opera con i giunti alternati ed in corsi ben regolari e normali alla superficie esterna; saranno posati sopra un abbondante strato di malta e premuti sopra di esso in modo che la malta rifluisca all'ingiro e riempia tutte le connesure.

La larghezza dei giunti non dovrà essere maggiore di otto né minore di 5 mm.

I giunti non verranno rabboccati durante la costruzione per dare maggiore presa all'intonaco od alla stuccatura col ferro.

Le malte da impiegarsi per la esecuzione delle murature dovranno essere passate al setaccio per evitare che i giunti fra i mattoni riescano superiori al limite di tolleranza fissato.

Le murature di rivestimento saranno fatte a corsi bene allineati e dovranno essere opportunamente collegate con la parte interna.

Se la muratura dovesse eseguirsi con paramento a vista (cortina) si dovrà avere cura di scegliere per le facce esterne i mattoni di migliore cottura, meglio formati e di colore più uniforme, disponendoli con perfetta regolarità e ricorrenza nelle connesure orizzontali, alternando con precisione i giunti verticali.

In questo genere di paramento i giunti non dovranno avere larghezza maggiore di 5 mm e, previa loro raschiatura e pulitura, dovranno essere profilate con malta idraulica o di cemento, diligentemente compresse e lisciate con apposito ferro, senza sbavatura.

Le sordine, gli archi, le piattabande e le volte dovranno essere costruite in modo che i mattoni siano sempre

disposti in direzione normale alla curva dell'intradosso e la larghezza dei giunti non dovrà mai eccedere i 5 mm all'intradosso e 10 mm all'estradosso.

All'innesto con muri da costruirsi in tempo successivo dovranno essere lasciate opportune ammorsature in relazione al materiale impiegato.

I lavori di muratura, qualunque sia il sistema costruttivo adottato, debbono essere sospesi nei periodi di gelo, durante i quali la temperatura si mantenga, per molte ore, al disotto di zero gradi centigradi.

Quando il gelo si verifichi solo per alcune ore della notte, le opere in muratura ordinaria possono essere eseguite nelle ore meno fredde del giorno, purché al distacco del lavoro vengano adottati opportuni provvedimenti per difendere le murature dal gelo notturno.

Le impostature per le volte, gli archi, ecc. devono essere lasciate nelle murature sia con gli addentellati d'uso, sia col costruire l'origine delle volte e degli archi a sbalzo mediante le debite sagome, secondo quanto verrà prescritto.

La Direzione dei Lavori stessa potrà ordinare che sulle aperture di vani, di porte e finestre siano collocati degli architravi (cemento armato, acciaio) delle dimensioni che saranno fissate in relazione alla luce dei vani, allo spessore del muro ed al sovraccarico.

Nel punto di passaggio fra le fondazioni entro terra e la parte fuori terra sarà eseguito un opportuno strato (impermeabile, drenante, ecc.) che impedisca la risalita per capillarità.

Regole di dettaglio

Costruzioni in muratura ordinaria: ad ogni piano deve essere realizzato un cordolo continuo all'intersezione tra solai e pareti.

I cordoli debbono avere altezza minima pari all'altezza del solaio e larghezza almeno pari a quella del muro; è consentito un arretramento massimo di 6 cm dal filo esterno. L'armatura corrente non deve essere inferiore a 8 cm², le staffe debbono avere diametro non inferiore a 6 mm ed interasse non superiore a 25 cm. Travi metalliche o prefabbricate costituenti i solai debbono essere prolungate nel cordolo per almeno la metà della sua larghezza e comunque per non meno di 12 cm ed adeguatamente ancorate ad esso.

In corrispondenza di incroci d'angolo tra due pareti perimetrali sono prescritte, su entrambe le pareti, zone di parete muraria di lunghezza non inferiore a 1 m, compreso lo spessore del muro trasversale.

Al di sopra di ogni apertura deve essere realizzato un architrave resistente a flessione efficacemente ammorsato alla muratura.

Costruzioni in muratura armata: gli architravi soprastanti le aperture possono essere realizzati in muratura armata.

Le barre di armatura debbono essere esclusivamente del tipo ad aderenza migliorata e debbono essere ancorate in modo adeguato alle estremità mediante piegature attorno alle barre verticali. In alternativa possono essere utilizzate, per le armature orizzontali, armature a traliccio o conformate in modo da garantire adeguata aderenza ed ancoraggio.

La percentuale di armatura orizzontale, calcolata rispetto all'area lorda della muratura, non può essere inferiore allo 0,04 %, né superiore allo 0,5%.

Parapetti ed elementi di collegamento tra pareti diverse debbono essere ben collegati alle pareti adiacenti, garantendo la continuità dell'armatura orizzontale e, ove possibile, di quella verticale.

Agli incroci delle pareti perimetrali è possibile derogare dal requisito di avere su entrambe le pareti zone di parete muraria di lunghezza non inferiore a 1 m.

Per quanto non espressamente contemplato nel presente articolo, le modalità esecutive devono essere conformi alle indicazioni della normativa consolidata.

Tutti i prodotti e/o materiali di cui al presente articolo, qualora possano essere dotati di marcatura CE secondo la normativa tecnica vigente, dovranno essere muniti di tale marchio.

10.7.4) Muratura portante: tipologie e caratteristiche tecniche

Murature

Le murature costituite dall'assemblaggio organizzato ed efficace di elementi e malta possono essere a singolo paramento, se la parete è senza cavità o giunti verticali continui nel suo piano, o a paramento doppio. In questo ultimo caso, qualora siano presenti le connessioni trasversali previste dall'Eurocodice [UNI EN 1996-1-1](#), si farà riferimento agli stessi Eurocodici [UNI EN 1996-1-1](#), oppure, in assenza delle connessioni trasversali previste dall'Eurocodice, si applica quanto previsto al punto 4.6 (Altri sistemi costruttivi) del D.M. 17 gennaio 2018.

Nel caso di elementi naturali, le pietre di geometria pressoché parallelepipeda, poste in opera in strati

regolari, formano le murature di pietra squadrata. L'impiego di materiale di cava grossolanamente lavorato è consentito per le nuove costruzioni, purché posto in opera in strati pressoché regolari: in tal caso si parla di muratura di pietra non squadrata; se la muratura in pietra non squadrata è intercalata, ad interasse non superiore a 1,6 m e per tutta la lunghezza e lo spessore del muro, da fasce di calcestruzzo semplice o armato oppure da ricorsi orizzontali costituiti da almeno due filari di laterizio pieno, si parla di muratura listata.

L'uso di giunti di malta sottili (spessore compreso tra 0.5 mm e 3 mm) e/o di giunti verticali a secco va limitato ad edifici con numero di piani fuori terra non superiore a quanto specificato al punto 7.8.1.2 delle Norme Tecniche di cui al citato decreto ed altezza interpiano massima di 3.5 m.

Materiali

Gli elementi da utilizzare per costruzioni di muratura portante devono essere tali da evitare rotture fragili. A tal fine gli elementi devono possedere i requisiti indicati nel punto 4.5.2 del D.M. 17 gennaio 2018 e, fatta eccezione per le costruzioni caratterizzate, allo SLV, da $a_g S \leq 0,075g$, rispettare le seguenti ulteriori indicazioni:

- percentuale volumetrica degli eventuali vuoti, non superiore al 45% del volume totale del blocco;
- eventuali setti, disposti parallelamente al piano del muro, continui e rettilinei; le uniche interruzioni ammesse sono quelle in corrispondenza dei fori di presa o per l'alloggiamento delle armature;
- resistenza caratteristica a rottura nella direzione portante (f_{bk}), calcolata sull'area al lordo delle forature, non inferiore a 5 MPa o, in alternativa, resistenza media normalizzata nella direzione portante (f_b) non inferiore a 6 MPa ;
- resistenza caratteristica a rottura nella direzione perpendicolare a quella portante ossia nel piano di sviluppo della parete (f_{bk}), calcolata nello stesso modo, non inferiore a 1,5 MPa.

La malta di allettamento per la muratura ordinaria deve avere resistenza media non inferiore a 5 MPa.

Nel caso di utilizzo di elementi per muratura che fanno affidamento a tasche per riempimento di malta, i giunti verticali possono essere considerati riempiti se la malta è posta su tutta l'altezza del giunto su di un minimo del 40% della larghezza dell'elemento murario.

L'uso di giunti sottili (spessore compreso tra 0.5 mm e 3 mm) è consentito esclusivamente per edifici caratterizzati allo SLV, da $a_g S \leq 0,15 g$, con le seguenti limitazioni:

- altezza massima, misurata in asse allo spessore della muratura: 10,5 m se $a_g S \leq 0,075 g$; 7 m se $0,075 g < a_g S \leq 0,15 g$;
- numero dei piani in muratura da quota campagna: ≤ 3 per $a_g S \leq 0,075g$; ≤ 2 per $0,075g < a_g S \leq 0,15g$.

L'uso di giunti verticali non riempiti è consentito esclusivamente per edifici caratterizzati, allo SLV, da $a_g S \leq 0,075g$, costituiti da un numero di piani in muratura da quota campagna non maggiore di due e altezza massima, misurata in asse allo spessore della muratura di 7 m.

Gli elementi per murature con giunti sottili e/o giunti verticali a secco debbono soddisfare le seguenti limitazioni:

- spessore minimo dei setti interni: 7 mm;
- spessore minimo dei setti esterni: 10 mm;
- percentuale massima di foratura: 55% ;

Sono ammesse murature realizzate con elementi artificiali o elementi in pietra squadrata.

È consentito utilizzare la muratura di pietra non squadrata o la muratura listata solo per costruzioni caratterizzate, allo SLV, da $a_g S \leq 0,075g$. **($a_g S$ è l'accelerazione del sito comprensiva degli effetti di amplificazione locale).*

Gli elementi per muratura portante devono essere conformi alla pertinente norma europea armonizzata della serie [UNI EN 771](#) e, secondo quanto specificato al punto A del § 11.1 del D.M. 17 gennaio 2018, recare la Marcatura CE, secondo il sistema valutazione e verifica della costanza della prestazione ivi indicato.

Specifiche tecniche Europee di riferimento	Categoria	Sistema di Valutazione e Verifica della Costanza della Prestazione
Specifiche per elementi per muratura - Elementi per muratura di laterizio, silicato di calcio, in calcestruzzo vibrocompreso (aggregati pesanti e leggeri), calcestruzzo aerato autoclavato, pietra agglomerata, pietra naturale UNI EN 771-1, 771-2, 771-3, 771-4, 771-5, 771-6	Categoria I	2+
	Categoria II	4

Come più precisamente specificato nelle norme europee armonizzate della serie [UNI EN 771](#), gli elementi di categoria I hanno una resistenza alla compressione dichiarata, determinata tramite il valore medio o il valore

caratteristico, e una probabilità di insuccesso nel raggiungerla non maggiore del 5%. Gli elementi di categoria II non soddisfano questo requisito.

L'uso di elementi per muratura portante di Categoria I e II è subordinato all'adozione, nella valutazione della resistenza di progetto, del corrispondente coefficiente di sicurezza M riportato nel relativo paragrafo 4.5.6. del D.M. 17 gennaio 2018 e s.m.i.

Prove di accettazione

Oltre a quanto previsto alla lettera A del punto 11.1 del D.M. 17 gennaio 2018 e s.m.i., la Direzione dei Lavori è tenuta a far eseguire ulteriori prove di accettazione sugli elementi per muratura portante pervenuti in cantiere e sui collegamenti, secondo le metodologie di prova indicate nelle norme armonizzate della serie [UNI EN 771](#).

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

Criteri di progetto e requisiti geometrici

Le piante delle costruzioni debbono essere quanto più possibile compatte e simmetriche rispetto ai due assi ortogonali. Le pareti strutturali, al lordo delle aperture, debbono avere continuità in elevazione fino alla fondazione, evitando pareti in falso. Le strutture costituenti orizzontamenti e coperture non devono essere spingenti. Eventuali spinte orizzontali, valutate tenendo in conto l'azione sismica, devono essere assorbite per mezzo di idonei elementi strutturali.

I solai devono assolvere funzione di ripartizione delle azioni orizzontali tra le pareti strutturali e di vincolo nei confronti delle azioni fuori del piano delle pareti, pertanto devono essere ben collegati ai muri e garantire un adeguato funzionamento a diaframma.

La distanza massima tra due solai successivi non deve essere superiore a 5 m.

La geometria delle pareti resistenti al sisma, deve rispettare i requisiti indicati nel D.M. 17 gennaio 2018 e s.m.i.

10.7.5) Muratura portante: elementi resistenti in muratura

Elementi artificiali

Per gli elementi resistenti artificiali da impiegare con funzione resistente si applicano le prescrizioni riportate al punto 11.10.1 del D.M. 17 gennaio 2018.

Gli elementi resistenti artificiali possono essere dotati di fori in direzione normale al piano di posa (foratura verticale) oppure in direzione parallela (foratura orizzontale) con caratteristiche di cui al punto 11.10. del D.M. 17 gennaio 2018. Gli elementi possono essere rettificati sulla superficie di posa.

Per l'impiego nelle opere trattate dalla presente norma, gli elementi sono classificati in base alla percentuale di foratura φ ed all'area media della sezione normale di ogni singolo foro f .

I fori sono di regola distribuiti pressoché uniformemente sulla faccia dell'elemento.

La percentuale di foratura è espressa dalla relazione $\varphi = 100 F/A$ dove:

- F è l'area complessiva dei fori passanti e profondi non passanti;
- A è l'area lorda della faccia dell'elemento di muratura delimitata dal suo perimetro.

Nel caso dei blocchi in laterizio estrusi la percentuale di foratura φ coincide con la percentuale in volume dei vuoti come definita dalla norma [UNI EN 772-9](#).

Le Tab. 4.5.Ia-b riportano la classificazione per gli elementi in laterizio e calcestruzzo rispettivamente.

Tabella 4.5.Ia - Classificazione elementi in laterizio

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

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

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

Tabella 4.5.Ib - Classificazione elementi in calcestruzzo

Elementi	Percentuale di foratura φ	Area f della sezione normale del foro	
		A \leq 900 cm ²	A > 900 cm ²
Pieni	$\varphi \leq 15 \%$	f \leq 0,10 A	f \leq 0,15 A
Semipieni	15 % < $\varphi \leq$ 45 %	f \leq 0,10 A	f \leq 0,15 A
Forati	45 % < $\varphi \leq$ 55 %	f \leq 0,10 A	f \leq 0,15 A

Non sono soggetti a limitazione i fori degli elementi in laterizio e calcestruzzo destinati ad essere riempiti di calcestruzzo o malta.

Lo spessore minimo dei setti interni (distanza minima tra due fori) è il seguente:

elementi in laterizio e di silicato di calcio: 7 mm;
elementi in calcestruzzo: 18 mm;

Spessore minimo dei setti esterni (distanza minima dal bordo esterno al foro più vicino al netto dell'eventuale rigatura) è il seguente:

elementi in laterizio e di silicato di calcio: 10 mm;
elementi in calcestruzzo: 18 mm;

Per i valori di adesività malta/elemento resistente si può fare riferimento a indicazioni di normative di riconosciuta validità.

Elementi naturali

Gli elementi naturali sono ricavati da materiale lapideo non friabile o sfaldabile, e resistente al gelo; essi non devono contenere in misura sensibile sostanze solubili, o residui organici e devono essere integri, senza zone alterate o rimovibili.

Gli elementi devono possedere i requisiti di resistenza meccanica ed adesività alle malte determinati secondo le modalità descritte nel punto 11.10.3. del D.M. 17 gennaio 2018.

10.7.6) Muratura Portante: Organizzazione Strutturale

L'edificio a muratura portante deve essere concepito come una struttura tridimensionale.

I sistemi resistenti di pareti di muratura, gli orizzontamenti e le fondazioni devono essere collegati tra di loro in modo da resistere alle azioni verticali ed orizzontali.

I pannelli murari sono considerati resistenti anche alle azioni orizzontali quando hanno una lunghezza non inferiore a 0,3 volte l'altezza di interpiano; essi svolgono funzione portante, quando sono sollecitati prevalentemente da azioni verticali, e svolgono funzione di controvento, quando sollecitati prevalentemente da azioni orizzontali.

Ai fini di un adeguato comportamento statico e dinamico dell'edificio, tutte le pareti devono assolvere, per quanto possibile, sia la funzione portante sia la funzione di controventamento.

Gli orizzontamenti sono generalmente solai piani, o con falde inclinate in copertura, che devono assicurare, per resistenza e rigidezza, la ripartizione delle azioni orizzontali fra i muri di controventamento.

L'organizzazione dell'intera struttura e l'interazione ed il collegamento tra le sue parti devono essere tali da assicurare appropriata resistenza e stabilità, ed un comportamento d'insieme "scatolare".

Per garantire un comportamento scatolare, muri ed orizzontamenti devono essere opportunamente collegati fra loro.

Tutte le pareti devono essere collegate al livello dei solai mediante cordoli di piano di calcestruzzo armato e, tra di loro, mediante ammorsamenti lungo le intersezioni verticali.

I cordoli di piano devono avere adeguata sezione ed armatura.

Devono inoltre essere previsti opportuni incatenamenti al livello dei solai, aventi lo scopo di collegare tra loro i muri paralleli della scatola muraria. Tali incatenamenti devono essere realizzati per mezzo di armature metalliche o altro materiale resistente a trazione, le cui estremità devono essere efficacemente ancorate ai cordoli.

Per il collegamento nella direzione di tessitura del solaio possono essere omessi gli incatenamenti quando il collegamento è assicurato dal solaio stesso.

Per il collegamento in direzione normale alla tessitura del solaio, si possono adottare opportuni accorgimenti che sostituiscano efficacemente gli incatenamenti costituiti da tiranti estranei al solaio.

Il collegamento fra la fondazione e la struttura in elevazione è generalmente realizzato mediante cordolo in

calcestruzzo armato disposto alla base di tutte le murature verticali resistenti. È possibile realizzare la prima elevazione con pareti di calcestruzzo armato; in tal caso la disposizione delle fondazioni e delle murature sovrastanti deve essere tale da garantire un adeguato centraggio dei carichi trasmessi alle pareti della prima elevazione ed alla fondazione.

Lo spessore dei muri portanti non può essere inferiore ai seguenti valori:

- muratura in elementi resistenti artificiali pieni 150 mm;
- muratura in elementi resistenti artificiali semipieni 200 mm;
- muratura in elementi resistenti artificiali forati 240 mm;
- muratura di pietra squadrata 240 mm;
- muratura di pietra listata 400 mm;
- muratura di pietra non squadrata 500 mm.

Tutti i prodotti e/o materiali di cui al presente articolo, qualora possano essere dotati di marcatura CE secondo la normativa tecnica vigente, dovranno essere muniti di tale marchio.

Art. 10.8 ALTRI SISTEMI COSTRUTTIVI

Generalità

Qualora vengano usati sistemi costruttivi diversi da quelli disciplinati dal D.M. 17 gennaio 2018, la loro idoneità deve essere comprovata da una dichiarazione rilasciata, ai sensi dell'articolo 52, comma 2, del D.P.R. 380/01, dal Presidente del Consiglio superiore dei lavori pubblici su conforme parere dello stesso Consiglio e previa istruttoria del Servizio Tecnico Centrale.

Si intendono per "sistemi costruttivi diversi", quelli per cui le regole di progettazione ed esecuzione non siano previste nelle norme tecniche di cui al D.M. 17 gennaio 2018 o nei riferimenti tecnici e nei documenti di comprovata validità di cui al Capitolo 12 del citato decreto, nel rispetto dei livelli di sicurezza previsti dalle stesse norme tecniche.

In ogni caso, i materiali o prodotti strutturali utilizzati nel sistema costruttivo devono essere conformi ai requisiti di cui al Capitolo 11 del D.M. 17 gennaio 2018.

Per singoli casi specifici le amministrazioni territorialmente competenti alla verifica dell'applicazione delle norme tecniche per le costruzioni ai sensi del DPR 380/2001 o le amministrazioni committenti possono avvalersi dell'attività consultiva, ai sensi dell'articolo 2, comma 1, lettera b), del D.P.R. 204/2006, del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici, che si esprime previa istruttoria del Servizio Tecnico Centrale.

Art. 10.9 OPERE E STRUTTURE DI CALCESTRUZZO

10.9.1) Generalità

Impasti di Calcestruzzo

Gli impasti di calcestruzzo dovranno essere eseguiti in conformità di quanto previsto dal D.M. 17 gennaio 2018 e dalle relative norme vigenti.

La distribuzione granulometrica degli inerti, il tipo di cemento e la consistenza dell'impasto, devono essere adeguati alla particolare destinazione del getto ed al procedimento di posa in opera del conglomerato.

Il quantitativo d'acqua deve essere il minimo necessario a consentire una buona lavorabilità del conglomerato tenendo conto anche dell'acqua contenuta negli inerti.

Partendo dagli elementi già fissati il rapporto acqua-cemento, e quindi il dosaggio del cemento, dovrà essere scelto in relazione alla resistenza richiesta per il conglomerato.

L'impiego degli additivi dovrà essere subordinato all'accertamento della assenza di ogni pericolo di aggressività e devono essere conformi alla norma europea armonizzata [UNI EN 934-2](#).

L'acqua di impasto, ivi compresa l'acqua di riciclo, dovrà essere conforme alla norma [UNI EN 1008](#).

L'impasto deve essere fatto con mezzi idonei ed il dosaggio dei componenti eseguito con modalità atte a garantire la costanza del proporzionamento previsto in sede di progetto.

Nei calcestruzzi è ammesso l'impiego di aggiunte, in particolare di ceneri volanti, loppe granulate d'altoforno e fumi di silice, purché non ne vengano modificate negativamente le caratteristiche prestazionali.

Le ceneri volanti devono soddisfare i requisiti della norma europea armonizzata [UNI EN 450-1](#). Per quanto riguarda l'impiego si potrà fare utile riferimento ai criteri stabiliti dalle norme [UNI EN 206](#) ed [UNI 11104](#).

I fumi di silice devono soddisfare i requisiti della norma europea armonizzata [UNI EN 13263-1](#).
Per i calcestruzzi preconfezionati si fa riferimento alla norma [UNI EN 206](#).

Controlli sul Calcestruzzo

Per i controlli sul calcestruzzo ci si atterrà a quanto previsto dal D.M. 17 gennaio 2018.

Il calcestruzzo viene individuato tramite la resistenza caratteristica a compressione secondo quanto specificato nel suddetto D.M.

Il calcestruzzo deve essere prodotto in regime di controllo di qualità, con lo scopo di garantire che rispetti le prescrizioni definite in sede di progetto.

Il controllo di qualità del calcestruzzo si articola nelle seguenti fasi:

- Valutazione preliminare della resistenza;
- Controllo di produzione
- Controllo di accettazione
- Prove complementari

Le prove di accettazione e le eventuali prove complementari, compresi i carotaggi, sono eseguite e certificate dai laboratori di cui all'art. 59 del d.P.R. n. 380/2001.

Il costruttore resta comunque responsabile della qualità del calcestruzzo posto in opera, che sarà controllata dal Direttore dei Lavori, secondo le procedure di cui al punto 11.2.5 del D.M. 17 gennaio 2018.

Resistenza al Fuoco

Le verifiche di resistenza al fuoco potranno eseguirsi con riferimento a [UNI EN 1992-1-2](#).

10.9.2) Norme per il cemento armato normale

Nella esecuzione delle opere di cemento armato normale l'Appaltatore dovrà attenersi a quanto contenuto nel d.P.R. 380/2001 e s.m.i., nelle norme tecniche del D.M. 17 gennaio 2018 e nella relativa normativa vigente.

Armatura delle travi

Negli appoggi di estremità all'intradosso deve essere disposta un'armatura efficacemente ancorata, calcolata coerentemente con il modello a traliccio adottato per il taglio e quindi applicando la regola della traslazione della risultante delle trazioni dovute al momento flettente, in funzione dell'angolo di inclinazione assunto per le bielle compresse di calcestruzzo.

Le travi devono prevedere armatura trasversale costituita da staffe con sezione complessiva non inferiore ad $A_{st} = 1,5 b \text{ mm}^2/\text{m}$ essendo b lo spessore minimo dell'anima in millimetri, con un minimo di tre staffe al metro e comunque passo non superiore a 0,8 volte l'altezza utile della sezione.

In ogni caso, almeno il 50% dell'armatura necessaria per il taglio deve essere costituita da staffe.

Armatura dei pilastri

Nel caso di elementi sottoposti a prevalente sforzo normale, le barre parallele all'asse devono avere diametro maggiore od uguale a 12 mm e non potranno avere interassi maggiori di 300 mm.

Le armature trasversali devono essere poste ad interasse non maggiore di 12 volte il diametro minimo delle barre impiegate per l'armatura longitudinale, con un massimo di 250 mm. Il diametro delle staffe non deve essere minore di 6 mm e di $\frac{1}{4}$ del diametro massimo delle barre longitudinali.

Copriferro e interferro

L'armatura resistente deve essere protetta da un adeguato ricoprimento di calcestruzzo.

Al fine della protezione delle armature dalla corrosione, lo strato di ricoprimento di calcestruzzo (copriferro) deve essere dimensionato in funzione dell'aggressività dell'ambiente e della sensibilità delle armature alla corrosione, tenendo anche conto delle tolleranze di posa delle armature.

Per consentire un omogeneo getto del calcestruzzo, il copriferro e l'interferro delle armature devono essere rapportati alla dimensione massima degli inerti impiegati.

Il copriferro e l'interferro delle armature devono essere dimensionati anche con riferimento al necessario sviluppo delle tensioni di aderenza con il calcestruzzo.

Ancoraggio delle barre e loro giunzioni

Le armature longitudinali devono essere interrotte ovvero sovrapposte preferibilmente nelle zone compresse o di minore sollecitazione.

La continuità fra le barre può effettuarsi mediante:

- sovrapposizione, calcolata in modo da assicurare l'ancoraggio di ciascuna barra. In ogni caso la lunghezza

- di sovrapposizione nel tratto rettilineo deve essere non minore di 20 volte il diametro della barra. La distanza mutua (interferro) nella sovrapposizione non deve superare 4 volte il diametro;
- saldature, eseguite in conformità alle norme in vigore sulle saldature. Devono essere accertate la saldabilità degli acciai che vengono impiegati, nonché la compatibilità fra metallo e metallo di apporto nelle posizioni o condizioni operative previste nel progetto esecutivo;
 - giunzioni meccaniche per barre di armatura. Tali giunzioni sono qualificate secondo quanto indicato al punto 11.3.2.9 del D.M. 17 gennaio 2018.

Per barre di diametro $\varnothing > 32$ mm occorrerà adottare particolari cautele negli ancoraggi e nelle sovrapposizioni.

Nell'assemblaggio o unione di due barre o elementi di armatura di acciaio per calcestruzzo armato possono essere usate giunzioni meccaniche mediante manicotti che garantiscano la continuità. Le giunzioni meccaniche possono essere progettate con riferimento a normative o documenti di comprovata validità.

Tutti i progetti devono contenere la descrizione delle specifiche di esecuzione in funzione della particolarità dell'opera, del clima, della tecnologia costruttiva.

In particolare il documento progettuale deve contenere la descrizione dettagliata delle cautele da adottare per gli impasti, per la maturazione dei getti, per il disarmo e per la messa in opera degli elementi strutturali. Analoga attenzione dovrà essere posta nella progettazione delle armature per quanto riguarda: la definizione delle posizioni, le tolleranze di esecuzione e le modalità di piegatura. Si potrà a tal fine fare utile riferimento alla norma [UNI EN 13670](#) "Esecuzione di strutture di calcestruzzo".

10.9.3) Norme ulteriori per il cemento armato precompresso

Nella esecuzione delle opere di cemento armato precompresso l'Appaltatore dovrà attenersi a quanto contenuto nel d.P.R. 380/2001 e s.m.i., nelle norme tecniche del D.M. 17 gennaio 2018 e nella relativa normativa vigente.

I sistemi di precompressione con armature, possono essere a cavi scorrevoli ancorati alle estremità (sistemi post-tesi) o a cavi aderenti (sistemi pre-tesi).

La condizione di carico conseguente alla precompressione si combinerà con le altre (peso proprio, carichi permanenti e variabili) al fine di avere le più sfavorevoli condizioni di sollecitazione.

Nel caso della post-tensione, se le armature di precompressione non sono rese aderenti al conglomerato cementizio dopo la tesatura mediante opportune iniezioni di malta all'interno delle guaine (cavi non aderenti), si deve tenere conto delle conseguenze dello scorrimento relativo acciaio-calcestruzzo.

Le presenti norme non danno indicazioni su come trattare i casi di precompressione a cavi non aderenti per i quali si potrà fare riferimento ad [UNI EN 1992-1-1](#).

Nel caso sia prevista la parzializzazione delle sezioni nelle condizioni di esercizio, particolare attenzione deve essere posta alla resistenza a fatica dell'acciaio in presenza di sollecitazioni ripetute.

Esecuzione delle opere in calcestruzzo armato precompresso

L'armatura resistente deve essere protetta da un adeguato ricoprimento di calcestruzzo.

Al fine della protezione delle armature dalla corrosione, lo strato di ricoprimento di calcestruzzo (copriferro) deve essere dimensionato in funzione dell'aggressività dell'ambiente e della sensibilità delle armature alla corrosione, tenendo anche conto delle tolleranze di posa delle armature.

Per consentire un omogeneo getto del calcestruzzo, il copriferro e l'interferro delle armature devono essere rapportati alla dimensione massima degli inerti impiegati.

Il copriferro e l'interferro delle armature devono essere dimensionati anche con riferimento al necessario sviluppo delle tensioni di aderenza con il calcestruzzo.

Nel caso di armature pre-tese, nella testata i trefoli devono essere ricoperti con adeguato materiale protettivo, o con getto in opera.

Nel caso di armature post-tese, gli apparecchi d'ancoraggio della testata devono essere protetti in modo analogo.

All'atto della messa in tiro si debbono misurare contemporaneamente lo sforzo applicato e l'allungamento conseguito. Per prodotti marcati CE si applicano le procedure di controllo previste dalle pertinenti norme europee armonizzate.

La distanza minima netta tra le guaine deve essere commisurata sia alla massima dimensione dell'aggregato impiegato sia al diametro delle guaine stesse in relazione rispettivamente ad un omogeneo getto del calcestruzzo fresco ed al necessario sviluppo delle tensioni di aderenza con il calcestruzzo.

I risultati conseguiti nelle operazioni di tiro, le letture ai manometri e gli allungamenti misurati, vanno

registrati in apposite tabelle e confrontate con le tensioni iniziali delle armature e gli allungamenti teorici previsti in progetto.

La protezione dei cavi scorrevoli va eseguita mediante l'iniezione di adeguati materiali atti a prevenire la corrosione ed a fornire la richiesta aderenza.

Per la buona esecuzione delle iniezioni è necessario che le stesse vengano eseguite secondo apposite procedure di controllo della qualità.

10.9.4) Responsabilità per le opere in calcestruzzo armato e calcestruzzo armato precompresso

Nell'esecuzione delle opere in cemento armato normale e precompresso l'Appaltatore dovrà attenersi strettamente a tutte le disposizioni contenute nel d.P.R. 380/2001 e s.m.i., e nelle norme tecniche vigenti ([UNI EN 1991-1-6](#)).

Nelle zone sismiche valgono le norme tecniche emanate in forza del d.P.R. 380/2001 e s.m.i., e del D.M. 17 gennaio 2018.

Tutti i lavori di cemento armato facenti parte dell'opera appaltata, saranno eseguiti in base ai calcoli di stabilità accompagnati da disegni esecutivi e da una relazione, che dovranno essere redatti e firmati da un tecnico abilitato iscritto all'Albo, e che l'Appaltatore dovrà presentare alla Direzione dei Lavori entro il termine che gli verrà prescritto, attenendosi agli schemi e disegni facenti parte del progetto ed allegati al contratto o alle norme che gli verranno impartite, a sua richiesta, all'atto della consegna dei lavori.

L'esame e verifica da parte della Direzione dei Lavori dei progetti delle varie strutture in cemento armato non esonera in alcun modo l'Appaltatore e il progettista delle strutture dalle responsabilità loro derivanti per legge e per le precise pattuizioni del contratto.

Tutti i prodotti e/o materiali di cui al presente articolo, qualora possano essere dotati di marcatura CE secondo la normativa tecnica vigente, dovranno essere muniti di tale marchio.

10.9.5) Calcestruzzo di aggregati leggeri

Nella esecuzione delle opere in cui sono utilizzati calcestruzzi di aggregati leggeri minerali, artificiali o naturali, con esclusione dei calcestruzzi aerati, l'Appaltatore dovrà attenersi a quanto contenuto nel d.P.R. 380/2001 e s.m.i., nelle norme tecniche del D.M. 17 gennaio 2018 e nella relativa normativa vigente.

Per le classi di densità e di resistenza normalizzate può farsi utile riferimento a quanto riportato nella norma [UNI EN 206](#).

Valgono le specifiche prescrizioni sul controllo della qualità date nei punti 4.1 e 11.1. del D.M. 17 gennaio 2018.

Art. 10.10

STRUTTURE PREFABBRICATE DI CALCESTRUZZO ARMATO E PRECOMPRESSO

10.10.1) Generalità

Con struttura prefabbricata si intendono i componenti prodotti in stabilimenti permanenti o in impianti temporanei allestiti per uno specifico cantiere, ovvero realizzati a piè d'opera.

La progettazione, esecuzione e collaudo delle costruzioni prefabbricate sono disciplinate dalle norme contenute dal D.M. 17 gennaio 2018. Componenti di serie devono intendersi unicamente quelli prodotti in stabilimenti permanenti, con tecnologia ripetitiva e processi industrializzati, in tipologie predefinite per campi dimensionali e tipi di armature.

Di produzione occasionale si intendono i componenti prodotti senza il presupposto della ripetitività tipologica. Il componente deve garantire i livelli di sicurezza e prestazione sia come componente singolo, nelle fasi transitorie di sformatura, movimentazione, stoccaggio, trasporto e montaggio, sia come elemento di un più complesso organismo strutturale una volta installato in opera.

I componenti in possesso di attestato di conformità secondo una specifica tecnica europea elaborata ai sensi del Regolamento UE n. 305/2011 (marcatura CE) ed i cui riferimenti sono pubblicati sulla Gazzetta Ufficiale dell'Unione Europea sono intesi aver con ciò assolto ogni requisito procedurale di cui al deposito ai sensi dell'art. 9 della legge 05 novembre 1971, n. 1086 e alla certificazione di idoneità di cui agli artt. 1 e 7 della legge 2 febbraio 1974, n. 64. Resta l'obbligo del deposito della documentazione tecnica presso l'ufficio regionale

competente ai sensi della vigente legislazione in materia.

Nel caso di prodotti coperti da marcatura CE, devono essere comunque rispettati, laddove applicabili, i punti 11.8.2, 11.8.3.4 e 11.8.5 del D.M. 17 gennaio 2018.

Comunque per i controlli sui componenti prefabbricati in c.a. e c.a.p. ci si atterrà a quanto previsto nel punto 11.8 del D.M. 17 gennaio 2018.

10.10.2) Prodotti prefabbricati non soggetti a Marcatura CE

Per gli elementi strutturali prefabbricati qui disciplinati, quando non soggetti a Dichiarazione di Prestazione e conseguente Marcatura CE secondo una specifica tecnica armonizzata elaborata ai sensi del Regolamento UE 305/2011 e i cui riferimenti sono pubblicati sulla Gazzetta Ufficiale dell'Unione Europea, sono previste due categorie di produzione:

- serie dichiarata
- serie controllata

I componenti per i quali non sia applicabile la marcatura CE, ai sensi del Regolamento UE 305/2011, devono essere realizzati attraverso processi sottoposti ad un sistema di controllo della produzione ed i produttori di componenti in serie dichiarata ed in serie controllata, devono altresì provvedere alla preventiva qualificazione del sistema di produzione, con le modalità indicate nel punto 11.8 del D.M. 17 gennaio 2018.

10.10.3) Responsabilità e Competenze

Il Progettista e il Direttore tecnico dello stabilimento di prefabbricazione, ciascuno per le proprie competenze, sono responsabili della capacità portante e della sicurezza del componente, sia incorporato nell'opera, sia durante le fasi di trasporto fino a piè d'opera.

È responsabilità del progettista e della Direzione dei Lavori del complesso strutturale di cui l'elemento fa parte, ciascuno per le proprie competenze, la verifica del componente durante il montaggio, la messa in opera e l'uso dell'insieme strutturale realizzato.

I componenti prodotti negli stabilimenti permanenti devono essere realizzati sotto la responsabilità di un Direttore tecnico dello stabilimento, dotato di adeguata abilitazione professionale, che assume le responsabilità proprie della Direzione dei Lavori.

I componenti di produzione occasionale devono inoltre essere realizzati sotto la vigilanza della Direzione dei Lavori dell'opera di destinazione.

10.10.4) Posa in Opera

Nella fase di posa e regolazione degli elementi prefabbricati si devono adottare gli accorgimenti necessari per ridurre le sollecitazioni di natura dinamica conseguenti al movimento degli elementi e per evitare forti concentrazioni di sforzo.

I dispositivi di regolazione devono consentire il rispetto delle tolleranze previste nel progetto, tenendo conto sia di quelle di produzione degli elementi prefabbricati, sia di quelle di esecuzione della unione.

Gli eventuali dispositivi di vincolo impiegati durante la posa se lasciati definitivamente in sito non devono alterare il corretto funzionamento dell'unione realizzata e comunque generare concentrazioni di sforzo.

10.10.5) Appoggi

Per i componenti appoggiati in via definitiva, particolare attenzione va posta alla posizione e dimensione dell'apparecchio d'appoggio, sia rispetto alla geometria dell'elemento di sostegno, sia rispetto alla sezione terminale dell'elemento portato, tenendo nel dovuto conto le tolleranze dimensionali e di montaggio e le deformazioni per fenomeni reologici e/o termici.

I vincoli provvisori o definitivi devono essere progettati con particolare attenzione e, se necessario, validati attraverso prove sperimentali.

Gli appoggi scorrevoli devono essere dimensionati in modo da consentire gli spostamenti relativi previsti senza perdita della capacità portante.

10.10.6) Realizzazione delle Unioni

Le unioni devono avere resistenza e deformabilità coerenti con le ipotesi progettuali.

10.10.7) Tolleranze

Il progetto deve indicare le tolleranze minime di produzione che dovrà rispettare il componente. Il componente che non rispetta tali tolleranze, sarà giudicato non conforme e quindi potrà essere consegnato in cantiere per l'utilizzo nella costruzione solo dopo preventiva accettazione da parte della Direzione dei Lavori.

Il progetto dell'opera deve altresì tener conto delle tolleranze di produzione, tracciamento e montaggio assicurando un coerente funzionamento del complesso strutturale.

Il montaggio dei componenti ed il completamento dell'opera devono essere conformi alle previsioni di progetto. Nel caso si verificassero delle non conformità, queste devono essere analizzate dalla Direzione dei Lavori nei riguardi delle eventuali necessarie misure correttive.

10.10.8) Montaggio

Nel rispetto delle vigenti norme antinfortunistiche, i mezzi di sollevamento dovranno essere proporzionati per la massima prestazione prevista nel programma di montaggio; inoltre, nella fase di messa in opera dell'elemento prefabbricato fino al contatto con gli appoggi, i mezzi devono avere velocità di posa commisurata con le caratteristiche del piano di appoggio e con quella dell'elemento stesso. La velocità di discesa deve essere tale da poter considerare non influenti le forze dinamiche di urto.

Gli elementi vanno posizionati come e dove indicato in progetto.

In presenza di getti integrativi eseguiti in opera, che concorrono alla stabilità della struttura anche nelle fasi intermedie, il programma di montaggio sarà condizionato dai tempi di maturazione richiesti per questi, secondo le prescrizioni di progetto.

L'elemento può essere svincolato dall'apparecchiatura di posa solo dopo che è stata assicurata la sua stabilità.

L'elemento deve essere stabile di fronte all'azione del:

- peso proprio;
- vento;
- azioni di successive operazioni di montaggio;
- azioni orizzontali convenzionali.

L'attrezzatura impiegata per garantire la stabilità nella fase transitoria che precede il definitivo completamento dell'opera deve essere munita di apparecchiature, ove necessarie, per consentire, in condizioni di sicurezza, le operazioni di registrazione dell'elemento (piccoli spostamenti delle tre coordinate, piccole rotazioni, ecc.) e, dopo il fissaggio definitivo degli elementi, le operazioni di recupero dell'attrezzatura stessa, senza provocare danni agli elementi stessi.

Deve essere previsto nel progetto un ordine di montaggio tale da evitare che si determinino strutture temporaneamente labili o instabili nel loro insieme.

La corrispondenza dei manufatti al progetto sotto tutti gli aspetti rilevabili al montaggio (forme, dimensioni e relative tolleranze) sarà verificata dalla Direzione dei Lavori, che escluderà l'impiego di manufatti non rispondenti.

10.10.9) Controllo e Accettazione

Per i controlli sulle strutture prefabbricate di calcestruzzo armato e precompresso ci si atterrà a quanto previsto dal D.M. 17 gennaio 2018.

Le prove di accettazione e le eventuali prove complementari, sono eseguite e certificate dai laboratori di cui all'art. 59 del d.P.R. n. 380/2001.

La qualità del calcestruzzo, è controllata dalla Direzione dei Lavori, secondo le procedure di cui al punto 11.8. del D.M. 17 gennaio 2018.

Art. 10.11 COMPONENTI PREFABBRICATI IN C.A. E C.A.P.

10.11.1) Generalità

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

Per tutti gli elementi prefabbricati qualificati secondo quanto previsto nei punti A oppure C del punto 11.1 del D.M. 17 gennaio 2018, si considerano assolti i requisiti procedurali di cui al deposito ai sensi dell'articolo 58 del d.P.R. 380/2001. Resta comunque l'obbligo degli adempimenti di cui al d.P.R. 380/01 presso il competente ufficio territoriale, nonché, nel caso di edifici con struttura a pannelli portanti quelli dell'articolo 56 del d.P.R. 380/2001. Ai fini dell'impiego, tali prodotti devono comunque rispettare, laddove applicabili, i seguenti punti 11.8.2, 11.8.3.4 ed 11.8.5 del citato decreto, per quanto non in contrasto con le specifiche tecniche europee armonizzate.

Per la dichiarazione delle prestazioni ed etichettatura si applicano i metodi previsti dalla norme europee armonizzate, ed in particolare:

- Metodo 1: Dichiarazione delle caratteristiche geometriche e delle proprietà del materiale.
- Metodo 2: Dichiarazione delle proprietà di prodotto, da valutarsi applicando le vigenti Appendici Nazionali agli Eurocodici;
- Metodo 3: Dichiarazione basata su una determinata specifica di progetto, per la quale si applicano le presenti norme tecniche.

In ogni caso ai fini dell'accettazione e dell'impiego, tutti i componenti o sistemi strutturali devono rispondere ai requisiti del D.M. 17 gennaio 2018; in particolare i materiali base devono essere qualificati all'origine ai sensi del punto 11.1.

10.11.2) Documenti di accompagnamento

La Direzione dei Lavori è tenuta a rifiutare le eventuali forniture non conformi a quanto previsto dalle norme tecniche vigenti.

Oltre a quanto previsto nei punti applicabili del punto 11.1 del D.M. 17 gennaio 2018, ogni fornitura in cantiere di elementi costruttivi prefabbricati, sia di serie che occasionali, dovrà essere accompagnata da apposite istruzioni nelle quali vengono indicate le procedure relative alle operazioni di trasporto e montaggio degli elementi prefabbricati, ai sensi dell'art. 58 del d.P.R. n. 380/2001, da consegnare alla Direzione dei Lavori dell'opera in cui detti elementi costruttivi vengono inseriti, che ne curerà la conservazione.

Tali istruzioni dovranno almeno comprendere, di regola:

- a) i disegni d'assieme che indichino la posizione e le connessioni degli elementi nel complesso dell'opera, compreso l'elenco degli elementi forniti con relativi contrassegni;
- b) apposita relazione sulle caratteristiche dei materiali richiesti per le unioni e le eventuali opere di completamento;
- c) le istruzioni di montaggio con i necessari dati per la movimentazione, la posa e la regolazione dei manufatti;
- d) elaborati contenenti istruzioni per il corretto impiego e la manutenzione dei manufatti. Tali elaborati dovranno essere consegnati dalla Direzione dei Lavori al Committente, a conclusione dell'opera;
- e) per elementi di serie qualificati, certificato di origine firmato dal fabbricante, il quale con ciò assume per i manufatti stessi le responsabilità che la legge attribuisce al costruttore, e dal Direttore Tecnico responsabile della produzione. Il certificato, che deve garantire la rispondenza del manufatto alle caratteristiche di cui alla documentazione depositata presso il Servizio Tecnico Centrale, deve riportare il nominativo del progettista e copia dell'attestato di qualificazione rilasciato dal Servizio Tecnico Centrale;
- f) documentazione, fornita quando disponibile, attestante i risultati delle prove a compressione effettuate in stabilimento su cubi di calcestruzzo (ovvero estratto del Registro di produzione) e copia dei certificati relativi alle prove effettuate da un laboratorio incaricato ai sensi dell'art. 59 del d.P.R. n. 380/2001; tali documenti devono essere relativi al periodo di produzione dei manufatti.

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

Prima di procedere all'accettazione dei manufatti, la Direzione dei Lavori deve verificare che essi siano effettivamente contrassegnati, come prescritto dal punto 11.8.3.4 del succitato D.M.

Il fabbricante di elementi prefabbricati deve altresì fornire alla Direzione dei Lavori, e questi al Committente, gli elaborati (disegni, particolari costruttivi, ecc.) firmati dal Progettista e dal Direttore Tecnico della produzione, secondo le rispettive competenze, contenenti istruzioni per il corretto impiego dei singoli manufatti, esplicitando in particolare:

- g) destinazione del prodotto;
- h) requisiti fisici rilevanti in relazione alla destinazione;

- i) prestazioni statiche per manufatti di tipo strutturale;
- j) prescrizioni per le operazioni integrative o di manutenzione, necessarie per conferire o mantenere nel tempo le prestazioni e i requisiti dichiarati;
- k) tolleranze dimensionali nel caso di fornitura di componenti.

Nella documentazione di cui sopra il progettista deve indicare espressamente:

- le caratteristiche meccaniche delle sezioni, i valori delle coazioni impresse, i momenti di servizio, gli sforzi di taglio massimo, i valori dei carichi di esercizio e loro distribuzioni, il tipo di materiale protettivo contro la corrosione per gli apparecchi metallici di ancoraggio, dimensioni e caratteristiche dei cuscinetti di appoggio, indicazioni per il loro corretto impiego;

- se la sezione di un manufatto resistente deve essere completata in opera con getto integrativo, la resistenza richiesta;

la possibilità di impiego in ambiente aggressivo e le eventuali variazioni di prestazioni che ne conseguono.

Art. 10.12 FONDAZIONI

10.12.1) Generalità

La struttura di fondazione è definita dalla norma [UNI 8290](#) come l'insieme degli elementi tecnici del sistema edilizio che ha la funzione di trasmettere i carichi (verticali e orizzontali) dell'edificio al terreno sottostante.

Le fondazioni sono concretamente la parte non visibile dell'edificio; costituiscono il collegamento statico tra l'edificio e il terreno e contribuiscono a formare un complesso mutuamente interattivo.

Le fondazioni possono essere dirette ed indirette, rispettivamente superficiali e profonde.

Le fondazioni superficiali sono definite tali in quanto poste a profondità contenute, ossia 6 – 8 m rispetto al piano di posa, e si utilizzano in presenza di terreni con caratteristiche geotecniche discrete.

Le fondazioni superficiali possono essere:

- discontinue – plinti
- continue – travi rovesce e platee.

La scelta del tipo di fondazione superficiale dipende dalle caratteristiche di resistenza del terreno, dall'intensità dei carichi degli edifici sovrastanti, dalla natura delle sollecitazioni gravanti. A causa del progressivo peggioramento di queste condizioni si passa dal plinto alla trave rovescia, alla platea.

Le fondazioni profonde si utilizzano, invece, quando i terreni superficiali hanno caratteristiche geotecniche insufficienti per realizzare una fondazione diretta soddisfacente, oppure nel caso in cui la fondazione debba sopportare ingenti carichi di edifici alti. I pali trasferiscono i carichi della sovrastruttura a strati di terreno posti a notevole profondità, 6-20 metri ed oltre.

La progettazione delle fondazioni segue le indicazioni del DM 17 gennaio 2018 - Aggiornamento delle norme tecniche per le costruzioni -, della relativa disciplina attuativa Circolare n. 7 del 21 gennaio 2019 - Istruzioni per l'applicazione dell'Aggiornamento delle Norme tecniche per le costruzioni - e della norma [UNI EN 1998](#).

10.12.2) Fondazioni in calcestruzzo armato

Il materiale maggiormente impiegato nella realizzazione delle strutture di fondazioni è il cemento armato: il calcestruzzo assorbe le sollecitazioni di compressione, le barre di armatura in acciaio, invece, resistono agli sforzi di trazione.

Le proprietà del calcestruzzo permettono di procedere ai getti delle fondazioni e delle strutture in elevazione in momenti successivi, garantendo, attraverso i ferri di ripresa lasciati in attesa, la continuità strutturale finale.

Le norme [UNI EN 206](#) e [UNI 11104](#) individuano la classe di esposizione ambientale XC2 "*bagnato, raramente asciutto*" per il cemento armato di fondazione e, per garantire la durabilità del materiale, forniscono le seguenti prescrizioni:

- massimo rapporto acqua/cemento 0,60;
- dosaggio minimo di cemento 300 kg/m³;
- classe minima di resistenza C 25/30;
- classe di consistenza S5.

Per quanto riguarda le barre di armatura, viene utilizzato acciaio B450C secondo le prescrizioni delle norme [UNI 11240](#) e [UNI EN 10348](#).

Le armature presenti negli elementi di fondazione devono essere protette attraverso copriferri in calcestruzzo di spessori importanti (all'incirca 5 centimetri) onde evitare che l'acciaio si corroda a causa dell'attacco da parte degli agenti esterni aggressivi.

Gli elementi prefabbricati devono possedere la marcatura CE e sono realizzati secondo le indicazioni della norma [UNI EN 14991](#).

10.12.2.1) Fondazioni superficiali continue - travi rovesce⁽¹⁾

Le travi rovesce si manifestano attraverso un'unica struttura caratterizzata morfologicamente dall'allargamento della sezione trasversale terminale della costruzione.

In genere sono costituite da una soletta a contatto con il terreno e al di sopra di essa un'anima sulla quale poggiano i pilastri della struttura in elevazione; dovendo inoltre sopportare carichi molto più elevati rispetto alle travi della struttura in elevazione, presentano notevoli dimensioni.

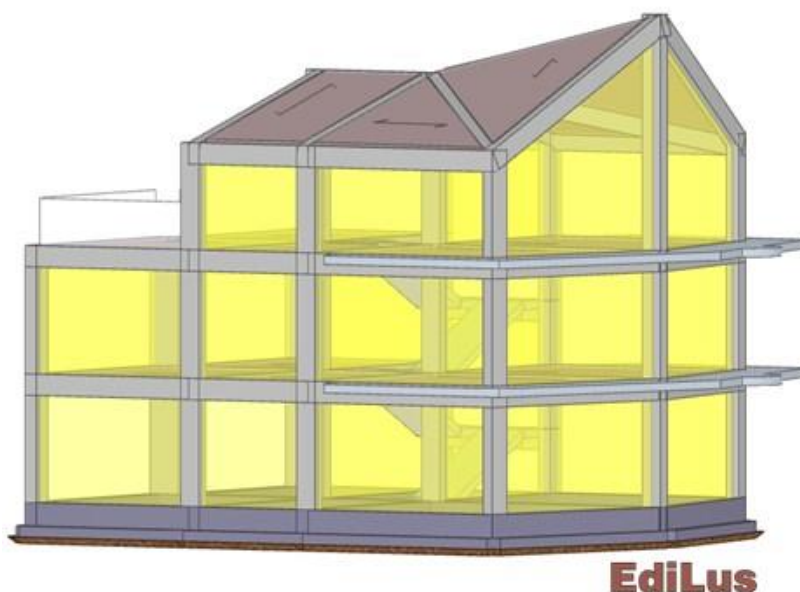
La trave rovescia funge da collegamento per le strutture di elevazione sovrastanti e, rispetto ai plinti, aumenta la superficie resistente a contatto con il terreno; viene utilizzata sia nel caso di strutture portanti puntiformi, intelaiate, che di strutture di elevazione a pareti portanti.

Dal punto di vista statico, la disposizione del pilastro all'estremità della trave rovescia non è molto conveniente (se possibile, è buona norma che la trave abbia all'estremità un tratto a sbalzo).

Nel caso di strutture intelaiate, le maggiori sollecitazioni di taglio si concentrano in corrispondenza delle aree di alloggiamento dei pilastri, mentre quelle di flessione in corrispondenza dei pilastri e delle mezzerie delle campate delle travi; è opportuno disporre proprio in quelle specifiche regioni una maggiore quantità di armature.

Le travi rovesce possono essere collegate trasversalmente da cordoli o, in taluni casi, da vere e proprie travi equivalenti a quelle principali; in tal caso si parla di reticolo di travi rovesce.

Le travi rovesce ed i cordoli di fondazione, così come i plinti, non poggiano direttamente sul terreno, ma su uno strato di calcestruzzo a basso contenuto di cemento detto magrone, il cui compito è quello di fornire una base livellata di appoggio per gli elementi di fondazione, evitare il contatto diretto delle armature con il terreno e limitare la permeazione di umidità di risalita.



10.12.2.1.1) Posa in opera e criteri di esecuzione

La trave rovescia viene realizzata direttamente in cantiere secondo una sequenza operativa:

1. realizzazione della gabbia di armature;
 2. preparazione del cassero;
 3. getto di calcestruzzo.
- La gabbia di armatura viene realizzata assemblando ortogonalmente le barre longitudinali alle staffe, secondo le indicazioni della distinta progettuale. Le barre longitudinali, infatti, assorbono gli sforzi di flessione, le staffe il taglio. Durante la predisposizione della gabbia metallica le armature vengono poggiate su supporti in legno, distanziate opportunamente e legate tra loro attraverso del filo di ferro.
 - Successivamente si procede alla preparazione del cassero in legno quale costruzione di contenimento laterale della gabbia metallica, in quanto la base del cassero è costituita dallo strato sottostante di magrone precedentemente posto in opera.
 - Infine viene effettuato il getto di calcestruzzo.

Art. 10.13 **SOLAI**

10.13.1) Generalità

Le coperture degli ambienti e dei vani e le suddivisioni orizzontali tra gli stessi potranno essere eseguite, a seconda delle indicazioni di progetto, mediante dei solai individuati tra le tipologie di seguito descritte e dettagliate negli articoli successivi.

I solai piani devono adempiere alla funzione di trasferimento dei carichi verticali nelle strutture verticali e, in caso di sisma, a quella di assorbimento e ripartizione delle azioni orizzontali alle strutture verticali.

Al fine di garantire la continuità strutturale, unitamente all'esecuzione di collegamenti fra gli impalcati e le strutture di elevazione verticale (pilastri e travi), vi potrà essere la necessità di eseguire adeguati concatenamenti, costruiti con elementi di ripartizione o di controventamento.

In particolare nelle strutture in muratura portante, i solai devono essere collegati ad un cordolo perimetrale continuo in c.a., avente la medesima lunghezza della muratura sottostante e di altezza pari ad almeno 1/2 della sua larghezza.

I solai di partizione orizzontale (interpiano) e quelli di copertura dovranno essere calcolati per sopportare, a seconda della destinazione d'uso prevista per i locali relativi, i carichi comprensivi degli effetti dinamici ordinari, così come previsto dal D.M. 17 gennaio 2018.

Rispetto alle tecniche costruttive adottate, si potrà individuare la seguente classificazione di impalcati/solai:

- impalcati in calcestruzzo armato
 - solai in getto pieno
 - solai alleggeriti
 - solai ad elementi prefabbricati in c.a.p.
- impalcati in acciaio
 - profilati
 - travature reticolari
 - solai in lamiera grecata e misti
- impalcati in legno lamellare
 - solai tradizionali
 - solai prefabbricati

Nei paragrafi successivi sarà specificata la procedura esecutiva di messa in opera riferita a ciascuno di detti impalcati.

10.13.2) Solai di calcestruzzo armato: generalità

Gli impalcati in c.a. sono in genere distinti fra impalcati gettati in opera e impalcati realizzati con elementi prefabbricati, e ciò è valido sia per le strutture principali, sia per quelle secondarie.

Potranno essere realizzati sia solai eseguiti in opera, sia formati dall'associazione di elementi prefabbricati.

I solai di calcestruzzo armato o misti potranno essere distinti come di seguito:

- 1) Solai in getto pieno
 - solaio a soletta piena;
 - solaio nervato;
 - solaio a fungo;
- 2) Solai alleggeriti
 - solaio con getto in opera
 - solai con travetti prefabbricati
 - solai in lastre prefabbricate
 - solai in blocchi di materiale espanso
 - solai in pannelli prefabbricati
- 3) Solai ad elementi prefabbricati in c.a.p. (calcestruzzo armato precompresso)
 - travi
 - elementi a sezione sottile

Per i solai del tipo 1) valgono integralmente le prescrizioni dell'articolo "Opere e Strutture di Calcestruzzo". I solai del tipo 2) e 3) sono soggetti anche alle norme complementari riportate nei successivi punti.

Si precisa che per tutti i solai oggetto di questo paragrafo valgono le prescrizioni già fornite per le opere in calcestruzzo armato e calcestruzzo armato precompresso, ed in particolare valgono le prescrizioni contenute nel D.M. 17 gennaio 2018.

In riferimento alla resistenza al fuoco i solai, come le coperture, rispondono alla norma **UNI EN 1365-2**.

10.13.2.1) Solai alleggeriti

I solai alleggeriti, costituiti da travetti o lastre o pannelli, formano un impalcato monodirezionato insieme ad elementi di alleggerimento, che normalmente sono in laterizio oppure in calcestruzzo leggero di argilla espansa, calcestruzzo normale sagomato, materie plastiche o elementi organici mineralizzati.

I solai devono essere completati all'estradosso mediante una soletta in c.a. di almeno 4 cm con armatura a maglia incrociata, per ripartire i carichi fra le varie nervature.

Nei solai misti in calcestruzzo armato normale e precompresso e blocchi forati in laterizio, i blocchi in laterizio hanno funzione di alleggerimento e di aumento della rigidità flessionale del solaio.

I blocchi di alleggerimento potranno essere:

- 1) **collaboranti**, quando partecipano alla resistenza in collaborazione con le parti in c.a. e garantiscono la trasmissione degli sforzi tangenziali;
- 2) **non collaboranti**, nel caso in cui la resistenza allo stato limite ultimo è affidata al calcestruzzo ed alle armature ordinarie e/o di precompressione.

I blocchi di cui al punto 2), devono essere conformati in modo che nel solaio in opera sia assicurata con continuità la trasmissione degli sforzi dall'uno all'altro elemento.

Nel caso si richieda al laterizio il concorso alla resistenza agli sforzi tangenziali, si devono usare elementi monoblocco disposti in modo che nelle file adiacenti, comprendenti una nervatura di conglomerato, i giunti risultino sfalsati tra loro. In ogni caso, ove sia prevista una soletta di conglomerato staticamente integrativa di altra di laterizio, quest'ultima deve avere forma e finitura tali da assicurare la solidarietà ai fini della trasmissione degli sforzi tangenziali.

Per entrambe le categorie il profilo dei blocchi delimitante la nervatura di conglomerato da gettarsi in opera non deve presentare risvolti che ostacolano il deflusso di calcestruzzo e restringano la sezione delle nervature stesse.

Si devono adottare forme semplici, caratterizzate da setti rettilinei ed allineati, particolarmente in direzione orizzontale, con setti con rapporto spessore/lunghezza il più possibile uniforme.

Lo spessore del solaio non deve essere minore di:

- 1/25 della sua luce e comunque non inferiore a 12 cm;
- 1/30 nel caso in cui si impieghino travetti precompressi;
- 1/35 nel caso si impieghino pannelli prefabbricati piani.

Lo spessore minimo della soletta e delle parti di calcestruzzo armato deve essere di 4 cm; la larghezza minima delle nervature non deve essere inferiore a 1/8 dell'interasse fra di esse e comunque non inferiore a 8 cm e non superiore di 15 volte lo spessore della soletta.

Per luci maggiori di 4,50 m o in presenza di rilevanti carichi concentrati, bisogna prevedere dispositivi di ripartizione, come ad esempio le nervature trasversali rompitratta, di larghezza pari a circa 10-15 cm, disposte in mezzera e da utilizzare anche in caso di luci di solaio variabili.

Sugli appoggi intermedi sarà essenziale aumentare la larghezza della sola nervatura, predisponendo una fascia in c.a. piena o semipiena, ottenuta incrementando detta larghezza di una dimensione pari a un intero blocco o a mezzo blocco di alleggerimento.

Nei solai, la cui armatura è collocata entro scanalature, qualunque superficie metallica deve risultare conformata in ogni direzione da uno spessore minimo di 5 mm di malta cementizia.

Per quanto attiene la distribuzione delle armature: trasversali, longitudinali, per taglio, si fa riferimento alle citate norme contenute nel D.M. 17 gennaio 2018.

In fase di esecuzione, prima di procedere ai getti, i laterizi devono essere convenientemente bagnati. Gli elementi con rilevanti difetti di origine o danneggiati durante la movimentazione dovranno essere eliminati.

Si dovrà studiare la composizione del conglomerato gettato in opera per evitare rischi di segregazione o la formazione di nidi di ghiaia e per ridurre l'entità delle deformazioni differite. Il diametro massimo degli inerti impiegati non dovrà superare 1/5 dello spessore minimo delle nervature né la distanza netta minima tra le armature. Il getto deve essere costipato in modo da garantire l'avvolgimento delle armature e l'aderenza sia con i blocchi sia con eventuali altri elementi prefabbricati.

Per realizzare i solai misti di calcestruzzo armato e calcestruzzo armato precompresso, si possono utilizzare anche blocchi diversi dal laterizio, con sola funzione di alleggerimento. I blocchi in calcestruzzo leggero di argilla espansa, calcestruzzo normale sagomato, polistirolo, materie plastiche, elementi organici mineralizzati ecc., eventualmente indicati in progetto e/o dalla Direzione lavori, devono essere dimensionalmente stabili e non fragili, e capaci di seguire le deformazioni del solaio.

I blocchi in laterizio devono rispondere alla norma **UNI EN 15037-3**. Essa stabilisce i requisiti e i criteri prestazionali di base dei blocchi di laterizio, utilizzati unitamente ai travetti prefabbricati di calcestruzzo

conformi alla **UNI EN 15037-1**, con o senza getto in opera di calcestruzzo, per la costruzione di solai e di sistemi di copertura a travetti e blocchi.

Solai con getto in opera

I solai con getto in opera devono essere eseguiti disponendo su una cassera, che può essere reimpiegabile o non, le armature delle nervature, fra le quali sono interposti gli elementi di alleggerimento. Il disarmo delle casseforme avverrà dopo che il conglomerato avrà una resistenza sufficiente da evitare eccessive deformazioni.

Il getto del calcestruzzo dovrà essere costipato e vibrato per favorire il totale inglobamento delle armature e l'aderenza con i blocchi di alleggerimento. Nel caso siano previste delle asole nel solaio per il passaggio di canalizzazioni, non bisogna interrompere la continuità dei travetti.

Nell'ipotesi fosse necessario creare aperture nel solaio, si dovrà realizzare un cordolo trasversale di idonee dimensioni atto a trasmettere il carico sui travetti interi e contigui a quelli interrotti.

Solai con travetti prefabbricati

I componenti di questi tipi di solai devono rispettare le norme di cui al D.M. 17 gennaio 2018. Inoltre relativamente allo stato limite di deformazione, devono essere tenute presenti le seguenti norme complementari.

Gli elementi strutturali monodimensionali di norma impiegati per la costruzione dei solai sono distinti in:

- travetti a traliccio elettrosaldato in acciaio ad aderenza migliorata con fondello in laterizio e strato sottile di calcestruzzo;
- travetti in c.a.p. ipervibrato e treccia di acciaio armonico;
- travetti precompressi a traliccio, costituiti da travetti di calcestruzzo ipervibrato, treccia di acciaio armonico e traliccio elettrosaldato sporgente dalla suola precompressa.

I travetti potranno variare in altezza mentre la larghezza sarà di 10 cm; essi devono essere collocati generalmente a interasse di 50/60 cm con interposti in opera i blocchi di alleggerimento, eseguendo in ultimo il getto di completamento. All'estradosso è necessario sempre una soletta in c.a. di almeno 4 cm, dotata di una armatura di ripartizione a maglia incrociata in modo da verificare la trasmissione delle azioni di taglio fra elementi prefabbricati e getto di completamento, tenuto conto degli stati di coazione che si creano per le diverse caratteristiche reologiche dei calcestruzzi, del componente e dei getti di completamento.

Tutti gli elementi prefabbricati di calcestruzzo armato e calcestruzzo armato precompresso destinati alla formazione di solai privi di armatura resistente al taglio o con spessori, anche locali, inferiori ai 4 cm, devono essere prodotti in serie controllata. Tale prescrizione è obbligatoria anche per gli elementi prodotti con calcestruzzo di inerte leggero o calcestruzzo speciale.

Durante la messa in opera degli elementi di solaio prefabbricati bisogna garantire una profondità dell'appoggio di almeno 3 cm, se è prevista la continuità del collegamento, o di almeno 5 cm se definitivo, duplicando questi valori nel caso di appoggi discontinui ottenuti con denti o nervature.

I componenti devono essere provvisti di opportuni dispositivi e magisteri che assicurino la congruenza delle deformazioni tra i componenti stessi accostati, sia per i carichi ripartiti che per quelli concentrati. In assenza di soletta collaborante armata o in difformità rispetto alle prescrizioni delle specifiche norme tecniche europee, l'efficacia di tali dispositivi deve essere certificata mediante prove sperimentali.

Qualora progettualmente sia previsto di realizzare una redistribuzione trasversale dei carichi è necessario che il solaio così composto abbia dei componenti strutturali ortogonali alla direzione dell'elemento resistente principale.

Quali prodotti prefabbricati di calcestruzzo i travetti rispondono alla norma **UNI EN 15037-1** che stabilisce i requisiti, i criteri prestazionali di base e la valutazione della conformità dei travetti prefabbricati realizzati con calcestruzzo armato o precompresso, secondo la **UNI EN 1992-1-1**, utilizzati insieme ai blocchi, con o senza getto in opera di calcestruzzo, per la costruzione di solai a travetti e blocchi.

Solai in lastre prefabbricate

Questa tipologia di solaio è costituita con elementi in lastre sottili in c.a., da un'armatura per il getto di completamento e da eventuali blocchi di alleggerimento presenti all'estradosso della lastra collocati su di essa all'atto della posa in opera. La larghezza delle nervature, salvo diversa indicazione progettuale, non deve essere inferiore a 8 cm, mentre il loro interasse deve essere inferiore a 80 cm.

Fra i vari tipi abbiamo:

- le lastre tralicciate;
- le lastre in c.a.p. monostrato o con elementi di alleggerimento;
- le lastre nervate in c.a.p.

Le **lastre tralicciate** saranno rappresentate da elementi parzialmente prefabbricati da completare in opera con un getto in calcestruzzo. Nella soletta inferiore in c.a. ordinario o alleggerito e armato con rete elettrosaldata saranno annegate le armature per le nervature del solaio, costituite da tralici elettrosaldati ad aderenza migliorata. I blocchi di alleggerimento potranno essere in laterizio o polistirene espanso, in modo da assicurare leggerezza e coibenza termica.

La messa in opera deve avvenire, in sequenza, con l'appoggio sugli elementi della struttura portante principale (trave o cordolo in c.a.), il collegamento delle armature, l'inserimento di eventuali armature aggiuntive, l'alloggiamento di cavi o tubazioni impiantistiche e il getto di completamento. Le lastre hanno bisogno di puntelli intermedi con idoneo passo.

Le dimensioni potranno variare (es. da 80, 120, 200 e 250 cm) in larghezza e sarà possibile ottenere vari spessori di solaio, dopo il getto completamente, (es. da 16 a 48 cm) disponendo, per luci ampie, cordoli trasversali rompitratta.

Le **lastre in c.a.p.**, monostrato o con elementi di alleggerimento, a fili aderenti hanno spessori variabili e sono caratterizzate da una maggiore rigidità, una minore deformabilità dell'impalcato e la possibilità di distribuire uniformemente l'armatura su tutta la superficie della lastra.

Il peso proprio ridotto consente di avere un rapporto fra luce e spessore nell'ordine di 1/35 e oltre, ed una riduzione dei tempi di posa in opera. La lunghezza degli elementi potrà essere variabile (es. da 3 a 12 m).

Le **lastre nervate in c.a.p.** si compongono di una soletta di spessore di almeno 4 cm, irrigidita da nervature sporgenti all'estradosso. L'armatura precompressa dovrà consentire un minore ingombro nella soletta, concedendo maggiore strato di copriferro, riducendo i rischi di fessurazioni e conferendo, nel contempo, migliori prestazioni strutturali.

I pannelli devono essere messi in opera garantendo un appoggio sulle strutture principali di 5-10 cm., integrati, sempre in opera, da blocchi di alleggerimento in laterizio o polistirene disposti superiormente alle nervature e completati con un getto integrativo in calcestruzzo.

Solai in blocchi di materiale espanso

L'elemento base di tale solaio è in materiale plastico espanso irrigidito all'intradosso da una rete metallica stirata preintonacata e da una costolatura intermedia in c.a.: la formazione di una sezione resistente a T consente l'autoportanza dell'elemento.

La larghezza standard, salvo diversa indicazione progettuale, sarà di 60 cm, mentre l'altezza e la lunghezza è saranno variabili. Gli elementi in blocchi di materiale espanso dovranno assolvere contemporaneamente le funzioni di alleggerimento del solaio e di casseri a perdere, assicurando inoltre un buon isolamento termoacustico.

I blocchi in materiale devono rispettare la norma **UNI EN 15037-3** che tratta i requisiti e i criteri prestazionali di base dei blocchi, realizzati con polistirene espanso (EPS), utilizzati con travi prefabbricate di calcestruzzo conformi alla **UNI EN 15037-1**, con o senza getto in opera di calcestruzzo, per la costruzione di solai a travetti e blocchi.

Solai in pannelli prefabbricati

I pannelli potranno essere in laterocemento, con elementi di alleggerimento in laterizio, e in pannelli alveolari in c.a.p. Questi elementi, in genere, rappresentano gli orizzontamenti di sistemi prefabbricati a grandi pannelli portanti.

La messa in opera richiede un getto di completamento solo lungo i bordi, poiché i pannelli hanno un'armatura sporgente da collegare all'armatura di travi o pareti portanti verticali.

I **pannelli in laterocemento** saranno formati da filari di blocchi forati di laterizio (2/3 rispetto alla larghezza del pannello di 80 o 120 cm) che, mediante le alette accostate, formano le nervature in cui vengono disposte le barre di acciaio ad aderenza migliorata o un'armatura da precompressione.

Una soletta in c.a. rappresenta l'intradosso, mentre l'estradosso sarà completato con un'ulteriore soletta armata. L'altezza dei pannelli potrà essere variabile così come le luci.

I **pannelli alveolari in c.a.p.** a doppia superficie piana saranno realizzati in estrusione e alleggeriti semplicemente mediante fori, con larghezza modulare di 120 cm, altezze variabili (es. da 15 a 40 cm) in grado di coprire luci da 4,50 m in poi.

I pannelli saranno posati in opera con uno schema di semplice appoggio (essendo autoportanti non necessitano di puntellature) e collegati fra loro mediante sigillatura con malta ed eventuale armatura, nel caso in cui non sia prevista una soletta strutturale all'estradosso.

La doppia superficie piana unita da nervature dovrà garantire una eccellente resistenza a flessione che, unita alla precompressione, permetta di raggiungere un elevato rapporto luce/spessore.

10.13.2.2) Solai prefabbricati in calcestruzzo armato precompresso (c.a.p.)

Gli elementi strutturali per gli impalcati piani sottoposti a momenti flettenti significativi saranno costruiti con la tecnica della precompressione localizzata nelle zone che nella fase di esercizio saranno sottoposte a trazione.

La precompressione dell'elemento viene generata mediante l'allungamento dell'armatura metallica - scorrevole in una guaina interna all'elemento strutturale - attuato per aderenza (pre-tensione) o con contrasti meccanici (post-tensione).

Il processo della **pre-tensione**, impiegato nella produzione in stabilimento di elementi con piccola sezione trasversale, dai travetti fino alle travi di grande luce, prevede un getto di calcestruzzo intorno alle armature, alla cui testa si rendono necessari opportuni blocchi di ancoraggio per effettuare la pre-tensione trattenendo nel contempo il tiro.

Il metodo della **post-tensione** si applica sia per la produzione in stabilimento che per la realizzazione in opera, per realizzare grandi strutture come ponti e le grandi coperture. I cavi, scorrevoli entro guaine predisposte nel getto, vengono tesati e ancorati facendo leva sul calcestruzzo della struttura, che deve aver raggiunto quindi un adeguato grado di resistenza. Una volta operata la messa in tensione dei cavi, si provvede all'iniezione di malta espansiva all'interno delle guaine.

Nelle strutture prefabbricate a grandi pannelli portanti verticali, in corrispondenza dei pannelli di solaio devono essere previsti, sia in senso longitudinale che trasversale, degli incatenamenti costituiti da armature collegate alle strutture di elevazione verticale mediante saldatura o realizzazione di un cordolo ottenuto con getto integrativo in calcestruzzo (Circolare del Ministero dei lavori pubblici dell'11.8.1969). Tali incatenamenti devono collegare i pannelli di solaio con le pareti opposte. La larghezza del cordolo che viene a realizzarsi deve essere di almeno 8 cm.

Le Norme tecniche CNR n. 10025/84 fissano le tipologie di unioni, che possono essere a secco o a umido. Al fine di garantire la continuità della sezione resistente, il tipo di unione più frequentemente impiegato prevede un getto integrativo che inglobi le armature sporgenti dai bordi degli elementi da assemblare con i cordoli di incatenamento o con le armature delle strutture di elevazione verticale. Le unioni a secco sono previste con appoggio per contatto diretto, con appoggio in gomma, con piastra metallica, con spinotti o tiranti metallici oppure con appoggio scorrevole.

Travi

Le travi prefabbricate a cavi aderenti raggiungono lunghezze considerevoli (es. circa 35 m), mentre quelle prefabbricate per conci e con cavi non aderenti possono raggiungere i 50 m e oltre.

L'appoggio di grandi strutture precomprese deve essere eseguito interponendo fra ritto e trasverso uno strato di malta, una piastra metallica o in neoprene. Le sezioni delle travi, salvo diversa indicazione progettuale, sono generalmente rettangolari, a I, oppure a L.

Elementi a sezione sottile

Si definiscono elementi a sezione sottile quei componenti di solaio nervati o corrugati a sezione particolare come coppelle, tegoli e voltine, frequentemente impiegati come orditura secondaria di travi di luce superiore a 12 m.

Generalmente l'altezza di tali elementi varia a seconda del profilo, mantenendosi comunque entro circa 1/20-1/25 della luce; la larghezza degli elementi è standardizzata nella maggioranza dei casi (es. 80, 120, 240 o 250 cm), per luci comprese in media fra 4 e 12 m.

Gli elementi a sezione sottile manifestano un comportamento statico assimilabile a quello delle travi a parete sottile. Le Norme tecniche CNR 10085/84 stabiliscono che la profondità di contatto agli appoggi deve essere di almeno 8 cm.

I tegoli sono impiegati prevalentemente nell'edilizia industriale in cui si chiedono grandi luci libere, come, ad esempio, le travi a omega, che consentono un'illuminazione naturale dall'alto alternando a ogni trave la messa in opera di un lucernario continuo.

Art. 10.14 STRUTTURE IN ACCIAIO

10.14.1) Generalità

Le strutture di acciaio dovranno essere progettate e costruite tenendo conto di quanto disposto dal d.P.R. 380/2001 e s.m.i., dal D.M. 17 gennaio 2018, dalle circolari e relative norme vigenti.

I materiali e i prodotti devono rispondere ai requisiti indicati nel punto 11.3. del D.M. 17 gennaio 2018.

L'Appaltatore sarà tenuto a presentare in tempo utile, prima dell'approvvigionamento dei materiali,

all'esame ed all'approvazione della Direzione dei Lavori:

- a) gli elaborati progettuali esecutivi di cantiere, comprensivi dei disegni esecutivi di officina, sui quali dovranno essere riportate anche le distinte da cui risultino: numero, qualità, dimensioni, grado di finitura e peso teorici di ciascun elemento costituente la struttura, nonché la qualità degli acciai da impiegare;
- b) tutte le indicazioni necessarie alla corretta impostazione delle strutture metalliche sulle opere di fondazione.

I suddetti elaborati dovranno essere redatti a cura e spese dell'Appaltatore.

Requisiti per la Progettazione e l'Esecuzione

Spessori limite

È vietato l'uso di profilati con spessore $t < 4$ mm.

Una deroga a tale norma, fino ad uno spessore $t = 3$ mm, è consentita per opere sicuramente protette contro la corrosione, quali per esempio tubi chiusi alle estremità e profili zincati, od opere non esposte agli agenti atmosferici.

Le limitazioni di cui sopra non riguardano elementi e profili sagomati a freddo.

Acciaio incrudito

Deve essere giustificato mediante specifica valutazione l'impiego di acciaio incrudito in ogni caso in cui si preveda la plasticizzazione del materiale (analisi plastica, azioni sismiche o eccezionali, ecc.) o prevalgano i fenomeni di fatica.

Giunti di tipo misto

In uno stesso giunto è vietato l'impiego di differenti metodi di collegamento di forza (ad esempio saldatura e bullonatura), a meno che uno solo di essi sia in grado di sopportare l'intero sforzo, ovvero sia dimostrato, per via sperimentale o teorica, che la disposizione costruttiva è esente dal pericolo di collasso prematuro a catena.

Problematiche specifiche

Oltre alle norme del D.M. 17 gennaio 2018, in relazione a:

- Preparazione del materiale,
- Tolleranze degli elementi strutturali di fabbricazione e di montaggio,
- Impiego dei ferri piatti,
- Variazioni di sezione,
- Intersezioni,
- Collegamenti a taglio con bulloni normali e chiodi,
- Tolleranze foro – bullone. Interassi dei bulloni e dei chiodi. Distanze dai margini,
- Collegamenti ad attrito con bulloni ad alta resistenza,
- Collegamenti saldati,
- Collegamenti per contatto,

si può far riferimento a normative di comprovata validità.

Apparecchi di appoggio

La concezione strutturale deve prevedere facilità di sostituzione degli apparecchi di appoggio, nel caso in cui questi abbiano vita nominale più breve di quella della costruzione alla quale sono connessi.

Verniciatura e zincatura

Gli elementi delle strutture in acciaio, a meno che siano di comprovata resistenza alla corrosione, devono essere adeguatamente protetti mediante verniciatura o zincatura, tenendo conto del tipo di acciaio, della sua posizione nella struttura e dell'ambiente nel quale è collocato. Devono essere particolarmente protetti i collegamenti bullonati (precaricati e non precaricati), in modo da impedire qualsiasi infiltrazione all'interno del collegamento.

Anche per gli acciai con resistenza alla corrosione migliorata (per i quali può farsi utile riferimento alla norma [UNI EN 10025-5](#)) devono prevedersi, ove necessario, protezioni mediante verniciatura.

Nel caso di parti inaccessibili, o profili a sezione chiusa non ermeticamente chiusi alle estremità, dovranno prevedersi adeguati sovrassessori.

Gli elementi destinati ad essere incorporati in getti di calcestruzzo non devono essere verniciati: possono essere invece zincati a caldo.

Controlli in Corso di Lavorazione

L'Appaltatore dovrà essere in grado di individuare e documentare in ogni momento la provenienza dei

materiali impiegati nelle lavorazioni e di risalire ai corrispondenti certificati di qualificazione, dei quali dovrà esibire la copia a richiesta della Direzione dei Lavori.

Alla Direzione dei Lavori è riservata comunque la facoltà di eseguire in ogni momento della lavorazione tutti i controlli che riterrà opportuni per accertare che i materiali impiegati siano quelli certificati, che le strutture siano conformi ai disegni di progetto e che le stesse siano eseguite a perfetta regola d'arte.

Ogni volta che le strutture metalliche lavorate si rendono pronte per il collaudo l'Appaltatore informerà la Direzione dei Lavori, la quale darà risposta entro 8 giorni fissando la data del collaudo in contraddittorio, oppure autorizzando la spedizione delle strutture stesse in cantiere.

Identificazione e Rintracciabilità dei Prodotti Qualificati

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

La mancata marchiatura, la non corrispondenza a quanto depositato o la sua illeggibilità, anche parziale, rendono il prodotto non impiegabile.

Qualora, sia presso gli utilizzatori, sia presso i commercianti, l'unità marchiata (pezzo singolo o fascio) venga scorporata, per cui una parte, o il tutto, perda l'originale marchiatura del prodotto è responsabilità sia degli utilizzatori sia dei commercianti documentare la provenienza mediante i documenti di accompagnamento del materiale e gli estremi del deposito del marchio presso il Servizio Tecnico Centrale.

Nel primo caso i campioni destinati al laboratorio incaricato delle prove di cantiere devono essere accompagnati dalla sopraindicata documentazione e da una dichiarazione di provenienza rilasciata dalla Direzione dei Lavori, quale risulta dai documenti di accompagnamento del materiale.

L'Appaltatore dovrà essere in grado di individuare e documentare in ogni momento la provenienza dei materiali impiegati nelle lavorazioni e di risalire ai corrispondenti certificati di qualificazione, dei quali dovrà esibire la copia a richiesta della Direzione dei Lavori.

Alla Direzione dei Lavori è riservata comunque la facoltà di eseguire in ogni momento della lavorazione tutti i controlli che riterrà opportuni per accertare che i materiali impiegati siano quelli certificati, che le strutture siano conformi ai disegni di progetto e che le stesse siano eseguite a perfetta regola d'arte.

Ogni volta che le strutture metalliche lavorate si rendono pronte per il collaudo l'Appaltatore informerà la Direzione dei Lavori, la quale darà risposta entro 8 giorni fissando la data del collaudo in contraddittorio, oppure autorizzando la spedizione delle strutture stesse in cantiere.

Montaggio

Il montaggio in opera di tutte le strutture costituenti ciascun manufatto sarà effettuato in conformità a quanto, a tale riguardo, è previsto nella relazione di calcolo.

Durante il carico, il trasporto, lo scarico, il deposito ed il montaggio, si dovrà porre la massima cura per evitare che le strutture vengano sovrassollecitate o deformate.

Le parti a contatto con funi, catene od altri organi di sollevamento saranno opportunamente protette.

Il montaggio sarà eseguito in modo che la struttura raggiunga la configurazione geometrica di progetto, nel rispetto dello stato di sollecitazione previsto nel progetto medesimo.

In particolare, per quanto riguarda le strutture a travata, si dovrà controllare che la controfreccia ed il posizionamento sugli apparecchi di appoggio siano conformi alle indicazioni di progetto, rispettando le tolleranze previste.

La stabilità delle strutture dovrà essere assicurata durante tutte le fasi costruttive e la rimozione dei collegamenti provvisori e di altri dispositivi ausiliari dovrà essere fatta solo quando essi risulteranno staticamente superflui.

L'assemblaggio ed il montaggio in opera delle strutture dovrà essere effettuato senza che venga interrotto il traffico di cantiere sulla eventuale sottostante sede stradale salvo brevi interruzioni durante le operazioni di sollevamento, da concordare con la Direzione dei Lavori.

Nella progettazione e nell'impiego delle attrezzature di montaggio, l'Appaltatore è tenuto a rispettare le norme, le prescrizioni ed i vincoli che eventualmente venissero imposti da Enti, Uffici e persone responsabili riguardo alla zona interessata, ed in particolare:

- per l'ingombro degli alvei dei corsi d'acqua;
- per le sagome da lasciare libere nei sovrappassi o sottopassi di strade, autostrade, ferrovie, tranvie, ecc.;
- per le interferenze con servizi di soprasuolo e di sottosuolo.

Prove di Carico e Collaudo Statico

Prima di sottoporre le strutture di acciaio alle prove di carico, dopo la loro ultimazione in opera e di regola, prima che siano applicate le ultime mani di vernice, quando prevista, verrà eseguita da parte della Direzione dei

Lavori una accurata visita preliminare di tutte le membrature per constatare che le strutture siano state eseguite in conformità ai relativi disegni di progetto, alle buone regole d'arte ed a tutte le prescrizioni di contratto.

Ove nulla osti, si procederà quindi alle prove di carico ed al collaudo statico delle strutture; operazioni che verranno condotte, a cura e spese dell'Appaltatore, secondo le prescrizioni contenute nei decreti ministeriali vigenti e nel d.P.R. 380/2001 e s.m.i.

10.14.2 Acciaio per calcestruzzo armato

Caratteristiche dimensionali e di impiego

L'acciaio per cemento armato è esclusivamente prodotto in stabilimento sotto forma di barre o rotoli, reti o trallici, per utilizzo diretto o come elementi di base per successive trasformazioni.

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

La sagomatura e/o l'assemblaggio possono avvenire:

- in cantiere, sotto la vigilanza della Direzione dei Lavori;
- in centri di trasformazione, solo se provvisti dei requisiti di cui al punto 11.3.1.7. del D.M. 17 gennaio 2018.

Tutti gli acciai per calcestruzzo armato devono essere ad aderenza migliorata, aventi cioè una superficie dotata di nervature o dentellature trasversali, uniformemente distribuite sull'intera lunghezza, atte a garantire adeguata aderenza tra armature e conglomerato cementizio.

Per quanto riguarda la marchiatura dei prodotti e la documentazione di accompagnamento vale quanto indicato nel D.M. 17 gennaio 2018.

Reti e trallici elettrosaldati

Gli acciai delle reti e trallici elettrosaldati devono essere saldabili. L'interasse delle barre non deve superare, nelle due direzioni, 330 mm.

I trallici e le reti sono prodotti reticolari assemblati in stabilimento mediante elettrosaldature, eseguite da macchine automatiche in tutti i punti di intersezione.

Per le reti ed i trallici costituiti con acciaio B450C, gli elementi base devono avere diametro (d) che rispetta la limitazione: $6 \text{ mm} < d < 16 \text{ mm}$.

Per le reti ed i trallici costituiti con acciaio B450A, gli elementi base devono avere diametro (d) che rispetta la limitazione: $5 \text{ mm} < d < 10 \text{ mm}$.

La produzione di reti e trallici elettrosaldati deve essere effettuata a partire da materiale di base qualificato. Nel caso di reti e trallici formati con elementi base prodotti nello stesso stabilimento, la marchiatura del prodotto finito può coincidere con quella dell'elemento base.

Nel caso di reti e trallici formati con elementi base prodotti in altro stabilimento, deve essere apposta su ogni confezione di reti o trallici un'apposita etichettatura con indicati tutti i dati necessari per la corretta identificazione del prodotto e del fabbricante delle reti e dei trallici stessi.

Il Direttore dei Lavori, al momento dell'accettazione della fornitura in cantiere, verificherà la presenza della predetta etichettatura.

Controlli di accettazione in cantiere

I controlli di accettazione in cantiere sono obbligatori e secondo quanto disposto al punto 11.3.2.12 del D.M. 17 gennaio 2018 devono essere effettuati entro 30 giorni dalla data di consegna del materiale a cura di un laboratorio di cui all'art. 59 del DPR n. 380/2001.

Essi devono essere eseguiti in ragione di 3 campioni ogni 30 t di acciaio impiegato della stessa classe proveniente dallo stesso stabilimento o Centro di trasformazione, anche se con forniture successive.

I campioni devono essere ricavati da barre di uno stesso diametro o della stessa tipologia (in termini di diametro e dimensioni) per reti e trallici, e recare il marchio di provenienza.

Il prelievo dei campioni va effettuato alla presenza del Direttore dei Lavori o di tecnico di sua fiducia che provvede alla redazione di apposito verbale di prelievo ed alla identificazione dei provini mediante sigle, etichettature indelebili, ecc.

Qualora la fornitura, di elementi sagomati o assemblati, provenga da un Centro di trasformazione, il Direttore dei Lavori, dopo essersi accertato preliminarmente che il suddetto Centro di trasformazione sia in possesso di tutti i requisiti previsti al punto 11.3.1.7 del D.M. 17 gennaio 2018, può recarsi presso il medesimo Centro di trasformazione ed effettuare in stabilimento tutti i controlli di cui sopra. In tal caso il prelievo dei campioni viene effettuato dal Direttore tecnico del centro di trasformazione secondo le disposizioni del Direttore dei Lavori; quest'ultimo deve assicurare, mediante sigle, etichettature indelebili, ecc., che i campioni inviati per le prove al laboratorio incaricato siano effettivamente quelli da lui prelevati, nonché sottoscrivere la relativa

richiesta di prove.

La domanda di prove al Laboratorio autorizzato deve essere sottoscritta dal Direttore dei Lavori e deve contenere indicazioni sulle strutture interessate da ciascun prelievo.

10.14.3 Acciaio per cemento armato precompresso

È ammesso esclusivamente l'impiego di acciai qualificati e controllati secondo le procedure prescritte nel D.M. 17 gennaio 2018.

Caratteristiche dimensionali e di impiego

L'acciaio per armature da precompressione è generalmente fornito sotto forma di:

- Filo: prodotto trafilato di sezione piena che possa fornirsi in rotoli o in fasci;
- Barra: prodotto laminato di sezione piena che possa fornirsi soltanto in forma di elementi rettilinei, le caratteristiche finali del prodotto possono essere conferite con trattamento termico o meccanico successivo alla laminazione;
- Treccia: prodotto formato da 2 o 3 fili trafilati dello stesso diametro nominale avvolti ad elica intorno al loro comune asse longitudinale fornito in rotolo o bobine; passo e senso di avvolgimento dell'elica sono uguali per tutti i fili della treccia;
- Trefolo: prodotto formato da 6 fili trafilati avvolti ad elica intorno ad un filo rettilineo completamente ricoperto dai fili elicoidali, fornito in bobine. Il passo ed il senso di avvolgimento dell'elica sono uguali per tutti i fili di uno stesso strato esterno.

Per quanto non specificato nel presente paragrafo riguardo fili, trecce e trefoli si deve fare riferimento alle norme [UNI 7675](#) ed [UNI 7676](#).

I fili possono essere a sezione trasversale circolare o di altre forme e devono essere prodotti da vergella avente composizione chimica conforme a una delle seguenti norme: [UNI EN ISO 16120-2](#) e [UNI EN ISO 16120-4](#).

I fili sono individuati mediante il diametro nominale o il diametro nominale equivalente riferito alla sezione circolare equipesante. La superficie dei fili può essere liscia o improntata.

Non è consentito l'impiego di fili lisci nelle strutture precomprese ad armature pre-tese.

I fili delle trecce possono essere lisci o improntati. I fili dello strato esterno dei trefoli possono essere lisci od improntati. I fili dei trefoli e delle trecce devono essere prodotti da vergella avente caratteristiche meccaniche e composizione chimica omogenee e conformi ad una delle seguenti norme: [UNI EN ISO 16120-2](#) e [UNI EN ISO 16120-4](#).

Il processo di improntatura deve essere completato prima della trecciatura o della trefolatura, rispettivamente per le trecce e per i trefoli.

I trefoli compattati possono essere prodotti per trafilatura o laminazione dopo la trefolatura e prima del trattamento termico. Quando la trefolatura e la compattazione sono eseguite contemporaneamente, il filo centrale rettilineo deve avere diametro almeno uguale a quello dei fili esterni.

Le barre possono essere lisce, a filettatura continua o parziale, con risalti o nervature; vengono individuate mediante il diametro nominale nel caso di barre lisce o mediante il diametro nominale equivalente riferito alla sezione circolare equipesante nel caso di barre non lisce. Le barre filettate devono avere filetto con passo uniforme e non superiore a 0,8 volte il diametro nominale. Le barre a filettatura continua o parziale, con risalti o nervature, devono avere geometria superficiale conforme a quanto specificato nel D.M. 17 gennaio 2018.

Le barre con risalti o nervature dovranno essere fornite con marchio apposto sulle singole barre.

Per quanto riguarda la marchiatura dei prodotti, generalmente costituita da sigillo o etichettatura sulle legature e per la documentazione di accompagnamento delle forniture vale quanto indicato nel D.M. 17 gennaio 2018.

I fili devono essere forniti in rotoli di diametro tale che, all'atto dello svolgimento, allungati al suolo su un tratto di 10 m non presentino curvatura con freccia superiore a 400 mm; il fabbricante deve indicare il diametro minimo di avvolgimento.

I fili devono essere esenti da saldature.

Sono ammesse le saldature di fili destinati alla produzione di trecce e di trefoli se effettuate prima della trafilatura; non sono ammesse saldature durante l'operazione di cordatura.

All'atto della posa in opera gli acciai devono presentarsi privi di ossidazione, corrosione, difetti superficiali visibili, pieghe.

È tollerata un'ossidazione che scompaia totalmente mediante sfregamento con un panno asciutto.

Non è ammessa in cantiere alcuna operazione di raddrizzamento.

Controlli di accettazione in cantiere

I controlli di accettazione in cantiere devono essere eseguiti secondo le indicazioni di cui al punto 11.3.3.5.3 del D.M. 17 gennaio 2018, ogni 30 t della stessa categoria di acciaio proveniente dallo stesso stabilimento, anche se con forniture successive.

Il prelievo dei campioni va eseguito alla presenza del Direttore dei Lavori o di un tecnico di sua fiducia che provvede alla redazione di apposito verbale di prelievo ed alla identificazione dei provini mediante sigle, etichettature indelebili, ecc.; la certificazione effettuata dal laboratorio prove materiali deve riportare riferimento a tale verbale. La richiesta di prove al laboratorio incaricato deve essere sempre firmata dal Direttore dei Lavori, che rimane anche responsabile della trasmissione dei campioni.

Il laboratorio incaricato di effettuare le prove provvede all'accettazione dei campioni accompagnati dalla lettera di richiesta sottoscritta dal direttore dei lavori.

Il prelievo potrà anche essere eseguito dallo stesso laboratorio incaricato della esecuzione delle prove. I laboratori devono conservare i campioni sottoposti a prova per almeno trenta giorni dopo l'emissione dei certificati di prova, in modo da consentirne l'identificabilità e la rintracciabilità.

Per le modalità di prelievo dei campioni, di esecuzione delle prove, di compilazione dei certificati, di accettazione delle forniture e per le procedure derivanti da risultati non conformi, valgono le disposizioni di cui al punto 11.3.3.5.3 del D.M. 17 gennaio 2018.

10.14.4 Acciaio per strutture metalliche e per strutture composte

Acciai laminati

Gli acciai laminati di uso generale per la realizzazione di strutture metalliche e per le strutture composte comprendono:

Prodotti lunghi

- laminati mercantili (angolari, L, T, piatti e altri prodotti di forma);
- travi ad ali parallele del tipo HE e IPE, travi IPN;
- laminati ad U

Prodotti piani

- lamiere e piatti
- nastri

Profilati cavi

- tubi prodotti a caldo

Prodotti derivati

- travi saldate (ricavate da lamiere o da nastri a caldo);
- profilati a freddo (ricavati da nastri a caldo);
- tubi saldati (cilindrici o di forma ricavati da nastri a caldo);
- lamiere grecate (ricavate da nastri a caldo).

Acciaio per strutture saldate

Gli acciai per strutture saldate, oltre a soddisfare le condizioni indicate al punto 11.3.4.1 del D.M. 17 gennaio 2018, devono avere composizione chimica conforme a quanto riportato nelle norme europee armonizzate applicabili, di cui al punto 11.3.4.1 del citato decreto.

Acciaio per getti

Per l'esecuzione di parti in getti si devono impiegare acciai conformi alla norma [UNI EN 10293](#).

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

Processo di saldatura

La saldatura degli acciai dovrà avvenire con uno dei procedimenti all'arco elettrico codificati secondo la norma [UNI EN ISO 4063](#). È ammesso l'uso di procedimenti diversi purché sostenuti da adeguata documentazione teorica e sperimentale.

I saldatori nei procedimenti semiautomatici e manuali dovranno essere qualificati secondo la norma [UNI EN ISO 9606-1](#) da parte di un Ente terzo. Ad integrazione di quanto richiesto nella norma [UNI EN ISO 9606-1](#), i saldatori che eseguono giunti a T con cordoni d'angolo dovranno essere specificamente qualificati e non potranno essere qualificati soltanto mediante l'esecuzione di giunti testa-testa.

Gli operatori dei procedimenti automatici o robotizzati dovranno essere certificati secondo la norma [UNI EN ISO 14732](#).

Tutti i procedimenti di saldatura dovranno essere qualificati mediante WPQR (qualifica di procedimento di saldatura) secondo la norma [UNI EN ISO 15614-1](#).

Le durezze eseguite sulle macrografie non dovranno essere superiori a 350 HV30.

Per la saldatura ad arco di prigionieri di materiali metallici (saldatura ad innesco mediante sollevamento e saldatura a scarica di condensatori ad innesco sulla punta) si applica la norma [UNI EN ISO 14555](#); valgono perciò i requisiti di qualità di cui al prospetto A1 della appendice A della stessa norma.

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

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

Nell'esecuzione delle saldature dovranno inoltre essere rispettate le norme [UNI EN 1011 parti 1 e 2](#) per gli acciai ferritici e della parte 3 per gli acciai inossidabili. Per la preparazione dei lembi si applicherà, salvo casi particolari, la norma [UNI EN ISO 9692-1](#).

Le saldature saranno sottoposte a controlli non distruttivi finali per accertare la corrispondenza ai livelli di qualità stabiliti dal progettista sulla base delle norme applicate per la progettazione.

In assenza di tali dati per strutture non soggette a fatica si adotterà il livello C della norma [UNI EN ISO 5817](#) e il livello B per strutture soggette a fatica.

L'entità ed il tipo di tali controlli, distruttivi e non distruttivi, in aggiunta a quello visivo al 100%, saranno definiti dal Collaudatore e dal Direttore dei Lavori; per i cordoni ad angolo o giunti a parziale penetrazione si useranno metodi di superficie (ad es. liquidi penetranti o polveri magnetiche), mentre per i giunti a piena penetrazione, oltre a quanto sopra previsto, si useranno metodi volumetrici e cioè raggi X o gamma o ultrasuoni per i giunti testa a testa e solo ultrasuoni per i giunti a T a piena penetrazione.

Per le modalità di esecuzione dei controlli ed i livelli di accettabilità si potrà fare utile riferimento alle prescrizioni della norma [UNI EN ISO 17635](#).

Tutti gli operatori che eseguiranno i controlli dovranno essere qualificati secondo la norma [UNI EN ISO 9712](#) almeno di secondo livello.

Bulloni e chiodi

I bulloni sono organi di collegamento tra elementi metallici, introdotti in fori opportunamente predisposti, composti dalle seguenti parti:

- gambo, completamente o parzialmente filettato con testa esagonale (vite);
- dado di forma esagonale, avvitato nella parte filettata della vite;
- rondella (o rosetta) del tipo elastico o rigido.

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

Bulloni "non a serraggio controllato"

Agli assiami Vite/Dado/Rondella impiegati nelle giunzioni 'non precaricate' si applica quanto specificato al punto A del paragrafo 11.1 in conformità alla norma europea armonizzata [UNI EN 15048-1](#).

In alternativa anche gli assiami ad alta resistenza conformi alla norma europea armonizzata [UNI EN 14399-1](#) sono idonei per l'uso in giunzioni non precaricate.

Viti, dadi e rondelle, in acciaio, devono essere associate come nella seguente tabella

Tabella 1

Viti	Dadi	Rondelle	Riferimento
Classe di resistenza UNI EN ISO 898-1	Classe di resistenza UNI EN ISO 898-2	Durezza	
4.6	4; 5; 6 oppure 8	100 HV min.	UNI EN 15048-1
4.8			
5.6	5; 6 oppure 8		
5.8			
6.8	6 oppure 8		
8.8	8 oppure 10	100 HV min oppure 300 HV min.	
10.9	10 oppure 12		

Le tensioni di snervamento f_{yb} e di rottura f_{tb} delle viti appartenenti alle classi indicate nella tabella sotto riportata.

Tabella 2

Classe	4.6	4.8	5.6	6.8	8.8	10.9
f_{yb} (N/mm ²)	240	320	300	480	640	900
f_{tb} (N/mm ²)	400	400	500	600	800	1000

Bulloni "a serraggio controllato"

Agli assiemi Vite/Dado/Rondella impiegati nelle giunzioni 'Pre-caricate' si applica quanto specificato al punto A del paragrafo 11.1 in conformità alla norma europea armonizzata UNI EN 14399-1.

Viti, dadi e rondelle, in acciaio, devono essere associate come nella seguente tabella

Sistema	Viti		Dadi		Rondelle	
	Classe resistenza	di Riferimento	Classe resistenza	di Riferimento	Durezza	Riferimento
HR	8.8	UNI EN 14399-1	8	UNI EN 14399-3	300-370 HV	UNI EN 14399 parti 5 e 6
	10.9	UNI EN 14399-3	10	UNI EN 14399-3		
	10.9	UNI EN 14399-4	10	UNI EN 14399-4		

Chiodi

Per i chiodi da ribadire a caldo si devono impiegare gli acciai previsti dalla norma [UNI EN 10263 \(parti 1 - 5\)](#).

Procedure di controllo su acciai da carpenteria

Controlli di accettazione in cantiere

I controlli di accettazione in cantiere, da eseguirsi presso un laboratorio di cui all'art. 59 del DPR n. 380/2001, sono obbligatori per tutte le forniture di elementi e/o prodotti, qualunque sia la loro provenienza e la tipologia di qualificazione.

Il prelievo dei campioni va eseguito alla presenza del Direttore dei Lavori o di un tecnico di sua fiducia che provvede alla redazione di apposito verbale di prelievo ed alla identificazione dei provini mediante sigle, etichettature indelebili, ecc.; la certificazione effettuata dal laboratorio prove materiali deve riportare riferimento a tale verbale. La richiesta di prove al laboratorio incaricato deve essere sempre firmata dal Direttore dei Lavori, che rimane anche responsabile della trasmissione dei campioni.

Qualora la fornitura di elementi lavorati provenga da un Centro di trasformazione o da un fabbricante di elementi marcati CE dopo essersi accertato preliminarmente che il suddetto Centro di trasformazione o il fabbricante sia in possesso di tutti i requisiti previsti dalla norma, Il Direttore dei Lavori può recarsi presso il medesimo Centro di trasformazione o fabbricante ed effettuare in stabilimento tutti i controlli di cui sopra. In tal caso il prelievo dei campioni viene effettuato dal Direttore Tecnico del Centro di trasformazione o del fabbricante secondo le disposizioni del Direttore dei Lavori; quest'ultimo deve assicurare, mediante sigle, etichettature indelebili, ecc., che i campioni inviati per le prove al laboratorio incaricato siano effettivamente quelli da lui prelevati, nonché sottoscrivere la relativa richiesta di prove.

Il laboratorio incaricato di effettuare le prove provvede all'accettazione dei campioni accompagnati dalla lettera di richiesta sottoscritta dal direttore dei lavori. Il laboratorio verifica lo stato dei provini e la documentazione di riferimento ed in caso di anomalie riscontrate sui campioni oppure di mancanza totale o parziale degli strumenti idonei per la identificazione degli stessi, deve sospendere l'esecuzione delle prove e darne notizia al Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici.

Il prelievo potrà anche essere eseguito dallo stesso laboratorio incaricato della esecuzione delle prove. I laboratori devono conservare i campioni sottoposti a prova per almeno trenta giorni dopo l'emissione dei certificati di prova, in modo da consentirne l'identificabilità e la rintracciabilità.

A seconda delle tipologie di materiali pervenute in cantiere il Direttore dei Lavori deve effettuare i seguenti controlli:

- Elementi di Carpenteria Metallica: 3 prove ogni 90 tonnellate;
- Lamiere grecate e profili formati a freddo: 3 prove ogni 15 tonnellate;
- Bulloni e chiodi: 3 campioni ogni 1500 pezzi impiegati;
- Giunzioni meccaniche: 3 campioni ogni 100 pezzi impiegati.

I controlli di accettazione devono essere effettuati prima della posa in opera degli elementi e/o dei prodotti.

I criteri di valutazione dei risultati dei controlli di accettazione devono essere adeguatamente stabiliti dal Direttore dei Lavori in relazione alle caratteristiche meccaniche dichiarate dal fabbricante nella documentazione di identificazione e qualificazione e previste dalle presenti norme o dalla documentazione di progetto per la

specifica opera.

Art. 10.15
ESECUZIONE DI COPERTURE CONTINUE (PIANE)

1) Si intendono per coperture continue quelle in cui la tenuta all'acqua è assicurata indipendentemente dalla pendenza della superficie di copertura.

Esse si intendono convenzionalmente suddivise nelle seguenti categorie:

- copertura senza elemento termoisolante, con strato di ventilazione oppure senza;
- copertura con elemento termoisolante, con strato di ventilazione oppure senza strato di ventilazione.

2) Quando non è diversamente descritto negli altri documenti progettuali (o quando questi non sono sufficientemente dettagliati) si intende che ciascuna delle categorie sopracitate sarà composta dai seguenti strati funzionali (definiti secondo le norme [UNI 8178](#)).

Nelle soluzioni costruttive uno strato può assolvere ad una o più funzioni.

a) La copertura non termoisolata non ventilata avrà quali strati di elementi fondamentali:

- l'elemento portante con funzioni strutturali;
- lo strato di pendenza con funzione di portare la pendenza della copertura al valore richiesto;
- l'elemento di tenuta all'acqua con funzione di realizzare la prefissata impermeabilità all'acqua meteorica e di resistere alle sollecitazioni dovute all'ambiente esterno;
- lo strato di protezione con funzione di limitare le alterazioni dovute ad azioni meccaniche, fisiche, chimiche e/o con funzione decorativa.

b) La copertura ventilata ma non termoisolata avrà quali strati ed elementi fondamentali:

- l'elemento portante;
- lo strato di ventilazione con funzione di contribuire al controllo del comportamento igrotermico delle coperture attraverso ricambi d'aria naturali o forzati;
- strato di pendenza (se necessario);
- elemento di tenuta all'acqua;
- strato di protezione.

c) La copertura termoisolata non ventilata avrà quali strati ed elementi fondamentali:

- l'elemento portante;
- strato di pendenza;
- strato di schermo o barriera al vapore con funzione di impedire (schermo) o di ridurre (barriera) il passaggio del vapore d'acqua e per controllare il fenomeno della condensa;
- elemento di tenuta all'acqua;
- elemento termoisolante con funzione di portare al valore richiesto la resistenza termica globale della copertura;
- strato filtrante;
- strato di protezione.

d) La copertura termoisolata e ventilata avrà quali strati ed elementi fondamentali:

- l'elemento portante con funzioni strutturali;
- l'elemento termoisolante;
- lo strato di irrigidimento o supporto con funzione di permettere allo strato sottostante di sopportare i carichi previsti;
- lo strato di ventilazione;
- l'elemento di tenuta all'acqua;
- lo strato filtrante con funzione di trattenere il materiale trasportato dalle acque meteoriche;
- lo strato di protezione.

e) La presenza di altri strati funzionali (complementari) eventualmente necessari perché dovuti alla soluzione costruttiva scelta, dovrà essere coerente con le indicazioni delle UNI 8178 sia per quanto riguarda i materiali utilizzati sia per quanto riguarda la collocazione rispetto agli altri strati nel sistema di copertura.

3) Per la realizzazione degli strati si utilizzeranno i materiali indicati nel progetto; ove non sia specificato in dettaglio nel progetto od a suo completamento si rispetteranno le prescrizioni seguenti:

- per l'elemento portante, a seconda della tecnologia costruttiva adottata, si farà riferimento alle prescrizioni già date nel presente capitolato sui calcestruzzi, strutture metalliche, sulle strutture miste acciaio calcestruzzo, sulle strutture o prodotti di legno, ecc.;
- per l'elemento termoisolante si farà riferimento all'articolo sui prodotti per isolamento termico ed inoltre si curerà che nella posa in opera siano realizzate correttamente le giunzioni, siano curati i punti

particolari, siano assicurati adeguati punti di fissaggio e/o garantita una mobilità termoigrometrica rispetto allo stato contiguo;

- per lo strato di irrigidimento (o supporto), a seconda della soluzione costruttiva impiegata e del materiale, si verificherà la sua capacità di ripartire i carichi, la sua resistenza alle sollecitazioni meccaniche che deve trasmettere e la durabilità nel tempo;
- lo strato di ventilazione sarà costituito da una intercapedine d'aria avente aperture di collegamento con l'ambiente esterno, munite di griglie, aeratori, ecc. capaci di garantire adeguato ricambio di aria, ma limitare il passaggio di piccoli animali e/o grossi insetti;
- lo strato di tenuta all'acqua sarà realizzato, a seconda della soluzione costruttiva prescelta, con membrane in fogli o prodotti fluidi da stendere in sito fino a realizzare uno strato continuo.

a) Le caratteristiche delle membrane sono quelle indicate all'articolo prodotti per impermeabilizzazione e per coperture piane. In fase di posa si dovrà curare: la corretta realizzazione dei giunti utilizzando eventualmente i materiali ausiliari (adesivi, ecc.), le modalità di realizzazione previste dal progetto e/o consigliate dal produttore nella sua documentazione tecnica, ivi incluse le prescrizioni sulle condizioni ambientali (umidità, temperature, ecc.) e di sicurezza. Attenzione particolare sarà data all'esecuzione dei bordi, punti particolari, risvolti, ecc. ove possono verificarsi infiltrazioni sotto lo strato.

b) Le caratteristiche dei prodotti fluidi e/o in pasta sono quelle indicate nell'articolo prodotti per impermeabilizzazione e per coperture piane. In fase di posa si dovrà porre cura nel seguire le indicazioni del progetto e/o del fabbricante allo scopo di ottenere strati uniformi e dello spessore previsto, che garantiscano continuità anche nei punti particolari quali risvolti, asperità, elementi verticali (camini, aeratori, ecc.).

Sarà curato inoltre che le condizioni ambientali (temperatura, umidità, ecc.) od altre situazioni (presenza di polvere, tempi di maturazione, ecc.) siano rispettate per favorire una esatta rispondenza del risultato finale alle ipotesi di progetto.

- Lo strato filtrante, quando previsto, sarà realizzato, a seconda della soluzione costruttiva prescelta, con fogli di nontessuto sintetico od altro prodotto adatto accettato dalla Direzione dei Lavori. Sarà curata la sua corretta collocazione nel sistema di copertura e la sua congruenza rispetto all'ipotesi di funzionamento con particolare attenzione rispetto a possibili punti difficili.
- Lo strato di protezione, sarà realizzato secondo la soluzione costruttiva indicata dal progetto.

I materiali (verniciature, granigliature, lamine, ghiaietto, ecc.) risponderanno alle prescrizioni previste nell'articolo loro applicabile. Nel caso di protezione costituita da pavimentazione quest'ultima sarà eseguita secondo le indicazioni del progetto e/o secondo le prescrizioni previste per le pavimentazioni curando che non si formino incompatibilità meccaniche, chimiche, ecc. tra la copertura e la pavimentazione sovrastante.

- Lo strato di pendenza è solitamente integrato in altri strati, pertanto si rinvia per i materiali allo strato funzionale che lo ingloba. Per quanto riguarda la realizzazione si curerà che il piano (od i piani) inclinato che lo concretizza abbia corretto orientamento verso eventuali punti di confluenza e che nel piano non si formino avvallamenti più o meno estesi che ostacolano il deflusso dell'acqua. Si cureranno inoltre le zone raccordate all'incontro con camini, aeratori, ecc.

- Lo strato di barriera o schermo al vapore sarà realizzato con membrane di adeguate caratteristiche (vedere articolo prodotti per impermeabilizzazione e per coperture piane). Nella fase di posa sarà curata la continuità dello strato fino alle zone di sfogo (bordi, aeratori, ecc.), inoltre saranno seguiti gli accorgimenti già descritti per lo strato di tenuta all'acqua.

- Per gli altri strati complementari riportati nelle norme [UNI 8178](#) si dovranno adottare soluzioni costruttive che impieghino uno dei materiali ammessi dalla norma stessa. Il materiale prescelto dovrà rispondere alle prescrizioni previste nell'articolo di questo capitolato ad esso applicabile.

Per la realizzazione in opera si seguiranno le indicazioni del progetto e/o le indicazioni fornite dal produttore ed accettate dalla Direzione dei Lavori, ivi comprese quelle relative alle condizioni ambientali e/o le precauzioni da seguire nelle fasi di cantiere.

4) La Direzione dei Lavori per la realizzazione delle coperture piane opererà come segue:

a) nel corso dell'esecuzione dei lavori (con riferimento ai tempi ed alle procedure) verificherà l'adozione dei criteri per la sicurezza degli operatori e che i materiali impiegati e le tecniche di posa siano effettivamente quelle prescritte ed inoltre, almeno per gli strati più significativi, verificherà che il risultato finale sia coerente con le prescrizioni di progetto e comunque con la funzione attribuita all'elemento o strato considerato.

In particolare verificherà: il collegamento tra gli strati; la realizzazione dei giunti/sovrapposizioni (per gli strati realizzati con pannelli, fogli ed in genere con prodotti preformati); la esecuzione accurata dei bordi e dei punti particolari. Ove sono richieste lavorazioni in sito verificherà con semplici metodi da cantiere:

- le resistenze meccaniche (portate, punzonamenti, resistenze a flessione);

- adesioni o connessioni fra strati (o quando richiesta l'esistenza di completa separazione);
 - la tenuta all'acqua, all'umidità, ecc.
- b) A conclusione dell'opera eseguirà prove (anche solo localizzate) di funzionamento formando battenti di acqua, condizioni di carico, di punzonamento, ecc. che siano significativi delle ipotesi previste dal progetto o dalla realtà.
- Avrà cura di far aggiornare e raccogliere i disegni costruttivi più significativi unitamente alla descrizione e/o schede tecniche dei prodotti impiegati (specialmente quelli non visibili ad opera ultimata) e le prescrizioni attinenti la successiva manutenzione.

Art. 10.16

SISTEMI PER RIVESTIMENTI INTERNI ED ESTERNI

Si definisce sistema di rivestimento il complesso di strati di prodotti della stessa natura o di natura diversa, omogenei o disomogenei che realizzano la finitura dell'edificio. I sistemi di rivestimento si distinguono, a seconda della loro funzione in:

- rivestimenti per esterno e per interno;
- rivestimenti protettivi in ambienti con specifica aggressività;
- rivestimenti protettivi di materiali lapidei, legno, ferro, metalli non ferrosi, ecc.

10.16.1) Sistemi Realizzati con Prodotti Rigidi

La realizzazione dei rivestimenti dovrà seguire le prescrizioni del progetto e/o della Direzione Lavori ad opera di posatori con conoscenze, abilità e competenze conformi alla norma [UNI 11714-2](#):

- a) Per le piastrelle di ceramica (o lastre di pietra, ecc. con dimensioni e pesi simili) si potrà procedere alla posa su letto di malta svolgendo funzioni di strato di collegamento e di compensazione e curando la sufficiente continuità dello strato stesso, lo spessore, le condizioni ambientali di posa (temperatura ed umidità) e di maturazione. Si valuterà inoltre la composizione della malta onde evitare successivi fenomeni di incompatibilità chimica o termica con il rivestimento e/o con il supporto.
- Durante la posa del rivestimento si curerà l'esecuzione dei giunti, il loro allineamento, la planarità della superficie risultante ed il rispetto di eventuali motivi ornamentali. In alternativa alla posa con letto di malta si potrà procedere all'esecuzione di uno strato ripartitore avente adeguate caratteristiche di resistenza meccanica, planarità, ecc. in modo da applicare successivamente uno strato di collegamento (od ancoraggio) costituito da adesivi aventi adeguate compatibilità chimica e termica con lo strato ripartitore e con il rivestimento.
- b) Per le istruzioni relative alla progettazione, posa in opera e manutenzione di rivestimenti lapidei di superfici orizzontali, verticali e soffitti si seguiranno le indicazioni della norma [UNI 11714 - 1](#). Per le lastre di calcestruzzo, fibrocemento e prodotti simili si procederà alla posa mediante fissaggi meccanici (elementi ad espansione, elementi a fissaggio chimico, ganci, zanche e simili) a loro volta ancorati direttamente nella parte muraria e/o su tralici o simili. Comunque i sistemi di fissaggio devono garantire una adeguata resistenza meccanica per sopportare il peso proprio e del rivestimento, resistere alle corrosioni, permettere piccole regolazioni dei singoli pezzi durante il fissaggio ed il loro movimento in opera dovuto a variazioni termiche.
- Il sistema nel suo insieme deve avere comportamento termico accettabile, nonché evitare di essere sorgente di rumore inaccettabile dovuto al vento, pioggia, ecc. ed assolvere le altre funzioni loro affidate quali tenuta all'acqua, ecc. Durante la posa del rivestimento si cureranno gli effetti estetici previsti, l'allineamento o comunque corretta esecuzione di giunti (sovrapposizioni, ecc.), la corretta forma della superficie risultante, ecc.
- c) Per le lastre, pannelli, ecc. a base di metallo o materia plastica si procederà analogamente a quanto descritto al comma b) per le lastre.
- Si curerà in base alle funzioni attribuite dal progetto al rivestimento, la esecuzione dei fissaggi e la collocazione rispetto agli strati sottostanti onde evitare incompatibilità termiche, chimiche od elettriche. Saranno considerate le possibili vibrazioni o rumore indotte da vento, pioggia, ecc.
- Verranno inoltre verificati i motivi estetici, l'esecuzione dei giunti, la loro eventuale sigillatura, ecc.

10.16.2) Sistemi Realizzati con Prodotti Flessibili

Devono essere realizzati secondo le prescrizioni date nel progetto con prodotti costituiti da carte da parati (a

base di carta, tessili, fogli di materie plastiche o loro abbinamenti) aventi le caratteristiche riportate nell'articolo loro applicabile ed a completamento del progetto devono rispondere alle indicazioni seguenti.

A seconda del supporto (intonaco, legno, ecc.), si procederà alla sua pulizia ed asportazione dei materiali esistenti nonché al riempimento di fessure, piccoli fori, alla spianatura di piccole asperità, ecc. avendo cura di eliminare, al termine, la polvere ed i piccoli frammenti che possono successivamente collocarsi tra il foglio ed il supporto durante la posa.

Si stenderà uno strato di fondo (fissativo) solitamente costituito dallo stesso adesivo che si userà per l'incollaggio (ma molto più diluito con acqua) in modo da rendere uniformemente assorbente il supporto stesso e da chiudere i pori più grandi. Nel caso di supporti molto irregolari e nella posa di rivestimenti particolarmente sottili e lisci (esempio tessili) si provvederà ad applicare uno strato intermedio di carta fodera o prodotto simile allo scopo di ottenere la levigatezza e continuità volute.

Si applica infine il telo di finitura curando il suo taglio preliminare in lunghezza e curando la concordanza dei disegni, la necessità di posare i teli con andamento alternato, ecc.

Durante l'applicazione si curerà la realizzazione dei giunti, la quantità di collante applicato, l'esecuzione dei punti particolari quali angoli, bordi di porte, finestre, ecc., facendo le opportune riprese in modo da garantire la continuità dei disegni e comunque la scarsa percepibilità dei giunti.

10.16.3) Sistemi Realizzati con Prodotti Fluidi

Devono essere realizzati secondo le prescrizioni date nel progetto (con prodotti costituiti da pitture, vernici impregnanti, ecc.) aventi le caratteristiche riportate nell'articolo loro applicabile ed a completamento del progetto devono rispondere alle indicazioni seguenti:

- a) su pietre naturali ed artificiali impregnazione della superficie con silicani o olii fluorurati, non pellicolanti, resistenti agli U.V., al dilavamento, agli agenti corrosivi presenti nell'atmosfera;
- b) su intonaci esterni:
 - tinteggiatura della superficie con tinte alla calce o ai silicati inorganici;
 - pitturazione della superficie con pitture organiche;
- c) su intonaci interni:
 - tinteggiatura della superficie con tinte alla calce, o ai silicati inorganici;
 - pitturazione della superficie con pitture organiche o ai silicati organici;
 - rivestimento della superficie con materiale plastico a spessore;
 - tinteggiatura della superficie con tinte a tempera;
- d) su prodotti di legno e di acciaio:
 - I sistemi si intendono realizzati secondo le prescrizioni del progetto ed in loro mancanza (od a loro integrazione) si intendono realizzati secondo le indicazioni date dal produttore ed accettate dalla Direzione dei Lavori; le informazioni saranno fornite secondo le norme [UNI 8758](#) o [UNI 8760](#) e riguarderanno:
 - criteri e materiali di preparazione del supporto;
 - criteri e materiali per realizzare l'eventuale strato di fondo, ivi comprese le condizioni ambientali (temperatura, umidità) del momento della realizzazione e del periodo di maturazione, condizioni per la successiva operazione;
 - criteri e materiali per realizzare l'eventuale strato intermedio, ivi comprese le condizioni citate all'alinea precedente per la realizzazione e maturazione;
 - criteri e materiali per lo strato di finiture, ivi comprese le condizioni citate al secondo alinea;
- e) Durante l'esecuzione, per tutti i tipi predetti, si curerà per ogni operazione la completa esecuzione degli strati, la realizzazione dei punti particolari, le condizioni ambientali (temperatura, umidità) e la corretta condizione dello strato precedente (essicazione, maturazione, assenza di bolle, ecc.) nonché le prescrizioni relative alle norme di igiene e sicurezza.

10.16.4) Norme Esecutive per il Direttore dei Lavori

- 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 posa siano effettivamente quelle prescritte ed inoltre almeno per gli strati più significativi verificherà che il risultato delle operazioni predette sia coerente con le prescrizioni di progetto e comunque con la funzione che è attribuita all'elemento o strato realizzato.
In particolare verificherà:
 - per i rivestimenti rigidi le modalità di fissaggio, la corretta esecuzione dei giunti e quanto riportato nel punto loro dedicato, eseguendo verifiche intermedie di residenza meccanica, ecc.;

- per i rivestimenti con prodotti flessibili (fogli) la corretta esecuzione delle operazioni descritte nel relativo punto;
 - per i rivestimenti fluidi od in pasta il rispetto delle prescrizioni di progetto o concordate come detto nel punto a) verificando la loro completezza, ecc. specialmente delle parti difficilmente controllabili al termine dei lavori.
- b) A conclusione dei lavori eseguirà prove (anche solo localizzate) e con facili mezzi da cantiere creando sollecitazioni compatibili con quelle previste dal progetto o comunque simulanti le sollecitazioni dovute all'ambiente, agli utenti futuri, ecc. Per i rivestimenti rigidi verificherà in particolare il fissaggio e l'aspetto delle superfici risultanti; per i rivestimenti in fogli, l'effetto finale e l'adesione al supporto; per quelli fluidi la completezza, l'assenza di difetti locali, l'aderenza al supporto. Avrà cura di far aggiornare e raccogliere i disegni costruttivi unitamente alla descrizione e/o schede tecniche dei prodotti impiegati (specialmente quelli non visibili ad opera ultimata) e le prescrizioni attinenti la successiva manutenzione.

Art. 10.17

FACCIAE CONTINUE

10.17.1) Generalità

Secondo la terminologia ufficiale ([UNI EN 13119](#)) e la definizione dettata dalla norma [UNI EN 13830](#), per facciate continue si intende una struttura costituita da un reticolo di elementi portanti verticali ed orizzontali tra loro connessi ed ancorati alla struttura dell'edificio, al fine di sostenere un rivestimento di facciata continuo e leggero che ha il compito di garantire tutte le funzioni tipiche di una parete perimetrale esterna comprese la resistenza agli agenti atmosferici, la sicurezza nell'uso, la sicurezza ed il controllo ambientale, ma che comunque non contribuisce alle caratteristiche portanti dell'edificio.

Il reticolo sarà costituito generalmente da profili estrusi in lega di alluminio o in acciaio, di sezione adeguata alle esigenze progettuali, e/o in funzione delle sollecitazioni, del carico del vento, delle dimensioni modulari della facciata e delle normative in materia di sicurezza vigenti.

Il montaggio della struttura reticolare e di tutti gli elementi di tamponatura delle facciate continue avverrà in genere dall'esterno; al termine della posa in opera la struttura reticolare risulterà invisibile e posta all'interno della facciata.

Tutte le opere e i loro materiali, prodotti, componenti e sistemi dovranno soddisfare la normativa italiana vigente e i criteri stabiliti dal presente capitolato.

L'Appaltatore avrà cura di acquisire tutte le informazioni sui fissaggi dei materiali, i certificati di calcolo e gli altri dati necessari attestanti l'integrità strutturale, la sicurezza delle opere, la conformità alle norme edilizie e tutta la documentazione prevista per Marcatura Prodotto secondo il Regolamento europeo dei Prodotti da Costruzione n. 305/2011.

10.17.2) Tipologie e condizioni

La facciata continua progettualmente proposta, potrà essere realizzata secondo una o più delle seguenti tipologie:

- *a montanti e traversi:*
costituita da elementi verticali ed orizzontali collegati tra loro al fine di fornire un supporto regolare ai pannelli di chiusura, che potranno essere vetrati (apribili o fissi) ovvero opachi;
- *a cellule indipendenti:*
costituita da un unico elemento modulare dal comportamento scatolare comprensivo degli elementi di tamponamento vetrati o opachi e della sottostruttura metallica, posta in opera per mezzo di fissaggi puntuali alla struttura portante;
- *con fissaggio puntuale delle lastre vetrate:*
costituita da montanti fissati alla struttura dell'edificio a cui verranno ancorati appositi elementi di sostegno delle vetrate (monolitiche o vetrocamera) e/o dei pannelli di tamponamento. Tali elementi di sostegno potranno essere a forma di ragni (spider) ovvero di rotule, localizzati agli angoli delle lastre.

Per qualunque tipologia, l'Appaltatore dovrà fornire, testare, e montare l'intero rivestimento esterno dell'edificio in conformità alle informazioni descritte nella documentazione progettuale a disposizione.

L'oggetto delle opere contenuto nel contratto comprenderà i seguenti elementi di costruzione:

- le facciate, i serramenti, i frangisole e tutti i rivestimenti elencati nell'abaco e nella documentazione progettuale su richiamata;
- tutti i necessari ancoraggi alla struttura secondaria, staffe, fissaggi e connessioni;
- tutti i giunti necessari tra la facciata e gli elementi d'interfaccia dell'edificio;
- tutti i necessari giunti d'espansione/di movimento;
- tutte le necessarie barriere tagliafuoco e acustiche a livello della soletta;
- tutta la necessaria impermeabilizzazione della facciata;

- tutti i campioni necessari e prove come descritto nel presente capitolato;
- fornitura dei ferri sagomati ad omega da annegare nel getto di calcestruzzo o delle tassellature;
- controllo e accettazione della tipologia dei ferri sagomati ad omega già eventualmente annegati nei getti;
- imballo, trasporto, movimentazione e protezione delle opere fino al completamento;
- fornitura delle attrezzature di cantiere (muletti, trabattelli, ventose, ecc.);
- assistenza al collaudo finale;
- raccolta e trasporto in discarica autorizzata dei materiali di risulta;
- sistema equipotenziale delle strutture metalliche;
- pulizia finale (interna ed esterna) da eseguirsi prima della conclusione dell'intero intervento;
- cablaggi di sistemi elettrici;
- eventuale posa dei ferri sagomati ad omega;
- ponteggi di cantiere e gru di movimentazione per scarico materiali;
- pulsantiere, centraline e collegamenti elettrici;
- messa a terra finale;
- tutto quanto necessario per consegnare l'opera completa rispettando le prestazioni richieste nelle specifiche progettuali.

10.17.3) Elementi costitutivi

Struttura

La parte strutturale di serramento, ove prevista, dovrà essere realizzata seguendo le prescrizioni indicate nei disegni costruttivi di progetto. In mancanza di prescrizioni (o in presenza di prescrizioni limitate) si intenderanno comunque nel loro insieme realizzati in modo da resistere alle sollecitazioni meccaniche e degli agenti atmosferici e contribuire, per la parte di loro spettanza, al mantenimento negli ambienti di idonee condizioni termiche, acustiche, luminose, di ventilazione, ecc. dell'edificio.

I profili metallici saranno estrusi in [lega primaria di alluminio](#).

Le staffe di fissaggio dei montanti saranno ancorate alle strutture, se in CA, per mezzo di ferri sagomati ad omega, preventivamente annegati nei getti a cura ed onere dell'impresa esecutrice delle strutture. Qualora non fosse possibile l'annegamento di ferri sagomati ad omega nei getti si potrà, dopo le opportune verifiche, procedere con un fissaggio per mezzo di tasselli meccanici ad espansione.

Sulle carpenterie in acciaio il fissaggio delle staffe avverrà tramite viti e dadi su fazzoletti saldati opportunamente predisposti con fori o asole.

La Direzione dei Lavori potrà procedere all'accettazione della attestazione di conformità della fornitura dei materiali alle prescrizioni indicate nel progetto per le varie caratteristiche. Per le classi non specificate valgono i valori dichiarati dal fornitore ed accettati dalla Direzione dei Lavori. La attestazione di conformità dovrà essere comprovata da idonea certificazione e/o documentazione.

Tamponamenti

Il sistema facciata potrà essere completamente fisso vetrato, completamente cieco pannellato o alternativamente vetrato e cieco, a seconda delle indicazioni progettuali. Dovrà essere possibile l'inserimento di infissi ad anta-ribalta ed infissi a sporgere con battenti in vista od occultati nel telaio, con ritegno meccanico od incollaggio strutturale. Per l'omogeneità di aspetto esterno tra la zona visiva e di parapetto si potranno applicare i medesimi vetri con gli opportuni accorgimenti per opacizzare il vetro della zona cieca.

L'isolamento nella zona parapetto dovrà essere realizzato mediante l'impiego di pannelli isolanti monolitici o aerati di idoneo spessore ovvero, secondo gli opportuni dettagli progettuali, con paramenti interni di finitura in cartongesso o altri materiali equivalenti ed essere completi di zoccolino a pavimento, raccordi laterali e superiori. Tutte le finiture dovranno essere realizzate con l'impiego di profilati estrusi appositamente studiati per lo scopo.

I pannelli di tamponamento dovranno possedere caratteristiche meccaniche, acustiche e termiche tali da garantire le prestazioni richieste per l'intero manufatto. In particolare dovranno resistere agli urti in accordo con quanto previsto dalla normativa in materia [UNI EN 14019](#).

Particolare cura dovrà essere posta nella realizzazione dei collegamenti fra la facciata e i solai e fra la facciata e le pareti interne. Tali collegamenti dovranno garantire valori di isolamento acustico fra i piani e i vari ambienti, almeno pari alle prestazioni della facciata (interno-esterno), salvo diverse prescrizioni progettuali.

Vetri

I vetri dovranno avere spessore adeguato alle dimensioni, alla tecnologia ed all'uso delle facciate su cui saranno montati. Gli spessori dei vetri dovranno essere calcolati secondo la norme tecniche vigenti, solo qualora non siano espressamente indicati negli elaborati progettuali.

10.17.4) Requisiti prestazionali

Le prestazioni minime richieste per le facciate continue dovranno essere regolate dai seguenti requisiti normativi relativi alle proprietà:

- **Permeabilità all'aria**

La facciata dovrà essere definita in una classe di permeabilità all'aria riportata dalla norma [UNI EN 12152](#). La prestazione deve essere attestata mediante una prova di laboratorio condotta secondo la metodologia di prova della norma [UNI EN 12153](#). La permeabilità all'aria delle parti apribili eventualmente presenti, dovrà essere certificata secondo i criteri di classificazione e la metodologia di prova indicate rispettivamente dalle norme [UNI EN 12207](#) e [UNI EN 1026](#).

- **Tenuta all'acqua**

La facciata dovrà corrispondere alle classi di tenuta all'acqua definite dalla norma [UNI EN 12154](#). La prestazione deve essere attestata mediante una prova di laboratorio condotta secondo la metodologia di prova della norma [UNI EN 12155](#). Un metodo di prova addizionale che può essere utilizzato per valutare la tenuta all'acqua di facciate continue, sia nelle parti fisse che in quelle apribili, è definito dalla norma [UNI EN 13050](#).

- **Resistenza al carico del vento**

La facciata continua, sottoposta a prova in laboratorio secondo il metodo previsto dalla norma [UNI EN 12179](#), dovrà essere in grado di resistere in modo adeguato al carico del vento di progetto, applicata sia in pressione che in depressione, e dovrà essere in grado di trasferire completamente tale azione alla struttura portante dell'edificio per mezzo di idonei vincoli di ancoraggio.

Il carico del vento di progetto dovrà essere determinato in base alla normativa nazionale vigente e sotto tale azione la deformazione elastica massima misurata perpendicolarmente al piano della facciata degli elementi di telaio dovrà essere contemplata nelle classificazioni previste dalla norma [UNI EN 13116](#). La facciata continua dovrà essere in grado di resistere in modo adeguato ad una spinta del vento almeno pari al 150% del carico di progetto (carico di sicurezza), applicata sia in pressione che in depressione, e sotto tale azione non dovranno verificarsi deformazioni e danneggiamenti permanenti negli elementi costituenti la struttura della facciata, parti apribili, elementi di tamponamento, ancoraggi ed elementi di fissaggio, inoltre non dovranno verificarsi rotture dei vetri, distacchi di guarnizioni, fermavetri, cornici e profili decorativi, il tutto in accordo con quanto indicato dalla norma [UNI EN 13116](#).

- **Isolamento termico**

La facciata continua dovrà avere trasmittanza termica media complessiva calcolata secondo il procedimento descritto nella norma [UNI EN ISO 12631](#). Il valore di trasmittanza termica dovrà comunque soddisfare i requisiti imposti dal d.lgs. 192/05 e s.m.i., in base alla zona climatica di appartenenza prevista dal d.P.R. 412/93 e s.m.i.

- **Isolamento acustico**

La facciata continua, valutata in corrispondenza della sua sezione caratteristica, dovrà avere un indice di valutazione del potere fonoisolante R_w determinato sperimentalmente in laboratorio secondo la [UNI EN ISO 10140](#) e valutato in accordo con la norma [UNI EN ISO 717-1](#). In alternativa il potere fonoisolante potrà essere stimato sulla base di un calcolo teorico riconosciuto, attraverso il metodo stabilito dalla norma [UNI EN ISO 12354-3](#). Il livello di prestazione acustico richiesto alla facciata sarà progettualmente indicato negli elaborati e/o dettato dalla Direzione Lavori secondo quanto previsto dal Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri del 5 dicembre 1997.

Prova sismica

Data la caratteristica di fragilità delle facciate continue, specie con vetro e pannelli, il loro danneggiamento a seguito di un evento sismico può generare sia gravi rischi per l'incolumità delle persone (causati da rotture e distacchi) che danni economici per l'interruzione delle attività derivanti dall'impossibilità di utilizzare l'edificio e per gli interventi di ripristino e manutenzioni straordinarie.

La struttura quindi, dovrà essere preventivamente testata per il fenomeno sismico. Generalmente il sisma determina sulla struttura portante una deformazione di interpiano che si ripercuote sulla facciata causandone una traslazione rigida dei punti di fissaggio: la facciata dovrà essere quindi progettata e realizzata in modo da poter assorbire tali movimenti strutturali senza danni e rotture.

A seconda del tipo e della superficie di intervento, la Stazione appaltante si riserva di richiedere all'appaltatore la prova preventiva di cellule modulari campione della facciata, presso un Istituto di prova abilitato allo scopo.

Campionamento

Prima che ne inizi la fabbricazione o l'approvvigionamento, l'Appaltatore dovrà presentare, qualora espressamente richiesto dalla Direzione Lavori, i seguenti campioni del materiale rispondenti ai requisiti richiesti:

- un campione di vetrocamera per ogni singola tipologia di facciata con il trattamento basso emissivo proposto e le performance energetiche e acustiche certificate a norma dal produttore.

Le dimensioni dei campioni richiesti saranno fornite dalla Direzione Lavori e consegnati alla stessa ad onere e spese dell'Appaltatore: la fabbricazione e/o il montaggio delle facciate non potrà aver inizio fin quando i relativi campioni, i prototipi o i parametri di riferimento non saranno stati approvati dalla Direzione Lavori.

10.17.4.1) Requisiti di progetto delle facciate continue (UNI 11173)

N.	Norma di classificazione	Norma di prova	Requisito	Classe di progetto richiesta
1	UNI EN 12152	UNI EN 12153	Permeabilità all'aria	...
2	UNI EN 12154	UNI EN 12155	Tenuta all'acqua	...

N.	Norma di classificazione	Norma di prova	Requisito	Valori di progetto
1	UNI EN ISO 12631		Trasmittanza termica media complessiva	... W/m ² K
2	UNI EN ISO 717-1	UNI EN ISO 10140 (1-5)	Indice di valutazione del potere fonoisolante	... Db
3	UNI EN 13116	UNI EN 12179	Resistenza al carico del vento	Positivo

10.17.5) Posa in opera

La posa delle facciate dovrà essere eseguita a regola d'arte, da personale specializzato in accordo con la Direzione Lavori, nel rispetto dei livelli e degli allineamenti stabiliti dalla stessa.

I mezzi d'opera a disposizione dell'appaltatore potranno variare in funzione della tipologia di facciata da realizzare e/o secondo precisa indicazione della Direzione Lavori. Potrà rendersi necessario l'utilizzo di:

- ponteggi
- linee vita
- piattaforme aeree autocarrate
- piattaforme autosollevanti
- minigrù
- argani elettrici
- manipolatori a ventose

I sigillanti, le guarnizioni e gli accessori dei serramenti da utilizzare dovranno corrispondere a quanto prescritto dalle norme UNI di riferimento, in particolare alla [UNI EN 12365](#), e dovranno essere realizzate secondo criteri prestazionali tali da garantire la tenuta all'acqua, all'aria, alla polvere e resistere agli agenti atmosferici. Tra struttura metallica della facciata ed edificio, i sigillanti dovranno essere del tipo polisulfurico, siliconico o poliuretano monocomponente.

I montanti ed i traversi saranno costituiti da profilati a taglio termico di idonea sezione conformi alla norma [UNI 11401](#) e dovranno essere collegati alla struttura mediante staffe in acciaio zincato e verniciato. Tali staffe dovranno consentire una regolazione tridimensionale e permettere il recupero di tutte le irregolarità della struttura edilizia. Il fissaggio delle staffe dei montanti alla struttura, dovrà avvenire mediante speciali viti in acciaio zincato di idonea sezione e/o ferri sagomati ad omega preventivamente annegati nei solai.

I vetri dovranno essere posti in opera nel rispetto della norma [UNI EN 12488](#) con l'impiego di idoneo sistema di fissaggio, tale da garantire l'appoggio di entrambe le lastre del vetrocamera e dovrà avere una lunghezza

idonea al peso da sopportare. Nel caso di montaggio con tecnologia a montanti e traversi, la tenuta attorno alle lastre di vetro potrà essere eseguita con idonee guarnizioni preformate in elastomero etilene-propilene (EPDM) opportunamente giuntate agli angoli. La sigillatura tra le due lastre componenti la vetrata isolante potrà essere effettuata mediante una prima barriera elastoplastica a base di gomma butilica ed una barriera a base di polimeri polisulfurici. Nel canalino distanziatore, potranno essere introdotti speciali sali disidratanti.

Gli elementi di vetrocamera dovranno essere forniti di idoneo certificato di garanzia decennale contro la presenza di umidità condensata all'interno delle lastre.

Le lastre di vetrocamera montate su profili, dovranno assicurare un valore di freccia massima entro i valori limite indicati dalla norma [UNI EN 13116](#). Nella scelta dei vetri sarà necessario attenersi a quanto previsto alla norma [UNI 7697](#) sui criteri di sicurezza.

La facciata dovrà essere fornita completa di raccordi a bancale interno o esterno, collegamenti laterali e superiori, eseguiti in alluminio anodizzato o verniciato dello stesso tipo e colore di quello eventualmente presente in facciata (previa approvazione della Direzione Lavori). Lo spessore delle lattronerie dovrà essere conseguente al loro sviluppo. Tutte le finiture dovranno essere montate in modo da non presentare rivettature a vista, salvo se progettualmente previste o autorizzate dalla Direzione Lavori.

Art. 10.18 OPERE DI IMPERMEABILIZZAZIONE

Si intendono per opere di impermeabilizzazione quelle che servono a limitare (o ridurre entro valori prefissati) il passaggio di acqua (sotto forma liquida o gassosa) attraverso una parte dell'edificio (pareti, fondazioni, pavimenti controterra, ecc.) o comunque lo scambio igrometrico tra ambienti.

Esse si dividono in:

- impermeabilizzazioni costituite da strati continui (o discontinui) di prodotti;
- impermeabilizzazioni realizzate mediante la formazione di intercapedini ventilate.

Per la realizzazione delle diverse categorie si utilizzeranno i materiali e le modalità indicate negli altri documenti progettuali; ove non siano specificate in dettaglio nel progetto od a suo completamento si rispetteranno le prescrizioni seguenti:

- a) per le soluzioni che adottino **membrane** in foglio o rotolo si sceglieranno i prodotti che per resistenza meccanica a trazione, agli urti ed alla lacerazione meglio si prestano a sopportare l'azione del materiale di reinterro (che comunque dovrà essere ricollocato con le dovute cautele) le resistenze predette potranno essere raggiunte mediante strati complementari e/o di protezione ed essere completate da soluzioni adeguate per ridurre entro limiti accettabili, le azioni di insetti, muffe, radici e sostanze chimiche presenti nel terreno.

Inoltre durante la realizzazione si curerà che i risvolti, punti di passaggio di tubazioni, ecc. siano accuratamente eseguiti onde evitare sollecitazioni localizzate o provocare distacchi e punti di infiltrazione;

- b) per le soluzioni che adottano **prodotti rigidi** in lastre, fogli sagomati e similari (con la formazione di interspazi per la circolazione di aria) si opererà, come indicato nel comma a) circa la resistenza meccanica. Per le soluzioni ai bordi e nei punti di attraversamento di tubi, ecc. si eseguirà con cura la soluzione adottata in modo da non costituire punti di infiltrazione e di debole resistenza meccanica;
- c) per le soluzioni che adottano **intercapedini** di aria si curerà la realizzazione della parete più esterna (a contatto con il terreno) in modo da avere continuità ed adeguata resistenza meccanica. Al fondo dell'intercapedine si formeranno opportuni drenaggi dell'acqua che limitino il fenomeno di risalita capillare nella parete protetta;
- d) per le soluzioni che adottano **prodotti applicati fluidi** od in pasta si sceglieranno prodotti che possiedano caratteristiche di impermeabilità ed anche di resistenza meccanica (urti, abrasioni, lacerazioni). Le resistenze predette potranno essere raggiunte mediante strati complementari e/o di protezione ed essere completate da soluzioni adeguate per ottenere valori accettabili di resistenza ad agenti biologici quali radici, insetti, muffe, ecc. nonché di resistenza alle possibili sostanze chimiche presenti nel terreno.

Durante l'esecuzione si curerà la corretta esecuzione di risvolti e dei bordi, nonché dei punti particolari quali passaggi di tubazioni, ecc. in modo da evitare possibili zone di infiltrazione e/o distacco. La preparazione del fondo, l'eventuale preparazione del prodotto (miscelazioni, ecc.), le modalità di applicazione, ivi comprese le condizioni ambientali (temperatura ed umidità), e quelle di sicurezza saranno quelle indicate dal Produttore nella sua documentazione tecnica ed accettate dalla Direzione dei Lavori.

Per le impermeabilizzazioni di elementi verticali (con risalita d'acqua) si eseguiranno strati impermeabili (o

drenanti) che impediscano o riducano al minimo il passaggio di acqua per capillarità, ecc. Gli strati si eseguiranno con fogli, prodotti spalmati, malte speciali, ecc., curandone la continuità e la collocazione corretta nell'elemento. L'utilizzo di estrattori di umidità per murature, malte speciali ed altri prodotti similari, sarà ammesso solo con prodotti di provata efficacia ed osservando scrupolosamente le indicazioni del progetto e del produttore per la loro realizzazione.

In alternativa all'utilizzo di membrane impermeabili bituminose, qualora progettualmente previsto o espressamente indicato dalla Direzione Lavori, sarà possibile utilizzare prodotti specifici per l'impermeabilizzazione posti in opera mediante stesura a spatola o a spruzzo con intonacatrice, costituiti da **malta bicomponente elastica a base cementizia**, inerti selezionati a grana fine, fibre sintetiche e speciali resine acriliche in dispersione acquosa.

L'appaltatore avrà cura di osservare scrupolosamente le prescrizioni indicate dal produttore su scheda tecnica relativamente a modalità di applicazione, conservazione, ecc.

Qualora sul sottofondo cementizio si preveda la formazione di microfessurazioni da assestamento si dovrà interporre, tra il primo ed il secondo strato, una rete in fibra di vetro alcali resistente di maglia idonea.

Allo stato indurito il prodotto dovrà mantenersi stabilmente elastico in tutte le condizioni ambientali ed essere totalmente impermeabile all'acqua fino alla pressione positiva di 1,5 atmosfere e all'aggressione chimica di sali disgelanti, solfati, cloruri ed anidride carbonica.

L'adesione del prodotto, inoltre, dovrà essere garantita dal produttore su tutte le superfici in calcestruzzo, muratura e ceramica purché solide e pulite.

Le superfici da trattare quindi, dovranno essere perfettamente pulite, prive di lattime di cemento, parti friabili o tracce di polvere, grassi e oli disarmanti. Qualora le strutture da impermeabilizzare e proteggere fossero degradate, bisognerà procedere preventivamente alla rimozione delle parti inidonee mediante demolizione manuale o meccanica e ripristinarne la continuità con idoneo massetto cementizio sigillante.

In prossimità dei giunti di dilatazione e del raccordo tra le superfici orizzontali e verticali dovrà essere impiegato un apposito nastro in tessuto sintetico gommato o in cloruro di polivinile saldabile a caldo.

Il prodotto impermeabilizzante applicato ed indurito, dovrà infine consentire l'eventuale successiva posa di rivestimenti ceramici o di altro tipo.

La Direzione dei Lavori per la realizzazione delle opere di impermeabilizzazione 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 posa siano effettivamente quelle prescritte ed inoltre, almeno per gli strati più significativi, verificherà che il risultato finale sia coerente con le prescrizioni di progetto e comunque con la funzione attribuita all'elemento o strato considerato.

In particolare verificherà i collegamenti tra gli strati, la realizzazione di giunti/sovrapposizioni dei singoli prodotti costituenti uno strato, l'esecuzione accurata dei bordi e dei punti particolari ove sono richieste lavorazioni in sito. Per quanto applicabili verificherà con semplici metodi da cantiere le resistenze meccaniche (punzonamenti, resistenza a flessione, ecc.) la impermeabilità dello strato di tenuta all'acqua, la continuità (o discontinuità) degli strati, ecc.

b) A conclusione dell'opera eseguirà prove (anche solo localizzate) per verificare le resistenze ad azioni meccaniche localizzate, la interconnessione e compatibilità con altre parti dell'edificio e con eventuali opere di completamento.

Avrà cura di far aggiornare e raccogliere i disegni costruttivi unitamente alla descrizione e/o schede tecniche dei prodotti impiegati (specialmente quelli non visibili ad opera ultimata) e le prescrizioni attinenti la successiva manutenzione.

Art. 10.19 POSA DI INFISSI

La posa in opera degli infissi dovrà essere qualificata e realizzata secondo le norme di buona tecnica del settore serramentistico.

Un'errata posa in opera infatti, può generare contenziosi e compromettere le migliori prestazioni dell'infisso certificate in laboratorio, quali:

- la tenuta e la permeabilità all'aria
- l'isolamento termico
- l'isolamento acustico

L'appaltatore, previa consultazione della Direzione Lavori, dovrà porre in essere sistemi di posa che offrano prestazioni verificate dalla norma. In particolare, la [UNI 11673 - parte 1](#) definisce con precisione come deve essere realizzato il nodo di posa e quali le caratteristiche dei materiali di riempimento e sigillatura.

Si presterà quindi particolare attenzione all'efficacia del giunto tra serramento e vano murario, all'assenza di

ponti termici e acustici, alla conformazione del vano murario, alla posizione del serramento nel vano murario.

Secondo la norma [UNI 10818](#) l'appaltatore della posa (che può coincidere con il produttore dei serramenti o con il rivenditore) è obbligato a fornire al posatore precise direttive di installazione del serramento.

A sua volta il produttore dell'infisso deve fornire tutte le istruzioni per una posa corretta in relazione al tipo di vano previsto. Pertanto le forniture di tutti gli infissi saranno accompagnate dalle indicazioni tecniche per l'installazione dei manufatti.

Azioni preliminari all'installazione

Le verifiche preliminari alle operazioni di posa dell'infisso riguardano lo stato del vano murario e l'abbinamento con il serramento da posare. Per quanto attiene le misure e le caratteristiche tecniche, si presterà attenzione in particolare a:

- tipo di vetri
- verso di apertura delle ante
- sistema di sigillatura
- tipo di fissaggio previsto
- integrità del serramento

Si procederà quindi a controllare che il serramento sia esattamente quello che va posizionato nel foro su cui si opera, verificando che il numero riportato sul manufatto corrisponda a quello segnato sul vano finestra e nell'abaco.

Qualora esistente, si verificherà la stabilità del "falso telaio". L'obiettivo della verifica sarà salvaguardare la salute e l'incolumità degli occupanti dell'edificio e scongiurare distacchi dei punti di fissaggio del telaio della finestra durante il normale utilizzo. In caso di problemi infatti, sarà necessario contattare la Direzione dei Lavori e l'appaltatore, per realizzare azioni di consolidamento o installare nuovamente il falso telaio.

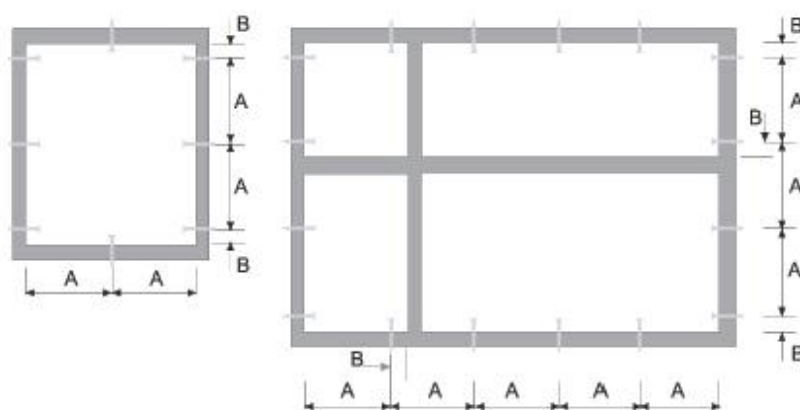
Per garantire un perfetto ancoraggio dei prodotti sigillanti siliconici e/o nastri di giunto sarà necessario accertarsi dell'assenza di fonti inibitrici di adesione: eventuali chiodi o elementi metallici utilizzati per il telaio, umidità, resti di intonaco, tracce di polvere e simili. Nel caso di davanzali in marmo o pietra sarà necessario procedere allo sgrassaggio mediante alcool.

10.19.1) Fissaggio del serramento

Il fissaggio dell'infisso alla muratura dovrà avvenire secondo le modalità indicate dal produttore rispettando:

- numero di fissaggi lungo il perimetro del telaio;
- distanza tra i fissaggi;
- distanza tra il fissaggio e l'angolo dell'infisso;
- posizionamento del punto di fissaggio rispetto alla cerniera.

secondo lo schema seguente:



A (distanza punto di fissaggio)

max 800 mm	Finestre in alluminio
max 800 mm	Finestre in legno
max 700 mm	Finestre in PVC

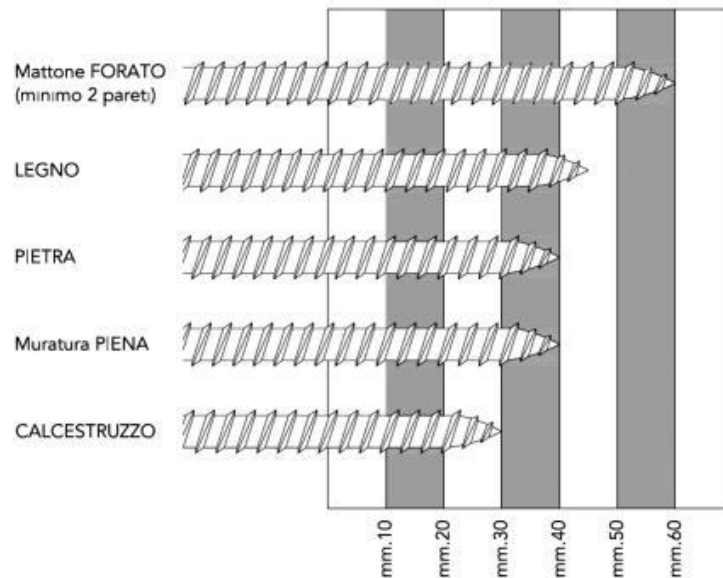
B (distanza punto di fissaggio)

da 100 a 150 mm	Finestre in alluminio
da 100 a 150 mm	Finestre in legno
da 100 a 150 mm	Finestre in PVC

Il fissaggio del controtelaio (se previsto) alla muratura deve essere realizzato:

- tramite turboviti autofilettanti da muro a tutto filetto, quando si ha una parete che garantisce la loro tenuta meccanica;
- tramite zanche da fissare al muro con leganti cementizi o con viti e tasselli negli altri casi.

Le turboviti sono viti autofilettanti da muro, a tutto filetto, e rappresentano una soluzione efficace ed economica di fissaggio quando si ha una parete adatta. Tali viti non richiedono l'uso di tasselli poiché in grado di crearsi autonomamente il proprio corso all'interno del foro ed inoltre, poiché a tutto filetto, presentano il vantaggio di non tirare e non andare in tensione. La lunghezza della vite e la sua penetrazione nel supporto dipenderà dal tipo di materiale. (vedi tabella)



La lunghezza totale della vite, sarà individuata aggiungendo lo spessore del control telaio e dello spazio tra control telaio e muro.

In alternativa alle turboviti potranno essere utilizzate delle zanche fissate nell'apposita scanalatura ricavata nella spalla del control telaio e sui fianchi del vano infisso.

Le zanche verranno fissate alla parete con viti e tasselli oppure murate con dei cementi compatti, di rapida essiccazione e con basso potere isolante.

10.19.2) Realizzazione dei giunti

La realizzazione dei giunti dovrà migliorare la separazione dell'ambiente interno da quello esterno nel modo più efficace con tecniche, metodologie e materiali come da prescrizione del produttore.

Il giunto ricopre una serie di funzioni che possono essere così esemplificate:

- 1) garantire l'assorbimento dei movimenti generati dalle variazioni dimensionali dei materiali sottoposti alle sollecitazioni climatiche;
- 2) resistere alle sollecitazioni da carichi;
- 3) rappresentare una barriera tra ambiente esterno ed interno.

I giunti, quale elemento di collegamento tra parete esterna e serramento, sono da ritenersi per definizione elastici, poiché destinati a subire ed assorbire movimenti di dilatazione e restringimento.

Tali sollecitazioni, possono essere determinate come di seguito da:

- dilatazione dei materiali e del serramento stesso
- peso proprio
- apertura e chiusura del serramento
- azione del caldo/freddo
- azione sole/pioggia
- azione del vento
- rumore
- umidità
- climatizzazione interna
- riscaldamento

Per garantire la tenuta all'acqua, all'aria ed al rumore, il giunto deve essere realizzato con materiali e modalità tali da assicurare integrità nel tempo.

Ad esempio, il giunto di dilatazione per la posa del telaio in luce sarà costituito dai seguenti componenti:

- *cordolo di silicone esterno* "a vista" con grande resistenza agli agenti atmosferici, buona elasticità e buona adesione alle pareti del giunto;
- *schiuma poliuretanica* con funzioni riempitive e di isolante termo-acustico;
- *supporto di fondo giunto* di diametro opportuno che, inserito nella fuga, esercita sulle pareti una pressione tale da resistere all'iniezione della schiuma e permette di fissare la profondità di inserimento del sigillante conferendo ad esso la libertà di dilatazione o di contrazione;
- *cordolo di sigillante acrilico interno* per separare il giunto dall'atmosfera interna.

Prima di posare il telaio quindi, sarà realizzato il giunto di sigillatura sull'aletta di battuta esterna e sul davanzale o base di appoggio con lo scopo di:

- impedire il passaggio di aria, acqua e rumore dall'esterno;
- consentire il movimento elastico tra la parte muraria ed il telaio.

Per ottenere un buon isolamento termo-acustico del serramento posato, il giunto di raccordo sarà riempito con schiuma poliuretanica partendo dal fondo e facendo attenzione a non fare sbordare il materiale all'esterno della fuga. Infatti la fuoriuscita dal giunto significherebbe dover rifilare la schiuma in eccesso perdendo così l'impermeabilizzazione della pelle superficiale formatasi con la solidificazione che garantisce la durata prestazionale del materiale.

10.19.3) Materiali utili alla posa

La scelta dei materiali utili per la posa è di fondamentale importanza per la buona riuscita delle operazioni di installazione. L'uso di prodotti non adatti può determinare l'insuccesso della posa, che si manifesta con anomalie funzionali riscontrabili anche dopo lungo tempo dal montaggio del serramento.

La tabella riportata di seguito riassume le caratteristiche principali dei prodotti idonei alla posa del serramento a regola d'arte.

Prodotto	Caratteristiche tecniche		
Sigillante siliconico	Silicone alcossilico a polimerizzazione neutra	Addizionato con promotore di adesività (primer)	<ul style="list-style-type: none"> • Ancoraggio tenace sui substrati del giunto (materiali del vano murario e profili in PVC) • Resistenza agli agenti atmosferici, allo smog ed ai prodotti chimici usati per la pulizia dell'infixo • Basso ritiro • Basso contenuto di olii siliconici (non macchia i marmi)
Sigillante acrilico	Sigillante acrilico a dispersione	<ul style="list-style-type: none"> • Versione con finitura liscia • Versione granulare per imitazione superficie intonaco 	<ul style="list-style-type: none"> • Ancoraggio tenace sui substrati del giunto (materiali del vano murario e profili in PVC) • Stabilità agli agenti atmosferici • Sovraverniciabile con pittura murale

Schiuma poliuretana	Schiuma fonoassorbente coibentante	Schiuma poliuretana monocomponente riempitiva	<ul style="list-style-type: none"> Assenza di ritiri dai supporti Assenza di rigonfiamento dopo l'indurimento anche sotto forte sollecitazione termica Versione invernale addizionata di propellente per l'erogazione a basse temperature
Fondo giunto	Tondino in PE espanso per la creazione della base per il cordolo di silicone	Diametro del tondino: a seconda della larghezza della fuga	
Nastro sigillante precompresso	Nastro bitumato sigillante espandibile	Densità e rapporto di espansione a seconda della larghezza della fuga	Con superficie di contatto adesivata per il posizionamento
Vite per fissaggio telaio	Vite a tutto filetto per fissaggio a muro su materiali diversi	Lunghezza: a seconda della profondità di fissaggio	<ul style="list-style-type: none"> Testa cilindrica Trattamento superficiale anticorrosivo
Ancorante chimico per cardine	Resina per il fissaggio strutturale del cardine a muro.	Necessario per consolidare i fissaggi su tutti i tipi di muratura, in particolare su mattone forato.	Da abbinare all'apposita bussola retinata

Art. 10.20 OPERE DI VETRAZIONE

Si intendono per opere di vetrazione quelle che comportano la collocazione in opera di lastre di vetro (o prodotti similari sempre comunque in funzione di schermo) sia in luci fisse sia in ante fisse o mobili di finestre, portafinestre o porte.

Si intendono per opere di serramentistica quelle relative alla collocazione di serramenti (infissi) nei vani aperti delle parti murarie destinate a riceverli.

La realizzazione delle opere di vetrazione deve avvenire con i materiali e le modalità previsti dal progetto ed ove questo non sia sufficientemente dettagliato valgono le prescrizioni seguenti.

a) Le lastre di vetro, in relazione al loro comportamento meccanico, devono essere scelte tenendo conto delle loro dimensioni, delle sollecitazioni previste dovute a carico di vento e neve, alle sollecitazioni dovute ad eventuali sbattimenti ed alle deformazioni prevedibili del serramento.

Devono inoltre essere considerate per la loro scelta le esigenze di isolamento termico, acustico, di trasmissione luminosa, di trasparenza o traslucidità, di sicurezza sia ai fini antinfortunistici che di resistenza alle effrazioni, atti vandalici, ecc.

Per la valutazione dell'adeguatezza delle lastre alle prescrizioni predette, in mancanza di prescrizioni nel progetto si intendono adottati i criteri stabiliti nelle norme UNI per l'isolamento termico ed acustico, la sicurezza, ecc. ([UNI EN 12758](#) e [7697](#)).

Gli smussi ai bordi e negli angoli devono prevenire possibili scagliature.

b) I materiali di tenuta, se non precisati nel progetto, si intendono scelti in relazione alla conformazione e dimensioni delle scanalature (o battente aperto con ferma vetro) per quanto riguarda lo spessore e dimensioni in genere, capacità di adattarsi alle deformazioni elastiche dei telai fissi ed ante apribili; resistenza alle sollecitazioni dovute ai cicli termoigrometrici tenuto conto delle condizioni microlocali che si creano all'esterno rispetto all'interno, ecc. e tenuto conto del numero, posizione e caratteristiche dei tasselli di appoggio, periferici e spaziatori. Nel caso di lastre posate senza serramento gli elementi di

fissaggio (squadrette, tiranti, ecc.) devono avere adeguata resistenza meccanica, essere preferibilmente di metallo non ferroso o comunque protetto dalla corrosione. Tra gli elementi di fissaggio e la lastra deve essere interposto materiale elastico e durabile alle azioni climatiche.

- c) La posa in opera deve avvenire previa eliminazione di depositi e materiali dannosi alle lastre, serramenti, ecc. e collocando i tasselli di appoggio in modo da far trasmettere correttamente il peso della lastra al serramento; i tasselli di fissaggio servono a mantenere la lastra nella posizione prefissata. Le lastre che possono essere urtate devono essere rese visibili con opportuni segnali (motivi ornamentali, maniglie, ecc.). La sigillatura dei giunti tra lastra e serramento deve essere continua in modo da eliminare ponti termici ed acustici. Per i sigillanti e gli adesivi si devono rispettare le prescrizioni previste dal fabbricante per la preparazione, le condizioni ambientali di posa e di manutenzione. Comunque la sigillatura deve essere conforme a quella richiesta dal progetto od effettuata sui prodotti utilizzati per qualificare il serramento nel suo insieme. L'esecuzione effettuata secondo la norma [UNI EN 12488](#) potrà essere considerata conforme alla richiesta del presente Capitolato nei limiti di validità della norma stessa.

La Direzione dei Lavori per la realizzazione 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 posa siano effettivamente quelle prescritte.
In particolare verificherà la realizzazione delle sigillature tra lastre di vetro e telai e tra i telai fissi ed i controtelai; la esecuzione dei fissaggi per le lastre non intelaiate; il rispetto delle prescrizioni di progetto, del capitolato e del produttore per i serramenti con altre prestazioni.
- b) A conclusione dei lavori eseguirà verifiche visive della corretta messa in opera e della completezza dei giunti, sigillature, ecc. Eseguirà controlli orientativi circa la forza di apertura e chiusura dei serramenti (stimandole con la forza corporea necessaria), l'assenza di punti di attrito non previsti, e prove orientative di tenuta all'acqua, con spruzzatori a pioggia, ed all'aria, con l'uso di fumogeni, ecc.
Nelle grandi opere i controlli predetti potranno avere carattere casuale e statistico.
Avrà cura di far aggiornare e raccogliere i disegni costruttivi più significativi unitamente alla descrizione e/o schede tecniche dei prodotti impiegati (specialmente quelli non visibili ad opera ultimata) e le prescrizioni attinenti la successiva manutenzione.

Tutti i prodotti e/o materiali di cui al presente articolo, qualora possano essere dotati di marcatura CE secondo la normativa tecnica vigente, dovranno essere muniti di tale marchio.

10.20.1) Strutture in vetro

Nel caso di utilizzo strutturale del vetro si farà riferimento alle [Linee Guida CNR DT 210](#) "Istruzioni per la Progettazione, l'Esecuzione ed il Controllo di Costruzioni con Elementi Strutturali di Vetro" ed alla norma [UNI EN 13022-2](#) in merito alla posa e sigillatura degli elementi, nell'ottica di un approccio "fail safe" dell'applicazione (in caso di crisi di uno o più componenti non si deve compromettere la sicurezza dell'intera struttura o arrecare danni a persone o ad altri sistemi interconnessi od operanti in prossimità).

La scelta del tipo di vetro da utilizzare dipenderà da vari fattori (progettuali, qualitativi, strutturali, ecc.). Tra questi, il comportamento post-rottura dell'elemento dovrà essere valutato principalmente in base al tipo di vetro utilizzato (float, indurito, temperato o combinazione di questi), dallo schema di vincolo e dalla eventuale associazione con altri materiali (intercalari per stratifica, rinforzi, tiranti). Si riporta di seguito un'indicazione qualitativa della capacità post-rottura di portare i carichi di un vetro stratificato in funzione della tipologia dei vetri (Tabella 1).

- **Tabella 1** - Indicazioni qualitative sulla capacità portante post-rottura di un vetro stratificato in funzione del tipo di vetro.

Tipo di vetro stratificato	
Ricotto + Ricotto	In generale buona prestazione, principalmente grazie alle grandi dimensioni dei frammenti, che mantengono una buona adesione, anche se va considerato che i bordi taglienti delle fratture possono talvolta danneggiare l'intercalare.
Indurito+ Indurito	Prestazione paragonabile al "Ricotto + Ricotto"
Temperato + Temperato (termico)	Scarsa prestazione con intercalari deformabili (es. PVB). La prestazione migliora all'aumentare della rigidità dell'intercalare (es. Polimeri io-noplastici). I frammenti, piccoli e non taglienti, non danneggiano l'intercalare ma sono maggiormente soggetti a distacchi.
Temperato + Indurito	Prestazione intermedia. In generale un buon compromesso fra capacità portante post-rottura e rischi indotti dalla frammentazione.

Temperato + Indurito chimicamente	Buona prestazione in quanto frammenti di grandi dimensioni. Da considerarsi comunque con grande cautela, in quanto la rottura è estremamente fragile e l'improvviso rilascio di energia può provocare il collasso.
-----------------------------------	--

Nella Tabella 2 si riportano indicazioni qualitative sulla capacità portante post-rottura di un vetro stratificato in funzione del tipo di vincolo.

- **Tabella 2** - Indicazioni qualitative sulla capacità portante post-rottura di un vetro stratificato in funzione del tipo di vincolo.

Tipo di vincolo	
Appoggio continuo sul perimetro	Prestazione in generale buona, che migliora all'aumentare della profondità di appoggio.
Vetrazioni con bordi incollati al telaio	Prestazione in generale buona, in quanto l'incollaggio del bordo della vetratura, se correttamente dimensionato, garantisce il mantenimento delle condizioni di vincolo della lastra in caso di rottura.
Appoggio su due lati	Da considerare con cautela. Deve essere dimensionata accuratamente la profondità di appoggio per il rischio di caduta, nel caso di forti inflessioni come quelle che si manifestano nella post-rottura dei vetri.
Appoggio puntuale con dispositivi passanti, borchie e fori cilindrici	Buona prestazione, in quanto la borchia impedisce lo sfilamento del vetro rotto. La prestazione migliora all'aumentare della resistenza dell'intercalare.
Appoggio puntuale con dispositivi passanti e fori svasati	Da considerare con cautela, in quanto in caso di rottura localizzata del vetro all'appoggio, il fissaggio non ostacola lo sfilamento. Se ne sconsiglia l'applicazione nel caso di lastre appese (aggancio all'estradosso della lastra).
Appoggio puntuale con "morsetto"	Da considerare con cautela. Da valutare con attenzione l'ammorsamento, per contenere i rischi di distacco nel caso di forti inflessioni.
Appoggio puntuale con foro passante solo uno strato	Da considerare con cautela per il pericolo di sfilamento nel caso di rottura localizzata del vetro

I vetri strutturali potranno prevedere diverse tipologie di aggancio:

I vetri che utilizzano **rotules con foratura passante** possono essere singoli, stratificati e vetrocamera. Ci deve essere sempre almeno un vetro temperato con successivo trattamento HST (Heat Soaked Thermally toughened safety glass). Infatti essendo forati i vetri devono resistere alle elevate concentrazioni di tensioni che si formano in prossimità dei fori dove alloggiare le rotules (Vedi la Tabella 3).

- **Tabella 3** - Tipo di vetro per elementi strutturali vetrati sostenuti per punti con foratura passante.

Vetri con <u>foratura passante</u>				
Tipo di vetro	Natura dei componenti		Parete verticale	Parete orizzontale ¹
Monolitico	Temperato		SI ²	NO
	Indurito		SI ²	NO
	Ricotto		NO	NO
Stratificato	Ricotto/Ricotto Ricotto/Indurito Ricotto/Temperato		NO	NO
	Indurito/Indurito		SI ³	SI
	Indurito/Temperato		SI ³	SI
	Temperato/Temperato		SI ³	SI ⁴
Vetrocamera	elemento A	elemento B		

	Indurito	Indurito	SI	SI
	Indurito	Temperato	SI	SI
	Temperato	Temperato	SI	SI

- (1) Pareti inclinate di oltre 15° rispetto alla verticale che si affacciano su una zona occupata.
(2) Ad eccezione dei parapetti, perché la norma UNI 7697 per la sicurezza delle vetrazioni impone d'utilizzare un vetro stratificato di classe di resistenza all'urto certificata 1(B)1 secondo UNI EN 12600.
(3) Per la protezione contro le cadute la vetratura deve essere di classe di resistenza all'urto certificata 1(B)1 secondo UNI EN 12600 come richiesto da UNI 7697.
(4) Lo stratificato temperato/temperato è più adatto alle pareti verticali; per le coperture è consigliabile adottare la composizione temperato/indurito

I vetri per **rotules con foratura non passante** possono essere singoli, stratificati e vetrocamera. Ciascuna delle precedenti composizioni può essere realizzata con vetri che abbiano subito i seguenti trattamenti termici. Il vetro singolo (monolitico) deve essere temperato e con trattamento HST, ma non può essere usato per i parapetti (ovvero quando ci sono rischi di caduta nel vuoto); è da evitare l'utilizzo di vetro ricotto monolitico. Il vetro stratificato con un'inclinazione rispetto alla verticale compresa tra 0° e 5° deve avere una foratura che interessi anche il vetro esterno: la lastra esterna sarà temperata per migliorare la resistenza alle tensioni locali; la lastra interna non deve essere temperata per ottenere una modalità di frammentazione che consenta una residua coesione post-rottura. Il vetrocamera deve avere l'incollaggio strutturale dei bordi. I tipi di vetro consigliati sono indicati nella Tabella 4.

- **Tabella 4** - Tipo di vetro per elementi strutturali vetrati sostenuti per punti con foratura non passante.

Vetri con <u>foratura non passante</u>				
Tipo di vetro	Natura dei componenti		Parete verticale	Parete orizzontale¹
Monolitico	Temperato		SI ²	NO
	Indurito		SI ²	NO
	Ricotto		NO	NO
Stratificato	Ricotto/Ricotto Ricotto/Indurito Ricotto/Temperato		NO	NO
	Indurito/Indurito		SI ³	SI
	Indurito/Temperato		SI ³ , con foratura almeno dello strato indurito ⁴	
	Temperato/Temperato		NO	NO
Vetrocamera	elemento A	elemento B		
	Indurito	Indurito	SI	SI
	Indurito	Temperato	SI	SI
	Temperato	Temperato	SI	SI

- (1) Pareti inclinate di oltre 15° rispetto alla verticale che si affacciano su una zona occupata.
(2) Ad eccezione dei parapetti, perché la norma UNI 7697 per la sicurezza delle vetrazioni impone d'utilizzare un vetro stratificato di classe di resistenza all'urto certificata 1(B)1 secondo UNI EN 12600.
(3) Per la protezione contro le cadute la vetratura deve essere di classe di resistenza all'urto certificata 1(B)1 secondo UNI EN 12600 [UNI 7697]
(4) Si richiede la foratura almeno dello strato indurito in quanto il vetro temperato è soggetto ad una modalità di frammentazione in piccoli pezzi, tale da non garantire che la rotule possa rimanere attaccata al vetro in caso di rottura del pannello. La rottura del vetro indurito in elementi più grandi permetterebbe comunque al vetro stratificato di rimanere coeso e ancora collegato al fissaggio
(5) Il vetro camera deve avere l'incollaggio strutturale lungo i bordi.

I vetri per **rotules senza foratura** (Tabella 5) possono essere singoli, stratificati e vetrocamera. Ciascuna delle precedenti composizioni può essere realizzata con vetri che abbiano subito i trattamenti termici di indurimento o tempera e conseguente trattamento HST.

- **Tabella 5** - Tipo di vetro per elementi strutturali con aggancio senza foratura del vetro.

Vetri <u>non forati</u>				
Tipo di vetro	Natura dei componenti		Parete verticale	Parete orizzontale¹
Monolitico	Temperato		SI ²	NO
	Indurito		SI ²	NO
	Ricotto		NO	NO
Stratificato	Ricotto/Indurito Ricotto/Temperato Indurito/Indurito Indurito/Temperato		SI ³	SI
	Ricotto/Ricotto ⁴		SI ³	
	Temperato/Temperato		NO	NO
Vetrocamera	elemento A	elemento B		
	Indurito	Indurito	SI	SI
	Indurito	Temperato	SI	SI
	Temperato	Temperato	SI	SI

(1) Pareti inclinate di oltre 15° rispetto alla verticale che si affacciano su una zona occupata.
(2) Ad eccezione dei parapetti, perché la norma UNI 7697 per la sicurezza delle vetrazioni impone d'utilizzare un vetro stratificato di classe di resistenza all'urto certificata 1(B)1 secondo UNI EN 12600.
(3) Per la protezione contro le cadute la vetratura deve essere di classe di resistenza all'urto certificata 1(B)1 secondo UNI EN 12600 [UNI 7697]
(4) La classe del vetro 1(B)1 difficilmente può essere ottenuta con la composizione Ricotto-Ricotto.

Per quegli elementi soggetti anche a particolari azioni antropiche, quali parapetti e barriere, occorre ricordare che indicazioni riguardo alla sicurezza in uso sono riportate anche in specifiche norme di prodotto, fra le quali le [UNI EN 12600](#), [UNI 10806](#), [UNI 10809](#), [UNI EN 14019](#), [UNI EN 12150](#).

Un'indicazione sul tipo di vetro da utilizzarsi ai fini del comportamento post-rottura è riportata nella Tabella 6. Le classi di prestazioni all'impatto utilizzabili per le varie applicazioni edilizie di vetro piano sono previste nella UNI EN 12600.

- **Tabella 6** - Tipologia di vetro di vetro per parapetti e barriere.

Tipo di vetro	Natura dei componenti	Elemento verticale	Classe prestazionale minima di resistenza all'impatto di cui alla UNI EN 12660 secondo la UNI 7697
Monolitico	Temperato	SI (se la rottura del componente non comporta cadute nel vuoto)	In funzione dell'applicazione, secondo quanto previsto dalla norma UNI 7697. (Esempio: classe 1(B)1 in caso di rischio di caduta nel vuoto)
Stratificato	Temperato/Temperato	SI Per parapetti a fissaggio puntuale delle vetrazioni, vedere Tabelle 3.5-3.6-3.7 in funzione del tipo di foratura prevista dal fissaggio utilizzato	
	Temperato/Indurito Temperato/Ricotto		
	Indurito/Indurito Indurito/Ricotto Ricotto/Ricotto		

Nota: La UNI 7697 indica di impiegare vetro stratificato nel caso in cui si possa verificare caduta nel vuoto.

Art. 10.21 OPERE DA CARPENTIERE

Le opere da carpentiere riguardano generalmente la realizzazione di casseforme, ossia un insieme di elementi piani, curvi e di dispositivi per l'assemblaggio e la movimentazione che devono svolgere la funzione di contenimento dell'armatura metallica e del getto di conglomerato cementizio durante il periodo della presa. In particolare, si definisce cassetteria, o più semplicemente casseri, l'insieme degli elementi (perlopiù in legno) che contengono il getto di conglomerato cementizio e che riproducono fedelmente la forma della struttura da realizzare, mentre si definisce banchinaggio l'assemblaggio di tutti gli elementi di sostegno.

La cassaforma è quindi, un sistema atto a realizzare un manufatto in calcestruzzo con determinate caratteristiche di forma e qualità. La qualità del manufatto dipende anche dalle deformazioni e dalla finitura superficiale. (Vedi il capitolo [Qualità dei materiali e dei componenti](#))

Al fine di conseguire le caratteristiche richieste, le prestazioni delle casseforme sono influenzate da:

- le specifiche di progetto del manufatto;
- le modalità di costruzione del manufatto;
- le proprietà del calcestruzzo;
- le modalità di esecuzione del getto.

La norma [UNI 11763-1](#) fornisce i requisiti generali per la progettazione, la costruzione e l'utilizzo delle casseforme verticali componibili e non, destinate alla realizzazione di attrezzature provvisorie atte a contenere il calcestruzzo durante il getto e la maturazione, corredate da sistemi e/o strutture di stabilizzazione e/o puntellamento di contrasto.

I casseri potranno essere in legno grezzo o lavorato, ma anche in materiale plastico (PVC), in metallo, in EPS, ecc.

L'addetto alla professione di carpentiere, secondo i requisiti, le conoscenze e le abilità dettate dalla norma [UNI 11742](#), dovrà prestare particolare attenzione alle tavole in legno grezzo affinché siano idonee e bagnate prima del getto per evitare che assorbano acqua dall'impasto cementizio e, se autorizzato, trattate con disarmano per impedirne l'aderenza al calcestruzzo. In proposito saranno propedeutiche le indicazioni della Direzione lavori.

In generale, il montaggio di casseforme in legno ed il relativo smontaggio avverrà secondo le seguenti modalità:

- approvvigionamento e movimentazione delle cassetterie ed armature di sostegno
- allestimento dell'area necessaria per la lavorazione dei casseri
- realizzazione delle tavole in legno mediante taglio con sega circolare
- posizionamento dei casseri, delle armature di sostegno o banchinaggio, secondo le modalità di progetto
- disarmo delle cassetterie
- accatastamento e pulizia delle cassetterie

Nell'esecuzione dell'opera potrà essere richiesto l'uso di macchine, attrezzature, sostanze chimiche (oli disarmanti, ecc.) ed opere provvisorie per le quali il carpentiere dovrà adoperarsi per mettere in atto tutte le procedure di salvaguardia e sicurezza necessarie adottando DPI adeguati, conformemente al d.lgs. 81/2008 e s.m.i.

Se la cassaforma non sarà rimossa dopo il getto, rimanendo solidale con il materiale, si parlerà di "cassaforma a perdere".

La cassaforma a perdere potrà essere utilizzata per la realizzazione di vespai, intercapedini e pavimenti aerati, nonché sotto forma di pannelli realizzati con materiali termoisolanti (es. polistirolo, ecc.), per conferire alla struttura un'ideale inerzia termica. In tali casi, i casseri avranno un prezzo distinto da quelli riutilizzabili.

La funzione del cassero sarà sia geometrica, in modo tale che il calcestruzzo gettato possa assumere la forma richiesta dal progetto, che meccanica, cioè essere in grado di sopportare la pressione del getto sulle sue pareti e l'azione delle vibrazioni di costipamento. La cassaforma dovrà inoltre garantire la tenuta stagna del getto, poiché la mancanza di tenuta potrebbe determinare la fuoriuscita della frazione più fine dell'impasto con la conseguente formazione di una struttura spugnosa e con nidi di ghiaia.

Nel caso di realizzazione di pareti in calcestruzzo, saranno utilizzati idonei puntelli di sostegno nella quantità e dimensione sufficiente a contenere la pressione esercitata dal calcestruzzo fresco sul paramento dei casseri. La rimozione dei casseri o disarmo sarà quindi effettuata previo accertamento che la resistenza del calcestruzzo gettato in opera abbia raggiunto la resistenza minima di progetto.

Tutti i prodotti e/o materiali di cui al presente articolo, qualora possano essere dotati di marcatura CE secondo la normativa tecnica vigente, dovranno essere muniti di tale marchio.

Art. 10.22 OPERE DA LATTONIERE

I manufatti ed i lavori in genere in lamiera in acciaio (nera o zincata), di zinco, di rame, di piombo, di ottone, di alluminio o di altri metalli, o di materiale plastico, dovranno essere delle dimensioni e delle forme richieste, lavorati con la massima precisione ed a perfetta finitura.

Detti lavori saranno dati in opera, salvo diversa disposizione, completi di ogni accessorio necessario al loro perfetto funzionamento, nonché completi di pezzi speciali e sostegni di ogni genere.

Il collocamento in opera comprenderà altresì ogni occorrente prestazione muraria ed ancora il lavoro completo di verniciatura protettiva, da eseguire secondo prescrizione e ove necessario.

Le giunzioni dei pezzi saranno effettuate mediante chiodature, ribattiture, rivettature, aggraffature, saldature, incollature o con sistemi combinati, sulla base di quanto disposto in particolare dalla Direzione dei Lavori ed in conformità ai campioni che dovranno essere presentati per l'approvazione.

L'Appaltatore inoltre, ha l'obbligo di presentare preventivamente alla Direzione dei Lavori un campione delle opere ordinate, affinché venga accettato o vi possano essere apportate modifiche che la stessa riterrà opportune prima dell'inizio delle opere stesse, senza che queste vengano ad alterare i prezzi stabiliti ed i patti contrattuali.

Per tratti di notevole lunghezza o in corrispondenza di giunti sul supporto dovranno essere predisposti opportuni giunti di dilatazione.

In presenza di contatto fra materiali metallici diversi occorrerà evitare la formazione di correnti galvaniche che possono generare fenomeni di corrosione dei manufatti stessi.

Tutti i prodotti e/o materiali di cui al presente articolo, qualora possano essere dotati di marcatura CE secondo la normativa tecnica vigente, dovranno essere muniti di tale marchio.

Art. 10.23 OPERE DI TINTEGGIATURA, VERNICIATURA E COLORITURA

Preparazione delle superfici e applicazione delle pitture

Le operazioni di tinteggiatura, coloritura o verniciatura dovranno essere precedute da un'accurata preparazione delle superfici interessate (raschiatura, scrostatura, stuccatura, levigatura e pulizia) con modalità e sistemi idonei ad assicurare la perfetta riuscita del lavoro.

In particolare dovrà curarsi che le superfici si presentino perfettamente pulite e pertanto esenti da macchie di sostanze grasse od untuose, da ossidazioni, ruggine, scorie.

Nel corso dell'applicazione delle pitture dovrà essere posta particolare cura agli spigoli e alle zone difficilmente accessibili.

L'applicazione dovrà essere effettuata esclusivamente con prodotti pronti all'uso e preparati nei modi stabiliti dalle case produttrici; non sarà, quindi, consentito procedere, salvo altre prescrizioni, ad ulteriori miscele con solventi o simili che non siano state specificatamente prescritte.

Tutti i prodotti dovranno trovarsi nei recipienti originali, sigillati, con le indicazioni del produttore, le informazioni sul contenuto, le modalità di conservazione ed uso e quanto altro richiesto per l'impiego dei materiali.

La temperatura ambiente non dovrà in ogni caso superare i 40°C mentre la temperatura delle superfici dovrà essere compresa fra i 5°C e 50°C con un massimo di 80% di umidità relativa.

L'applicazione dei prodotti vernicianti non dovrà venire effettuata su superfici umide; in esterno pertanto, salvo l'aggiunta di particolari prodotti, le stesse operazioni saranno sospese con tempo piovoso, nebbioso od in presenza di vento.

In ogni caso, le opere eseguite dovranno essere protette fino a completo essiccamento in profondità, dalle correnti d'aria, dalla polvere, dall'acqua, dal sole e da ogni causa che possa costituire origine di danno e di degenerazione in genere.

L'Appaltatore dovrà adottare inoltre ogni precauzione e mezzo atti ad evitare spruzzi, sbavature e macchie di pitture, vernici, smalti sulle opere già eseguite (pavimenti, rivestimenti, zoccolatura, intonaci, infissi, apparecchi sanitari, rubinetterie ecc.) restando a carico dello stesso ogni lavoro o provvedimento necessari per l'eliminazione degli imbrattamenti, dei degradi nonché degli eventuali danni apportati.

La Direzione dei Lavori avrà la facoltà di ordinare, a cura e spese dell'Appaltatore, il rifacimento delle lavorazioni risultanti da esecuzione non soddisfacente e questo sia per difetto dei materiali impiegati, sia per non idonea preparazione delle superfici, per non corretta applicazione degli stessi, per mancanza di cautele o protezioni o per qualunque altra causa ascrivibile all'Appaltatore.

L'Appaltatore dovrà procedere con immediatezza a tali rifacimenti, eliminando nel frattempo eventuali danni conseguenti dei quali rimane, in ogni caso ed a tutti gli effetti, unico responsabile.

In ogni caso le opere eseguite dovranno essere protette, fino al completo essiccamento, dalla polvere, dall'acqua e da ogni altra fonte di degradazione.

Tutti i componenti base, i solventi, i diluenti e gli altri prodotti usati dalle case produttrici per la preparazione delle forniture, dalla mano d'opera per l'applicazione e gli eventuali metodi di prova, dovranno essere conformi alla normativa vigente ed avere caratteristiche qualitative costanti confermate dai marchi di qualità.

Prima dell'applicazione di ogni successiva mano di pittura la mano precedente dovrà essere completamente essiccata o indurita e, inoltre, dovrà essere riparato ogni eventuale danneggiamento delle mani già applicate, utilizzando lo stesso tipo di pittura usato in precedenza.

La scelta dei colori è dovuta al criterio insindacabile della Direzione dei Lavori e non sarà ammessa alcuna distinzione tra colori ordinari e colori fini, dovendosi in ogni caso fornire i materiali più fini e delle migliori qualità.

Il colore di ogni mano di pittura dovrà essere diverso da quello della mano precedente per evitare di lasciare zone non pitturate e per controllare il numero delle passate che sono state applicate.

In caso di contestazione, qualora l'Appaltatore non sia in grado di dare la dimostrazione del numero di passate effettuate, la decisione sarà a sfavore dell'Appaltatore stesso. Comunque egli ha l'obbligo, dopo l'applicazione di ogni passata e prima di procedere all'esecuzione di quella successiva, di farsi rilasciare dal personale della Direzione dei Lavori una dichiarazione scritta.

Prima d'iniziare le opere da pittore, l'Appaltatore ha inoltre l'obbligo di eseguire nei luoghi e con le modalità che gli saranno prescritti, i campioni dei vari lavori di rifinitura, sia per la scelta delle tinte che per il genere di esecuzione, e di ripeterli eventualmente con le varianti richieste, sino ad ottenere l'approvazione della Direzione dei Lavori. Egli dovrà infine adottare ogni precauzione e mezzo atti ad evitare spruzzi o macchie di tinte o vernici sulle opere finite (pavimenti, rivestimenti, infissi, ecc.), restando a suo carico ogni lavoro necessario a riparare i danni eventualmente arrecati.

Le opere di verniciatura su manufatti metallici saranno precedute da accurate operazioni di pulizia (nel caso di elementi esistenti) e rimozione delle parti ossidate; verranno quindi applicate almeno una mano di vernice protettiva ed un numero non inferiore a due mani di vernice del tipo e colore previsti fino al raggiungimento della completa uniformità della superficie.

Malta cementizia anticorrosiva bicomponente per la protezione dei ferri d'armatura

L'applicazione del prodotto avverrà con pennello in almeno due mani fino a coprire completamente il ferro con uno spessore di circa 2 mm.

I ferri di armatura dovranno essere liberi da calcestruzzo deteriorato, da sostanze grasse, dalla ruggine. A tale scopo sarà se necessario eseguita una sabbiatura al fine di portare le armature allo stato di metallo bianco. Se ciò non fosse possibile, si procederà quanto meno ad accurata spazzolatura con mezzi meccanici o manuali.

Saranno comunque attuate puntualmente dall'Appaltatore tutte le prescrizioni specifiche del prodotto fornite dall'azienda produttrice della malta impiegata, nonché le istruzioni operative impartite dalla Direzione Lavori.

Verniciature su legno. Per le opere in legno, la stuccatura ed imprimitura dovrà essere fatta con mastici adatti, e la levigatura e rasatura delle superfici dovrà essere perfetta.

Nelle opere di verniciatura eseguite su intonaco, oltre alle verifiche della consistenza del supporto ed alle successive fasi di preparazione si dovrà attendere un adeguato periodo, fissato dalla Direzione dei Lavori, di stagionatura degli intonaci; trascorso questo periodo si procederà all'applicazione di una mano di imprimitura (eseguita con prodotti speciali) o una mano di fondo più diluita alla quale seguiranno altre due mani di vernice del colore e caratteristiche fissate.

La tinteggiatura potrà essere eseguita, salvo altre prescrizioni, a pennello, a rullo, a spruzzo, ecc. in conformità con i modi fissati per ciascun tipo di lavorazione.

IDROSABBIATURA

Idrosabbiatura a pressione realizzata mediante l'uso di idropulitrice con pressione variabile con sabbia di quarzo di opportuna granulometria.

TEMPERA

Tinteggiatura a tempera di pareti e soffitti con finitura di tipo liscio o a buccia d'arancio a coprire interamente le superfici trattate, data a pennello o a rullo previa rasatura e stuccatura ed eventuale imprimitura a due o più mani.

TINTEGGIATURA LAVABILE

- Tinteggiatura lavabile del tipo:
 - a) a base di resine vinil-acriliche;
 - b) a base di resine acriliche;

per pareti e soffitti con finitura di tipo liscio a coprire interamente le superfici trattate, data a pennello o a rullo previa rasatura e stuccatura ed eventuale imprimitura a due o più mani;

- Tinteggiatura lavabile a base di smalti murali opachi resino-sintetici del tipo:
 - a) pittura oleosa opaca;
 - b) pittura oleoalchidica o alchidica lucida o satinata o acril-viniltuolenica;
 - c) pitture uretaniche;

per pareti e soffitti con finitura di tipo liscio a coprire interamente le superfici trattate, data a pennello o a rullo previa rasatura e stuccatura ed eventuale imprimitura a due o più mani.

RESINE SINTETICHE

Dovranno essere composte dal 50% ca. di pigmento e dal 50% ca. di veicolo (legante +solvente), essere inodori, avere un tempo di essiccazione di 8 ore ca., essere perfettamente lavabili senza presentare manifestazioni di alterazione.

Nel caso di idropitture per esterno la composizione sarà del 40% ca. di pigmento e del 60% ca. di veicolo con resistenze particolari agli agenti atmosferici ed agli attacchi alcalini.

La tinteggiatura o rivestimento plastico murale rustico dovrà essere a base di resine sintetiche in emulsione con pigmenti e quarzi o granulato da applicare a superfici adeguatamente preparate e con una mano di fondo, data anche in più mani, per una quantità minima di kg.1,2/m². posta in opera secondo i modi seguenti:

- a) pennellata o rullata granulata per esterni;
- b) graffiata con superficie fine, massima granulometria 1,2 mm. per esterni.

FONDI MINERALI

Tinteggiatura di fondi minerali assorbenti su intonaci nuovi o vecchi esterni nei centri storici, trattati con colori minerali senza additivi organici ovvero liberati con un opportuno sverniciatore da pitture formanti pellicola, con colore a due componenti con legante di silicato di potassio puro (liquido ed incolore) ed il colore in polvere puramente minerale con pigmenti inorganici (per gruppi di colori contenenti una media percentuale più o meno elevata di ossidi pregiati), per consentire un processo di graduale cristallizzazione ed aggrappaggio al fondo senza formare pellicola, idrorepellente ed altamente traspirante con effetto superficiale simile a quello ottenibile con tinteggio a calce, resistente al calore, ai raggi ultravioletti ed ai fumi industriali, coprente, lavabile, resistente a solvente, inodore e non inquinante, fortemente alcalino, da applicare con pennello in tre mani previa preparazione del sottofondo.

VERNICIATURA CLS

Verniciatura protettiva di opere in calcestruzzo armato e non, poste all'esterno o all'interno liberate, con opportuno sverniciatore da eventuali pitture formanti pellicola mediante colore a base di silicati di potassio modificati (per gruppi di colori contenenti una media percentuale più o meno elevata di ossidi pregiati) e carichi minerali tali da consentire la reazione chimica con il sottofondo consolidandolo e proteggendolo dalla neutralizzazione (carbonatazione e solfatazione), idrorepellente e traspirante, resistente al calore, ai raggi ultravioletti ed ai fumi industriali, lavabile, resistente a solvente, inodore e non inquinante, fortemente alcalino, opaco come minerale, da applicare a pennello e/o a rullo in almeno tre mani previa preparazione del sottofondo.

PRIMER AL SILICONE

Applicazione di una mano di fondo di idrorepellente, a base di siliconi o silicati, necessario per il trattamento preliminare di supporti soggetti ad umidità da porre in opera a pennello o a rullo previa pulizia superficiale delle parti da trattare.

CONVERTITORE DI RUGGINE

Applicazione di convertitore di ruggine su strutture ed infissi di metallo mediante la posa in opera di due mani a pennello o a spruzzo di una resina copolimerica vinil-acrilica in soluzione acquosa lattiginosa, ininfiammabile, a bassa tossicità, rispondente inoltre al test spay salino di 500 ore con adesione al 95% se sottoposto a graffiatura a croce.

VERNICE ANTIRUGGINE

Verniciatura antiruggine di opere in ferro esterne già opportunamente trattate, con funzioni sia di strato a finire di vario colore sia di strato di fondo per successivi cicli di verniciatura, mediante l'applicazione di una resina composta da un copolimero vinil-acrilico con caratteristiche di durezza, flessibilità e resistenza agli urti,

permeabilità al vapore d'acqua ed all'ossigeno di 15-25 gr./m²./mm./giorno, con un contenuto di ossido di ferro inferiore al 3%, non inquinante, applicabile a rullo, pennello ed a spruzzo su metalli ferrosi e non, in almeno due mani;– verniciatura antiruggine di opere in ferro costituita da una mano di minio di piombo mescolato con piccole quantità di olio di lino cotto o realizzata con prodotto oleosintetico equivalente previa preparazione del sottofondo con carteggiatura, sabbiatura o pulizia completa del metallo stesso.

PITTURE MURALI CON RESINE PLASTICHE

Le pitture murali di questo tipo avranno come leganti delle resine sintetiche (polimeri cloro vinilici, ecc.) e solventi organici; avranno resistenza agli agenti atmosferici ed al deperimento in generale, avranno adeguate proprietà di aereazione e saranno di facile applicabilità.

RESINE EPOSSIDICHE

Verniciatura di opere in ferro con resine epossidiche bicomponenti (kg/m². 0,60) da applicare su superfici già predisposte in almeno due mani.

SMALTO OLEOSINTETICO

Avranno come componenti le resine sintetiche o naturali, pigmenti aggiuntivi, vari additivi e saranno forniti in confezione sigillata con tutte le indicazioni sulla composizione e sulle modalità d'uso. Le caratteristiche dovranno essere quelle previste dalle norme già citate e dovranno, inoltre, garantire la durabilità, la stabilità dei colori, la resistenza agli agenti atmosferici, ecc. Verniciatura con smalto oleo sintetico, realizzata con componenti (olio e resine sintetiche con percentuali adeguate dei vari elementi) a basso contenuto di tossicità, da utilizzare su opere in ferro mediante applicazione a pennello in almeno due mani su superfici precedentemente trattate anche con vernice antiruggine. I tempi di essiccazione saranno intorno alle 6 ore.

IMPREGNANTE PER LEGNO

Verniciatura per opere in legno con impregnante a diversa tonalità o trasparente da applicare su superfici precedentemente preparate in una prima mano maggiormente diluita con idoneo solvente ed una seconda mano con minor quantità di solvente ed un intervallo di tempo minimo tra le due mani di almeno 8-10 ore.

Barriera protettiva antigraffiti per superfici esterne

L'applicazione del prodotto è possibile con lavorazione a pennello, a rullo ovvero con pistola a spruzzo o con airless.

Il supporto su cui applicare la barriera dovrà essere pulito, privo di polvere, sporcizia, grassi, oli ed efflorescenze. Se necessario si dovranno utilizzare metodi di rimozione con sabbiatura, idrosabbiatura o acqua in pressione, a seconda della superficie da trattare.

La barriera applicata si dovrà trasformare quindi in una pellicola che non deve modificare in modo percettibile la superficie, ma permettere di intervenire per rimuovere i graffiti eventualmente eseguiti, con idropulitrice ad acqua calda.

Tutti i prodotti e/o materiali di cui al presente articolo, qualora possano essere dotati di marcatura CE secondo la normativa tecnica vigente, dovranno essere muniti di tale marchio.

Art. 10.24 OPERE DA STUCCATORE

Le opere da stuccatore vengono generalmente eseguite in ambiente interni, oppure possono essere eseguite in ambienti esterni di particolare tipo (porticati, passaggi ed androni).

I supporti su cui vengono applicate le stucature devono essere ben stadiati, tirati a piano con frattazzo, asciutti, esenti da parti disaggregate, pulvirulente ed untuose e sufficientemente stagionati se trattasi di intonaci nuovi. Le stesse condizioni valgono anche nel caso di pareti su calcestruzzo semplice od armato.

Le superfici di cui sopra, che risultino essere già state trattate con qualsiasi tipo di finitura, devono essere preparate con tecniche idonee a garantire la durezza dello stucco.

Nelle opere di stuccatura, di norma deve essere impiegato il gesso ventilato in polvere, appropriatamente confezionato in fabbrica, il quale verrà predisposto in acqua e rimescolato sino ad ottenere una pasta omogenea, oppure verranno aggiunti altri prodotti quali calce super ventilata, polvere di marmo, agglomerati inerti, coibenti leggeri o collante celluloso.

Esclusi i lavori particolari, l'impasto per le lisciature deve ottenersi mescolando il gesso con il 75% di acqua fredda.

Per le lisciature di superfici precedentemente con intonaco di malta bastarda, l'impasto deve essere

composto da una parte di calce adesiva, precedentemente spenta in acqua e da due parti di gesso ventilato in polvere sempre con l'aggiunta di acqua.

In qualsiasi opera di stuccatura, l'Appaltatore è ritenuto unico responsabile della corretta esecuzione della stessa, rimangono pertanto a suo completo e totale carico gli oneri di eventuali rappezzi e rifacimenti, per lavori in cui risultassero difetti di esecuzione.

Tutti i prodotti e/o materiali di cui al presente articolo, qualora possano essere dotati di marcatura CE secondo la normativa tecnica vigente, dovranno essere muniti di tale marchio.

Art. 10.25 OPERE DI RIVESTIMENTI PLASTICI CONTINUI

I rivestimenti plastici continui dovranno avere rispondenza ai requisiti di resistenza agli agenti atmosferici, di elasticità nel tempo e permettere la costante traspirazione del supporto.

Tutti i contenitori di plastici, dovranno essere chiaramente marcati o etichettati per la identificazione del prodotto, denominazione specifica e particolari istruzioni tutte chiaramente leggibili.

Prima dell'uso, il plastico dovrà essere opportunamente mescolato con mezzi meccanici ad eccezione di contenitori inferiori a 30 litri per i quali è sufficiente la mescolazione manuale.

Il tipo di diluente da usare dovrà corrispondere a quello prescritto dalla fabbrica del plastico e non dovrà essere usato in quantità superiore a quella necessaria per una corretta applicazione. Prima dell'esecuzione dovrà essere data particolare cura alla pulizia del supporto eliminando tutte le eventuali contaminazioni quali grumi, polveri, spruzzi di lavaggio, condense, ecc. che possono diminuire l'adesione del plastico.

Dopo l'applicazione, il supporto dovrà presentarsi completamente coperto, di tonalità uniforme, non dovranno essere visibili le riprese (che verranno mascherate da spigoli ed angoli), le colature, le festonature e sovrapposizioni.

Tutti i prodotti e/o materiali di cui al presente articolo, qualora possano essere dotati di marcatura CE secondo la normativa tecnica vigente, dovranno essere muniti di tale marchio.

Art. 10.26 ESECUZIONE DELLE PARETI ESTERNE E PARTIZIONI INTERNE

- 1 Si intende per parete esterna il sistema edilizio avente la funzione di separare e conformare gli spazi interni al sistema rispetto all'esterno.

Si intende per partizione interna un sistema edilizio avente funzione di dividere e conformare gli spazi interni del sistema edilizio.

Nella esecuzione delle pareti esterne si terrà conto della loro tipologia (trasparente, portante, portata, monolitica, ad intercapedine, termoisolata, ventilata) e della loro collocazione (a cortina, a semicortina od inserita).

Nella esecuzione delle partizioni interne si terrà conto della loro classificazione in partizione semplice (solitamente realizzata con piccoli elementi e leganti umidi) o partizione prefabbricata (solitamente realizzata con montaggio in sito di elementi predisposti per essere assemblati a secco).

- 2 Quando non è diversamente descritto negli altri documenti progettuali (o quando questi non sono sufficientemente dettagliati) si intende che ciascuna delle categorie di parete sopracitata è composta da più strati funzionali (costruttivamente uno strato può assolvere a più funzioni), che devono essere realizzati come segue.

- a) Le pareti a cortina (facciate continue) saranno realizzate utilizzando i materiali e prodotti rispondenti al presente capitolato (vetro, isolanti, sigillanti, pannelli, finestre, elementi portanti, ecc.).

Le parti metalliche si intendono lavorate in modo da non subire microfessure o comunque danneggiamenti ed, a seconda del metallo, opportunamente protette dalla corrosione.

Durante il montaggio si curerà la corretta esecuzione dell'elemento di supporto ed il suo ancoraggio alla struttura dell'edificio eseguendo (per parti) verifiche della corretta esecuzione delle giunzioni (bullonature, saldature, ecc.) e del rispetto delle tolleranze di montaggio e dei giochi. Si effettueranno prove di carico (anche per parti) prima di procedere al successivo montaggio degli altri elementi.

La posa dei pannelli di tamponamento, dei telai, dei serramenti, ecc., sarà effettuata rispettando le tolleranze di posizione, utilizzando i sistemi di fissaggio previsti. I giunti saranno eseguiti secondo il progetto e comunque posando correttamente le guarnizioni ed i sigillanti in modo da garantire le

prestazioni di tenuta all'acqua, all'aria, di isolamento termico, acustico, ecc. tenendo conto dei movimenti localizzati dalla facciata e dei suoi elementi dovuti a variazioni termiche, pressione del vento, ecc. La posa di scossaline coprigiunti, ecc. avverrà in modo da favorire la protezione e la durabilità dei materiali protetti ed in modo che le stesse non siano danneggiate dai movimenti delle facciate.

Il montaggio dei vetri e dei serramenti avverrà secondo le indicazioni date nell'articolo a loro dedicato.

- b) Le pareti esterne o partizioni interne realizzate a base di elementi di laterizio, calcestruzzo, calcio silicato, pietra naturale o ricostruita e prodotti simili saranno realizzate con le modalità descritte nell'articolo opere di muratura, tenendo conto delle modalità di esecuzione particolari (giunti, sovrapposizioni, ecc.) richieste quando la muratura ha compiti di isolamento termico, acustico, resistenza al fuoco, ecc. Per gli altri strati presenti morfologicamente e con precise funzioni di isolamento termico, acustico, barriera al vapore, ecc., si rinvia alle prescrizioni date nell'articolo relativo alle coperture.

Per gli intonaci ed i rivestimenti in genere si rinvia all'articolo sull'esecuzione di queste opere. Comunque, in relazione alle funzioni attribuite alle pareti ed al livello di prestazione richiesto, si curerà la realizzazione dei giunti, la connessione tra gli strati e le compatibilità meccaniche e chimiche.

Nel corso dell'esecuzione si curerà la completa realizzazione dell'opera, con attenzione alle interferenze con altri elementi (impianti), all'esecuzione dei vani di porte e finestre, alla realizzazione delle camere d'aria o di strati interni, curando che non subiscano schiacciamenti, discontinuità, ecc. non coerenti con la funzione dello strato.

- c) Le partizioni interne costituite da elementi predisposti per essere assemblati in sito (con e senza piccole opere di adeguamento nelle zone di connessione con le altre pareti o con il soffitto) devono essere realizzate con prodotti rispondenti alle prescrizioni date nell'articolo prodotti per pareti esterne e partizioni interne.

Nell'esecuzione si seguiranno le modalità previste dal produttore (ivi incluso l'utilizzo di appositi attrezzi) ed approvate dalla Direzione dei Lavori. Si curerà la corretta predisposizione degli elementi che svolgono anche funzione di supporto in modo da rispettare le dimensioni, tolleranze ed i giochi previsti o comunque necessari ai fini del successivo assemblaggio degli altri elementi. Si curerà che gli elementi di collegamento e di fissaggio vengano posizionati ed installati in modo da garantire l'adeguata trasmissione delle sollecitazioni meccaniche. Il posizionamento di pannelli, vetri, elementi di completamento, ecc. sarà realizzato con l'interposizione di guarnizioni, distanziatori, ecc. che garantiscano il raggiungimento dei livelli di prestazione previsti ed essere completate con sigillature, ecc.

Il sistema di giunzione nel suo insieme deve completare il comportamento della parete e deve essere eseguito secondo gli schemi di montaggio previsti; analogamente si devono eseguire secondo gli schemi previsti e con accuratezza le connessioni con le pareti murarie, con i soffitti, ecc.

Art. 10.27 ESECUZIONE DI INTONACI

10.27.1) Premessa

L'intonaco è il sottile strato di malta che riveste le strutture edilizie ed assolve sia alla funzione di proteggerle dall'azione disgregante degli agenti atmosferici e dai fattori ambientali del microclima interno come la condensa superficiale, sia di finitura esterna e interna alle stesse, per garantire una superficie sufficientemente regolare, complanare e priva di sporgenze.

Genericamente, nelle tecniche esecutive tradizionali, lo spessore è compreso tra 1,5 cm, per garantire una buona resistenza, e 2,5 cm, per evitare un accentuato ritiro e il suo distacco dovuto al peso proprio.

Nel caso di utilizzo di malte premiscelate, gli spessori del rivestimento sono ridotti, avendo componenti omogeneamente dosati, mentre aumentano negli intonaci per esterni e per di interventi di restauro in cui risulta indispensabile riproporre materiali, tecniche ed effetti appartenenti a tradizioni costruttive passate.

In definitiva con le attuali tecniche produttive ed esecutive possiamo fissare degli spessori in 1,5 cm per gli intonaci interni e in 2 cm per quelli esterni. Quando si utilizzano intonaci interni preconfezionati, applicati su fondi regolari di nuova costruzione, il rivestimento è assimilabile quasi ad una rasatura con spessori inferiori ad 1 cm.

10.27.2) I componenti dell'intonaco

La malta per intonaco è costituita da uno o più leganti quali cemento, calce idraulica, calce aerea, gesso, da un inerte fine (sabbia) e da acqua, con proporzioni adeguate al tipo di intonaco ed agli strati. Alcuni inerti, come la pozzolana, offrono un contributo attivo al composto, aggiungendo alla malta particolari qualità di idraulicità o di resistenza, mentre l'uso di leganti con un basso contenuto alcalino, come la calce, evitano la formazione di efflorescenze.

Il legante e l'inerte dovranno essere mescolati preventivamente a secco, mentre l'acqua sarà aggiunta gradualmente e in quantità adeguata, per limitare il ritiro idraulico, fino ad ottenere la giusta consistenza d'impasto.

Al composto potranno essere aggiunte anche sostanze additivanti per conferire particolari qualità o modificare alcune proprie della malta, ottenendo malte fortemente indurenti, ignifughe, impermeabilizzanti, non gelive, con potere termoisolante e fonoassorbente, con presa e indurimento accelerati o ritardati, con maggior lavorabilità o con minor ritiro.

Le malte secche preconfezionate per intonaco, garantiscono composizioni molto omogenee della miscela e tempi di posa ridotti, poiché, in genere, per stendere il primo, o eventualmente i primi due strati, vengono utilizzate intonacatrici pneumatiche.

L'intonaco tradizionale è composto da tre strati:

1. il *rinza* ha la funzione di aggrappo al supporto e di livellamento di massima della superficie delle pareti;
2. l'*arriccio* concretizza il corpo dell'intonaco ed ha funzione prevalente di tenuta idrica e di resistenza meccanica;
3. la *finitura*, infine, crea la finitura superficiale e costituisce una prima barriera, comunque permeabile al vapore, alla penetrazione dell'acqua.

Per i descritti motivi la stesura dell'intonaco in fasi successive, con strati di spessore ridotto, agevola la penetrazione dell'aria, assicurando il processo di carbonatazione, ossia indurimento, della malta che avviene dall'esterno verso l'interno dell'intonaco. A questo processo collabora anche la sabbia; poiché contribuisce ad incrementare i pori capillari della struttura.

Quindi l'intonaco dovrà presentare una resistenza, nei vari strati, decrescente dall'interno verso l'esterno, e una porosità decrescente in modo inverso, favorendo il fondamentale scambio di vapore fra superficie interna ed esterna, contestualmente alla massima impermeabilità all'acqua

Normativa di riferimento

Le prescrizioni da tener presente per una corretta esecuzione dell'intonaco esterno ed interno, sono riportate nelle seguenti Norme UNI:

- [UNI EN 998-1](#) che illustra le specifiche per le malte per intonaci interni;
- [UNI EN 13914-1](#) e [UNI EN 13914-2](#) che descrivono le modalità di progettazione, preparazione e applicazione di intonaci esterni e interni.

10.27.3) Classificazione e tipologie di intonaco

Negli intonaci per **esterni** risulta prevalente la funzione protettiva, per cui si preferiscono malte che danno un'efficace difesa dagli agenti atmosferici, come quelle che hanno tra i principali leganti cemento e/o la calce idraulica e la sabbia silicea come inerte. Certamente sono da preferire intonaci a tre strati, perché assicurano rivestimenti con spessore accentuato ed è fondamentale che lo strato finale sia eseguito senza cavillature. Anche l'eventuale pigmentazione dovrà essere resistente all'azione degli agenti atmosferici.

Negli intonaci per **interni** hanno un ruolo prevalente le funzioni estetiche, igieniche e la necessità di evitare le asperità della muratura grezza. Per realizzare una superficie perfettamente piana ed evitare la comparsa di fenomeni microfessurativi, è preferibile utilizzare malte a base di gesso o di calce aerea, o al limite semidraulica, che hanno ritiri minimi e una buona lavorabilità. Spesso a questo primo strato si può sovrapporre una rasatura a base di scagliola o altro materiale analogo.

Intonaco civile

Rappresenta un intonaco a più strati con l'identificazione delle caratteristiche di ciascun strato e un'accurata finitura superficiale, detta *frattazzatura fine*, ovvero lisciatura tramite frattazzo e sabbia fine.

L'intonaco civile compare per lo più all'interno degli intonaci ordinari".

Abbiamo diverse varianti dell'intonaco civile, rispetto al tipo di finitura, alla protezione e durata che vogliamo conseguire. In particolare possiamo ottenere un intonaco caratterizzato da:

- un'ulteriore velatura con malta caratterizzata da sabbia finissima;

- dal solo rinzaffo avente una granulometria grossa della sabbia, solo a protezione della muratura (intonaco rustico);
- dall'applicazione del solo arriccio con o senza rinzaffo (intonaco grezzo).

Intonaco rustico

Questo intonaco viene di norma utilizzato nell'edilizia di poco pregio, quando vi è la necessità di dare una protezione generica alle murature oppure quando è necessario coprire solo il supporto.

Per la preparazione dell'intonaco rustico si utilizza malta di cemento, per praticità di applicazione, elevata resistenza meccanica e capacità di coesione con la muratura. Per tale motivo l'aspetto finale sarà rugoso, scabro, irregolare, con una finitura superficiale decisamente irregolare, che potrà essere picchiettata, ancora fresca, con una scopa spuntata, o spianata in maniera grossolana con la cazzuola.

Intonaco grezzo

L'intonaco grezzo viene in genere messo in opera per rivestire ambienti interrati, cioè dove occorre dare una protezione sommaria alle murature o semplicemente nascondere il supporto.

È generalmente preparato con della malta di cemento o malta bastarda a base di calce-cemento, che gli concede un aspetto marcatamente scabro, essendo lisciato grossolanamente con la staggia passata sulle fasce di riferimento per la planarità e lo spessore dell'intonaco (guide).

Intonaci additivati

Gli intonaci additivati rappresentano quella tipologia di rivestimento che usano sia sostanze additanti, come ad esempio acceleranti o ritardanti di presa, fluidificanti, per migliorare le possibilità esecutive del rivestimento, sia quella che utilizza prodotti per modificare le prestazioni del rivestimento quali materiali termo-isolanti, fonoassorbenti, ignifughi.

Nello specifico al normale composto di malta vengono aggiunti uno o più additivi durante la sua miscelazione, o si utilizzano degli intonaci contenenti già gli additivi definiti *intonaci premiscelati*.

10.27.4) Modalità di esecuzione

(da integrare e/o modificare a cura del progettista)

Per una buona realizzazione di un intonaco è indispensabile, oltre alla scelta dei materiali componenti, dal tipo di stratificazione e dalla rigorosa posa in opera, rispettare le regole dell'arte, che andiamo ad elencare.

Condizioni ambientali

L'esecuzione dell'intonaco dovrà avvenire nelle stagioni intermedie per evitare i danni determinati dal gelo o dal caldo eccessivo, infatti:

- nel primo caso vi potrà essere una repentina interruzione della fase di presa e la disgregazione dei materiali gelivi;
- nel secondo la rapida evaporazione dell'acqua dell'impasto, potrà accentuare il ritiro e alterare il processo di indurimento.

Per tale motivo nella preparazione dell'intonaco bisognerà rispettare questi parametri ambientali della temperatura e dell'umidità relativa:

- temperatura compresa tra i 5 e 35 °C;
- umidità relativa inferiore al 65%.

Ponteggi

Per ottenere un rivestimento omogeneo dal punto di vista fisico e dell'aspetto, i ponteggi dovranno essere collocati ad una distanza di circa 20 cm dalla parete muraria, in modo da consentire la posa dell'intonaco senza soluzione di continuità, ed i collegamenti fra parete e ponteggi non dovranno obbligare a ripassi successivi.

Preparazione del supporto

Prima dell'applicazione dell'intonaco si dovrà verificare che il supporto murario abbia terminato il proprio assestamento e che sia omogeneo dal punto di vista della conducibilità termica e della capacità di assorbimento idrico, per cui:

1. andranno eliminati tutti i fenomeni evidenti di umidità nella muratura, poiché la loro presenza provoca danni allo strato di intonaco, come la disgregazione dei materiali gelivi che provoca l'aumento di volume delle particelle d'acqua alle basse temperature;
2. dovrà essere accuratamente pulita della superficie da intonacare, in particolar modo nel caso di

- vecchie strutture, eliminando ogni particella mobile spazzolando e/o lavando la muratura per eliminare la polvere che pregiudicherebbe la perfetta adesione della malta;
3. la muratura da intonacare andrà bagnata abbondantemente per evitare che, a causa del potere assorbente della muratura, la malta costituente l'intonaco venga impoverita della propria acqua di impasto e per eliminare l'aria negli interstizi e nelle microfessurazioni del supporto;
 4. la superficie del supporto dovrà essere ruvida in maniera omogenea, per consentire un'efficace aderenza dell'intonaco. In presenza di murature in calcestruzzo, ossia di superfici lisce, si dovrà spruzzare la superficie del paramento con malta cementizia grassa o molto fluida, per ottenere un buon aggrappo per l'intonaco. Eventualmente si potranno disporre delle reti porta-intonaco opportunamente fissate al supporto, oppure mediante applicazione a pennello o a rullo di sostanze come l'acetato di polivinile, si potrà realizzare una pellicola in grado di far aderire meglio l'intonaco alla muratura.

Prima della stesura dell'intonaco si dovranno predisporre le maschere delle aperture che serviranno anche come ferma-intonaco, nonché si dovranno proteggere le scatole esterne dell'impianto elettrico e ogni altra predisposizione impiantistica, ovviamente da liberare prima che l'intonaco si sia indurito.

Superfici curve

Per rivestire le superfici convesse si dovranno costruire delle sagome curve in grado di abbracciare una parte o l'intera estensione di superficie curva, che saranno utilizzate facendole scorrere verticalmente sulle apposite guide, oppure lungo fili verticali tesi. Potremmo avere un risultato meno preciso con l'uso della staggia nel senso parallelo alle rette generatrici del piano curvato.

La lisciatura dell'ultimo strato dell'intonaco dovrà essere realizzata con un frattazzo di piccole dimensioni.

In presenza di superfici concave le sagome potranno essere fatte scorrere con maggiore facilità in aderenza alla muratura da intonacare, essendo collegate con raggi inestensibili al centro della curvatura.

Esecuzione degli spigoli vivi

Per una perfetta realizzazione degli spigoli si applicherà un listello rettilineo in legno che dovrà sporgere, rispetto alla parete da intonacare, tanto quanto le guide della stessa, appoggiando il regolo, eseguendo l'arricciatura, sulla guida più vicina e sul listello. Successivamente, prima che l'intonaco asciughi, si dovrà togliere il listello per fissarlo sulla parete intonacata, per farlo sporgere al livello delle guide della seconda parete, e procedere ad arricciare la superficie muraria fra la guida e il listello.

Quando l'intonaco avrà una certa consistenza, ma non completamente asciutto, si potrà togliere il listello: avremo uno spigolo ben definito, privo di segni di discontinuità fra il rivestimento delle due pareti.

Si adotterà questa procedura per rivestire sia le spalle delle aperture, sia le intersezioni fra pareti. Eventualmente, per rinforzare questi punti deboli potrà ricorrere a profili, generalmente metallici, opportunamente sagomati.

Rinforzo dei punti deboli

Laddove si preveda la possibilità di frequenti urti bisognerà rinforzare l'intonaco mediante materiali più resistenti oppure introducendo reti di armatura nel suo spessore. Inoltre andranno sempre previsti dei profili metallici traforati, negli spigoli vivi, annegati a filo intonaco, che contribuiranno anche alla perfetta esecuzione dello spigolo stesso, e fungeranno da guida per entrambi i lati.

Presenza di supporti differenti

Nel caso in cui siano compresenti dei supporti di materiali diversi, ad esempio la presenza di muratura in laterizio accostati a pilastri in c.a., sarà necessario applicare sulle superfici una rete metallica di armatura di poliestere o di fibra di vetro, posizionata in corrispondenza delle soluzioni di disomogeneità.

Esecuzione dell'attacco a terra

Il distacco dell'intonaco a diretto contatto col terreno o con le pavimentazioni è tra i principali fenomeni del suo degrado dell'intonaco che si può presentare, motivo per cui bisognerà evitare che l'umidità e l'acqua piovana non ristagnino nelle suddette zone.

Servirà, quindi, dotare le pareti di zoccolature resistenti e, eventualmente, interrompere prima del contatto col terreno l'intonaco, proseguendo con ferma-intonaco e zoccoli di altro materiale o di malta resistente all'umidità.

Giunti di dilatazione

L'esecuzione di questi giunti sarà necessaria per creare un'interruzione nelle parti di intonaco di notevole estensione, consentendo di ripartire i movimenti differenziali della propria massa, dovuti a dilatazioni e contrazioni termiche. Tali giunti, di norma, sono composti da due profili accostati in PVC rigido (oppure in

acciaio galvanizzato, in alluminio o in lamiera verniciata) con interposto un giunto plastico dal comportamento elastico.

Giunti di frazionamento

Questi giunti, composti da profili in materiale analogo ai giunti di dilatazione, dovranno essere messi in opera nelle zone maggiormente esposte a tensionamenti, come gli angoli fra pareti, cambi di materiale nel supporto, zone con forte esposizione a fonti termiche, poiché consentiranno all'intonaco di seguire i movimenti differenziali dell'intonaco prodotti da cause termiche e/o statiche.

Ricordiamo che in presenza di intonaci armati con rete metallica, quest'ultima andrà ripartita in corrispondenza dei giunti di dilatazione e non di quelli di frazionamento.

I giunti di frazionamento dovranno essere impermeabilizzati con mastici elastici e, come per quelli di dilatazione, non andranno ricoperti con intonaco.

Protezione dell'intonaco fresco

Per evitare o limitare i danni all'intonaco da una rapida essiccazione che determina l'interruzione prematura del processo di presa e indurimento della malta, si dovranno proteggere le superfici murarie intonacate con teli bagnati o teli di plastica.

Si dovranno, inoltre, irrorare d'acqua la superficie dell'intonaco per almeno 8 giorni, evitando di bagnare nelle ore più calde della giornata, per evitare che l'intensa evaporazione possa incrementare il ritiro.

Protezione dell'intonaco maturo

Per salvaguardare il più possibile tenuta e struttura dell'intonaco, bisognerà impedire che la pioggia battente possa raggiungere la parete, poiché, tale condizione, oltre ad incrementare il tasso di umidità, può erodere il rivestimento e alterare la sua eventuale pigmentazione.

A questo scopo è sempre opportuno prevedere a protezione delle facciate, soprattutto quelle maggiormente esposte alle intemperie, sporti orizzontali, quali gli aggetti delle falde di copertura, logge, balconi, portici, pensiline, i quali provvedono a proteggere efficacemente le superfici intonacate sottostanti.

Trattamento cromatico dell'intonaco

Tra i trattamenti cromatici dell'intonaco possiamo avere:

- la tinteggiatura superficiale;
- la posa di un ulteriore strato di finitura (sovraintonaco o rasatura) con materiali di diversa natura, facendo particolare attenzione al loro grado di traspirabilità;
- la colorazione in pasta con pigmenti inorganici immessi nell'ultimo strato (ad esempio la finitura pietrificante tipo Terranova);
- l'aggiunta sopra l'ultimo strato di inerti con particolari qualità cromatiche.

Inoltre esistono sovraintonaci o strati di rasatura finale che applicati su di un intonaco tradizionale con una particolare tecnica di spatolatura, riproducono effetti madreperlato o marmorini, oppure:

- rivestimenti a base di silicati, utilizzati sia come strato di finitura sia come sovraintonaco, caratterizzati da elevata traspirabilità, idrorepellenza e resistenza agli ambienti aggressivi urbani;
- rivestimenti a base di calce aerea additivata per la simulazione di intonaci a stucco, o quelli a base quarzosa o acrilica.

In ogni modo sarà indispensabile conseguire una compatibilità fra lo strato di finitura, o il sovraintonaco, e gli strati sottostanti. Infatti la base di intonaco dovrà essere più o meno lisciata a seconda della tipologia di prodotto da sovrapporre e, in alcuni casi, sarà necessaria, preventivamente, la stesura di un primer.

In genere questi prodotti saranno facilmente applicabili con i metodi tradizionali, cioè utilizzando la cazzuola grande quadra o il frattazzo, oppure con sistemi diversi come il rullo, la spatola, la spruzzatura, al fine di ottenere diversi effetti.

Accessori per la corretta posa in opera

Elementi quali guide, angolari-paraspigolo, coprifilo, bande d'arresto, giunti di dilatazione e di frazionamento, devono essere utilizzati rispettivamente per:

- facilitare la posa complanare e nel giusto spessore dell'intonaco;
- rinforzare o proteggere i punti critici del rivestimento come gli spigoli;
- terminare il rivestimento a intonaco in un qualsiasi punto della parete, anche in situazione angolare, come ad esempio nei vani finestra, ove occorra passare da un intonaco esterno a uno interno;
- creare una soluzione di continuità nel rivestimento.

Tali elementi sono in profilati forati o in lamiera stirata, quando vengono inglobati efficacemente nella malta, altrimenti, se utilizzati sopra l'intonaco, sono privi di forature. In genere sono realizzati in PVC, lamiera zincata, acciaio galvanizzato, acciaio inox, alluminio naturale, alluminio preverniciato o ferro battuto.

I profili in lamiera zincata sono adatti in presenza di malte a base di calce, calce-cemento, cemento, gesso, per le malte a base di gesso sono più indicati quelli in alluminio, mentre l'acciaio inox è il materiale più valido per gli ambienti esterni e in presenza di sostanze aggressive.

Applicazione meccanica dell'intonaco

Con l'uso sempre più diffuso di intonaci premiscelati comprensivi di leganti, inerti ed additivi idonei ai diversi utilizzi, si riducono i rischi di errori nella miscelazione delle quantità dei componenti e si snelliscono le procedure di applicazione.

Infatti in presenza di materiali premiscelati confezionati in sacchi, per preparare e applicare la malta rapidamente, abbiamo la possibilità di utilizzare svariati macchinari, come ad esempio:

- l'impastatrice meccanica elettrica in batteria con un'intonatrice meccanica, per l'impasto automatico della miscela;
- l'intonatrice meccanica elettrica, avente un sistema pneumatico per il trasferimento del materiale sul luogo di applicazione e per spruzzarlo sulla parete.

Le intonatrici si differenziano a seconda che presentino:

- il trasferimento della malta già confezionata;
- il trasferimento per canali separati dell'acqua e della miscela secca con miscelazione finale in uscita: l'aria compressa la miscela di sabbia e legante in un tubo, alla cui estremità si trova una lancia con ugelli che spruzzano acqua nella quantità necessaria alla giusta lavorabilità (in questo caso la macchina funge anche da impastatrice).

10.27.5) Controllo del risultato finale

Anzitutto, si procede al controllo visivo delle superfici intonacate sotto l'azione della luce radente, poiché, nei limiti delle tolleranze consentite, la superficie finale dell'intonaco dovrà risultare:

- piana e priva di irregolarità evidenti;
- priva di fessurazioni a vista, di screpolature o sbollature superficiali;
- senza fenomeni di efflorescenza;
- con perfetta adesione al supporto sottostante e non dovranno, inoltre, presentare alterazioni evidenti nelle eventuali tinte sovrapposte.

Dopo aver verificato la verticalità e la planarità dell'intonaco, si potrebbe effettuare il controllo della effettiva regolarità geometrica del rivestimento, avendo come riferimento i seguenti parametri:

- verifica della verticalità ≤ 5 mm mediante filo a piombo;
- verifica della planarità locale (scarto rispetto al piano teorico) ≤ 4 mm mediante l'uso del regolo di un metro applicato in tutti i sensi sulla parete;
- verifica della rettilineità degli spigoli e dei giunti (scarto rispetto alla linea media, per piano o per altezza di vano) ≤ 5 mm.

Art. 10.28

ESECUZIONE DELLE PAVIMENTAZIONI

Si intende per pavimentazione un sistema edilizio avente quale scopo quello di consentire o migliorare il transito e la resistenza alle sollecitazioni in determinate condizioni di uso.

Esse si intendono convenzionalmente suddivise nelle seguenti categorie:

- pavimentazioni su strato portante;
- pavimentazioni su terreno (cioè dove la funzione di strato portante del sistema di pavimentazione è svolta dal terreno).

Tenendo conto dei limiti stabiliti dal d.P.R. 380/2001 e s.m.i., quando non è diversamente descritto negli altri documenti progettuali (o quando questi non sono sufficientemente dettagliati) si intende che ciascuna delle categorie sopracitate sarà composta dai seguenti strati funzionali (Costruttivamente uno strato può assolvere una o più funzioni).

a) La pavimentazione su strato portante avrà quali elementi o strati fondamentali:

- 1) lo strato portante, con la funzione di resistenza alle sollecitazioni meccaniche dovute ai carichi permanenti o di esercizio;
- 2) lo strato di scorrimento, con la funzione di compensare e rendere compatibili gli eventuali scorrimenti differenziali tra strati contigui;

- 3) lo strato ripartitore, con funzione di trasmettere allo strato portante le sollecitazioni meccaniche impresse dai carichi esterni qualora gli strati costituenti la pavimentazione abbiano comportamenti meccanici sensibilmente differenziati;
- 4) lo strato di collegamento, con funzione di ancorare il rivestimento allo strato ripartitore (o portante);
- 5) lo strato di rivestimento con compiti estetici e di resistenza alle sollecitazioni meccaniche, chimiche, ecc.

A seconda delle condizioni di utilizzo e delle sollecitazioni previste i seguenti strati possono diventare fondamentali;

- 6) strato di impermeabilizzante con funzione di dare alla pavimentazione una prefissata impermeabilità ai liquidi dai vapori;
- 7) strato di isolamento termico con funzione di portare la pavimentazione ad un prefissato isolamento termico;
- 8) strato di isolamento acustico con la funzione di portare la pavimentazione ad un prefissato isolamento acustico;
- 9) strato di compensazione con funzione di compensare quote, le pendenze, gli errori di planarità ed eventualmente incorporare impianti (questo strato frequentemente ha anche funzione di strato di collegamento).

b) La pavimentazione su terreno avrà quali elementi o strati funzionali:

- 1) il terreno (suolo) con funzione di resistere alle sollecitazioni meccaniche trasmesse dalla pavimentazione;
- 2) strato impermeabilizzante (o drenante);
- 3) il ripartitore;
- 4) strato di compensazione e/o pendenza;
- 5) il rivestimento.

A seconda delle condizioni di utilizzo e delle sollecitazioni previste, altri strati complementari possono essere previsti.

Per la pavimentazione su strato portante sarà effettuata la realizzazione degli strati utilizzando i materiali indicati nel progetto; ove non sia specificato in dettaglio nel progetto od a suo complemento si rispetteranno le prescrizioni seguenti.

- 1) Per lo strato portante a seconda della soluzione costruttiva adottata si farà riferimento alle prescrizioni già date nel presente capitolato sulle strutture di calcestruzzo, strutture metalliche, sulle strutture miste acciaio e calcestruzzo, sulle strutture di legno, ecc.
- 2) Per lo strato di scorrimento, a seconda della soluzione costruttiva adottata, si farà riferimento alle prescrizioni già date per i prodotti quali la sabbia, membrane a base sintetica o bituminosa, fogli di carta o cartone, geotessili o pannelli di fibre, di vetro o roccia.
Durante la realizzazione si curerà la continuità dello strato, la corretta sovrapposizione o realizzazione dei giunti e l'esecuzione dei bordi, risvolti, ecc.
- 3) Per lo strato ripartitore, a seconda della soluzione costruttiva adottata, si farà riferimento alle prescrizioni già date per i prodotti quali calcestruzzi armati o non, malte cementizie, lastre prefabbricate di calcestruzzo armato o non, lastre o pannelli a base di legno.
Durante la realizzazione si curerà, oltre alla corretta esecuzione dello strato in quanto a continuità e spessore, la realizzazione di giunti e bordi e dei punti di interferenza con elementi verticali o con passaggi di elementi impiantistici in modo da evitare azioni meccaniche localizzate od incompatibilità chimico fisiche.
Sarà infine curato che la superficie finale abbia caratteristiche di planarità, rugosità, ecc. adeguate per lo strato successivo.
- 4) Per lo strato di collegamento, a seconda della soluzione costruttiva adottata, si farà riferimento alle prescrizioni già date per i prodotti quali malte, adesivi organici e/o con base cementizia e, nei casi particolari, alle prescrizioni del produttore per elementi di fissaggio, meccanici od altro tipo.
Durante la realizzazione si curerà la uniforme e corretta distribuzione del prodotto con riferimento agli spessori e/o quantità consigliate dal produttore in modo da evitare eccesso da rifiuto od insufficienza che può provocare scarsa resistenza od adesione. Si verificherà inoltre che la posa avvenga con gli strumenti e nelle condizioni ambientali (temperatura, umidità) e preparazione dei supporti suggeriti dal produttore (norma [UNI 10329](#)).
- 5) La realizzazione dei rivestimenti dovrà seguire le prescrizioni del progetto e/o della Direzione Lavori ad opera di posatori con conoscenze, abilità e competenze conformi alla norma [UNI 11714-2](#); a seconda della soluzione costruttiva adottata si farà riferimento alle prescrizioni già date nell'articolo sui prodotti per pavimentazioni.
Durante la fase di posa si curerà la corretta esecuzione degli eventuali motivi ornamentali, la posa degli

elementi di completamento e/o accessori, la corretta esecuzione dei giunti, delle zone di interferenza (bordi, elementi verticali, ecc.) nonché le caratteristiche di planarità o comunque delle conformazioni superficiali rispetto alle prescrizioni di progetto, nonché le condizioni ambientali di posa ed i tempi di maturazione.

- 6) Per lo strato di impermeabilizzazione, a seconda che abbia funzione di tenuta all'acqua, barriera o schermo al vapore, valgono le indicazioni fornite per questi strati all'articolo "*Esecuzione di Coperture Continue (Piane)*".
- 7) Per lo strato di isolamento termico valgono le indicazioni fornite per questo strato all'articolo "*Esecuzione di Coperture Continue (Piane)*".
- 8) Per lo strato di isolamento acustico, a seconda della soluzione costruttiva adottata, si farà riferimento per i prodotti alle prescrizioni già date nell'apposito articolo.
Durante la fase di posa in opera si curerà il rispetto delle indicazioni progettuali e comunque la continuità dello strato con la corretta realizzazione dei giunti/sovrapposizioni, la realizzazione accurata dei risvolti ai bordi e nei punti di interferenza con elementi verticali (nel caso di pavimento cosiddetto galleggiante i risvolti dovranno contenere tutti gli strati sovrastanti). Sarà verificato, nei casi dell'utilizzo di supporti di gomma, sughero, ecc., il corretto posizionamento di questi elementi ed i problemi di compatibilità meccanica, chimica, ecc., con lo strato sottostante e sovrastante.
- 9) Per lo strato di compensazione delle quote valgono le prescrizioni date per lo strato di collegamento (per gli strati sottili) e/o per lo strato ripartitore (per gli spessori maggiori di 20 mm).

Per le pavimentazioni su terreno, la realizzazione degli strati sarà effettuata utilizzando i materiali indicati nel progetto, ove non sia specificato in dettaglio nel progetto od a suo complemento si rispetteranno le prescrizioni seguenti.

- 1) Per lo strato costituito dal terreno si provvederà alle operazioni di asportazione dei vegetali e dello strato contenente le loro radici o comunque ricco di sostanze organiche. Sulla base delle sue caratteristiche di portanza, limite liquido, plasticità, massa volumica, ecc. si procederà alle operazioni di costipamento con opportuni mezzi meccanici, alla formazione di eventuale correzione e/o sostituzione (trattamento) dello strato superiore per conferirgli adeguate caratteristiche meccaniche, di comportamento all'acqua, ecc. In caso di dubbio o contestazione si farà riferimento alle norme CNR sulle costruzioni stradali.
- 2) Per lo strato impermeabilizzante o drenante (questo strato assolve quasi sempre anche funzione di strato di separazione e/o scorrimento.) si farà riferimento alle prescrizioni già fornite per i materiali quali sabbia, ghiaia, pietrisco, ecc., alle norme CNR sulle costruzioni stradali ed alle norme UNI e/o CNR per i tessuti nontessuti (geotessili). Per l'esecuzione dello strato si adotteranno opportuni dosaggi granulometrici di sabbia, ghiaia e pietrisco in modo da conferire allo strato resistenza meccanica, resistenza al gelo, limite di plasticità adeguati. Per gli strati realizzati con geotessili si curerà la continuità dello strato, la sua consistenza e la corretta esecuzione dei bordi e dei punti di incontro con opere di raccolta delle acque, strutture verticali, ecc.
In caso di dubbio o contestazione si farà riferimento alle norme CNR sulle costruzioni stradali.
- 3) Per lo strato ripartitore dei carichi si farà riferimento alle prescrizioni contenute sia per i materiali sia per la loro realizzazione con misti cementati, solette di calcestruzzo, conglomerati bituminosi, alle norme CNR sulle costruzioni stradali. In generale si curerà la corretta esecuzione degli spessori, la continuità degli strati, la realizzazione dei giunti dei bordi e dei punti particolari.
- 4) Per lo strato di compensazione e/o pendenza valgono le indicazioni fornite per lo strato ripartitore; è ammesso che esso sia eseguito anche successivamente allo strato ripartitore purché sia utilizzato materiale identico o comunque compatibile e siano evitati fenomeni di incompatibilità fisica o chimica o comunque scarsa aderenza dovuta ai tempi di presa, maturazione e/o alle condizioni climatiche al momento dell'esecuzione.
- 5) Per lo strato di rivestimento valgono le indicazioni fornite nell'articolo sui prodotti per pavimentazione (conglomerati bituminosi, massetti calcestruzzo, pietre, ecc.). Durante l'esecuzione si curerà, a seconda della soluzione costruttiva prescritta dal progetto, le indicazioni fornite dal progetto stesso e comunque si curerà in particolare, la continuità e regolarità dello strato (planarità, deformazioni locali, pendenze, ecc.), l'esecuzione dei bordi e dei punti particolari. Si curerà inoltre l'impiego di criteri e macchine secondo le istruzioni del produttore del materiale ed il rispetto delle condizioni climatiche e di sicurezza e dei tempi di presa e maturazione.

Tutti i prodotti e/o materiali di cui al presente articolo, qualora possano essere dotati di marcatura CE secondo la normativa tecnica vigente, dovranno essere muniti di tale marchio.

Art. 10.29

DEMOLIZIONI E RIMOZIONI

Le demolizioni di murature, calcestruzzi, ecc., sia parziali che complete, devono essere eseguite con ordine e con le necessarie precauzioni, in modo da non danneggiare le residue murature, da prevenire qualsiasi infortunio agli addetti al lavoro e da evitare incomodi, danni collaterali o disturbo.

Rimane pertanto vietato di gettare dall'alto i materiali in genere, che invece devono essere trasportati o guidati in basso, e di sollevare polvere, per cui tanto le murature quanto i materiali di risulta dovranno essere opportunamente bagnati.

Nelle demolizioni e rimozioni l'Appaltatore deve inoltre provvedere alle eventuali necessarie puntellature per sostenere le parti che devono restare e disporre in modo da non deteriorare i materiali risultanti, i quali devono ancora potersi impiegare nei limiti concordati con la Direzione dei Lavori, sotto pena di rivalsa di danni a favore della Stazione Appaltante.

Le demolizioni dovranno limitarsi alle parti ed alle dimensioni prescritte. Quando, anche per mancanza di puntellamenti o di altre precauzioni, venissero demolite altre parti od oltrepassati i limiti fissati, saranno pure a cura e spese dell'Appaltatore, senza alcun compenso, ricostruite e rimesse in ripristino le parti indebitamente demolite.

Tutti i materiali riutilizzabili, a giudizio insindacabile della Direzione dei Lavori, devono essere opportunamente puliti, custoditi, trasportati ed ordinati nei luoghi di deposito che verranno indicati dalla direzione stessa, usando cautele per non danneggiarli sia nella pulizia, sia nel trasporto, sia nei loro assestamenti e per evitarne la dispersione.

Detti materiali restano tutti di proprietà della Stazione Appaltante, la quale potrà ordinare all'Appaltatore di impiegarli in tutto od in parte nei lavori appaltati.

I materiali di scarto provenienti dalle demolizioni e rimozioni devono sempre dall'Appaltatore essere trasportati fuori del cantiere nei punti indicati od alle pubbliche discariche.

CAPITOLO 11

LAVORI VARI

Art. 11.1 LAVORI COMPENSATI A CORPO

Per i lavori compensati a corpo si prescrive:

[\\$MANUAL\\$](#)

Art. 11.2 LAVORI DIVERSI NON SPECIFICATI NEI PRECEDENTI ARTICOLI

Per tutti gli altri lavori previsti nei prezzi d'elenco, ma non specificati e descritti nei precedenti articoli, nel caso in cui si rendessero necessari, si seguiranno le seguenti prescrizioni:

[\\$MANUAL\\$](#)

Art. 11.3 LIMITAZIONE DELLE BARRIERE ARCHITETTONICHE

Oltre al rispetto dei limiti previsti dal d.P.R. 380/2001 e s.m.i., nei termini previsti nel progetto, comprovati da una specifica dichiarazione di conformità di un tecnico abilitato, ai sensi del d.P.R. 380/2001 e s.m.i., del D.M. LL.PP. 236/89 e del d.P.R. 503/96, le varie parti dell'opera, i singoli componenti e/o materiali, dovranno garantire l'accessibilità, l'adattabilità o la visibilità limitando la presenza di barriere architettoniche. In particolare dovranno essere evitati:

- ostacoli fisici che causino disagio alla mobilità di chiunque ed in particolare di coloro che, per qualsiasi motivo, hanno una capacità motoria ridotta o impedita in forma permanente o temporanea;
- ostacoli che limitano o impediscono a chiunque la comoda e sicura utilizzazione di parti, attrezzature o componenti;
- la mancanza di segnalazioni e accorgimenti che permettono l'orientamento e la riconoscibilità dei luoghi e delle fonti di pericolo per chiunque ed in particolare per i non vedenti, per gli ipovedenti e per i sordi.

La Direzione dei Lavori raccoglierà 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.

INDICE

LAVORI EDILI

1) Oggetto, ammontare e forma dell'appalto - Descrizione, forma, dimensioni e variazioni delle opere -----	<u>2</u>
Oggetto dell'appalto -----	<u>2</u>
Suddivisione in lotti -----	<u>2</u>
Forma dell'appalto -----	<u>2</u>
Quadro economico -----	<u>3</u>
Ammontare dell'appalto -----	<u>4</u>
Affidamento e contratto -----	<u>5</u>
Forma e principali dimensioni delle opere -----	<u>6</u>
Modifiche e varianti in corso di esecuzione -----	<u>6</u>
2) Disposizioni particolari riguardanti l'appalto -----	<u>9</u>
Osservanza del capitolato speciale d'appalto e di particolari disposizioni -----	<u>9</u>
Documenti che fanno parte del contratto e discordanze -----	<u>9</u>
Qualificazione e requisiti per gli esecutori di lavori -----	<u>10</u>
Avalimento -----	<u>12</u>
Attività del direttore dei lavori -----	<u>12</u>
Ufficio di direzione lavori -----	<u>14</u>
Accettazione dei materiali -----	<u>15</u>
Documenti contabili -----	<u>15</u>
Programma di esecuzione dei lavori - Cronoprogramma - Piano di qualità -----	<u>16</u>
Consegna dei lavori -----	<u>17</u>
Sospensioni e termine di ultimazione lavori -----	<u>18</u>
Esecuzione dei lavori nel caso di procedure di insolvenza -----	<u>20</u>
Risoluzione del contratto -----	<u>20</u>
Garanzia provvisoria -----	<u>21</u>
Garanzia definitiva -----	<u>22</u>
Coperture assicurative -----	<u>23</u>
Disciplina del subappalto -----	<u>23</u>
Penali e premi di accelerazione -----	<u>26</u>
Sicurezza dei lavori -----	<u>26</u>
Obblighi dell'Appaltatore relativi alla tracciabilità dei flussi finanziari -----	<u>28</u>
Anticipazione - Modalità e termini di pagamento del corrispettivo -----	<u>28</u>
Conto finale - Avviso ai creditori -----	<u>30</u>
Ultimazione lavori - collaudo tecnico-amministrativo -----	<u>30</u>
Certificato di collaudo -----	<u>32</u>
Certificato di regolare esecuzione -----	<u>34</u>
Collaudo statico -----	<u>34</u>
Prove di carico -----	<u>35</u>
Certificato di collaudo statico -----	<u>36</u>
Oneri ed obblighi diversi a carico dell'Appaltatore - Responsabilità dell'Appaltatore -----	<u>36</u>
Cartelli all'esterno del cantiere -----	<u>38</u>
Proprietà dei materiali di escavazione e di demolizione -----	<u>38</u>
Brevetti di invenzione -----	<u>38</u>
Gestione delle contestazioni e riserve -----	<u>38</u>

Disposizioni generali relative ai prezzi -----	41
Clausole di revisione dei prezzi-----	43
Osservanza Regolamento UE materiali -----	44
Ulteriori disposizioni -----	44
3) Norme per la misurazione e valutazione dei lavori -----	45
Norme generali -----	45
Scavi in genere -----	45
Rilevati e rinterrati -----	46
Rimozione, demolizioni -----	46
Riempimenti con misto granulare-----	46
Paratie di calcestruzzo armato -----	46
Murature in genere-----	47
Casseforme -----	47
Calcestruzzi -----	47
Conglomerato cementizio armato-----	47
Solai -----	48
Controsoffitti -----	48
Vespai -----	48
Massetti -----	48
Pavimenti -----	48
Ponteggi -----	48
Opere da pittore -----	49
Rivestimenti di pareti -----	49
Fornitura in opera dei marmi, pietre naturali od artificiali -----	49
Intonaci -----	49
Tinteggiature, coloriture e verniciature -----	50
Infissi -----	50
Lavori di metallo -----	50
Trattamento dei ferri di armatura -----	51
Opere da lattoniere -----	51
Impianti termico, idrico-sanitario, antincendio, gas, innaffiamento -----	51
Impianti elettrico e telefonico -----	53
Impianti ascensori e montacarichi -----	53
Opere di assistenza agli impianti-----	53
Manodopera -----	54
Noleggi -----	54
Trasporti -----	54
Materiali a piè d'opera -----	54
4) Qualità dei materiali e dei componenti -----	56
Norme Generali - Qualità, Impiego e Accettazione dei Materiali -----	56
Acqua, Calci, Cementi ed Agglomerati cementizi -----	56
Materiali inerti per Conglomerati cementizi e per Malte -----	57
Elementi di Laterizio e Calcestruzzo -----	58
Valutazione preliminare calcestruzzo-----	58
Pavimentazione in linoleum-----	59
Scavi e rilevati in genere -----	59
Gestione dei cantieri di piccole dimensioni -----	60
Scavi di sbancamento-----	61
Scavi di fondazione-----	61
Paratie o casseri in legname per fondazioni -----	62

Materiali e Prodotti per Uso Strutturale-----	63
Valutazione preliminare calcestruzzo-----	63
Calcestruzzo per usi strutturali, armato e non, normale e precompresso-----	64
Acciaio-----	65
Acciaio per usi strutturali-----	67
Prodotti di Pietre Naturali o Ricostruite-----	69
Prodotti per Pavimentazione-----	70
Prodotti per Impermeabilizzazione e per Coperture Piane-----	75
Prodotti di Vetro (Lastre, Profilati ad U e Vetri Pressati)-----	77
Prodotti Diversi (Sigillanti, Adesivi, Geotessili)-----	78
Infissi-----	79
Porte scorrevoli-----	81
Infissi esterni ed interni per i disabili-----	83
Prodotti per Rivestimenti Interni ed Esterni-----	84
Prodotti per Pareti Esterne e Partizioni Interne-----	86
Opere in cartongesso-----	87
Opere in HPL-----	89
Opere in calcestruzzo aerato o cellulare-----	90
Prodotti per protezione, impermeabilizzazione e consolidamento-----	91
5) Impiantistica-----	99
Impianti - Generalita'-----	99
Componenti dell'Impianto di Adduzione dell'Acqua-----	99
Apparecchi Sanitari-----	99
Rubinetti Sanitari-----	100
Scarichi di apparecchi sanitari e sifoni (manuali, automatici)-----	101
Tubi di Raccordo Rigidi e Flessibili (per il collegamento tra i tubi di adduzione e la rubinetteria sanitaria)-----	101
Rubinetti a Passo Rapido e Flussometri (per orinatoi, vasi e vuotatoi)-----	101
Cassette per l'acqua (per vasi, orinatoi e vuotatoi)-----	102
Tubazioni e Raccordi-----	102
Valvolame, Valvole di non Ritorno, Pompe-----	102
Apparecchi per produzione di acqua calda-----	102
Accumuli dell'acqua e sistemi di elevazione della pressione d'acqua-----	103
Esecuzione dell'Impianto di Adduzione dell'Acqua-----	103
Impianto di Scarico Acque Usate-----	105
Servizi igienici per i disabili-----	108
Generalita e normativa-----	109
Ambiente bagno-----	110
Lavabo-----	111
Vaso e bidet-----	112
Doccia-----	113
Vasca da bagno-----	114
Rubinetteria-----	115
Impianto di Scarico Acque Meteoriche-----	115
Impianti di Adduzione Gas-----	116
Impianti Antieffrazione ed Antintrusione-----	116
Disposizioni Generali-----	117
Caratteristiche Tecniche degli Impianti-----	117
Impianto elettrico-----	121
Caratteristiche e qualità dei materiali-----	122

Indicazioni generali -----	122
Caratteristiche tecniche di impianti e componenti -----	122
Accettazione dei materiali -----	123
Cavi-----	123
Comandi e prese a spina-----	127
Quadri Elettrici-----	128
Interruttori magnetotermici e differenziali -----	129
Prove dei Materiali -----	129
Esecuzione dei lavori-----	131
Requisiti di rispondenza a norme, leggi e regolamenti-----	131
Prescrizioni riguardanti i circuiti elettrici-----	131
Direzione dei lavori -----	132
Posa in opera delle canalizzazioni -----	132
Posa in opera dei cavi elettrici -----	134
Prescrizioni particolari per locali da bagno -----	136
Sistemi di protezione dell'impianto elettrico -----	137
Protezione dalle scariche atmosferiche-----	139
Protezione contro i radiodisturbi -----	139
Stabilizzazione della Tensione-----	140
Maggiorazioni Dimensionali rispetto ai valori minori consentiti dalle Norme CEI e di Legge -----	140

Coordinamento con le opere di specializzazione edile -----	140
Materiali di rispetto -----	140
Verifiche e Prove in C.O. degli Impianti-----	141
Infrastrutturazione digitale degli edifici-----	141
Requisiti-----	141
Componenti -----	142
CSOE -----	142
QDSA-----	143
STOA -----	143
Cablaggio ottico -----	143
Impianto di Riscaldamento -----	144
Generalita' -----	144
Sistemi di Riscaldamento-----	144
Componenti degli Impianti di Riscaldamento -----	145
Generatori di Calore-----	145
Bruciatori -----	146
Circolazione del Fluido Termovettore -----	147
Distribuzione del Fluido Termovettore -----	147
Sistema di distribuzione del Fluido Termovettore acqua -----	148
Premessa -----	148
Sistema di distribuzione mediante circuito bitubo a ritorno diretto -----	149
Sistema di distribuzione mediante collettori complanari -----	149
Sistema di distribuzione mediante circuito bitubo a ritorno inverso -----	150
Sistema di emissione del Fluido Termovettore acqua -----	150
Premessa -----	151
Radiatori-----	151
Pannelli radianti -----	152
Fan-coil -----	153
Termoconvettori-----	154
Apparecchi Utilizzatori -----	154
Espansione dell'Acqua dell'Impianto -----	156

Regolazione Automatica -----	156
Alimentazione e Scarico dell'Impianto -----	157
Quadro e Collegamenti Elettrici -----	157
La Direzione dei Lavori -----	157
Impianto di Climatizzazione -----	158
Generalita' -----	158
Sistemi di Climatizzazione -----	158
Componenti degli Impianti di Climatizzazione -----	159
Macchine frigorifere e pompe di calore -----	159
Premessa -----	159
Prestazione energetica -----	159
Principio di funzionamento e caratteristiche delle macchine frigorifere/pompe di calore a compressione di vapore -----	160
Macchina frigorifera/pompa di calore aria-aria -----	162
Macchina frigorifera acqua-aria, pompa di calore aria-acqua -----	163
Macchina frigorifera/pompa di calore acqua-acqua -----	164
Macchina frigorifera/pompa di calore geotermica -----	165
Gruppi frigoriferi a recupero (parziale o totale) -----	166
Sistemi polivalenti -----	167
Confronto tra macchine frigorifere/pompe di calore elettriche e a gas -----	168
Principio di funzionamento e caratteristiche delle macchine frigorifere/pompe di calore ad assorbimento -----	168
Tipologie di miscela -----	169
Circolazione dei Fluidi -----	169
Distribuzione dei Fluidi Termovettori -----	170
Apparecchi per la Climatizzazione -----	171
Espansione dell'Acqua nell'Impianto -----	171
Regolazioni Automatiche -----	172
Alimentazione e Scarico dell'Impianto -----	172
La Direzione dei Lavori -----	172
Impianto Antincendio - Opere per la Prevenzione Incendi -----	172
Generalita' -----	172
Porte Tagliafuoco -----	173
Sistemi Rivelazione Incendi -----	175
Segnalatori di Allarme -----	177
Mezzi Antincendi -----	177
Ventilazione e Condotti di Estrazione -----	178
Cartellonistica di Sicurezza Attrezzature Antincendio -----	178
Impianto di Ventilazione Meccanica Controllata -----	179
Premessa -----	179
Normativa -----	179
Principio di funzionamento - Installazione - Tipologie -----	180
Impianto di Videosorveglianza -----	182
Telecamere per videosorveglianza -----	183
Sistema di gestione e trasporto dei flussi video -----	184
Informativa per area videosorvegliata -----	186
Prescrizioni per le riprese e conservazione dati -----	186
Siti di videosorveglianza -----	187
Impianti di protezione contro le scariche atmosferiche - LPS -----	187
Premessa -----	187
Normativa -----	187
Caratteristiche dell'impianto LPS -----	188

Dispositivi di captazione dei fulmini -----	189
Impianto di messa a terra -----	191
Tipologie di impianti di captazione -----	193
Verifica e conformità dell'impianto-----	194
6) Carreggiata-----	196
Premessa -----	196
Preparazione del sottofondo-----	197
Costipamento del terreno in sito-----	198
Modificazione dell'umidità in sito -----	198
Fondazioni-----	198
Operazioni preliminari -----	199
Fondazioni stradali in conglomerato cementizio-----	199
Cilindratura delle massicciate -----	201
Massicciata in misto granulometrico a stabilizzazione meccanica -----	203
Attrezzatura di cantiere -----	203
Eventuali delimitazioni e protezione dei margini dei trattamenti bituminosi-----	204
Trattamenti superficiali di ancoraggio -----	204
Trattam. Superf. ancorati con emulsioni bitumin. (Prima mano a freddo - Seconda a caldo)-----	205
Trattamento superficiale con bitume a caldo-----	206
Trattamenti superficiali a semipenetrazione con catrame -----	206
Trattamenti superficiali a Freddo per applicazione su nuove massicciate-----	207
Strati di collegamento (binder) e di usura -----	208
Compattazione dei conglomerati bituminosi -----	211
Scarificazione di pavimentazioni esistenti -----	213
Fresatura di strati in conglomerato bituminoso con idonee attrezzature-----	213
Manti con pietrischetto bitumato a Freddo miscelato a detrito di roccia asphaltica -----	213
Trattamento di semipenetrazione con due mani di bitume a caldo-----	214
Trattamento a penetrazione con bitume a caldo-----	214
Manti eseguiti mediante conglomerati bituminosi semiaperti-----	215
Manti sottili eseguiti mediante conglomerati bituminosi chiusi -----	218
Lavori in ferro-----	220
7) Barriere stradali ed opere accessorie-----	220
Premessa - Operazioni preliminari di sicurezza-----	220
Barriere tipo NewJersey in cls-----	221
Barriere di sicurezza in acciaio ondulato -----	222
Specifiche tecniche-----	224
Delimitazioni tipo NewJersey in PE-----	225
Coni e delineatori-----	225
8) Segnaletica stradale-----	226
Segnaletica orizzontale - generalità-----	227
Caratteristiche dei materiali-----	227
Prestazioni-----	227
Esecuzione-----	229
Controlli-----	230
Segnaletica verticale - generalità-----	230
Caratteristiche dei materiali-----	231
Prestazioni-----	232

Esecuzione-----	233
Controlli-----	234
9) Criteri Ambientali Minimi (CAM) D.M. 23 giugno 2022 - Criteri ambientali minimi per l'affidamento del servizio di progettazione ed esecuzione di interventi edilizi -----	234
Premessa-----	235
Criteri per l'affidamento del servizio di progettazione di interventi edilizi-----	236
2.2 Clausole contrattuali-----	236
2.3 Specifiche tecniche progettuali di livello territoriale-urbanistico-----	237
2.4 Specifiche tecniche progettuali per gli edifici-----	239
2.5 Specifiche tecniche per i prodotti da costruzione-----	242
2.6 Specifiche tecniche progettuali relative al cantiere-----	246
Criteri per l'affidamento dei lavori per interventi edilizi-----	248
3.1 Clausole contrattuali per le gare di lavori per interventi edilizi-----	248
Criteri per l'affidamento congiunto di progettazione e lavori per interventi edilizi-----	250
4.1 SPECIFICHE TECNICHE PROGETTUALI-----	250
2.3 Specifiche tecniche progettuali di livello territoriale-urbanistico-----	250
2.4 Specifiche tecniche progettuali per gli edifici-----	252
2.5 Specifiche tecniche per i prodotti da costruzione-----	255
2.6 Specifiche tecniche progettuali relative al cantiere-----	260
4.2 CLAUSOLE CONTRATTUALI-----	261
3.1 Clausole contrattuali per le gare di lavori per interventi edilizi-----	261
10) Modo di esecuzione di ogni categoria di lavoro -----	264
Occupazione, apertura e sfruttamento delle cave-----	264
Scavi in Genere-----	264
Gestione dei cantieri di piccole dimensioni-----	265
Scavi di Sbanramento-----	265
Scavi di Fondazione o in Trincea-----	266
Rilevati e Rinterri-----	266
Demolizioni edili e Rimozioni-----	267
Premessa progettuale-----	268
Demolizione manuale e meccanica-----	268
Demolizione selettiva-----	269
Rimozione di elementi-----	270
Prescrizioni particolari per la demolizione-----	270
Opere e Strutture di Muratura-----	271
Generalita'-----	271
Malte per Murature-----	271
Murature in Genere: Criteri Generali per l'Esecuzione-----	272
Muratura Portante: Tipologie e Caratteristiche Tecniche-----	273
Muratura Portante: Elementi Resistenti in Muratura-----	275
Murature Portanti: Organizzazione Strutturale-----	276
Costruzioni di Altri Materiali-----	277
Opere e Strutture di Calcestruzzo-----	277
Generalita'-----	277
Norme per il cemento armato normale-----	278
Norme ulteriori per il cemento armato precompresso-----	279
Responsabilità per le opere in calcestruzzo armato e calcestruzzo armato precompresso-----	280
Calcestruzzo di aggregati leggeri-----	280
Strutture Prefabbr. di Calcestruzzo Armato e Precompresso-----	280

Generalita' -----	280
Prodotti prefabbricati non soggetti a Marcatura CE-----	281
Responsabilità e Competenze -----	281
Posa in Opera -----	281
Appoggi -----	281
Realizzazione delle Unioni-----	282
Tolleranze-----	282
Montaggio -----	282
Controllo e Accettazione-----	282
Componenti Prefabbricati in C.A. e C.A.P. -----	283
Generalita' -----	283
Documenti di Accompagnamento-----	283
Fondazioni-----	284
Generalità-----	284
Fondazioni in calcestruzzo armato-----	284
Fondazioni superficiali continue - travi rovesce -----	285
Posa in opera e criteri di esecuzione -----	286
Solai -----	286
Generalita' -----	286
Solai in calcestruzzo armato -----	286
Solai alleggeriti -----	287
Solai prefabbricati in c.a.p. -----	290
Strutture in Acciaio-----	291
Generalita' -----	291
Acciaio per Calcestruzzo Armato -----	293
Acciaio per Cemento Armato Precompresso -----	294
Acciaio per Strutture Metalliche e per Strutture Composte -----	295
Esecuzione di coperture continue (piane)-----	298
Sistemi di Rivestimenti Interni ed Esterni -----	300
Sistemi Realizzati con Prodotti Rigidi -----	300
Sistemi Realizzati con Prodotti Flessibili -----	301
Sistemi Realizzati con Prodotti Fluidi -----	301
Norme Esecutive per il Direttore dei Lavori -----	302
Facciate continue-----	302
Generalita' -----	302
Tipologie e condizioni-----	303
Elementi costitutivi -----	303
Requisiti prestazionali-----	304
Requisiti di progetto -----	305
Posa in opera -----	306
Opere di impermeabilizzazione-----	306
Posa di infissi -----	308
Fissaggio del serramento-----	309
Realizzazione dei giunti-----	310
Materiali utili alla posa-----	311
Opere di vetrazione -----	312
Strutture in Vetro-----	313
Opere da Carpentiere-----	317
Opere da Lattoniere -----	318
Opere di Tinteggiatura, Verniciatura e Coloritura-----	318
Opere da Stuccatore-----	321

Opere di Rivestimenti Plastici Continui-----	322
Esecuzione delle Pareti Esterne e Partizioni Interne-----	322
Esecuzione di intonaci-----	323
Premessa-----	323
I componenti dell'intonaco-----	324
Classificazione e tipologie di intonaco-----	324
Modalità di esecuzione-----	325
Controllo del risultato finale-----	328
Esecuzioni delle Pavimentazioni-----	328
Demolizioni e Rimozioni-----	331
11) Lavori vari-----	332
Lavori compensati a corpo-----	332
Lavori diversi non specificati nei precedenti articoli-----	332
Limitazione delle Barriere Architettoniche-----	332