REGIONE PIEMONTE **PROVINCIA DI TORINO**

COMUNE DI BRICHERASIO

INTERVENTI DI RIPRISTINO SOTTOSCARPA STRADA COMUNALE DENOMINATA VIA CUCCIA

NORME TECNICHE PER L'ESECUZIONE DEI LAVORI

Bricherasio 23/06/2023

Ing Maurizio Priotto

Il presente documento è sottoscritto con firma digitale ai sensi dell'art.21 del d.lgs 82/2005

Codice elaborato : N798S0E01RL004R00

NORME TECNICHE PER L'ESECUZIONE DEI LAVORI

Art. 1 Osservanza di leggi e norme tecniche

L'esecuzione dei lavori in appalto nel suo complesso è regolata dal presente capitolato specialed'appalto e, per quanto non in contrasto con esso o in esso non previsto e/o specificato, valgonole norme, le disposizioni e i regolamenti appresso richiamati:

testo unico edilizia

D.P.R. 6 giugno 2001, n. 380 – *Testo unico delle disposizioni legislative e regolamentari inmateria di edilizia*.

norme tecniche strutturali

Legge 5 novembre 1971, n. 1086 – *Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cemen-tizio armato, normale e precompresso e a struttura metallica*.
D.M. 17 gennaio 2018 – *Aggiornamento delle "Norme tecniche per le costruzioni"*.
C.M. 21 gennaio 2019, n. 7 – *Istruzioni per l'applicazione dell'"Aggiornamento delle Normetecniche per le costruzioni" di cui al Decreto Ministeriale 17 gennaio 2018*.

prodotti da Costruzione

Regolamento sui prodotti da costruzione (UE) (CPR, *Construction Product Regulation*) n. 305/2011 del Parlamento Europeo e del Consiglio del 9 marzo 2011.
D.Lgs. 16 giugno 2017, n. 106 – *Adeguamento della normativa nazionale alle disposizioni delregolamento (UE) n. 305/2011, che fissa condizioni armonizzate per la commercializzazione dei prodotti da costruzione e che abroga la Direttiva 89/106/CEE*.
D.M. 11 ottobre 2017 – *Criteri ambientali minimi per l'affidamento di servizi di progettazionee lavori per la nuova costruzione, ristrutturazione e manutenzione di edifici pubblici*.

rifiuti e ambiente

D.M. 8 maggio 2003, n. 203 – *Norme affinché gli uffici pubblici e le società a prevalente ca-pitale pubblico coprano il fabbisogno annuale di manufatti e beni con una quota di prodottiottenuti da materiale riciclato nella misura non inferiore al 30% del fabbisogno medesimo*. D.Lgs. 3 aprile 2006, n. 152 – *Norme in materia ambientale*.
Legge 28 gennaio 2009, n. 2 – *Conversione in legge, con modificazioni, del Decreto Legge 29novembre 2008, n. 185, recante misure urgenti per il sostegno a famiglie, lavoro, occupazionee impresa e per ridisegnare in funzione anti-crisi il quadro strategico nazionale*.

acque

D.Lgs. 11 maggio 1999, n. 152 – *Disposizioni sulla tutela delle acque dall'inquinamento e recepimento della Direttiva 91/271/CEE concernente il trattamento delle acque reflue urbane e della Direttiva 91/676/CEE relativa alla protezione delle acque dall'inquinamento provocatodai nitrati provenienti da fonti agricole*.

beni Culturali e del paesaggio

D.Lgs. 22 gennaio 2004, n. 42 – *Codice dei beni culturali e del paesaggio, ai sensi dell'art. 10della Legge 6 luglio 2002, n. 137*.

nuovo Codice della strada

D.Lgs. 30 aprile 1992, n. 285 – *Nuovo codice della strada*.

Contratti pubblici

D.Lgs. 18 aprile 2016, n. 50 – *Codice dei contratti pubblici*.
D.P.R. 5 ottobre 2010, n. 207 – *Regolamento di esecuzione ed attuazione del Decreto Legislativo 12 aprile 2006, n. 163, recante "Codice dei contratti pubblici relativi a lavori, servizi e forniture in attuazione delle Direttive 2004/17/CE e 2004/18/CE"*.
D.M. 19 aprile 2000, n. 145 – *Regolamento recante il capitolato generale d'appalto dei lavoripubblici, ai sensi dell'articolo 3, comma 5, della Legge 11 febbraio 1994, n. 109, e successivemodificazioni*.
D.M. 7 marzo 2018, n. 49 – *Regolamento recante: "Approvazione delle linee guida sulle modalità di svolgimento delle funzioni del direttore dei lavori e del direttore dell'esecuzione"*. Legge 11 settembre 2020, n. 120 – *Conversione in legge, con modificazioni, del Decreto Legge16 luglio 2020, n. 76, recante "Misure urgenti per la semplificazione e l'innovazione digitali"*(si evidenziano gli artt. 5 e 8).

sicurezza nei luoghi di lavoro

D.Lgs. 9 aprile 2008, n. 81 – *Attuazione dell'articolo 1 della Legge 3 agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro*.

Art. 2. Rilievi, tracciati e capisaldi di livellazione

Esecuzione di rilievi

L'esecuzione dei lavori deve essere preceduta dal rilievo planimetrico dello stato di fatto da parte e a spese dell'esecutore, e in contraddittorio con la direzione dei lavori.
Il rilievo è necessario per la quantificazione delle opere di scavo a sezione obbligata o di sbancamento e di movimento terra in generale.

Esecuzione dei tracciati delle opere di fondazione

L'esecuzione delle opere di fondazione deve essere preceduta dal tracciamento sul terreno dellestrutture portanti alla quota indicata dal progetto esecutivo.

Art. 3. Oneri a carico dell'appaltatore. Impianto del cantiere e ordine dei lavori

Impianto del cantiere

L'appaltatore dovrà provvedere all'impianto del cantiere non oltre il termine di 2 giorni dalla data del verbale di consegna dei lavori.

Vigilanza del cantiere

Sono a carico dell'appaltatore gli oneri per la vigilanza e guardia sia diurna che notturna del cantiere, nel rispetto dei provvedimenti antimafia, e la custodia di tutti i materiali, impianti e mezzi d'opera esistenti nello stesso (siano essi di pertinenza dell'appaltatore, del committente,o di altre ditte), nonché delle opere eseguite o in corso di esecuzione.
Ai sensi dell'art. 22 della Legge 13 settembre 1982 n. 646, la custodia dei cantieri installati perla realizzazione di opere pubbliche deve essere affidata a persone provviste della qualifica di guardia particolare giurata.
In caso di inosservanza, si incorrerà nelle sanzioni previste dal comma 2 del citato art. 22 dellaLegge n. 646/1982.
Tale vigilanza si intende estesa anche al periodo intercorrente tra l'ultimazione e il collaudo tecnico-amministrativo dei lavori o emissione del certificato di regolare esecuzione, salvo l'anticipata consegna delle opere alla stazione appaltante e per le sole opere consegnate.
Sono, altresì, a carico dell'appaltatore gli oneri per la vigilanza e guardia del cantiere nei periodi di sospensione dei lavori, purché non eccedenti un quarto della durata complessiva previstaper l'esecuzione dei lavori stessi, e comunque quando non superino sei mesi complessivi.

Fermo restando l'obbligo della vigilanza nei periodi eccedenti i termini fissati in precedenza, ne verranno riconosciuti i maggiori oneri, sempre che l'appaltatore non richieda e ottenga di essere sciolto dal contratto.

Locale ad uso spogliatoio ed ufficio

Sono a carico dell'appaltatore gli oneri per la fornitura di un box prefabbricato ad uso spogliatoio ed ufficio idoneamente rifiniti e forniti dei servizi necessari alla permanenza e al lavoro diufficio della direzione dei lavori.
Il box sara' posizionato nel cantiere o in luogo prossimo, stabilito o accettato dalla direzionedei lavori, la quale disporrà anche il numero degli stessi e le attrezzature di dotazione.

Ordine dell'esecuzione dei lavori

In linea generale, l'appaltatore avrà facoltà di sviluppare i lavori nel modo a lui più conveniente per darli perfettamente compiuti nel termine contrattuale purché, a giudizio della direzione dei lavori, ciò non riesca pregiudizievole alla buona riuscita delle opere e agli interessi della stazione appaltante.
Questa, a ogni modo, si riserva il diritto di stabilire la precedenza o il differimento di un determinato tipo di lavoro, o l'esecuzione entro un congruo termine perentorio, senza che l'appaltatore possa rifiutarsi o richiedere particolari compensi. In questo caso, la disposizione dell'amministrazione costituirà variante al programma dei lavori.

Cartelli indicatori

Sono a carico dell'appaltatore gli oneri per la fornitura di cartelli indicatori e la relativa installazione, nel sito o nei siti indicati dalla direzione dei lavori, entro cinque giorni dalla data di consegna dei lavori. I cartelloni, delle dimensioni minime di 1 m × 2 m, recheranno impressea colori indelebili le diciture riportate, con le eventuali modifiche e integrazioni necessarie peradattarle ai casi specifici.
Nello spazio per l'aggiornamento dei dati, devono essere indicate le sospensioni e le interruzioni intervenute nei lavori, le relative motivazioni, le previsioni di ripresa e i nuovi tempi.
Tanto i cartelli quanto le armature di sostegno devono essere eseguiti con materiali di adeguataresistenza meccanica, resistenti agli agenti atmosferici, di decoroso aspetto, e mantenuti in ottimo stato fino al collaudo tecnico-amministrativo dei lavori.

Oneri per le pratiche amministrative

Sono a carico dell'appaltatore gli oneri per le pratiche presso amministrazioni ed enti per permessi, licenze, concessioni, autorizzazioni per opere di presidio, occupazioni temporanee di suoli pubblici o privati, apertura di cave di prestito, uso di discariche, interruzioni provvisorie di pubblici servizi, attraversamenti, cautelamenti, trasporti speciali, nonché le spese a esse re- lative per tasse, diritti, indennità, canoni, cauzioni, ecc.
In difetto rimane a esclusivo carico dell'appaltatore ogni eventuale multa o contravvenzione, nonché il risarcimento degli eventuali danni.

Rapporto tra le norme emanate dai vari istituti di normazione

Di seguito si riporta il rapporto tra le norme emanate dai vari istituti di normazione:

UNI	Norme nazionali elaborate direttamente dagli organi tecnici dell'UNI o dai suoi enti federati
EN	Norma europea elaborata dal CEN
UNI EN	Versione italiana (o in alcuni casi in lingua originale inglese) delle norme europee EN che vengono elaborate dal Comitato Europeo di Normazione (CEN). Le norme EN devono essere obbligatoriamente recepite nei Paesi comunitari, in quanto accettate come tali da una maggioranza qualificata di membri votanti, e non consentono la presenza a livello nazionale di norme che non siano in armonia con il loro contenuto
ISO	Norma internazionale elaborata dall'ISO
UNI ISO	Versione italiana delle norme internazionali ISO che vengono elaborate dall'Organizzazione Internazionaledi Normazione

EN ISO	Norma pubblicata dal CEN e identica a una norma ISO
UNI EN ISO	Versione italiana (o in alcuni casi in lingua originale inglese) delle norme europee EN che recepiscono,senza varianti, il testo delle omonime norme internazionali ISO

Osservanza di leggi e norme tecniche

L'esecuzione dei lavori in appalto nel suo complesso è regolata dal presente capitolato specialed'appalto e, per quanto non in contrasto con esso o in esso non previsto e/o specificato, valgonole norme, le disposizioni e i regolamenti appresso richiamati:

testo unico edilizia

D.P.R. 6 giugno 2001, n. 380 – *Testo unico delle disposizioni legislative e regolamentari inmateria di edilizia*.

norme tecniche strutturali

Legge 5 novembre 1971, n. 1086 – *Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso e a struttura metallica*.
D.M. 17 gennaio 2018 – *Aggiornamento delle "Norme tecniche per le costruzioni"*.
C.M. 21 gennaio 2019, n. 7 – *Istruzioni per l'applicazione dell'"Aggiornamento delle Normetecniche per le costruzioni" di cui al Decreto Ministeriale 17 gennaio 2018*.

prodotti da Costruzione

Regolamento sui prodotti da costruzione (UE) (CPR, *Construction Product Regulation*) n. 305/2011 del Parlamento Europeo e del Consiglio del 9 marzo 2011.
D.Lgs. 16 giugno 2017, n. 106 – *Adeguamento della normativa nazionale alle disposizioni delregolamento (UE) n. 305/2011, che fissa condizioni armonizzate per la commercializzazione dei prodotti da costruzione e che abroga la Direttiva 89/106/CEE*.
D.M. 11 ottobre 2017 – *Criteri ambientali minimi per l'affidamento di servizi di progettazionee lavori per la nuova costruzione, ristrutturazione e manutenzione di edifici pubblici*.

impianti all'interno degli edifici

Legge 5 marzo 1990, n. 46 – *Norme per la sicurezza degli impianti*.
D.M. 22 gennaio 2008, n. 37 – *Regolamento concernente l'attuazione dell'articolo 11*-quaterdecies*, comma 13, lettera a) della Legge n. 248 del 2 dicembre 2005, recante riordino delle disposizioni in materia di attività di installazione degli impianti all'interno degli edifici*.

rifiuti e ambiente

D.M. 8 maggio 2003, n. 203 – *Norme affinché gli uffici pubblici e le società a prevalente ca-pitale pubblico coprano il fabbisogno annuale di manufatti e beni con una quota di prodottiottenuti da materiale riciclato nella misura non inferiore al 30% del fabbisogno medesimo*. D.Lgs. 3 aprile 2006, n. 152 – *Norme in materia ambientale*.
Legge 28 gennaio 2009, n. 2 – *Conversione in legge, con modificazioni, del Decreto Legge 29novembre 2008, n. 185, recante misure urgenti per il sostegno a famiglie, lavoro, occupazionee impresa e per ridisegnare in funzione anti-crisi il quadro strategico nazionale*.

acque

D.Lgs. 11 maggio 1999, n. 152 – *Disposizioni sulla tutela delle acque dall'inquinamento e recepimento della Direttiva 91/271/CEE concernente il trattamento delle acque reflue urbanee della Direttiva 91/676/CEE relativa alla protezione delle acque dall'inquinamento provocatodai nitrati provenienti da fonti agricole*.

beni Culturali e del paesaggio

D.Lgs. 22 gennaio 2004, n. 42 – *Codice dei beni culturali e del paesaggio, ai sensi dell'art. 10della Legge 6 luglio 2002, n. 137*.

nuovo Codice della strada

D.Lgs. 30 aprile 1992, n. 285 – *Nuovo codice della strada*.

Contratti pubblici

D.Lgs. 18 aprile 2016, n. 50 – *Codice dei contratti pubblici*.
D.P.R. 5 ottobre 2010, n. 207 – *Regolamento di esecuzione ed attuazione del Decreto Legislativo 12 aprile 2006, n. 163, recante "Codice dei contratti pubblici relativi a lavori, servizi e forniture in attuazione delle Direttive 2004/17/CE e 2004/18/CE"*.
D.M. 19 aprile 2000, n. 145 – *Regolamento recante il capitolato generale d'appalto dei lavoripubblici, ai sensi dell'articolo 3, comma 5, della Legge 11 febbraio 1994, n. 109, e successivemodificazioni*.
D.M. 7 marzo 2018, n. 49 – *Regolamento recante: "Approvazione delle linee guida sulle modalità di svolgimento delle funzioni del direttore dei lavori e del direttore dell'esecuzione"*. Legge 11 settembre 2020, n. 120 – *Conversione in legge, con modificazioni, del Decreto Legge16 luglio 2020, n. 76, recante "Misure urgenti per la semplificazione e l'innovazione digitali"*(si evidenziano gli artt. 5 e 8).

sicurezza nei luoghi di lavoro

D.Lgs. 9 aprile 2008, n. 81 – *Attuazione dell'articolo 1 della Legge 3 agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro*.

Art. 4. Integrazione del piano di manutenzione dell'opera

Il direttore dei lavori deve raccogliere in un fascicolo i documenti progettuali esecutivi, la dichiarazione di prestazione e le eventuali schede dei e materiali da prodotti da costruzione im-piegati, nonché le istruzioni per la manutenzione ai fini dell'integrazione o dell'aggiornamentodel piano di manutenzione dell'opera.
L'esecutore è obbligato a trasmettere al direttore dei lavori le istruzioni e/o le schede tecniche di manutenzione e di uso rilasciate dal produttore dei materiali o degli impianti tecnologici installati.

SCAVI DI FONDAZIONE

Art. 5. Scavi e sbancamenti

Generalità

Nell'esecuzione degli scavi di sbancamento generale e/o per quelli a sezione obbligata e per laformazione dei rinterri e dei rilevati si farà riferimento esclusivamente ai disegni di progetto esecutivo e alle ulteriori prescrizioni della direzione dei lavori.

Ricognizione

L'appaltatore, prima di eseguire gli scavi o gli sbancamenti previsti deve verificare la presenzadi eventuali scavi precedenti, tubazioni di acqua, gas e fognature, cavi elettrici e telefonici, cavità sotterranee, ecc., eventualmente non indicati (o indicati erroneamente) negli elaborati progettuali esecutivi, in modo da potere impiegare i mezzi idonei per l'esecuzione dei lavoriin appalto.

Smacchiamento dell'area

Sono a carico dell'appaltatore gli oneri per lo smacchiamento generale della zona interessata dai lavori, ivi incluso il taglio di alberi, di siepi e l'estirpazione di eventuali ceppaie.
La terra vegetale eventualmente asportata, per la profondità indicata in progetto o preventiva- mente concordata con la direzione dei lavori, non dovrà essere mescolata con il terreno sotto- stante. La terra vegetale deve essere accumulata in cantiere nelle aree indicate dalla direzione dei lavori.

Reimpiego dello strato superficiale di terreno naturale asportato

Prima dello scavo, deve essere asportato lo strato superficiale di terreno naturale (ricco di hu- mus) per una profondità di almeno cm 60 e accantonato in cantiere per essere riutilizzato in eventuali opere a verde (se non previste, il terreno naturale dovrà essere trasportato al più vici-no cantiere nel quale siano previste tali opere).

Splateamento e sbancamento

Nei lavori di splateamento o di sbancamento eseguiti senza l'impiego di escavatori meccanici,le pareti delle fronti di attacco devono avere una inclinazione o un tracciato tali, in relazione alla natura del terreno, da impedire franamenti.
Quando la parete del fronte di attacco supera l'altezza di 150 cm, è vietato il sistema di scavo manuale per scalzamento alla base e conseguente franamento della parete.
Quando per la particolare natura del terreno o per causa di piogge, di infiltrazione, di gelo o disgelo, o per altri motivi, siano da temere frane o scoscendimenti, si deve predisporre la necessaria armatura o provvedere al consolidamento del terreno.

Scavi a sezione obbligata

Gli scavi a sezione obbligata devono essere effettuati fino alle profondità indicate nel progettoesecutivo, con le tolleranze ammesse.
Gli scavi a sezione obbligata eventualmente eseguiti oltre la profondità prescritta devono essereriportati al giusto livello con calcestruzzo magro o sabbione secondo le indicazioni del progettoesecutivo.

Eventuali tubazioni esistenti non funzionanti dovranno essere rimosse dall'area di scavo di fondazione.
Armature e precauzioni devono essere adottate nelle sottomurazioni, e quando in vicinanza deirelativi scavi vi siano fabbriche o manufatti le cui fondazioni possano essere scoperte o indebolite dagli scavi dei lavori in appalto.

Scavi in presenza d'acqua

Sono definiti *scavi in acqua* quelli eseguiti in zone del terreno dove la falda acquifera, pur ricorrendo a opere provvisionali di eliminazione per ottenere un abbassamento della falda, sia costantemente presente a un livello di almeno 20 cm dal fondo dello scavo.
Nel prosciugamento è opportuno che la superficie freatica si abbassi oltre la quota del fondo dello scavo per un tratto di 40-60 cm, inversamente proporzionale alla granulometria del ter- reno in esame.

Pompe di aggottamento

Le pompe di aggottamento (o di drenaggio) devono essere predisposte dall'appaltatore in quantità, portata e prevalenza sufficienti a garantire nello scavo una presenza di acqua di falda inferiore a 20 cm e, in generale, per scavi poco profondi.
L'impiego delle pompe di aggottamento potrà essere richiesto a giudizio insindacabile della direzione dei lavori, e per il loro impiego verrà riconosciuto all'appaltatore il compenso con- venuto.
I sistemi di prosciugamento del fondo adottati dall'appaltatore devono essere accettati dalla direzione dei lavori, specialmente durante l'esecuzione di strutture in calcestruzzo armato, al fine di prevenire il dilavamento del calcestruzzo o delle malte.

Allontanamento delle acque superficiali o di infiltrazione

Sono a carico dell'appaltatore gli oneri per l'esaurimento delle acque superficiali o di infiltrazioni concorrenti nei cavi, l'esecuzione di opere provvisionali per lo scolo e la deviazione preventiva di esse dalle sedi stradali o dal cantiere, in generale.

Sistemazione di strade, accessi e ripristino passaggi

Sono a carico dell'appaltatore gli oneri per la sistemazione delle strade e dei collegamenti esterni e interni e la collocazione, ove necessario, di ponticelli, andatoie, rampe e scalette di adegua-ta portanza e sicurezza nel rispetto del

PSC (se esistente) e del POS redatto dalla stessa impresa.Prima di dare inizio a lavori di sistemazione, varianti, allargamenti e attraversamenti di strade esistenti, l'impresa è tenuta a informarsi dell'eventuale esistenza di cavi sotterranei (telefonici,elettrici) o condutture (acquedotti, gasdotti, fognature) nelle zone nelle quali ricadono i lavori stessi. In caso affermativo, l'impresa dovrà comunicare agli enti proprietari di dette opere o impianti la data presumibile dell'esecuzione dei lavori nelle zone interessate, chiedendo, altre- sì, tutti quei dati (ubicazione, profondità, ecc.) necessari al fine di eseguire tutti i lavori con le opportune cautele, onde evitare danni alle suddette opere.
Fanno, comunque, carico alla stazione appaltante gli oneri relativi a eventuali spostamenti temporanei e/o definitivi di cavi o condotte.

Manutenzione degli scavi

Gli scavi di fondazione dovranno essere mantenuti asciutti, in relazione al tipo di lavoro daeseguire.
Si dovranno proteggere le zone scavate e le scarpate per evitare eventuali scoscendimenti e/ofranamenti.
Rifiuti e macerie dovranno essere asportati dagli scavi prima dell'esecuzione delle opere sus-seguenti.

Art. 6. Divieti per l'appaltatore dopo l'esecuzione degli scavi

L'appaltatore, dopo l'esecuzione degli scavi di fondazione o di sbancamento, non può iniziarel'esecuzione delle strutture di fondazione prima che la direzione dei lavori abbia verificato la rispondenza geometrica degli scavi o degli sbancamenti alle prescrizioni del progetto esecutivo,e l'eventuale successiva verifica geologica e geotecnica del terreno di fondazione.

Art. 7. Riparazione di sottoservizi

L'appaltatore ha l'obbligo e l'onere di riparare o di provvedere al pagamento delle spese di riparazione alle aziende erogatrici di eventuali sottoservizi (allacci fognari, tubazioni di adduzione acqua, gas, ecc.) danneggiati dall'impresa durante l'esecuzione degli scavi e delle demolizioni.

Art. 8. Rilevati e rinterri

Per rilevati e rinterri da addossarsi alle murature o alle strutture di fondazione, si dovranno sempre impiegare materie sciolte o ghiaiose, restando vietato in modo assoluto l'impiego di quelle argillose e, in generale, di tutte quelle che con l'assorbimento di acqua si rammollisconoe si gonfiano generando spinte.
Nella formazione dei suddetti rilevati, rinterri e riempimenti, dovrà essere usata ogni diligenza perché la loro esecuzione proceda per strati orizzontali di eguale altezza non superiori a 30 cm,disponendo contemporaneamente le materie bene sminuzzate con la maggiore regolarità e precauzione possibile, in modo da caricare uniformemente le strutture portanti su tutti i lati e cosìda evitare le sfiancature che potrebbero derivare da un carico male distribuito.
Le materie trasportate in rilevato o rinterro con automezzi non dovranno essere scaricate direttamente contro le murature, ma dovranno depositarsi in vicinanza dell'opera, per essere ripresesuccessivamente, poi, al momento della formazione dei suddetti rinterri.
È vietato addossare terrapieni a murature o strutture in calcestruzzo armato di recente realizzazione e delle quali si riconosca non completato il processo di maturazione del calcestruzzo.

Riutilizzo del materiale di scavo per il rinterro

Il riutilizzo del materiale delle terre e delle rocce da scavo per il rinterro deve rispettare leprescrizioni del D.P.R. 13 giugno 2017, n. 120 – *Regolamento recante la disciplina semplificata della gestione delle terre e rocce da scavo, ai sensi dell'articolo 8 del Decreto Legge 12settembre 2014, n. 133, convertito, con modificazioni, dalla Legge 11 novembre 2014, n. 164*.Per il riutilizzo del materiale delle terre e delle rocce da scavo deve essere deve

essere redatto ilrelativo piano di utilizzo delle terre e rocce da scavo, redatto in conformità alle disposizioni dicui all'allegato 5 del D.P.R. n. 120/2017, che deve essere trasmesso dal proponente all'autoritàcompetente e all'Agenzia di protezione ambientale territorialmente competente, per via telematica, almeno novanta giorni prima dell'inizio dei lavori. Nel caso in cui l'opera sia oggettodi una procedura di valutazione di impatto ambientale o di autorizzazione integrata ambientaleai sensi della normativa vigente, la trasmissione del piano di utilizzo avviene prima della conclusione del procedimento.
In caso di modifica sostanziale dei requisiti, indicati nel piano di utilizzo, il proponente o l'esecutore aggiorna il piano di utilizzo e lo trasmette in via telematica ai soggetti interessati, corredato da idonea documentazione, anche di natura tecnica, recante le motivazioni a sostegnodelle modifiche apportate.

Costituisce modifica sostanziale del piano di utilizzo:

a) l'aumento del volume in banco in misura superiore al 20% delle terre e rocce da scavooggetto del piano di utilizzo;
b) la destinazione delle terre e rocce da scavo a un sito di destinazione o a un utilizzo diversida quelli indicati nel piano di utilizzo;
c) la destinazione delle terre e rocce da scavo a un sito di deposito intermedio diverso daquello indicato nel piano di utilizzo;
d) la modifica delle tecnologie di scavo.

Art. 9. Micropali

E' prevista la realizzazione di micropali immorsati nella fondazione del muro di sostegno
La palificata é costituita da due file di micropali ad armatura tubolare in acciaio posti secondo l'interasse riportato nei disegni di progetto.
Sono considerati micropali i pali di fondazione trivellati, comunque inclinati, con un diametro di perforazione non superiore a 25 cm, realizzati con un'armatura in acciaio e malta di cemento gettata in opera.
Nel caso di micropali eseguiti in roccia o terreni molto compatti deve essere utilizzato il getto o riempimento a gravita' mentre per i micropali eseguiti su terreni di varia natura devono essere utilizzati riempimenti a bassa pressione o iniezioni ad alta pressione; le modalità esecutive sono definite dalla DL; la DL, su richiesta dell'Appaltatore, potrà consentire il riempimento a gravità anche in terreni sciolti.
Le tolleranze dimensionali sono del 2% max per la deviazione dell'asse del micropalo rispetto a quello di progetto e max 5 cm. di variazione sul posizionamento del micropalo rispetto a quello previsto.
Qualora l'errore di posizionamento porta al rischio di interferenza fra micropali inclinati che si intersecano, nell'interesse dell'Appaltatore, oltre che dell'Amministrazione Appaltante, è necessario ridurre il più possibile la tolleranza, fino a valori dell'1% e 2 cm.
Tutti i lavori di perforazione da eseguirsi a rotazione o a rotopercussione sono compresi nell'onere di esecuzione del micropalo e dovranno essere eseguiti con le attrezzature idonee preventivamente concordate con la Direzione Lavori tenuto conto delle condizioni di spazio in cui si opera.
Le armature dovranno essere realizzate con elementi tubolari metallici. Le giunzioni saranno realizzate con manicotti filettati o saldati. Quando i tubi di armatura sono dotati di valvole per l'iniezione si dovra' provvedere all'esecuzione e pulizia dei fori di uscita della malta.
L'esecuzione del fusto del micropalo dovrà essere eseguita nel più breve tempo possibile e quindi tutte le operazioni di perforazione, pulizia, posizionamento delle armature, distanziatori dovranno permettere di eseguire il getto della malta di cemento al massimo entro un'ora dal momento della perforazione; per i micropali realizzati in roccia che non abbiano infiltrazioni o cedimenti sono consentiti intervalli di tempo anche maggiori.

Perforazioni –
La perforazione potrà essere eseguita a rotazione o a rotopercussione. Il foro dovrà essere rivestito nel caso che il terreno

sia rigonfiante o non abbia coesione sufficiente ad assicurare la stabilità delle pareti del foro durante e dopo la posa delle armature. Il costo del rivestimento e della sua installazione sono compresi nel prezzo corrispondente alla esecuzione delle perforazioni

L'impiego di aria non è consentito in terreni incoerenti sotto falda. Al termine della perforazione si dovrà procedere al lavaggio del foro con acqua o aria.

Riempimento a gravità

Il riempimento a gravità sarà realizzato attraverso il tubo di armatura posto a 10 -15 cm dal fondo che convoglierà la malta di cemento. L'introduzione della malta si riterrà completata quando l'intercapedine fra il tubo e il terreno sarà completamente riempito con sola malta, priva di tracce degli eventuali fluidi di perforazione, la quale, riempiendo il tubo e defluendo dalla sua estremità inferiore, gradualmente risale all'esterno fino alla sua sommità. Per consentire tale procedimento, si avrà cura di mantenere, come già detto, il tubo sollevato rispetto al fondo del foro.

Riempimento a bassa pressione

Il riempimento a bassa pressione sarà realizzato, dopo aver rivestito interamente il foro, con la posa della malta in un rivestimento provvisorio come per il riempimento a gravità; in seguito verrà applicata al rivestimento una testa a pressione sollevando gradualmente il rivestimento fino alla sua prima giunzione. A

questo punto dovrà essere smontata la sezione superiore applicando la testa a pressione a quella rimasta nel terreno e, dopo il necessario rabbocco, si procederà nello stesso modo per le sezioni successive fino alla completa estrazione del rivestimento.

Iniezioni ripetute ad alta pressione

- L'iniezione ripetuta ad alta pressione viene realizzata con le seguenti fasi:

a) riempimento della cavità compresa tra il tubo e le pareti del foro con iniezione dalla valvola più bassa;

b) lavaggio con acqua dell'interno del tubo;

c) successive iniezioni, dopo la presa della malta, fino a sei volte il volume del foro da effettuarsi entro i valori di pressione corrispondente alla fratturazione idraulica;

d) nuovo lavaggio con acqua all'interno del tubo;

e) nuove iniezioni, dopo la presa della malta delle prime, solo dalle valvole che non hanno raggiunto i valori indicati al punto c) oppure dalle valvole che riportino valori di pressione inferiori a quelli previsti.

Al termine delle iniezioni si riempirà a gravità l'interno del palo.

Caratteristiche delle malte e/o paste cementizie da impiegarsi per la formazione dei micropali

Le malte cementizie dovranno avere un rapporto acqua/cemento minore di 0,5 ed una resistenza a 28 gg di 30 N/mmq (300 Kg/cmq); gli eventuali inerti saranno costituiti da sabbia fine lavata per i micropali riempiti a gravita' oppure da ceneri volanti o polvere di calcare passati al vaglio da 0,075 per i micropali riempiti con iniezioni a pressione. Il dosaggio minimo dovrà essere, per malte, di kg 600 di cemento per m3 di impasto; per le paste cementizie, di kg 900 di cemento per m3 di impasto. Per una corretta posa in opera si potranno anche aggiungere fluidificanti non aeranti ed eventualmente bentonite, quest'ultima in misura non superiore al 4% in peso del cemento.

Tubi in acciaio

E' prescritto l'impiego di tubi aventi caratteristiche geometriche e qualità dell'acciaio conformi a quanto indicato nei disegni di progetto. I tubi dovranno essere del tipo senza saldature, con giunzioni a mezzo di manicotto filettato esterno. Le caratteristiche delle giunzioni (filettatura, lunghezza, sezioni utili) dovranno consentire una trazione ammissibile pari almeno all'80% carico ammissibile a compressione. Le valvole di iniezione, ove previste, saranno del tipo a "manchette", ovvero costituite da una guarnizione in gomma, tenuta in sede da due anelli metallici saldati esternamente al tubo, sul quale, in corrispondenza di ciascuna valvola, sono praticati almeno 2 fori Φ 8 mm

I tubi o profilati cavi a sezione circolare avranno le caratteristiche previste dalla norma UNI EN 10210 UNI EN 10297 – D.M.14/1/2008 ; e saranno costruiti in acciaio S 275,

Tabelle di riferimento

Caratteristiche meccaniche dei profilati cavi non legato per impieghi strutturali.

Tipo di acciaio	Carico di rottura a trazione R_m MPa								Allungamento minimo A [a][b] %				Valore minimo di resilienza KVd) J		
	Spessore specificato Mm								Spessore specificato Mm				Alla temperatura di prova di		
Designazione alfanumerica dell'acciaio	16	>16 ≤40	>63 ≤80	>80 ≤100	>100 ≤120	≤3	>3 ≤100	>100 ≤120	≤40	>40 ≤63	>63 ≤100	>100 ≤120	-20°C	0 °C	20 °C
S235JRH[c]	235	225	215	215	195	360-510	360-510	350-500	26	25	24	22	-	-	27
S275J0H[c]	275	265	245	235	225	430-580	410-560	400-540	23	22	21	19	-	27	-
S275J2H													27	-	-
S355J0H[c]	355	345	325	315	295	510-680	470-630	450-600	22	21	20	18	-	27	-
S355J2H													27	-	-
S355K2H													40[e]	-	-

a) Valori longitudinali. I valori trasversali sono minori del 2%.
b) Per spessori <3 mm, vedere punto 9.2.2.
c) Le caratteristiche di resilienza sono verificate solo quando è specificata l'opzione 1.3.
d) Per le caratteristiche di resilienza dei provini a sezione ridotta, vedere punto 6.6.2.
e) Questo valore corrisponde a 27 J a -30 °C (vedere EN 1993-1-1).

DIAMETRO ESTERNO	SPESSORE mm												
mm	5	5,6	6,3	7,1	8	8,8	10	11	12,5	14,2	16	17,5	20
	MASSA LINEICA Kg/m												
60,3	6,82	7,55	8,39	9,52	10,3	11,2	12,4	13,4	14,7				
63,5	7,21	8,00	8,89	9,88	10,9	11,9	13,2	14,2	15,7	17,3	18,7		
70	8,01	8,89	9,90	11,0	12,2	13,3	14,8	16,0	17,7	19,5	21,3		
73	8,38	9,31	10,4	11,5	12,8	13,9	15,5	16,8	18,7	20,6	22,5	24,0	
76,1	8,77	9,74	10,8	12,1	13,4	14,6	16,3	17,7	19,6	21,7	23,7	25,3	27,7
82,5	9,56	10,6	11,9	13,2	14,6	15,9	17,9	19,5	21,7	24,0	26,2	28,0	30,8
88,9	10,3	11,5	12,8	14,3	16,0	17,4	19,5	21,1	23,6	26,2	28,8	30,8	34,0
101,6	11,9	13,3	14,8	16,5	18,5	20,1	22,6	24,6	27,5	30,6	33,8	36,3	40,2
108	12,7	14,1	15,8	17,7	19,7	21,5	24,2	26,3	29,4	32,8	36,3	39,1	43,4
114,3	13,5	15,0	16,8	18,8	21,0	22,9	25,7	28,0	31,4	35,1	38,8	41,8	46,5
127	15,0	16,8	18,8	21,0	23,5	25,7	28,9	31,5	35,3	39,5	43,8	47,3	52,8
133	15,8	17,6	19,7	22,0	24,7	27,0	30,3	33,1	37,1	41,6	46,2	49,8	55,7
139,7	16,6	18,5	20,7	23,2	26,0	28,4	32,0	34,9	39,2	43,9	48,8	52,7	59,0
146			21,7	24,3	27,2	29,6	33,5	36,6	41,1	46,1	51,3	55,5	62,1
152,4	18,2	20,3	22,7	25,4	28,5	31,2	35,1	38,4	43,1	48,4	53,8	58,2	65,3
168,3	20,1	22,5	25,2	28,2	31,6	34,6	39,0	42,7	48,0	54,0	60,1	65,1	73,1
177,8	21,3	23,8	26,6	29,9	33,5	36,7	41,4	45,2	51,0	57,3	63,8	69,2	77,8
193,7	23,3	26,0	29,1	32,7	36,6	40,1	45,3	49,6	55,9	62,9	70,1	76,0	85,7
203			30,6	34,3	38,5	42,1	47,6	52,1	58,7	66,1	73,8	80,1	90,3
219,1			33,2	37,2	41,5	45,4	51,6	56,7	64,1	71,9	79,8	86,9	96,2

COMPARAZIONE CHIMICO/MECCANICA TRA DIFFERENTI TIPOLOGIE DI ACCIAI										
EN 10025	UNI 7070	API 5CT	Snervamento Rs min. N/mm²	Resistenza R N/mm²	Allungamento min. %	C max.	Mn max.	P max.	S max.	Si max.
S235	Fe360		235	340 - 470	26	0,17	1,40	0,035	0,035	0,350
S275	Fe430		275	410 - 560	22	0,18	1,50	0,035	0,035	0,350
S355	Fe510		355	490 - 630	22	0,22	1,60	0,035	0,035	0,550
		J55	379	517	24	0,37	1,45	0,030	0,030	0,350
		K55	379	655	19,5	0,37	1,45	0,030	0,030	0,350
		N80	551	689	18,5	0,36	1,45	0,030	0,030	0,350

Tolleranze relative alla planarità e alla verticalità

La planarità e verticalità delle palancole dopo la posa in opera dovrebbe risultare conforme ai valori raccomandati

riportati nel prospetto 2 della UNI EN 12063; tale prospetto fornisce valoririferiti a casi normali.

Controlli e misure –

La profondità dei prefori, da valutare rispetto alla quota della fondazione, verrà misurata in doppio modo:
A) in base alla lunghezza delle aste di perforazione immerse nel foro al termine della perforazione, con l'utensile appoggiato sul fondo;
B) in base alla lunghezza dell'armatura.
La differenza tra le due misure dovrà risultare < 0.10 metri; in caso contrario occorrerà procedere alla pulizia del fondo del foro, asportandone i detriti accumulatisi, dopo aver estratto l'armatura. Il peso delle armature verrà determinato in base al peso effettivo dei tubi posti in opera.
In corso di iniezione si preleverà un campione di miscela per ogni micropalo, sul quale si determinerà il peso specifico e la decantazione (bleeding), mediante buretta graduata di diametro ³ 30 mm.
Il peso specifico dovrà risultare pari ad almeno il 90% di quello teorico, calcolato assumendo 3g/cc il peso specifico del cemento e 2.65 g/cc quello degli inerti, nell'ipotesi che non venga inclusa aria. Nelle prove di decantazione, l'acqua separata in 24 ore non dovrà superare il 3% in volume. Con il campione di miscela saranno altresì confezionati cubetti di 7 o 10 cm di lato, da sottoporre a prove di resistenza cubica a compressione nella misura di almeno una prova per ogni micropalo.
Le modalità di prova dovranno essere conformi alle normative vigenti ed alle preventive richieste della Direzione Lavori.

Documentazione dei lavori –

L'esecuzione di ogni singolo micropalo sarà documentata mediante la compilazione da parte dell'Esecutore in contraddittorio con la Direzione Lavori di una apposita scheda sulla quale si registreranno i dati seguenti:
- identificazione del micropalo;
- data di inizio perforazione e termine del getto (o iniezione);
- profondità effettiva raggiunta dalla perforazione;
- profondità del foro all'atto della posa dell'armatura;
- assorbimento totale effettivo di miscela di iniezione;
- per i micropali formati mediante iniezione ripetuta ad alta pressione, pressioni residue minime e quantità complessive iniettate per ogni fase di iniezione ad alta pressione;
- risultati delle misure di peso di volume, di decantazione (acqua separata) e di resistenza cubica a compressione.

Norme di riferimento

D.M. 17 gennaio 2018 – *Aggiornamento delle "Norme tecniche per le costruzioni"*.
C.M. 21 gennaio 2019, n. 7 – *Istruzioni per l'applicazione dell'"Aggiornamento delle Normetecniche per le costruzioni" di cui al Decreto Ministeriale 17 gennaio 2018*.
UNI EN 1536:2015 – *Esecuzione di lavori geotecnici speciali – Pali*.

OPERE DI FONDAZIONE

Art. 10. Fondazioni superficiali

Scavi di fondazione

Le fondazioni dirette o superficiali sono quelle che trasferiscono l'azione proveniente dalla struttura in elevato agli strati superficiali del terreno: lastre per pavimentazione, travi rovescee platee.
La profondità del piano di posa delle fondazioni deve essere quella prevista dal progetto esecutivo. Eventuali variazioni o diversa natura del terreno devono essere comunicate tempestiva-mente alla direzione dei lavori, perché possa prendere i provvedimenti del caso, previo parere del progettista delle strutture, non escludendo la sospensione dei lavori per

predisporre l'eventuale variante.
Il terreno di fondazione non deve subire rimaneggiamenti e deterioramenti prima della costru-zione dell'opera. Eventuali acque ruscellanti o stagnanti devono essere allontanate dagli scavi.Il piano di posa degli elementi strutturali di fondazione deve essere regolarizzato e protetto concalcestruzzo magro o altro materiale idoneo, eventualmente indicato dal direttore dei lavori. In generale, il piano di fondazione deve essere posto al di fuori del campo di variazioni significative di contenuto d'acqua del terreno ed essere sempre posto a profondità tale da non risentiredi fenomeni di erosione o scalzamento da parte di acque di scorrimento superficiale.
L'appaltatore deve rispettare gli accorgimenti previsti in progetti per prevenire o ridurre glieffetti degli scavi su fondazioni e opere adiacenti.

Controllo della rispondenza tra la caratterizzazione geotecnica assunta in progettoe la situazione effettiva

In corso d'opera, il direttore dei lavori deve controllare la rispondenza tra la caratterizzazionegeotecnica assunta in progetto esecutivo e la situazione effettiva del terreno.

Magrone

Prima di effettuare qualsiasi getto di calcestruzzo di fondazione, dovrà essere predisposto sul fondo dello scavo, dopo aver eseguito la pulizia e il necessario costipamento dello stesso, unostrato di calcestruzzo magro avente la funzione di piano di appoggio livellato e di cuscinetto isolante contro l'azione aggressiva del terreno.
Lo spessore dello strato di calcestruzzo magro è quello indicato negli elaborati progettuali esecutivi delle strutture

ACCETTAZIONE DEI MATERIALI IN GENERALE

Art. 11. Accettazione e pagamento di determinati manufatti

Nell'esecuzione dei lavori per i manufatti il cui valore è superiore alla spesa per la messa in opera il prezzo a piè d'opera, è ammesso il loro accreditamento in contabilità prima della messain opera, in misura non superiore alla metà del prezzo stesso.
All'importo dei lavori eseguiti è aggiunta la metà di quello dei materiali provvisti a piè d'opera,destinati a essere impiegati in opere definitive facenti parte dell'appalto e accettati dal direttoredei lavori, da valutarsi a prezzo di contratto o, in difetto, ai prezzi di stima.

Art. 12. Impiego di materiali riciclati, di terre e di rocce da scavo

Materiali riciclati

Si definisce *materiale riciclato* il materiale realizzato utilizzando rifiuti post-consumo da costruzione e demolizione.
L'impiego di materiali riciclati deve rispettare le disposizioni di:

- D.M. 8 maggio 2003, n. 203 – *Norme affinché gli uffici pubblici e le società a prevalente capitale pubblico coprano il fabbisogno annuale di manufatti e beni con una quota di prodotti ottenuti da materiale riciclato nella misura non inferiore al 30% del fabbisogno medesimo*;
- D.M. 24 dicembre 2015 – *Adozione dei criteri ambientali minimi per l'affidamento di servizi di progettazione e lavori per la nuova costruzione, ristrutturazione e manutenzionedi edifici per la gestione dei cantieri della pubblica amministrazione e criteri ambientali minimi per le forniture di ausili per l'incontinenza*;
- C.M. 15 luglio 2005, n. 5205 – *Indicazioni per l'operatività nel settore edile, stradale e ambientale, ai sensi del decreto ministeriale 8 maggio 2003, n. 203*;
- D.P.R. 13 giugno 2017, n. 120 – *Regolamento recante la disciplina semplificata della gestione delle*

terre e rocce da scavo, ai sensi dell'articolo 8 del Decreto Legge 12 settembre2014, n. 133, convertito, con modificazioni, dalla Legge 11 novembre 2014, n. 164.

Riutilizzo delle terre e delle rocce da scavo

La possibilità del riutilizzo delle terre e rocce da scavo è prevista dall'art. 185 del D.Lgs. 3 aprile 2006, n. 152; al comma 1 di tale art. 185 è disposto che non rientrano nel campo di applicazione della parte quarta del D.Lgs. n. 152/2006:

- il terreno (in situ), inclusi il suolo contaminato non scavato e gli edifici collegati permanentemente al terreno, fermo restando quanto previsto dagli artt. 239 e seguenti relativamente alla bonifica di siti contaminati dello stesso D.Lgs. n. 152/2006;
- il suolo non contaminato e altro materiale allo stato naturale escavato nel corso di attività dicostruzione, ove sia certo che esso verrà riutilizzato a fini di costruzione allo stato naturalee nello stesso sito in cui è stato escavato.

Le caratteristiche e l'impiego delle rocce da scavo devono essere conformi alle disposizioni del D.P.R. 13 giugno 2017, n. 120 – *Regolamento recante la disciplina semplificata della gestionedelle terre e rocce da scavo, ai sensi dell'articolo 8 del Decreto Legge 12 settembre 2014, n. 133, convertito, con modificazioni, dalla Legge 11 novembre 2014, n. 164*. Il decreto definisce"terre e rocce da scavo": il suolo escavato derivante da attività finalizzate alla realizzazione diun'opera, tra le quali:

- scavi in genere (sbancamento, fondazioni, trincee);
- perforazione, trivellazione, palificazione, consolidamento;
- opere infrastrutturali (gallerie, strade);
- rimozione e livellamento di opere in terra.

Le terre e rocce da scavo possono contenere anche i seguenti materiali: calcestruzzo, bentoni- te, polivinilcloruro (PVC), vetroresina, miscele cementizie e additivi per scavo meccanizzato, purché le terre e rocce contenenti tali materiali non presentino concentrazioni di inquinanti superiori ai limiti di cui alle colonne A e B, Tabella 1, Allegato 5, al Titolo V, della Parte IV, delD.Lgs. 3 aprile 2006, n. 152, per la specifica destinazione d'uso.
Le rocce da scavo per essere qualificate come sottoprodotti e con come rifiuti devono rispettarele condizioni stabilite dall'art. 4, del D.P.R. n. 120/2017. La sussistenza delle condizioni di cuiai commi 2, 3 e 4 del citato art. 4 deve essere attestata tramite la predisposizione e la trasmissio-ne del piano di utilizzo o della dichiarazione di cui all'art. 21 dello stesso decreto, nonché delladichiarazione di avvenuto utilizzo in conformità alle previsioni dello stesso decreto.

Art. 13. Dichiarazione di prestazione e simbolo di marcatura CE

I prodotti da costruzione devono rispettare il Regolamento sui prodotti da costruzione (UE) (CPR, *Construction Product Regulation*) n. 305/2011 del Parlamento Europeo e del Consigliodel 9 marzo 2011.
La dichiarazione di prestazione deve descrivere la prestazione dei prodotti da costruzione in relazione alle caratteristiche essenziali di tali prodotti, conformemente alle pertinenti specifichetecniche armonizzate.
La dichiarazione di prestazione deve essere redatta in base al modello di cui all'allegato III Regolamento (UE) n. 305/2011.

Simbolo di marcatura CE

La marcatura CE, come presentata all'allegato II al citato Regolamento, deve essere apposta solo su prodotti per i quali la sua apposizione è prevista dalla specifica normativa comunitariadi armonizzazione e non deve essere apposta su altri prodotti.

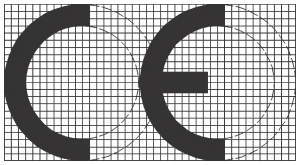

Figura 12.1. Simbolo di marcatura CE, allegato II al Regolamento CE 765/08

Mancanza di norme UNI applicabili o aggiornate

I materiali e le forniture da impiegare nella realizzazione delle opere dovranno rispondere alleprescrizioni contrattuali e in particolare alle indicazioni del progetto esecutivo, e possedere le caratteristiche stabilite dalle leggi e dai regolamenti e norme uni applicabili, anche se non espressamente richiamate nel presente capitolato speciale d'appalto.
In assenza di nuove e aggiornate norme uni, uni en, uni en iso, ecc., il direttore dei lavoripotrà riferirsi alle norme ritirate o sostitutive. In generale, si applicheranno le prescrizioni del presente capitolato speciale d'appalto.

MATERIALI E PRODOTTI PER USO STRUTTURALE

Art. 14. Materiali e prodotti per uso strutturale

Identificazione, certificazione e accettazione

Si definiscono *materiali e prodotti per uso strutturale* quelli che consentono a un'opera ove questi sono incorporati permanentemente di soddisfare il requisito di base n. 1 "resistenza mec-canica e stabilità" di cui all'allegato del Regolamento (UE) n. 305/2011, in particolare devonoessere:

- identificati univocamente a cura del fabbricante del materiale stesso e dei suoi componentielementari;
- certificati sotto la responsabilità del fabbricante;
- accettati dal direttore dei lavori mediante acquisizione e verifica della documentazione di accompagnamento prevista dalle Norme tecniche per le costruzioni, nonché mediante prove di accettazione eseguite da un laboratorio di cui all'art. 59 del D.P.R. n. 380/2001.

Procedure e prove sperimentali d'accettazione

Tutte le prove sperimentali che servono a definire le caratteristiche fisiche, chimiche e mecca-niche dei materiali strutturali devono essere eseguite e certificate dai laboratori di cui all'art. 59del D.P.R. n. 380/2001, ovvero sotto il loro diretto controllo, sia per ciò che riguarda le prove dicertificazione o di qualificazione, che per ciò che riguarda quelle di accettazione.
Nei casi in cui per materiali e prodotti per uso strutturale è prevista la marcatura Ce ai sensi del Regolamento sui prodotti da costruzione (UE) (CPR, *Construction Product Regulation*) n.305/2011 del Parlamento Europeo e del Consiglio del 9 marzo 2011, ovvero la qualificazione secondo le norme tecniche per le costruzioni, la relativa dichiarazione di prestazione deve esse-re consegnata alla direzione dei lavori prima dell'impiego del materiale.
Il richiamo alle specifiche tecniche europee en o nazionali uni, ovvero internazionali iso,deve intendersi riferito all'ultima versione aggiornata o versione espressamente richiamata dal-le norme vigenti.
Il direttore dei lavori, per i materiali e i prodotti destinati alla realizzazione di opere strutturali e,in generale, nelle opere di ingegneria civile, deve, se necessario, ricorrere a procedure e provesperimentali d'accettazione, definite su insiemi statistici significativi.

Art. 15. Componenti del calcestruzzo

Contenuto minimo di materiale riciclato

I calcestruzzi usati per l'opera devono essere prodotti con un contenuto minimo di materia rici-clata di almeno il 5% in peso. Tale contenuto deve essere inteso come somma delle percentualidi materia riciclata contenuta nei singoli componenti (cemento, aggregati, aggiunte, additivi) edeve essere compatibile con i limiti imposti dalle specifiche norme tecniche.
In fase di approvvigionamento l'appaltatore dovrà accertarsi della rispondenza al criterio tra- mite la documentazione nel seguito indicata, che dovrà essere presentata al direttore dei lavoriin fase di esecuzione dei lavori, prima della posa in opera:

- dichiarazione ambientale di Tipo III, conforme alla norma UNI EN 15804 e alla norma ISO14025;
- una asserzione ambientale del produttore conforme alla norma ISO 14021, verificata da unorganismo di valutazione della conformità, che dimostri il rispetto del criterio.

Cementi

Generalità

Nelle opere oggetto delle presenti norme devono impiegarsi esclusivamente i leganti idraulici previsti dalle disposizioni vigenti in materia, dotati di marcatura CE in conformità alla norma europea armonizzata UNI EN 197-1, ovvero a uno specifico ETA, purché idonei all'impiego previsto nonché, per quanto non in contrasto, conformi alle prescrizioni di cui alla Legge 26 maggio 1965 n. 595.
È escluso l'impiego di cementi alluminosi.
Per la realizzazione di opere massive dove è richiesto un basso calore di idratazione, devono essere utilizzati i cementi speciali con calore di idratazione molto basso conformi alla norma europea armonizzata UNI EN 14216, in possesso di una dichiarazione di prestazione rilasciatoda un organismo di certificazione europeo notificato.
Qualora il calcestruzzo risulti esposto a condizioni ambientali chimicamente aggressive si devono utilizzare cementi con adeguate caratteristiche di resistenza alle specifiche azioni aggressive. Specificamente in ambiente solfatico si devono impiegare cementi resistenti ai sol- fati conformi alla norma europea armonizzata UNI EN 197-1 e alla norma UNI 9156:1997o, in condizioni di dilavamento, cementi resistenti al dilavamento conformi alla norma UNI 9606:2015.
Il cemento impiegato deve essere conforme alla UNI EN 197-1, definito cemento CEM, opportunamente dosato e miscelato con aggregato e acqua, deve essere idoneo a confezionare una miscela omogenea di calcestruzzo o una malta capace di conservare la lavorabilità per un periodo di tempo sufficiente e di raggiungere, dopo determinati periodi, livelli di resistenza meccanica prestabiliti nonché di possedere una stabilità di volume a lungo termine.
Il cemento impiegato per ogni particolare struttura deve soddisfare i requisiti meccanici, fisicie chimici della UNI EN 197-1 e del paragrafo 11.2.9.1 delle Norme tecniche per le costruzioni.

Denominazione normalizzata

I cementi CEM devono essere identificati almeno con la denominazione del tipo di cemento come specificato nel prospetto 1 della UNI EN 197-1 e con i numeri 32,5, 42,5 o 52,5 indicantila classe di resistenza.
Per indicare la classe di resistenza iniziale si deve aggiungere, secondo il caso, la lettera N, R o L. Il cemento resistente ai solfati deve essere identificato inoltre mediante la denominazione SR.

Resistenza iniziale a compressione

La resistenza iniziale di un cemento è la resistenza meccanica a compressione determinata a 2o a 7 giorni in conformità alla UNI EN 196-1 e deve essere conforme ai requisiti della tabella
22.1 (prospetto 3) della UNI EN 197-1.
Per ogni classe di resistenza normalizzata si definiscono tre classi di resistenza iniziale, una

classe con resistenza iniziale ordinaria, contrassegnata dalla lettera N, una classe con resistenza iniziale elevata, contrassegnata dalla lettera R, e una classe con resistenza iniziale bassa, contrassegnata dalla lettera L. La classe L si applica solo ai cementi CEM IIII, cementi d'altofornocontraddistinti da bassa resistenza iniziale.
Il tempo di inizio presa, determinato in conformità alla UNI EN 196-3, deve soddisfare i requi-siti della tabella 22.1.

Tabella 22.1. Requisiti meccanici e fisici definiti come valori caratteristici

Classe diresistenza	Resistenza a compressione [MPa]				Tempodi iniziopresa [min]	Stabilità (espansione) [mm]
	Resistenza iniziale		Resistenza normalizzata			
	2 giorni	7 giorni	28 giorni			
32,5 L	-	≥ 12,0	≥ 32,5	≤ 52,5	≥ 75	≤ 10
32,5 N	-	≥ 16,0				
32,5 R	≥ 10,0	-				
42,5 I	-	≥ 16,0	≥ 42,5	≤ 62,5	≥ 60	
42,5 N	≥ 10,0	-				
42,5 R	≥ 20,0	-				
52,5 L	≥ 10,0	-	≥ 52,5		≥ 45	
52,5 N	≥ 20,0	-				
52,5 R	≥ 30,0	-				

Requisiti chimici

I requisiti chimici dei tipo di cementi e della classe di resistenza devono essere conformi a quelli indicati nel prospetto 4 della UNI EN 197-1.

Norme di riferimento

UNI EN 197-1 – *Cemento. Parte 1: Composizione, specificazioni e criteri di conformità per cementi comuni*.
UNI EN 197-2-2020 – *Cemento. Valutazione della conformità*.

Aggregati

Generalità

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

Aggregati normali

È consentito l'uso di aggregati grossi provenienti da riciclo, secondo i limiti di cui alla tabella22.2, a condizione che la miscela di calcestruzzo confezionata con aggregati riciclati, venga preliminarmente qualificata e documentata, nonché accettata in cantiere, attraverso le procedure delle norme tecniche per le costruzioni.

Tabella 22.2. Limiti di impiego degli aggregati grossi provenienti da riciclo

Origine del materiale da riciclo	Classe del calcestruzzo	Percentuale di impiego
Demolizioni di edifici (macerie)	= C8/10	Fino al 100%
Demolizioni di solo calcestruzzo e calcestruzzo armato	≤ C20/25	Fino al 60%
	≤ C30/37	≤ 30%

(frammenti di calcestruzzo ≥90%. UNI EN 933-11)	≤ C45/55	≤ 20%
Riutilizzo di calcestruzzo interno negli stabilimenti di pre-fabbricazione qualificati (da qualsiasi classe > C45/55)	Classe minore del calcestruzzo di origine	Fino al 15%
	Stessa classe del calcestruzzo di origine	Fino al 10%

Norme di riferimento

UNI EN 12620:2008 – *Aggregati per calcestruzzo*.
UNI 8520-1:2015 – *Aggregati per calcestruzzo – Istruzioni complementari per l'applicazionedella EN 12620 – Parte 1: Designazione e criteri di conformità*.
UNI 8520-2:2016 – *Aggregati per calcestruzzo – Istruzioni complementari per l'applicazionedella EN 12620 – Parte 2: Requisiti*.

Additivi

Generalità

L'impiego di additivi, come per ogni altro componente, dovrà essere preventivamente speri- mentato e dichiarato nel mix design della miscela di calcestruzzo, preventivamente progettata.Gli additivi per impasti cementizi si intendono classificati come segue:

- fluidificanti;
- aeranti;
- ritardanti;
- acceleranti;
- fluidificanti-aeranti;
- fluidificanti-ritardanti;
- fluidificanti-acceleranti;
- antigelo-superfluidificanti.

Particolare cura dovrà essere posta nel controllo del mantenimento nel tempo della lavorabilitàdel calcestruzzo fresco. Per le modalità di controllo e di accettazione il direttore dei lavori potrà far eseguire prove o accettare l'attestazione di conformità alle norme vigenti. prodotta dall'appaltatore

Requisiti

Gli additivi devono essere conformi alla parte armonizzata della norma europea UNI EN 934-2.L'impiego di eventuali additivi dovrà essere subordinato all'accertamento dell'assenza di ognipericolo di aggressività.
Gli additivi dovranno possedere le seguenti caratteristiche:

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

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

Marcatura ed etichettatura

Il simbolo di marcatura CE deve apparire sul prodotto da costruzione (o, quando non è possibile, può essere applicato sull'etichetta di accompagnamento, sull'imballaggio.

Gli additivi per calcestruzzo sono forniti in contenitori, devono essere marcati in modo chiarocon le informazioni pertinenti.

Se il materiale è fornito sfuso in un contenitore al luogo di consegna, le stesse informazionidevono essere fornite per iscritto, al momento della consegna.

- numero di identificazione dell'organismo di certificazione;
- nome o marchio di identificazione e indirizzo registrato del fabbricante;
- ultime due cifre dell'anno in cui la marcatura è stata applicata;
- numero del certificato CE di conformità o del certificato di controllo di produzione infabbrica (ove pertinente);
- riferimento alla EN 934-2;
- descrizione del prodotto: nome generico, materiale, dimensioni, ecc. e impiego previsto;
- informazioni sulle caratteristiche essenziali pertinenti elencate nel prospetto ZA.1 della EN934-2 che devono essere dichiarate, presentate come:
- valori dichiarati e, quando pertinente, livello o classe (compreso "passa" per i requisiti passa/non passa, quando necessario) da dichiarare per ogni caratteristica essenziale, come indicato nelle note del citato prospetto ZA.1;.
- "Nessuna prestazione determinata" per le caratteristiche, quando pertinente;
- in alternativa, una designazione normalizzata che mostri alcune o tutte le caratteristiche pertinenti (laddove la designazione tratti solo alcune caratteristiche, per le altre caratteristiche è necessario fornire i valori dichiarati come sopra).

L'opzione "Nessuna prestazione determinata" (NPD) non può essere utilizzata quando la ca- ratteristica è soggetta a un livello di soglia. Altrimenti, l'opzione NPD può essere utilizzata quando e dove la caratteristica, per un dato impiego previsto, non è soggetta a requisiti di rego-lamentazione nello Stato membro di destinazione.

Designazione degli additivi

Gli additivi per calcestruzzo devono essere designati mediante:

a) nome del tipo di additivo nella lingua di uno dei Paesi membri;
b) numero della norma: EN 934-2;
c) codice, per identificare il tipo di additivo, consistente nel numero della EN 934-2 e nel numero del prospetto che riporta i requisiti prestazionali aggiuntivi per il particolare tipo di additivo. Qualora i requisiti prestazionali siano inclusi in due prospetti, devono essere inclusi entrambi i numeri dei prospetti.

Informazioni aggiuntive

Il direttore dei lavori potrà richiedere le seguenti informazioni aggiuntive:

- numero di lotto e impianto di produzione;
- sommario dei requisiti di immagazzinamento inclusi tutti i requisiti particolari di duratadi permanenza in magazzino che devono essere marcati in modo chiaro, per esempio: "Il presente additivo, per conformità alla EN 934-2, non deve essere impiegato dopo *(data)*";
- istruzioni per l'omogeneizzazione, prima dell'uso, se necessario;
- istruzioni per l'impiego e tutte le necessarie precauzioni di sicurezza, per esempio se caustico, tossico o corrosivo;
- intervallo di dosaggio raccomandato dal fabbricante.

Norme di riferimento

UNI EN 934-1 – *Additivi per calcestruzzo, malta e malta per iniezione – Parte 1: Requisiti comuni*.
UNI EN 934-2 – *Additivi per calcestruzzo, malta e malta per iniezione. Parte 2: Additivi per calcestruzzo. Definizioni, requisiti, conformità, marcatura ed etichettatura*.
UNI EN 934-4 – *Additivi per calcestruzzo, malta e malta per iniezione. Additivi per malta periniezione per cavi di precompressione. Parte 4: Definizioni, requisiti, conformità, marcatura ed etichettatura*.
UNI EN 934-5 – *Additivi per calcestruzzo, malta e malta per iniezione. Parte 5: Additivi per calcestruzzo proiettato. Definizioni, requisiti, conformità, marcatura ed etichettatura*.
UNI EN 934-6 *Additivi per calcestruzzo, malta e malta per iniezione. Parte 6: Campionamento, controllo e valutazione della conformità*.

Quantità totale rispetto alla massa del cemento

In riferimento al punto 5.5. della UNI EN 197-1, la quantità:

- totale di additivi non deve essere maggiore dell'1,0% in massa del cemento (eccetto per ipigmenti);
- di additivi organici su base secca non deve essere maggiore dello 0,2% in massa del cemento.

È possibile incorporarne una quantità maggiore nei cementi, purché la quantità massima in % sia dichiarata sull'imballaggio e/o sui documenti di trasporto.
Gli additivi non devono favorire la corrosione delle armature o influenzare negativamente le proprietà del cemento, del calcestruzzo o della malta confezionati con detto cemento.
Se nel cemento sono utilizzati additivi per calcestruzzo, malta o malta per iniezione conformi alle norme della serie EN 934 la denominazione normalizzata dell'additivo deve essere dichia-rata sui sacchi o sui documenti di trasporto

Norme di riferimento

UNI EN 197-1 – *Cemento. Parte 1: Composizione, specificazioni e criteri di conformità per cementi comuni*.

Additivi acceleranti

Gli additivi acceleranti, allo stato solido o liquido hanno la funzione di addensare la miscela umida fresca e portare a un rapido sviluppo delle resistenze meccaniche.
Il dosaggio degli additivi acceleranti dovrà essere contenuto tra lo 0,5 e il 2% (ovvero come indicato dal fornitore) del peso del cemento. In caso di prodotti che non contengono cloruri tali valori possono essere incrementati fino al 4%. Per evitare concentrazioni del prodotto, lo sidovrà opportunamente diluire prima dell'uso.
La direzione dei lavori si riserva di verificare la loro azione prima dell'impiego, mediante:

- l'esecuzione di prove di resistenza meccanica del calcestruzzo e norme UNI applicabili perla fornitura contrattuale;
- la determinazione dei tempi di inizio e fine presa del calcestruzzo additivato mediante lamisura della resistenza alla penetrazione, da eseguire con riferimento alla norma UNI 7123.

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

Norme di riferimento

UNI EN 934-2 – *Additivi per calcestruzzo, malta e malta per iniezione – Parte 2: Additivi percalcestruzzo – Definizioni, requisiti, conformità, marcatura ed etichettatura*.
UNI 7123 – *Calcestruzzo. Determinazione dei tempi di inizio e fine presa mediante la misura della resistenza alla penetrazione*.

Additivi ritardanti

Gli additivi ritardanti potranno essere eccezionalmente utilizzati, previa idonea qualifica e preventiva approvazione da parte della direzione dei lavori, per:

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

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

- l'esecuzione di prove di resistenza meccanica del calcestruzzo e norme UNI applicabili perla fornitura contrattuale;
- la determinazione dei tempi di inizio e fine presa del calcestruzzo additivato mediante la misura della resistenza alla penetrazione, da eseguire con riferimento alla norma UNI 7123.

Le prove di resistenza a compressione devono essere eseguite di regola dopo la stagionaturadi 28 giorni, e la presenza dell'additivo non deve comportare diminuzione della resistenza delcalcestruzzo.
In generale, per quanto non specificato si rimanda alla norma UNI EN 934-2.

Norme di riferimento

UNI EN 934-2 – *Additivi per calcestruzzo, malta e malta per iniezione – Parte 2: Additivi percalcestruzzo – Definizioni, requisiti, conformità, marcatura ed etichettatura*.
UNI 7123 – *Calcestruzzo. Determinazione dei tempi di inizio e fine presa mediante la misura della resistenza alla penetrazione*.

Additivi antigelo

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

Il dosaggio degli additivi antigelo dovrà essere contenuto tra lo 0,5 e il 2% (ovvero come indicato dal fornitore) del peso del cemento, che dovrà essere del tipo ad alta resistenza e in dosaggio superiore rispetto alla norma. Per evitare concentrazioni del prodotto, prima dell'usodovrà essere opportunamente miscelato al fine di favorire la solubilità a basse temperature.
La direzione dei lavori si riserva di verificare la loro azione prima e dopo l'impiego, mediante:

- l'esecuzione di prove di resistenza meccanica del calcestruzzo e norme UNI applicabili perla fornitura contrattuale;
- la determinazione dei tempi d'inizio e fine presa del calcestruzzo additivato mediante la misura della resistenza alla penetrazione, da eseguire con riferimento alla norma UNI 7123.

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

Norme di riferimento

UNI EN 934-2 – *Additivi per calcestruzzo, malta e malta per iniezione – Parte 2: Additivi percalcestruzzo – Definizioni, requisiti, conformità, marcatura ed etichettatura*.
UNI 7123 – *Calcestruzzo. Determinazione dei tempi di inizio e fine presa mediante la misura della resistenza alla penetrazione*.

Additivi fluidificanti e superfluidificanti

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

L'additivo superfluidificante di prima e seconda additivazione dovrà essere di identica marca e tipo. Nel caso in cui il mix design preveda l'uso di additivo fluidificante come prima additivazione, associato ad additivo superfluidificante a piè d'opera, questi dovranno essere di tipo compatibile e preventivamente sperimentati in fase di progettazione del mix design e di pre- qualifica della miscela.
Dopo la seconda aggiunta di additivo, sarà comunque necessario assicurare la miscelazione peralmeno 10 minuti prima dello scarico del calcestruzzo. La direzione dei lavori potrà richiedereuna miscelazione più prolungata in funzione dell'efficienza delle attrezzature e delle condizionidi miscelamento.
Il dosaggio degli additivi fluidificanti dovrà essere contenuto tra lo 0,2 e lo 0,3% (ovvero comeindicato dal fornitore) del peso del cemento. Gli additivi superfluidificanti vengono aggiunti inquantità superiori al 2% rispetto al peso del cemento.
In generale, per quanto non specificato si rimanda alla norma UNI EN 934-2.
La direzione dei lavori si riserva di verificare la loro azione prima e dopo l'impiego mediante:

- la determinazione della consistenza dell'impasto mediante l'impiego della tavola a scosse con riferimento alla norma UNI EN 12350-5;
- l'esecuzione di prove di resistenza meccanica del calcestruzzo e norme uni applicabili perla fornitura contrattuale;
- la determinazione della quantità d'acqua d'impasto essudata secondo la norma UNI 7122.

Norme di riferimento

UNI EN 934-2 – *Additivi per calcestruzzo, malta e malta per iniezione – Parte 2: Additivi percalcestruzzo – Definizioni, requisiti, conformità, marcatura ed etichettatura*.
UNI 7122 – *Prova sul calcestruzzo fresco – Determinazione della quantità d'acqua d'impastoessudata*.
UNI EN 12350-5 – *Prova sul calcestruzzo fresco – Prova di spandimento alla tavola a scosse*.

Additivi aeranti

Gli additivi aeranti sono da utilizzarsi per migliorare la resistenza del calcestruzzo ai cicli di gelo e disgelo, previa autorizzazione della direzione dei lavori. La quantità dell'aerante deve essere compresa tra lo 0,005 e lo 0,05% (ovvero come indicato dal fornitore) del peso del ce- mento.
La direzione dei lavori si riserva di verificare la loro azione prima e dopo l'impiego mediante:

- la determinazione del contenuto d'aria secondo la norma UNI EN 12350-7;
- l'esecuzione di prove di resistenza meccanica del calcestruzzo e norme uni applicabili perla fornitura contrattuale;
- prova di resistenza al gelo secondo la norma UNI 7087;
- la determinazione della quantità d'acqua d'impasto essudata secondo la norma UNI 7122.

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

Norme di riferimento

UNI 7122 – *Prova sul calcestruzzo fresco. Determinazione della quantità d'acqua d'impastoessudata*.
UNI 7087 – *Calcestruzzo – Determinazione della resistenza al degrado per cicli di gelo edisgelo*.
UNI EN 12350-7 – *Prova sul calcestruzzo fresco. Parte 7: Contenuto d'aria – Metodo perpressione*.

Agenti espansivi

Generalità

L'agente espansivo non metallico per impasti cementizi è un prodotto che, aggiunto in opportuna quantità all'impasto, genera una determinata azione espansiva senza influenzare negativa-mente, entro limiti fissati dalla UNI 8146, le altre caratteristiche dell'impasto.

Gli agenti espansivi sono da utilizzarsi per aumentare il volume del calcestruzzo sia in fase pla-stica che indurito, previa autorizzazione della direzione dei lavori. La quantità dell'aerante deve essere compresa tra il 7 e il 10% (ovvero come indicato dal fornitore) del peso del cemento.
La direzione dei lavori si riserva di verificare la loro azione prima e dopo l'impiego mediante:

- l'esecuzione di prove di resistenza meccanica del calcestruzzo e norme uni applicabili perla fornitura contrattuale;
- la determinazione dei tempi di inizio e fine presa del calcestruzzo additivato mediante lamisura della resistenza alla penetrazione, da eseguire con riferimento alla norma UNI 7123.

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

Norme di riferimento

UNI 8146 – *Agenti espansivi non metallici per impasti cementizi. Idoneità e relativi metodi dicontrollo*.
UNI 8147 – *Agenti espansivi non metallici per impasti cementizi. Determinazione dell'espansione contrastata della malta contenente l'agente espansivo*.
UNI 8148 – *Agenti espansivi non metallici per impasti cementizi. Determinazione dell'espansione contrastata del calcestruzzo contenente l'agente espansivo*.
UNI 7123 – *Calcestruzzo. Determinazione dei tempi di inizio e fine presa mediante la misuradella resistenza alla penetrazione*.

Acqua di impasto

Generalità

L'acqua di impasto, ivi compresa l'acqua di riciclo, dovrà essere conforme alla norma UNI EN1008, come stabilito dalle norme tecniche per le costruzioni.
L'acqua della rete potabile è presunta conforme ai requisiti della UNI EN 1008.

Valutazione preliminare

L'acqua d'impasto deve essere esaminata in conformità con i procedimenti di prova riportati nel prospetto 1 della UNI EN 1008. L'acqua non conforme a uno o più requisiti del citato pro-spetto 1 può essere utilizzata solo se può essere dimostrata la sua idoneità per la produzione delcalcestruzzo in conformità al punto 4.4 della UNI EN 1008.

Proprietà chimiche e limiti di accettabilità

Cloruri

Il contento di cloruri nell'acqua d'impasto, sottoposta a prova in conformità al punto 6.1.3 dellaUNI EN 1008 ed espresso come Cl^-, non deve superare i livelli riportati nel prospetto 2 della UNI EN 1008, salvo poter dimostrare che il contenuto di cloruro nel calcestruzzo non superi ilvalore massimo per la classe specificata della UNI EN 206.

Solfati

Il contenuto di solfati nell'acqua d'impasto, sottoposto a prova in conformità al punto 6.1.3 della UNI EN 1008 ed espresso come $SO4^{2-}$, non deve superare 2000 mg/l.

Alcali

Se nel calcestruzzo da impiegare si prevede di utilizzare aggregati alcali-reattivi, l'acqua d'im-pasto deve essere sottoposta a prova per il contenuto di alcali in conformità al punto 6.1.3 dellaUNI EN 1008. Il contenuto di sodio equivalente nell'acqua non deve generalmente superare 1500 mg/l. Se si supera questo limite, l'acqua può essere utilizzata solo se si può dimostrare chesono stati presi provvedimenti atti a prevenire reazioni deleterie alcali-silice.

Sostanze dannose

A discrezione del direttore dei lavori possono essere eseguite prove qualitative per gli zuccheri,i fosfati, i nitrati, il piombo e lo zinco. Nel caso le prove qualitative indichino un risultato posi-tivo, si deve sia determinare la quantità della sostanza in questione, sia effettuare prove relativeal tempo di presa e alla resistenza alla compressione. L'analisi chimica dell'acqua deve essereconforme ai limiti riportati nel prospetto 3 della UNI EN 1008.

Norme di riferimento

UNI EN 1008 – *Acqua d'impasto per il calcestruzzo – Specifiche di campionamento, di prova e di valutazione dell'idoneità dell'acqua, incluse le acque di ricupero dei processi dell'industria del calcestruzzo, come acqua d'impasto del calcestruzzo*.

Art. 16. Acciaio per cemento armato

I tipi d'acciaio per cemento armato

Le Norme tecniche per le costruzioni ammettono esclusivamente l'impiego di acciai saldabili enervati idoneamente qualificati secondo le procedure previste dalle stesse norme, e controllaticon le modalità previste per gli acciai per cemento armato precompresso e per gli acciai per carpenterie metalliche.

I tipi di acciai per cemento armato sono:

- B450C ($6 \leq \emptyset \leq 50$ mm);
- B450A ($5 \leq \emptyset \leq 12$ mm).

Tutti gli acciai per cemento armato devono essere ad aderenza migliorata, aventi, cioè, una superficie dotata di nervature o indentature trasversali, uniformemente distribuite sull'intera lunghezza, atte ad aumentarne l'aderenza al calcestruzzo.
La marcatura dei prodotti deve consentirne l'identificazione e la rintracciabilità.
La documentazione di accompagnamento delle forniture deve rispettare le prescrizioni stabilitedalle norme tecniche, in particolare è necessaria per quei prodotti per i quali non sussiste l'ob-bligo della marcatura Ce.
Al di fuori dell'area di cantiere, tutte le lavorazioni di sagomatura e/o assemblaggio devono avvenire esclusivamente in centri di trasformazione provvisti dei requisiti previsti dalle Normetecniche per le costruzioni.

Contenuto minimo di materiale riciclato

Per gli usi strutturali, è ammesso l'utilizzo di acciaio prodotto con un contenuto minimo dimateriale riciclato come di seguito specificato in base al tipo di processo industriale:

- acciaio da forno elettrico: contenuto minimo di materiale riciclato pari al 70%;
- acciaio da ciclo integrale: contenuto minimo di materiale riciclato pari al 10%.

Il materiale deve essere prodotto in modo tale da escludere che nelle materie prime siano pre- senti accumuli di metalli pesanti pericolosi in concentrazione superiore al 0,025% (fatta ecce- zione per i componenti di lega).
In fase di approvvigionamento l'appaltatore dovrà accertarsi della rispondenza al criterio tra- mite la documentazione nel seguito indicata, che dovrà essere presentata al direttore dei lavoriin fase di esecuzione dei lavori, prima della posa in opera:

- documentazione necessaria a dimostrare l'adozione delle BAT;
- documentazione necessaria a dimostrare l'assenza di accumuli di metalli pesanti superiori allo 0,025%;
- dichiarazione ambientale di tipo III, conforme alla norma UNI EN 15804 e alla norma UNIEN ISO 14025 oppure una asserzione ambientale del produttore conforme alla norma UNIEN ISO 14021, verificata da un organismo di valutazione della conformità, che dimostri ilrispetto del criterio.

Designazione

Barre, rotoli e prodotti raddrizzati ottenuti da rotolo devono essere designati con le seguentiinformazioni:

a) descrizione della forma del prodotto (per esempio barra, rotolo, prodotto raddrizzato otte-nuto da rotolo);
b) numero della UNI EN 10080;
c) dimensioni nominali del prodotto;
d) classe tecnica.

Identificazione del fabbricante e della classe tecnica

Per le barre (acciai nervati o dentellati), l'identificazione del fabbricante deve rispettare le seguenti indicazioni:

a) identificazione del produttore, del paese e dello stabilimento

Il criterio di identificazione dell'acciaio per c.a. prevede che su un lato della barra/rotolo, conuna frequenza non superiore a 150 cm, vengano riportati i marchi per l'individuazione:

- dell'inizio di lettura del marchio (start: due nervature ingrossate consecutive);
- del numero del Paese produttore;
- del numero dello stabilimento di produzione.

b) identificazione della Classe tecnica

Sull'altro lato della barra/rotolo l'identificazione prevede, sempre con una frequenza non superiore a 150 cm, la presenza di un marchio che identifichi l'inizio della lettura (*Start*: tre nervature ingrossate consecutive) e di un numero, compreso fra 101 a 999 a esclusione dei multipli di 10; che classifichi la classe tecnica dell'acciaio.

Marcatura CE ed etichettatura

Ciascun prodotto qualificato deve essere costantemente riconoscibile, per quanto concerne lecaratteristiche qualitative, e rintracciabile, per quanto concerne lo stabilimento di produzione. Il marchio indelebile deve essere depositato presso il servizio tecnico centrale e deve consenti-re, in maniera inequivocabile, di risalire:

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

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

- mancata marcatura;
- non corrispondenza a quanto depositato.

Il simbolo di marcatura CE da applicare deve essere conforme alla Direttiva 93/68/CE e deve apparire sull'acciaio d'armatura (o, quando non è possibile, può essere applicato sull'etichettadi accompagnamento, sull'imballaggio o sui documenti commerciali di accompagnamento, peresempio la bolla di consegna). Le seguenti informazioni devono accompagnare il simbolo di marcatura CE:

- numero di identificazione dell'organismo di certificazione;
- nome o marchio di identificazione e indirizzo registrato del fabbricante;
- ultime due cifre dell'anno in cui la marcatura è stata applicata;
- numero del certificato CE di conformità o del certificato di controllo di produzione infabbrica (ove pertinente);
- riferimento alla UNI EN 1080;
- descrizione del prodotto: nome generico, materiale, dimensioni e impiego previsto;
- informazioni sulle caratteristiche essenziali pertinenti elencate nel prospetto ZA.1 dellaUNI EN 10080, che devono essere dichiarate, presentate come:

1) valori specificati della classe tecnica e una dichiarazione per ogni caratteristica essenziale come indicato nelle note nel prospetto ZA.1 della UNI EN 10080 (compreso “passa” per i requisiti passa/non passa, quando necessario);
2) in alternativa, solo il numero di prodotto;
3) “Nessuna prestazione determinata” per le caratteristiche quando pertinente.

L’opzione “Nessuna prestazione determinata” (NPD) non può essere utilizzata quando la caratteristica è soggetta a un livello di soglia. Altrimenti, l’opzione NPD può essere utilizzata quando e dove la caratteristica, per un dato impiego previsto, non è soggetta a requisiti di regolamentazione nello Stato membro di destinazione.

Documentazione di accompagnamento delle forniture provenienti dai centri di trasformazione e verifiche del direttore 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 centrodi trasformazione stesso. In particolare, ogni fornitura in cantiere di elementi presaldati, presagomati o preassemblati deve essere accompagnata (paragrafo 11.3.1.7 delle Norme tecnicheper le costruzioni):

a) da dichiarazione, su documento di trasporto, degli estremi dell’Attestato di “Denuncia dell’attività del centro di trasformazione”, rilasciato dal Servizio tecnico centrale, recanteil logo o il marchio del centro di trasformazione;
b) dall’attestazione inerente all’esecuzione delle prove di controllo interno relativi a ciascunprodotto fatte eseguire dal direttore tecnico del centro di trasformazione, con l’indicazionedei giorni nei quali la fornitura è stata lavorata. Qualora il direttore dei lavori lo richieda, può prendere visione del Registro di cui al paragrafo 11.3.2.10.3 delle Norme tecniche perle costruzioni;
c) da dichiarazione contenente i riferimenti alla documentazione fornita dal fabbricante 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.

Il direttore dei lavori è tenuto a verificare quanto sopra indicato e a rifiutare le eventuali forni-ture non conformi, ferme restando le responsabilità del centro di trasformazione.
Gli atti di cui sopra devono essere consegnati al collaudatore che, tra l’altro, dovrà riportare nel certificato di collaudo gli estremi del centro di trasformazione che ha fornito il materiale lavorato.

Attestato di qualificazione del servizio tecnico centrale e dichiarazione di prestazione

Tutte le forniture di acciaio devono essere accompagnate da copia dall’attestato di qualificazione del servizio tecnico centrale e dal certificato di controllo interno tipo 3.1. di cui alla norma UNI EN 10204, dello specifico lotto di materiale fornito (paragrafo 11.3.1.5, Norme tecniche per le costruzioni).
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 – si ribadisce – dal certificato di controllo interno tipo 3.1, di cuialla norma UNI EN 10204, dello specifico lotto di materiale fornito.
Il riferimento agli attestati comprovanti la qualificazione del prodotto deve essere riportato suldocumento di trasporto.
Le forniture effettuate da un distributore devono essere accompagnate da copia dei documentirilasciati 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 e a rifiutare le eventuali forniture non conformi, ferme restando le responsabilità del fabbricante.

Documentazione per l’unità marcata scorporata.

Può accadere che durante il processo costruttivo, presso gli utilizzatori, presso i commerciantio presso i trasformatori intermedi, l’unità marcata (pezzo singolo o confezione) 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 marchiopresso il Servizio tecnico centrale (paragrafo 11.3.1.4, Norme tecniche per le costruzioni).
In tal caso, i campioni destinati al laboratorio incaricato delle prove di cantiere devono essere accompagnati dalla sopraindicata documentazione e da una dichiarazione di provenienza rilasciata dal direttore dei lavori, quale risulta dai documenti di accompagnamento del materiale.

Controlli di accettazione in cantiere

Generalità

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

Prelievo dei campioni e la domanda al laboratorio prove

Il prelievo dei campioni di barre d'armatura deve essere effettuato a cura del direttore dei lavori odi un tecnico di sua fiducia che deve assicurare, mediante sigle, etichettature indelebili, ecc., che i campioni inviati per le prove al laboratorio incaricato siano effettivamente quelli da lui prelevati.Qualora la fornitura di elementi sagomati o assemblati provenga da un centro di trasforma- zione, il direttore dei lavori, dopo essersi accertato preliminarmente che il suddetto centro di trasformazione sia in possesso di tutti i requisiti previsti dalle Norme tecniche per le costruzioni, può recarsi presso il medesimo centro di trasformazione ed effettuare in stabilimento tuttii necessari controlli. In tal caso, il prelievo dei campioni deve essere effettuato dal direttore tecnico del centro di trasformazione secondo le disposizioni del direttore dei lavori. Quest'ultimo deve assicurare, mediante sigle, etichettature indelebili, ecc., che i campioni inviati per leprove al laboratorio incaricato siano effettivamente quelli da lui prelevati, nonché sottoscrivere la relativa richiesta di prove.
La domanda di prove al laboratorio incaricato di cui all'art. 59 del D.P.R. n. 380/2001 deve es-sere sottoscritta dal direttore dei lavori e deve contenere le indicazioni sulle strutture interessateda ciascun prelievo.

Accertamento delle proprietà meccaniche

L'accertamento delle proprietà meccaniche degli acciai in barre fornite e poste in opera dall'appaltatore deve essere condotto secondo la norma UNI EN ISO 15630-1:2010:

- prova a trazione;
- prova di piegamento e raddrizzamento.

Il direttore dei lavori deve eseguire gli obbligatori controlli d'accettazione dell'acciaio per calcestruzzo armato e calcestruzzo armato precompresso come prescritto dal capitolo 11 delleNorme tecniche per le costruzioni.

Indicazione del marchio identificativo nei certificati delle prove meccaniche

Tutti i certificati relativi alle prove meccaniche degli acciai, sia in stabilimento che in cantiereo nel luogo di lavorazione, devono riportare l'indicazione del marchio identificativo, rilevatoa cura del laboratorio incaricato dei controlli, sui campioni da sottoporre a prove (paragrafo
11.3.1.4 delle Norme tecniche per le costruzioni).
Nel caso i campioni fossero sprovvisti del marchio identificativo, ovvero il marchio non dovesse rientrare fra quelli depositati presso il servizio tecnico centrale, il laboratorio dovrà tempestivamente informare di ciò il servizio tecnico centrale e il direttore dei lavori.
Le certificazioni così emesse non possono assumere valenza ai fini della vigente normativa,il materiale non può

essere utilizzato e il direttore dei lavori deve prevedere, a cura e spese dell'impresa, all'allontanamento dal cantiere del materiale non conforme.

Elaborazione dei valori di resistenza ai fini del controllo d'accettazione

I valori di resistenza e di allungamento di ciascun campione da eseguirsi comunque prima dellamessa in opera del prodotto riferiti a uno stesso diametro, devono essere compresi fra i valori massimi e minimi previsti dalla tabella 16.1 delle Norme tecniche per le costruzioni. Questi limiti tengono conto della dispersione dei dati e delle variazioni che possono intervenire tra diverse apparecchiature e modalità di prova.
Il direttore dei lavori deve elaborare i valori di resistenza desunti dai certificati di prova ai finidel controllo d'accettazione, la sola produzione del certificato di prova rilasciato dal laboratorio incaricato non costituisce controllo d'accettazione della partita d'acciaio fornita e posta in opera.

Tabella 23.1. Valori di accettazione in cantiere – barre

Caratteristica	Valore limite	Note
f_y minimo	425 N/mm^2	Per acciai B450A e B450C
f_y massimo	572 N/mm^2	Per acciai B450A e B450C
A_{gt} minimo	$\geq 6{,}0\%$	Per acciai B450C
A_{gt} minimo	$\geq 2{,}0\%$	Per acciai B450A
f_t/f_y	$1{,}13 \leq f_t/f_y \leq 1{,}37$	Per acciai B450C
f_t/f_y	$f_t/f_y \geq 1{,}03$	Per acciai B450A
Piegamento/raddrizzamento	Assenza di cricche	Per acciai B450A e B450C

Norme di riferimento

UNI EN 10080:2005 – *Acciaio d'armatura per calcestruzzo – Acciaio d'armatura saldabile –Generalità*.
UNI EN 10204:2005 – *Prodotti metallici – Tipi di documenti di controllo*.
UNI EN ISO 15630-1:2010 – *Acciaio per calcestruzzo armato e calcestruzzo armato precompresso – Metodi di prova – Parte 1: Barre, rotoli e fili per calcestruzzo armato*.

Art. 17. Giunzioni meccaniche

Generalità

I requisiti per le giunzioni meccaniche delle barre di acciaio per cemento armato devono essereconformi alla UNI 11240-1.
L'assemblaggio o unione di due barre d'armatura può essere effettuato mediante dispositivi, ogiunzioni meccaniche, che ne garantiscano la continuità.

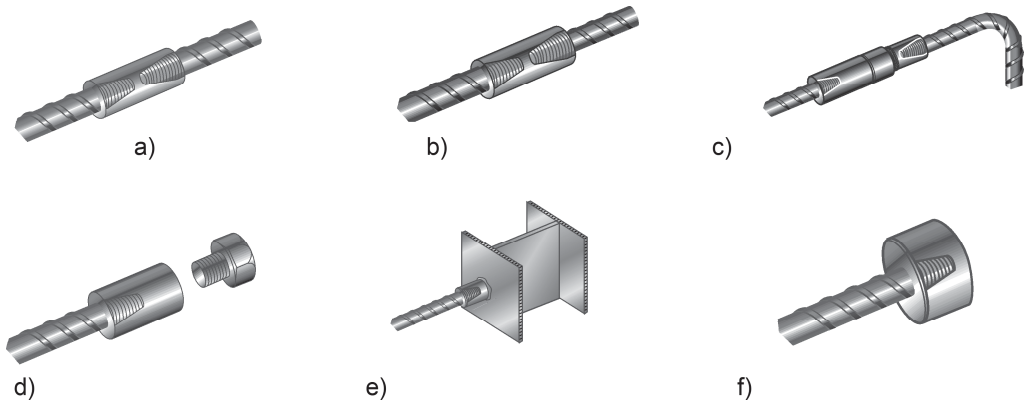

Figura 24.1 Esempi di giunzioni meccaniche per barre d'armatura: a) manicotto standard; b) manicotto di transizione; c)manicotto di posizione; d) manicotto con bullone metrico; e) manicotto saldabile; f) manicotto di bloccaggio (fonte: www.erico.pentair.com, rielaborazione)

Identificazione e marcatura

Le giunzioni meccaniche devono essere marchiate, tracciabili e messe in opera in accordo alleapposite istruzioni di installazione e, qualora non marcate CE, devono soddisfare i requisiti contenuti nella norma UNI 11240-1:2018.
Ciascun manicotto deve essere marcato in modo indelebile (per esempio stampigliatura) per garantirne la rintracciabilità con:

a) marchio del fabbricante;
b) diametro nominale della barra a cui è destinato;
c) identificazione del lotto di produzione.

Identiche indicazioni devono essere riportate su eventuali imballaggi e/o contenitori. L'identificazione e la marcatura della giunzione meccanica devono essere rilevate sul provinoe devono essere indicate sul rapporto di prova in conformità alla norma UNI 11240-2:2018.

Istruzioni per preparazione, assemblaggio e installazione

Il direttore dei lavori deve acquisire la documentazione che il fabbricante deve rilasciare, chiarae comprensibile, contenente istruzioni per la preparazione della giunzione meccanica e per il suo assemblaggio e installazione. Le attività necessarie durante le fasi di preparazione, di assemblaggio e di installazione della giunzione meccanica devono essere eseguite in accordo alleistruzioni di riferimento del fabbricante.

Controlli di accettazione in cantiere

Prove eseguibili

Le prove di accettazione in cantiere devono essere effettuate in conformità alla norma UNI 11240-2:2018, secondo le modalità di cui al paragrafo 11.3.4.11.3 (*Controlli di accettazione in cantiere*) delle Norme tecniche per le costruzioni. I metodi di prova eseguibili sulle giunzioni meccaniche sono:

– scorrimento differenziale (*slip*);
– prova di trazione;
– prova di fatica assiale;
– prova di fatica oligociclica.

I campioni utilizzati per l'esecuzione della prova di scorrimento differenziale possono essere utilizzati anche per la prova di trazione. I provini devono essere assemblati in conformità alle istruzioni del fabbricante delle giunzioni meccaniche. Il prelievo dei campioni potrà anche essere eseguito dallo stesso laboratorio incaricato della esecuzione delle prove. I controlli di accettazione devono essere effettuati prima della posa in opera degli elementi e/o dei prodotti.

Numero minimo dei campioni

Per le prove sulle giunzioni meccaniche devono essere prelevati almeno 3 campioni ogni 100 pezzi impiegati; il numero di campioni, prelevati e provati nell'ambito di una stessa opera, nonpuò comunque essere inferiore a tre.
Per opere per la cui realizzazione è previsto l'impiego di una quantità di pezzi non superiore a10, il numero di campioni da prelevare è individuato dal direttore dei lavori.

Criteri di valutazione dei risultati dei controlli di accettazione

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 Norme tecnicheper le costruzioni dalla documentazione di progetto per la specifica opera.
Questi criteri tengono conto della dispersione dei dati e delle variazioni che possono intervenire tra diverse apparecchiature e modalità di prova. Tali criteri devono essere adeguatamente illustrati nella "Relazione sui controlli e sulle prove di accettazione sui materiali e prodotti strutturali" predisposta dal direttore dei lavori al termine dei

lavori stessi.

Norme di riferimento

UNI 11240-1:2018 – Acciaio per cemento armato – Giunzioni meccaniche per barre – Parte 1: Requisiti.
UNI 11240-2:2018 – Acciaio per cemento armato – Giunzioni meccaniche per barre – Parte2: Metodi di prova.
D.M. 17 gennaio 2018 – Aggiornamento delle "Norme tecniche per le costruzioni" (paragrafi11.3.2.9 e 11.3.4.11.3).

Art. 18. Reti e tralicci elettrosaldati

Generalità

Gli acciai delle reti e tralicci elettrosaldati devono essere saldabili. L'interasse delle barre nondeve superare, nelle due direzioni, 330 mm.
I tralicci e le reti sono prodotti reticolari assemblati in stabilimento mediante elettrosaldature,eseguite da macchine automatiche in tutti i punti di intersezione.
Per le reti e i tralicci costituiti con acciaio B450C, gli elementi base devono avere diametro ∅ che rispetta la limitazione: 6 mm ≤ ∅≤ 16 mm.
Per le reti e i tralicci costituiti con acciaio B450A, gli elementi base devono avere diametro ∅ che rispetta la limitazione: 5 mm ≤ ∅≤ 10 mm.
Il rapporto tra i diametri delle barre componenti reti e tralicci deve essere: $\emptyset_{min}/\emptyset_{max} \geq 0{,}6$.

Designazione

La designazione per la rete elettrosaldata e i tralici deve riportare almeno le seguenti informazioni:

a) rete elettrosaldata

La rete elettrosaldata deve essere designata con le seguenti informazioni:

a) designazione della forma del prodotto (rete elettrosaldata);
b) numero della UNI EN 10080;
c) dimensioni nominali del prodotto (dimensioni dei fili, dimensioni del foglio, passo dei fili,sporgenze);
d) classe tecnica dell'acciaio.

b) tralicci

I tralicci devono essere designati con le seguenti informazioni:

a) designazione della forma del prodotto e/o nome del prodotto (traliccio);
b) numero della UNI EN 10080;
c) altezza nominale del traliccio;
d) dimensioni nominali del corrente superiore, della diagonale e del corrente inferiore;
e) classe tecnica dell'acciaio per il corrente superiore, la diagonale e il corrente inferiore.

Identificazione delle reti e dei tralicci elettrosaldati

Nel caso di reti e tralicci formati con elementi base prodotti nello stesso stabilimento, la mar- chiatura del prodotto finito può coincidere con quella dell'elemento base.
Nel caso di reti e tralicci formati con elementi base prodotti in altro stabilimento, deve essere apposta su ogni confezione di reti o tralicci un'apposita etichettatura con indicati tutti i dati ne-cessari per la corretta identificazione del prodotto e del fabbricante delle reti e dei tralicci stessi.Il direttore dei lavori, al momento dell'accettazione della fornitura in cantiere, deve verificare la presenza della predetta etichettatura.

Marcatura CE ed etichettatura

Ciascun prodotto qualificato deve essere costantemente riconoscibile, per quanto concerne lecaratteristiche qualitative, e rintracciabile, per quanto concerne lo stabilimento di produzione. Il marchio indelebile deve essere depositato presso il servizio tecnico centrale e deve consenti-re, in maniera inequivocabile, di risalire:

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

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

- mancata marcatura;
- non corrispondenza a quanto depositato.

Il simbolo di marcatura CE da applicare deve essere conforme alla Direttiva 93/68/CE e deve apparire sull'acciaio d'armatura (o, quando non è possibile, può essere applicato sull'etichetta di accompagnamento, sull'imballaggio o sui documenti commerciali di accompagnamento, per esempio labolla di consegna). Le seguenti informazioni devono accompagnare il simbolo di marcatura CE:

- numero di identificazione dell'organismo di certificazione;
- nome o marchio di identificazione e indirizzo registrato del fabbricante;
- ultime due cifre dell'anno in cui la marcatura è stata applicata;
- numero del certificato CE di conformità o del certificato di controllo di produzione infabbrica
- riferimento alla UNI EN 1080;
- descrizione del prodotto: nome generico, materiale, dimensioni e impiego previsto;
- informazioni sulle caratteristiche essenziali pertinenti elencate nel prospetto ZA.1 dellaUNI EN
- 10080, che devono essere dichiarate, presentate come:

1) valori specificati della classe tecnica e una dichiarazione per ogni caratteristica essenziale come indicato nelle note nel prospetto ZA.1 della UNI EN 10080 (compreso "passa" per i requisiti passa/non passa, quando necessario);
2) in alternativa, solo il numero di prodotto;
3) "Nessuna prestazione determinata" per le caratteristiche quando pertinente.

L'opzione "Nessuna prestazione determinata" (NPD) non può essere utilizzata quando la caratteristica è soggetta a un livello di soglia. Altrimenti, l'opzione NPD può essere utilizzata quando e dove la caratteristica, per un dato impiego previsto, non è soggetta a requisiti di regolamentazione nello Stato membro di destinazione.

Ulteriori prescrizioni delle Norme tecniche per le costruzioni

Nel caso di reti e tralicci formati con elementi base prodotti in altro stabilimento, deve essere apposta su ogni confezione di reti o tralicci un'apposita etichettatura con indicati tutti i dati necessari per la corretta identificazione del prodotto e del fabbricante delle reti e dei tralicci stessi.In questo caso il produttore provvede, ove possibile, ad apporre su ogni pannello o traliccio una apposita marchiatura che identifichi il produttore medesimo. La marchiatura di identificazionepuò essere anche costituita da sigilli o etichettature metalliche indelebili con indicati tutti i datinecessari per la corretta identificazione del prodotto, ovvero da marchiatura supplementare in-delebile. In ogni caso, se si utilizza una propria marchiatura aggiuntiva di identificazione, questadeve essere identificabile in modo permanente anche dopo annegamento nel calcestruzzo. Laddove invece non fosse possibile tecnicamente applicare su ogni pannello o traliccio la marchia-tura secondo le modalità sopra indicate, dovrà essere comunque apposta su ogni pacco di reti otralicci un'apposita etichettatura con indicati tutti i dati necessari per la corretta identificazionedel prodotto di base e del produttore. In questo caso il costruttore al momento della fornitura deve verificare la presenza della predetta etichettatura e il direttore dei lavori, al momento dell'accettazione, deve rilevarne i dati e fornirli al collaudatore che ne farà cenno nel certificatodi collaudo. In caso di assenza dell'etichettatura il direttore dei lavori deve rifiutare la fornitura.

Controlli di accettazione in cantiere

Generalità

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

Prelievo dei campioni e la domanda al laboratorio prove

Il prelievo dei campioni di barre d'armatura deve essere effettuato a cura del direttore dei lavorio di un tecnico di sua fiducia che deve assicurare, mediante sigle, etichettature indelebili, ecc.,che i campioni inviati per le prove al laboratorio incaricato siano effettivamente quelli da lui prelevati.
Qualora la fornitura di elementi sagomati o assemblati, provenga da un centro di trasforma- zione, il direttore dei lavori, dopo essersi accertato preliminarmente che il suddetto centro di trasformazione sia in possesso di tutti i requisiti previsti dalle Norme tecniche per le costruzioni, può recarsi presso il medesimo centro di trasformazione ed effettuare in stabilimento tuttii necessari controlli. In tal caso, il prelievo dei campioni deve essere effettuato dal direttore tecnico del centro di trasformazione secondo le disposizioni del direttore dei lavori. Quest'ul- timo deve assicurare, mediante sigle, etichettature indelebili, ecc., che i campioni inviati per leprove al laboratorio incaricato siano effettivamente quelli da lui prelevati, nonché sottoscriverela relativa richiesta di prove.
La domanda di prove al laboratorio di cui all'art. 59 del D.P.R. n. 380/2001 deve essere sottoscritta dal direttore dei lavori e deve contenere le indicazioni sulle strutture interessate da ciascun prelievo.
L'importo delle prove di laboratorio è a carico dell'Appaltatore.

Accertamento delle proprietà meccaniche

I nodi delle reti devono resistere a una forza di distacco determinata in accordo con la norma UNI EN ISO 15630-2:2010 pari al 25% della forza di snervamento della barra, da computarsi per quella di diametro maggiore sulla tensione di snervamento pari a 450 N/mm^2.
In ogni elemento di rete o traliccio le singole armature componenti devono essere della stessa classe di acciaio.
Nel caso dei tralicci è ammesso l'uso di elementi di collegamento fra correntisuperiori e inferiori aventi superficie liscia purché realizzate con acciaio B450C.

Indicazione del marchio identificativo nei certificati delle prove meccaniche

Tutti i certificati relativi alle prove meccaniche degli acciai, sia in stabilimento che in cantiereo nel luogo di lavorazione, devono riportare l'indicazione del marchio identificativo, rilevatoa cura del laboratorio incaricato dei controlli, sui campioni da sottoporre a prove (paragrafo 11.3.1.4, Norme tecniche per le costruzioni).
Nel caso i campioni fossero sprovvisti del marchio identificativo, ovvero il marchio non dovesse rientrare fra quelli depositati presso il servizio tecnico centrale, il laboratorio dovrà tempestivamente informare di ciò il servizio tecnico centrale e il direttore dei lavori.
Le certificazioni così emesse non possono assumere valenza ai fini della vigente normativa,il materiale non può essere utilizzato e il direttore dei lavori deve prevedere, a cura e spese dell'impresa, all'allontanamento dal cantiere del materiale non conforme.

Elaborazione dei valori di resistenza ai fini del controllo d'accettazione

I valori di resistenza e di allungamento di ciascun campione da eseguirsi comunque prima dellamessa in opera del prodotto riferiti a uno stesso diametro devono essere compresi fra i valori massimi e minimi previsti dalla tabella 18.1 delle Norme tecniche per le costruzioni. Questi limiti tengono conto della dispersione dei dati e delle variazioni che possono intervenire tra diverse apparecchiature e modalità di prova.

Il direttore dei lavori deve elaborare i valori di resistenza desunti dai certificati di prova ai fini del controllo d'accettazione, la sola produzione del certificato di prova rilasciato dal laboratorioincaricato non costituisce controllo d'accettazione della partita d'acciaio fornita e posta in opera.

Tabella 25.1. Valori di accettazione in cantiere – reti e tralicci

Caratteristica	Valore limite	Note
f_y minimo	425 N/mm^2	per acciai B450A e B450C
f_y massimo	572 N/mm^2	per acciai B450A e B450C
A_{gt} minimo	≥ 6,0%	per acciai B450C
A_{gt} minimo	≥ 2,0%	per acciai B450A
f_t/f_y	$1,13 \leq f_t/f_y \leq 1,37$	per acciai B450C
f_t/f_y	$f_t/f_y \geq 1,03$	per acciai B450A
Distacco del nodo	≥ Sez. nom. Ømaggiore × 450 × 25%	per acciai B450A e B450C

Norme di riferimento

UNI EN 10080:2005 – *Acciaio d'armatura per calcestruzzo – Acciaio d'armatura saldabile –Generalità*.
UNI EN 10204:2005 – *Prodotti metallici – Tipi di documenti di controllo*.
UNI EN ISO 15630-2:2010 – *Acciaio per calcestruzzo armato e calcestruzzo armato precom-presso – Metodi di prova – Parte 2: Reti e tralicci elettrosaldati*.

MODALITÀ DI ESECUZIONE DELLE OPERE EDILIZIE

Art. 19. Confezionamento, fornitura e posa in opera del calcestruzzo per strutture semplici e armate

Caratteristiche delle miscele omogenee calcestruzzo a prestazione garantita

Le miscele omogenee di calcestruzzo a prestazione garantita fornito e posto in opera dall'appaltatore in riferimento alla norma UNI EN 206 dovrà possedere le seguenti caratteristiche:

1) **FONDAZIONE**
   a) classe di resistenza C32/40, Rck
   b) classe di consistenza S4
   c) diametro massimo aggregato 32 mm
   d) classe di esposizione ambientale: XC2
2) **PARETE DI SOSTEGNO**
   a) classe di resistenza C32/40
   b) classe di consistenza S4
   c) diametro massimo aggregato 32 mm
   d) classe di esposizione ambientale: XF4

L'impiego delle classi di resistenza del calcestruzzo è quello indicato nella tabella 71.2.

Trasporto e posa in opera del calcestruzzo

Impianto di preconfezionamento del calcestruzzo

L'impianto di preconfezionamento del calcestruzzo dovrà essere fisso e del tipo approvato dalla direzione dei lavori.

L'organizzazione preposta a detti impianti dovrà comprendere tutte le perso-ne e le professionalità necessarie per assicurare la costanza di qualità dei prodotti confezionati.

Trasporto del calcestruzzo

Il trasporto del calcestruzzo dall'impianto di confezionamento al cantiere di posa in opera, e tutte le operazioni di posa in opera, dovranno comunque essere eseguite in modo da non altera-re gli impasti, evitando in particolare ogni forma di segregazione, la formazione di grumi e altrifenomeni connessi all'inizio della presa.

Se durante il trasporto si manifesterà una segregazione, dovrà essere modificata in accordo conla direzione dei lavori la composizione dell'impasto, soprattutto se persiste dopo variazione delrapporto acqua/cemento. Se ciò malgrado la segregazione non dovesse essere eliminata, dovràessere studiato nuovamente il sistema di produzione e trasporto del calcestruzzo.

Documenti di consegna

L'appaltatore dovrà fornire alla direzione dei lavori, prima o durante l'esecuzione del getto,il documento di consegna del produttore del calcestruzzo, contenente almeno i seguenti dati:

- impianto di produzione;
- quantità in metri cubi del calcestruzzo trasportato;
- dichiarazione di prestazione alle disposizioni della norma UNI EN 206;
- denominazione o marchio dell'ente di certificazione;
- ora di carico;
- ore di inizio e fine scarico;
- dati dell'appaltatore;
- cantiere di destinazione.

Per il calcestruzzo a prestazione garantita, la direzione dei lavori potrà chiedere le seguentiinformazioni:

- tipo e classe di resistenza del cemento;
- tipo di aggregato;
- tipo di additivi eventualmente aggiunti;
- rapporto acqua/cemento;
- prove di controllo di produzione del calcestruzzo;
- sviluppo della resistenza a compressione;
- provenienza dei materiali componenti.

Per i calcestruzzi di particolare composizione dovranno essere fornite informazioni circa la composizione, il rapporto acqua/cemento e la dimensione massima dell'aggregato.

Il direttore dei lavori potrà rifiutare il calcestruzzo qualora non rispetti le prescrizioni di legge e contrattuali, espresse almeno in termini di classe di resistenza (N/mm^2), classe di consistenza al getto, rapporto acqua/cemento.

Norme di riferimento

UNI EN 206:2021 – *Calcestruzzo. Specificazione, prestazione, produzione e conformità*.

UNI 11104:2016 **–** *Calcestruzzo – Specificazione, prestazione, produzione e conformità – Spe-cificazioni complementari per l'applicazione della EN 206*.

Armature

Realizzazione delle gabbie delle armature

Le gabbie di armatura dovranno essere composte presso Centro di trasformazione certificato

In ogni caso, in corrispondenza di tutti i nodi dovranno essere eseguite legature doppie incrociate in filo di ferro ricotto di diametro non inferiore a 0,6 mm, in modo da garantire l'invariabilità dellageometria della gabbia durante il getto.
Nel caso di gabbie assemblate con parziale saldatura l'acciaio dovrà essere del tipo saldabile inconformità alle Norme tecniche per le costruzioni.
La posizione delle armature metalliche entro i casseri dovrà essere garantita utilizzando esclu-sivamente opportuni distanziatori in materiale plastico non deformabile oppure di malta o pastacementizia, in modo da rispettare il copriferro minimo previsto dalle norme tecniche per le costruzioni o previsto in progetto.

Ancoraggio delle barre e loro giunzioni

Le armature longitudinali devono essere interrotte, ovvero sovrapposte, preferibilmente nelle zone compresse o di minore sollecitazione come indicato nei disegni esecutivi.
La continuità fra le barre può effettuarsi mediante:

- sovrapposizione, calcolata in modo da assicurare l'ancoraggio di ciascuna barra. In ogni caso, la lunghezza di sovrapposizione nel tratto rettilineo deve essere non minore di venti volte il diametro della barra. La distanza mutua (interferro) nella sovrapposizione non devesuperare quattro volte il diametro;
- saldature, eseguite in conformità alle norme UNI e alle Norme tecniche per le costruzioni sulle saldature. Devono essere accertate la saldabilità degli acciai che vengono impiegati, nonché la compatibilità fra metallo e metallo di apporto, nelle posizioni o condizioni operative previste nel progetto esecutivo;
- giunzioni meccaniche per barre di armatura. Tali tipi di giunzioni devono essere preventivamente validati mediante prove sperimentali disposte dal direttore dei lavori.

Per le barre di diametro $\emptyset > 32$ mm occorrerà adottare particolari cautele negli ancoraggi e nellesovrapposizioni.

L'appaltatore dovrà consegnare preventivamente al direttore dei lavori le schede tecniche dei prodotti da utilizzare per le giunzioni delle armature.

Getto del calcestruzzo

Lo scarico del calcestruzzo dal mezzo di trasporto nelle casseforme si deve effettuare applican-do tutti gli accorgimenti atti a evitare la segregazione dei componenti.
È opportuno che l'altezza di caduta libera del calcestruzzo fresco, indipendentemente dal siste-ma di movimentazione e getto, non ecceda $50 \div 80$ cm, e che lo spessore degli strati orizzontalidi calcestruzzo, misurato dopo la vibrazione, non sia maggiore di 30 cm.
Si deve evitare di scaricare il calcestruzzo in cumuli da stendere successivamente con l'impiegodei vibratori, in quanto questo procedimento può provocare l'affioramento della pasta cemen-tizia e la segregazione.
Per limitare l'altezza di caduta libera del calcestruzzo, è opportuno utilizzare un tubo di getto che consenta al calcestruzzo di fluire all'interno di quello precedentemente messo in opera.
calcestruzzo tanto sottili da non poter essere compattate in modo efficace.
Nel caso di getti in presenza d'acqua è opportuno:

- adottare gli accorgimenti atti ad impedire che l'acqua dilavi il calcestruzzo e ne pregiudichila regolare presa e maturazione;
- provvedere, con i mezzi più adeguati, alla deviazione dell'acqua e adottare miscele di calcestruzzo, coesive, con caratteristiche antidilavamento, preventivamente provate e autorizzate dal direttore dei lavori;
- utilizzare una tecnica di messa in opera che permetta di gettare il calcestruzzo fresco dentroil calcestruzzo fresco precedentemente gettato, in modo da far rifluire il calcestruzzo versol'alto, limitando così il contatto diretto tra l'acqua e il calcestruzzo fresco in movimento.

Verifiche da parte del direttore dei lavori e modalità esecutive del getto

L'appaltatore dovrà adottare tutti gli accorgimenti necessari affinché le gabbie mantengano la posizione di progetto all'interno delle casseforme durante il getto.
Prima dell'esecuzione del getto la direzione dei lavori dovrà verificare:

- la corretta posizione delle armature metalliche;
- la rimozione di polvere, terra, ecc., dentro le casseformi;
- i giunti di ripresa delle armature;
- la bagnatura dei casseri;
- le giunzioni tra i casseri;
- la pulitura dell'armatura da ossidazioni metalliche superficiali;
- la stabilità delle casseformi, ecc.

I getti devono essere eseguiti a strati di spessore limitato per consentirne la vibrazione completa ed evitare il fenomeno della segregazione dei materiali, spostamenti e danni alle armature, guaine, ancoraggi, ecc.
Il calcestruzzo pompabile deve avere una consistenza semifluida, con uno *slump* non inferiore a10 ÷ 15 cm. Inoltre, l'aggregato deve avere diametro massimo non superiore a 1/3 del diametrointerno del tubo della pompa.
La direzione dei lavori, durante l'esecuzione del getto del calcestruzzo, dovrà verificare la profondità degli strati e la distribuzione uniforme entro le casseformi, l'uniformità della compattazione senza fenomeni di segregazione, e gli accorgimenti per evitare danni dovuti alle vibrazioni o urti alle strutture già gettate.
L'appaltatore ha l'onere di approntare i necessari accorgimenti per proteggere le strutture ap- pena gettate dalle condizioni atmosferiche negative o estreme, quali pioggia, freddo, caldo. Lasuperficie dei getti deve essere mantenuta umida per almeno 15 giorni, e comunque fino a 28 giorni dall'esecuzione, in climi caldi e secchi.
Non si deve mettere in opera calcestruzzo a temperature minori di 0 °C, salvo il ricorso a opportune cautele autorizzate dalla direzione dei lavori.

Programma dei getti

L'impresa esecutrice è tenuta a comunicare con dovuto anticipo al direttore dei lavori il pro-gramma dei getti della miscela omogenea di calcestruzzo indicando:

- il luogo di getto;
- la struttura interessata dal getto;
- la classe di resistenza e di consistenza.

I getti di calcestruzzo dovrebbero avere inizio solo dopo che il direttore dei lavori ha verificato:

- la preparazione e rettifica dei piani di posa;
- la pulizia delle casseforme;
- la posizione e corrispondenza al progetto delle armature e del copriferro;
- la posizione delle eventuali guaine dei cavi di precompressione;
- la posizione degli inserti (giunti, *water stop*, ecc.);
- l'umidificazione a rifiuto delle superfici assorbenti o la stesura del disarmante.

Nel caso di getti di calcestruzzo contro terra è bene controllare che siano eseguite, in conformi-tà alle disposizioni di progetto, le seguenti operazioni:

- la pulizia del sottofondo;
- la posizione di eventuali drenaggi;
- la stesa di materiale isolante e/o di collegamento.

Getti in climi freddi

Si definisce *clima freddo* una condizione climatica in cui, per tre giorni consecutivi, si verificaalmeno una delle seguenti condizioni:

- la temperatura media dell'aria è inferiore a 5 °C;
- la temperatura dell'aria non supera 10 °C per più di 12

Prima del getto si deve verificare che tutte le superfici a contatto con il calcestruzzo siano a temperatura $\geq + 5$ °C. La neve e il ghiaccio, se presenti, devono essere rimossi immediatamenteprima del getto dalle casseforme, dalle armature e dal fondo. I getti all'esterno devono essere sospesi se la temperatura dell'aria è $0 \leq$ °C. Tale limitazione non si applica nel caso di getti inambiente protetto o qualora siano predisposti opportuni accorgimenti approvati dalla direzionedei lavori (per esempio, riscaldamento dei costituenti il calcestruzzo, riscaldamento dell'ambiente, ecc.).
Il calcestruzzo deve essere protetto dagli effetti del clima freddo durante tutte le fasi di preparazione, movimentazione, messa in opera, maturazione.
L'appaltatore deve eventualmente coibentare la cassaforma fino al raggiungimento della resistenza prescritta. In fase di stagionatura, si consiglia di ricorrere all'uso di agenti anti-evaporanti nel caso di superfici piane, o alla copertura negli altri casi, e di evitare ogni apporto d'acquasulla superficie.
Gli elementi a sezione sottile messi in opera in casseforme non coibentate, esposti sin dall'ini-zio a basse temperature ambientali, richiedono un'attenta e sorvegliata stagionatura.
Nel caso in cui le condizioni climatiche portino al congelamento dell'acqua prima che il calce-struzzo abbia raggiunto una sufficiente resistenza alla compressione (5 N/mm^2), il calcestruzzopuò danneggiarsi in modo irreversibile.
Il valore limite (5 N/mm^2) corrisponde a un grado d'idratazione sufficiente a ridurre il contenutoin acqua libera e a formare un volume d'idrati in grado di ridurre gli effetti negativi dovuti al gelo.Durante le stagioni intermedie e/o in condizioni climatiche particolari (alta montagna) nel corso delle quali c'è comunque possibilità di gelo, tutte le superfici del calcestruzzo vanno pro- tette, dopo la messa in opera, per almeno 24 ore. La protezione nei riguardi del gelo durante le prime 24 ore non impedisce comunque un ritardo, anche sensibile, nell'acquisizione delle resistenze nel tempo.
Nella tabella 71.3 sono riportate le temperature consigliate per il calcestruzzo in relazione allecondizioni climatiche e alle dimensioni del getto.

Tabella 71.3. Temperature consigliate per il calcestruzzo in relazione alle condizioni climatiche e alle dimensioni del getto

Dimensione minima della sezione [mm^2]			
< 300	300 ÷ 900	900 ÷ 1800	> 1800
Temperatura minima del calcestruzzo al momento della messa in opera			
13 °C	10 °C	7 °C	5 °C
Massima velocità di raffreddamento per le superfici del calcestruzzo al termine del periodo di protezione			
1,15 °C/h	0,90 °C/h	0,70 °C/h	0,45 °C/h

Durante il periodo freddo la temperatura del calcestruzzo fresco messo in opera nelle casseforme non dovrebbe essere inferiore ai valori riportati nel prospetto precedente. In relazione alla temperatura ambiente e ai tempi di attesa e di trasporto, si deve prevedere un raffreddamento di2-5 °C tra il termine della miscelazione e la messa in opera. Durante il periodo freddo è rilevan- te l'effetto protettivo delle casseforme. Quelle metalliche, per esempio, offrono una protezioneefficace solo se sono opportunamente coibentate.

Al termine del periodo di protezione, necessario alla maturazione, il calcestruzzo deve essere raffreddato gradatamente per evitare il rischio di fessure provocate dalla differenza di tempera-tura tra parte interna ed esterna. La diminuzione di temperatura sulla superficie del calcestruzzo, durante le prime 24 ore, non dovrebbe superare i valori riportati in tabella 71.3. Si consigliadi allontanare gradatamente le protezioni, facendo in modo che il calcestruzzo raggiunga gradatamente l'equilibrio termico con l'ambiente.

Getti in climi caldi

Il clima caldo influenza la qualità sia del calcestruzzo fresco che di quello indurito. Infatti, provoca una troppo rapida evaporazione dell'acqua di impasto e una velocità di idratazione delcemento eccessivamente elevata. Le condizioni che caratterizzano il clima caldo sono:

- temperatura ambiente elevata;
- bassa umidità relativa;
- forte ventilazione (non necessariamente nella sola stagione calda);
- forte irraggiamento solare;
- temperatura elevata del calcestruzzo.

I potenziali problemi per il calcestruzzo fresco riguardano:

- aumento del fabbisogno d'acqua;
- veloce perdita di lavorabilità e conseguente tendenza a rapprendere nel corso della messain opera;
- riduzione del tempo di presa con connessi problemi di messa in opera, di compattazione, difinitura e rischio di formazione di giunti freddi;
- tendenza alla formazione di fessure per ritiro plastico;
- difficoltà nel controllo dell'aria inglobata.

I potenziali problemi per il calcestruzzo indurito riguardano:

- riduzione della resistenza a 28 giorni e penalizzazione nello sviluppo delle resistenze a scadenze più lunghe, sia per la maggior richiesta di acqua, sia per effetto del prematuro indurimento del calcestruzzo;
- maggior ritiro per perdita di acqua;
- probabili fessure per effetto dei gradienti termici (picco di temperatura interno e gradientetermico verso l'esterno);
- ridotta durabilità per effetto della diffusa micro-fessurazione;
- forte variabilità nella qualità della superficie dovuta alle differenti velocità di idratazione;
- maggior permeabilità.

Durante le operazioni di getto la temperatura dell'impasto non deve superare 35 °C; tale limite dovrà essere convenientemente ridotto nel caso di getti di grandi dimensioni. Esistono diversi metodi per raffreddare il calcestruzzo; il più semplice consiste nell'utilizzo d'acqua molto fred- da o di ghiaccio in sostituzione di parte dell'acqua d'impasto. Per ritardare la presa del cementoe facilitare la posa e la finitura del calcestruzzo, si possono aggiungere additivi ritardanti, o fluidificanti ritardanti di presa, preventivamente autorizzati dalla direzione dei lavori. I getti di calcestruzzo in climi caldi devono essere eseguiti di mattina, di sera o di notte, ovveroquando la temperatura risulta più bassa.

I calcestruzzi da impiegare nei climi caldi dovranno essere confezionati preferibilmente con cementi a basso calore di idratazione, oppure aggiungendo additivi ritardanti all'impasto.
Il getto successivamente deve essere trattato con acqua nebulizzata e con barriere frangivento per ridurre l'evaporazione dell'acqua di impasto.
Nei casi estremi il calcestruzzo potrà essere confezionato raffreddando i componenti, per esempio tenendo all'ombra gli inerti e aggiungendo ghiaccio all'acqua. In tal caso, prima dell'esecuzione del getto entro le casseforme, la direzione dei lavori dovrà accertarsi che il ghiaccio risulti completamente disciolto.

Riprese di getto su calcestruzzo fresco e su calcestruzzo indurito

Le interruzioni del getto del calcestruzzo devono essere autorizzate dalla direzione dei lavori. Per quanto possibile, i getti devono essere eseguiti senza soluzione di continuità, in modo da evitare le riprese e conseguire la necessaria continuità strutturale. Per ottenere ciò, è opportunoridurre al minimo il tempo di ricopertura tra gli strati successivi, in modo che, mediante vibra-zione, si ottenga la monoliticità del calcestruzzo.

Le riprese di getto devono rispettare le seguenti indicazioni:

a) le riprese del getto su calcestruzzo fresco possono essere eseguite mediante l'impiego diadditivi

ritardanti nel dosaggio necessario in relazione alla composizione del calcestruzzo;

b) le riprese dei getti su calcestruzzo indurito devono prevedere superfici di ripresa del gettoprecedente molto rugose, che devono essere accuratamente pulite e superficialmente trat-tate per assicurare la massima adesione tra i due getti di calcestruzzo.

La superficie di ripresa del getto di calcestruzzo può essere ottenuta con:

a) scarificazione della superficie del calcestruzzo già gettato;
b) spruzzando sulla superficie del getto precedente una dose di additivo ritardante la presa;
c) collegando i due getti con malta di collegamento a ritiro compensato o con specifici adesiviper ripresa di getto (resine).

Nelle riprese di getto sono da evitare i distacchi, le discontinuità o le differenze d'aspetto ecolore.
Nel caso di ripresa di getti di calcestruzzo a vista devono eseguirsi le ulteriori disposizioni deldirettore dei lavori.

Compattazione

Quando il calcestruzzo fresco è versato nella cassaforma, contiene molti vuoti e tasche d'aria racchiusi tra gli aggregati grossolani rivestiti parzialmente da malta. Il volume di tale aria, chesi aggira tra il 5 e il 20%, dipende dalla consistenza del calcestruzzo, dalla dimensione della cassaforma, dalla distribuzione e dall'addensamento delle barre d'armatura e dal modo con cuiil calcestruzzo è stato versato nella cassaforma.
La compattazione è il processo mediante il quale le particelle solide del calcestruzzo frescosi serrano tra loro riducendo i vuoti. Tale processo può essere effettuato mediante vibrazione, centrifugazione, battitura e assestamento.
I calcestruzzi con classi di consistenza S1 e S2, che allo stato fresco sono generalmente rigidi,richiedono una compattazione più energica dei calcestruzzi di classe S3 o S4, aventi consistenza plastica o plastica fluida.
La lavorabilità di un calcestruzzo formulato originariamente con poca acqua non può essere migliorata aggiungendo acqua. Tale aggiunta penalizza la resistenza e dà luogo alla formazionedi una miscela instabile che tende a segregare durante la messa in opera. Quando necessario possono essere utilizzati degli additivi fluidificanti o, talvolta, superfluidificanti.
Nel predisporre il sistema di compattazione, si deve prendere in considerazione la consistenza effettiva del calcestruzzo al momento della messa in opera che, per effetto della temperatura edella durata di trasporto, può essere inferiore a quella rilevata al termine dell'impasto.
La compattazione del calcestruzzo deve evitare la formazione di vuoti, soprattutto nelle zone di copriferro.

Vibrazione

La vibrazione consiste nell'imporre al calcestruzzo fresco rapide vibrazioni che fluidificano lamalta e drasticamente riducono l'attrito interno esistente tra gli aggregati. In questa condizione,il calcestruzzo si assesta per effetto della forza di gravità, fluisce nelle casseforme, avvolge le armature ed espelle l'aria intrappolata. Al termine della vibrazione l'attrito interno ristabiliscelo stato di quiete e il calcestruzzo risulta denso e compatto. I vibratori possono essere interni ed esterni.

I vibratori interni, detti anche *a immersione* o *ad ago*, sono i più usati nei cantieri. Essi sono costituiti da una sonda o ago, contenente un albero eccentrico azionato da un motore tramite una trasmissione flessibile. Il loro raggio d'azione, in relazione al diametro, varia tra 0,2 e 0,6 m, mentre la frequenza di vibrazione, quando il vibratore è immerso nel calcestruzzo, è compresa tra 90 e 250 Hz.
L'uso dei vibratori non deve essere prolungato, per non provocare la separazione dei componenti il calcestruzzo per effetto della differenza del peso specifico e il rifluimento verso l'alto dell'acqua di impasto con conseguente trasporto di cemento.
Per effettuare la compattazione, l'ago vibrante deve essere introdotto verticalmente e spostato da punto a punto nel calcestruzzo, con tempi di permanenza che vanno dai 5 ai 30 secondi. L'effettivo completamento della compattazione può essere valutato dall'aspetto della superficie, che non deve essere né porosa né eccessivamente ricca di malta. L'estrazione dell'ago deveessere graduale ed effettuata in modo da permettere la chiusura dei fori da esso lasciati.

L’ago deve essere introdotto per l’intero spessore del getto fresco, e per 5-10 cm in quello sot-tostante, se questo è ancora lavorabile. In tal modo, si ottiene un adeguato legame tra gli stratie si impedisce la formazione di un giunto freddo tra due strati di getti sovrapposti. I cumuli cheinevitabilmente si formano quando il calcestruzzo è versato nei casseri devono essere livellati inserendo il vibratore entro la loro sommità. Per evitare la segregazione, il calcestruzzo non deve essere spostato lateralmente con i vibratori mantenuti in posizione orizzontale, operazioneche comporterebbe un forte affioramento di pasta cementizia con contestuale sedimentazione degli aggregati grossi. La vibrazione ottenuta affiancando il vibratore alle barre d’armatura è tollerata solo se l’addensamento tra le barre impedisce l’ingresso del vibratore e a condizione che non ci siano sottostanti strati di calcestruzzo in fase d’indurimento. Qualora il getto comporti la messa in opera di più strati, si dovrà programmare la consegna delcalcestruzzo in modo che ogni strato sia disposto sul precedente quando questo è ancora allo strato plastico, così da evitare i giunti freddi.
I vibratori esterni sono utilizzati generalmente negli impianti di prefabbricazione ma possono,comunque, essere utilizzati anche nei cantieri quando la struttura è complessa o l’addensamento delle barre d’armatura limita o impedisce l’inserimento di un vibratore a immersione.
I vibratori superficiali applicano la vibrazione tramite una sezione piana appoggiata alla superficie del getto; in questo modo il calcestruzzo è sollecitato in tutte le direzioni e la tendenzaa segregare è minima. Un martello elettrico può essere usato come vibratore superficiale se combinato con una piastra d’idonea sezione. Per consolidare sezioni sottili è utile l’impiego dirulli vibranti.

Prescrizioni per la corretta stagionatura

Per la corretta stagionatura del calcestruzzo è necessario seguire le seguenti disposizioni:

a) prima della messa in opera:
   - saturare a rifiuto il sottofondo e le casseforme di legno, oppure isolare il sottofondocon fogli di plastica e impermeabilizzare le casseforme con disarmante;
   - la temperatura del calcestruzzo al momento della messa in opera deve essere ≤ 0 °C, raffreddando, se necessario, gli aggregati e l’acqua di miscela.

b) durante la messa in opera:
   - erigere temporanee barriere frangivento per ridurne la velocità sulla superficie del calcestruzzo;
   - erigere protezioni temporanee contro l’irraggiamento diretto del sole;
   - proteggere il calcestruzzo con coperture temporanee, quali fogli di polietilene,nell’intervallo fra la messa in opera e la finitura;
   - ridurre il tempo fra la messa in opera e l’inizio della stagionatura protetta.

c) dopo la messa in opera:
   - minimizzare l’evaporazione proteggendo il calcestruzzo immediatamente dopo lafinitura con membrane impermeabili, umidificazione a nebbia o copertura;
   - la massima temperatura ammissibile all’interno delle sezioni è di 70 °C;
   - la differenza massima di temperatura fra l’interno e l’esterno è di 20 °C;
   - la massima differenza di temperatura fra il calcestruzzo messo in opera e le parti giàindurite o altri elementi della struttura è di 15 °C.

È compito della direzione dei lavori specificare le modalità di ispezione e di controllo.

Protezione in generale

La protezione del calcestruzzo consiste nell’impedire, durante la fase iniziale del processo di indurimento

- l’essiccazione della superficie del calcestruzzo, perché l’acqua è necessaria per l’idratazionedel cemento e, nel caso in cui si impieghino cementi di miscela, per il progredire delle reazioni pozzolaniche; inoltre, serve a evitare che gli strati superficiali del manufatto indurito risultino porosi. L’essiccazione prematura

rende il copriferro permeabile e, quindi, scarsamente resistente alla penetrazione delle sostanze aggressive presenti nell'ambiente diesposizione;
- il congelamento dell'acqua d'impasto prima che il calcestruzzo abbia raggiunto un grado adeguato di indurimento;
- che i movimenti differenziali, dovuti a differenze di temperatura attraverso la sezione del manufatto, siano di entità tale da generare fessure.

I metodi di stagionatura proposti dall'appaltatore dovranno essere preventivamente sottoposti all'esame del direttore dei lavori, che potrà richiedere le opportune verifiche sperimentali.
Durante il periodo di stagionatura protetta, si dovrà evitare che i getti di calcestruzzo subiscanourti, vibrazioni e sollecitazioni di ogni genere.
Il metodo di stagionatura prescelto dovrà assicurare che le variazioni termiche differenziali nella sezione trasversale delle strutture, da misurare con serie di termocoppie, non provochi- no fessure o cavillature tali da compromettere le caratteristiche del calcestruzzo indurito. Tali variazioni termiche potranno essere verificate direttamente nella struttura mediante serie di termocoppie predisposte all'interno del cassero nella posizione indicata dal progettista.
L'appaltatore dovrà evitare congelamenti superficiali o totali di strutture in calcestruzzo armato sottili, oppure innalzamenti di temperatura troppo elevati con conseguente abbattimento delle proprietà del calcestruzzo indurito nel caso di strutture massive.

Protezione termica durante la stagionatura

A titolo esemplificativo, di seguito si indicano i più comuni sistemi di protezione termica per le strutture in calcestruzzo adottabili nei getti di cantiere, previa autorizzazione del direttore deilavori ovvero:

a) sabbia e foglio di polietilene. La parte superiore del getto si può proteggere con un foglio dipolietilene coperto con 7-8 cm di sabbia o tavole di legno. Il foglio di polietilene ha anchela funzione di mantenere la superficie pulita e satura d'umidità;
b) immersione in leggero strato d'acqua. La corretta stagionatura è assicurata mantenendo costantemente umida la struttura messa in opera. Nel caso di solette e getti a sviluppo orizzontale, si suggerisce di creare un cordolo perimetrale che permette di mantenere la superficie costantemente ricoperta da alcuni centimetri d'acqua. Occorre porre attenzione,in condizioni di forte ventilazione, alla rapida escursione della temperatura sulla superficieper effetto dell'evaporazione;
c) cassaforma isolante. Il $\Delta t \leq 20$ °C può essere rispettato se si usa una cassaforma isolante, ad esempio legno compensato con spessore ≥ 2 cm, o se il getto si trova contro terra;
d) solvente filmogeno spruzzato sulla superficie di calcestruzzo;
e) teli non di plastica collocati sulla superficie di calcestruzzo e inumiditi con acqua a spruzzo.

Al fine di assicurare alla struttura in c.a. un corretto sistema di stagionatura in funzione delle condizioni ambientali, della geometria dell'elemento e dei tempi di scasseratura previsti, occorre prevedere ed eseguire in cantiere una serie di verifiche che assicurino l'efficacia delle misuredi protezione adottate.

Durata della stagionatura

Con il termine *durata di stagionatura* si intende il periodo che intercorre tra la messa in operae il tempo in cui il calcestruzzo ha raggiunto le caratteristiche essenziali desiderate. Per l'interadurata della stagionatura, il calcestruzzo necessita d'attenzioni e cure affinché la sua maturazione possa avvenire in maniera corretta.
La durata di stagionatura deve essere prescritta in relazione alle proprietà richieste per la superficie del calcestruzzo (resistenza meccanica e compattezza) e per la classe d'esposizione. Sela classe di esposizione prevista è limitata alle classi X0 e XC1, il tempo minimo di protezionenon deve essere inferiore a 12 ore, a condizione che il tempo di presa sia inferiore a cinque ore,e che la temperatura della superficie del calcestruzzo sia superiore a 5 °C. Se il calcestruzzo è esposto a classi d'esposizione diverse da X0 o XC1, la durata di stagionatura deve essere estesafino a quando il

calcestruzzo ha raggiunto, sulla sua superficie, almeno il 50% della resistenzamedia, o il 70% della resistenza caratteristica, previste dal progetto.
Nella tabella 71.4 sono riportati, in funzione dello sviluppo della resistenza e della temperaturadel calcestruzzo, la durata di stagionatura minima per calcestruzzi esposti a classi d'esposizionediverse da X0 e XC1.
L'indicazione circa la durata di stagionatura, necessaria a ottenere la durabilità e impermeabili-tà dello strato superficiale, non deve essere confusa con il tempo necessario al raggiungimentodella resistenza prescritta per la rimozione delle casseforme, e i conseguenti aspetti di sicurezza strutturale. Per limitare la perdita d'acqua per evaporazione si adottano i seguenti metodi:

Tabella 71.4. Durata di stagionatura minima per calcestruzzi esposti a classi d'esposizione diverse (da X0 a XC1)

Temperatura *t* della superficiedel calcestruzzo [°C]	**Durata minima della stagionatura[giorni]**			
	Sviluppo della resistenza in base al rapporto $r = (f_{cm2}/f_{cm28})$[1]			
	Rapido $r \geq 0{,}50$	**Medio 0,50 < $r \leq 0{,}30$**	**Lento 0,30 < $r \leq 0{,}15$**	**Molto lento $r < 0{,}15$**
$t \geq 25$	1,0	1,5	2,0	3
$25 > t \geq 15$	1,0	2,0	3,0	5
$15 > t \geq 10$	2,0	4,0	7,0	10
$10 > t \geq 5$	3,0	6,0	10	15

[1] La velocità di sviluppo della resistenza *r* è calcolata in base al rapporto sperimentale della resistenza meccanica f_{cm} alla compressione de-terminata alla scadenza di 2 e 28 giorni. Al tempo di maturazione specificato deve essere aggiunto l'eventuale tempo di presa eccedente le cinque ore. Il tempo durante il quale il calcestruzzo rimane a temperatura < 5 °C non deve essere computato come tempo di maturazione.

- mantenere il getto nelle casseforme per un tempo adeguato (3-7 giorni);
- coprire la superficie del calcestruzzo con fogli di plastica, a tenuta di vapore, assicurati aibordi e nei punti di giunzione;
- mettere in opera coperture umide sulla superficie in grado di proteggere dall'essiccazione;
- mantenere umida la superficie del calcestruzzo con l'apporto di acqua;
- applicare prodotti specifici (filmogeni antievaporanti) per la protezione delle superfici.

I prodotti filmogeni di protezione *curing* non possono essere applicati lungo i giunti di costruzione, sulle riprese di getto o sulle superfici che devono essere trattate con altri materiali, a meno che il prodotto non venga completamente rimosso prima delle operazioni o che si siaverificato che non ci siano effetti negativi nei riguardi dei trattamenti successivi, salvo specificaderoga da parte della direzione dei lavori. Per eliminare il film dello strato protettivo dalla superficie del calcestruzzo, si può utilizzare la sabbiatura o l'idropulitura con acqua in pressione.La colorazione del prodotto di *curing* serve a rendere visibili le superfici trattate. Si devonoevitare, nel corso della stagionatura, i ristagni d'acqua sulle superfici che rimarranno a vista. Nel caso in cui siano richieste particolari caratteristiche per la superficie del calcestruzzo, qualila resistenza all'abrasione o durabilità, è opportuno aumentare il tempo di protezione e maturazione.

Controllo della fessurazione superficiale

Per le strutture in calcestruzzo armato in cui non sono ammesse fessurazioni dovranno essere predisposti i necessari accorgimenti previsti dal progetto esecutivo o impartite dalla direzione dei lavori.
Le fessurazioni superficiali dovute al calore che si genera nel calcestruzzo devono essere controllate mantenendo la differenza di temperatura tra il centro e la superficie del getto intorno ai 20 °C.

Casseforme e puntelli per le strutture in calcestruzzo semplice e armato

Caratteristiche delle casseforme

Le casseforme e le relative strutture di supporto devono essere realizzate in modo da sopportarele azioni alle quali sono sottoposte nel corso della messa in opera del calcestruzzo, e in modo daessere abbastanza rigide per garantire il rispetto delle dimensioni geometriche e delle tolleranzepreviste.
In base alla loro configurazione le casseforme possono essere classificate in:

- casseforme smontabili;
- casseforme a tunnel, idonee a realizzare contemporaneamente elementi edilizi orizzontalie verticali;
- casseforme rampanti, atte a realizzare strutture verticali mediante il loro progressivoinnalzamento, ancorate al calcestruzzo precedentemente messo in opera;
- casseforme scorrevoli, predisposte per realizzare in modo continuo opere che si sviluppanoin altezza o lunghezza.

Per rispettare le quote e le tolleranze geometriche progettuali, le casseforme devono essere praticamente indeformabili quando, nel corso della messa in opera, sono assoggettate alla pressione del calcestruzzo e alla vibrazione. È opportuno che eventuali prescrizioni relative al grado di finitura della superficie a vista siano riportate nelle specifiche progettuali.
La superficie interna delle casseforme rappresenta il negativo dell'opera da realizzare; tutti i suoi pregi e difetti si ritrovano sulla superficie del getto.
Generalmente, una cassaforma è ottenuta mediante l'accostamento di pannelli. Se tale opera- zione non è eseguita correttamente e/o non sono predisposti i giunti a tenuta, la fase liquida del calcestruzzo, o boiacca, fuoriesce provocando difetti estetici sulla superficie del getto, eterogeneità nella tessitura e nella colorazione, nonché nidi di ghiaia.
La tenuta delle casseforme deve essere curata in modo particolare nelle strutture con superficidi calcestruzzo a vista, e può essere migliorata utilizzando giunti preformati riutilizzabili, op- pure con mastice e con guarnizioni monouso.
Alla difficoltà di ottenere connessioni perfette si può porre rimedio facendo in modo che le giunture siano in corrispondenza di modanature o di altri punti d'arresto del getto.
Tutti i tipi di casseforme (con la sola esclusione di quelle che rimangono inglobate nell'opera finita), prima della messa in opera del calcestruzzo, richiedono il trattamento con un agente (prodotto) disarmante.
I prodotti disarmanti sono applicati ai manti delle casseforme per agevolare il distacco del calcestruzzo, ma svolgono anche altre funzioni, quali la protezione della superficie delle casseforme metalliche dall'ossidazione e della corrosione, l'impermeabilizzazione dei pannelli di legno e il miglioramento della qualità della superficie del calcestruzzo. La scelta del prodotto ela sua corretta applicazione influenzano la qualità delle superfici del calcestruzzo, in particolarel'omogeneità di colore e l'assenza di bolle.
Le casseforme assorbenti, costituite da tavole o pannelli di legno non trattato o altri materiali assorbenti, calcestruzzo compreso, prima della messa in opera del calcestruzzo richiedono la saturazione con acqua. Si deve aver cura di eliminare ogni significativa traccia di ruggine nellecasseforme metalliche. Nel caso in cui i ferri d'armatura non siano vincolati alle casseforme, per rispettare le tolleranzedello spessore del copriferro si dovranno predisporre opportune guide o riscontri che contrasta-no l'effetto della pressione esercitata dal calcestruzzo.

Casseforme in legno

Nel caso di utilizzo di casseforme in legno, si dovrà curare che le stesse siano eseguite con tavole a bordi paralleli e ben accostate, in modo che non abbiano a presentarsi, dopo il disarmo,sbavature o disuguaglianze sulle facce in vista del getto. In ogni caso, l'appaltatore avrà cura ditrattare le casseforme, prima del getto, con idonei prodotti disarmanti.
Le parti componenti i casseri devono essere a perfetto contatto per evitare la fuoriuscita di boiacca cementizia.

Pulizia e trattamento

I casseri devono essere puliti e privi di elementi che possano in ogni modo pregiudicare l'aspetto della superficie del calcestruzzo indurito.
Dove e quando necessario, si farà uso di prodotti disarmanti disposti in strati omogenei continui. I disarmanti non dovranno assolutamente macchiare la superficie in vista del calcestruzzo.Su tutte le casseforme di una stessa opera

dovrà essere usato lo stesso prodotto.
Nel caso di utilizzo di casseforme impermeabili, per ridurre il numero delle bolle d'aria sulla superficie del getto, si dovrà fare uso di disarmante con agente tensioattivo in quantità control- lata e la vibrazione dovrà essere contemporanea al getto.
Qualora si realizzino calcestruzzi colorati o con cemento bianco, l'uso dei disarmanti sarà subordinato a prove preliminari atte a dimostrare che il prodotto usato non alteri il colore.

Legature delle casseforme e distanziatori delle armature

Gli inserti destinati a mantenere le armature in posizione, quali distanziali, tiranti, barre o altrielementi incorporati o annegati nella sezione come placche e perni di ancoraggio, devono:

- essere fissati solidamente in modo tale che la loro posizione rimanga quella prescritta anchedopo la messa in opera e la compattazione del calcestruzzo;
- non indebolire la struttura;
- non indurre effetti dannosi al calcestruzzo, agli acciai di armatura e ai tiranti diprecompressione;
- non provocare macchie inaccettabili;
- non nuocere alla funzionalità o alla durabilità dell'elemento strutturale;
- non ostacolare la messa in opera e la compattazione del calcestruzzo.

Ogni elemento annegato deve avere una rigidità tale da mantenere la sua forma durante le ope-razioni di messa in opera del calcestruzzo.
I dispositivi che mantengono in posto le casseforme, quando attraversano il calcestruzzo, non devono essere dannosi a quest'ultimo. In particolare, viene prescritto che, dovunque sia possi-bile, gli elementi delle casseforme vengano fissati nell'esatta posizione prevista usando fili me-tallici liberi di scorrere entro tubi di PVC o simile, questi ultimi destinati a rimanere incorporatinel getto di calcestruzzo. Dove ciò non fosse possibile, previa informazione alla direzione dei lavori, potranno essere adottati altri sistemi, prescrivendo le cautele da adottare.
È vietato l'uso di distanziatori di legno o metallici; sono invece ammessi quelli in plastica, maovunque sia possibile dovranno essere usati quelli in malta di cemento.
La superficie del distanziatore a contatto con la cassaforma deve essere la più piccola possibile.Si preferiranno, quindi, forme cilindriche, semicilindriche e semisferiche.

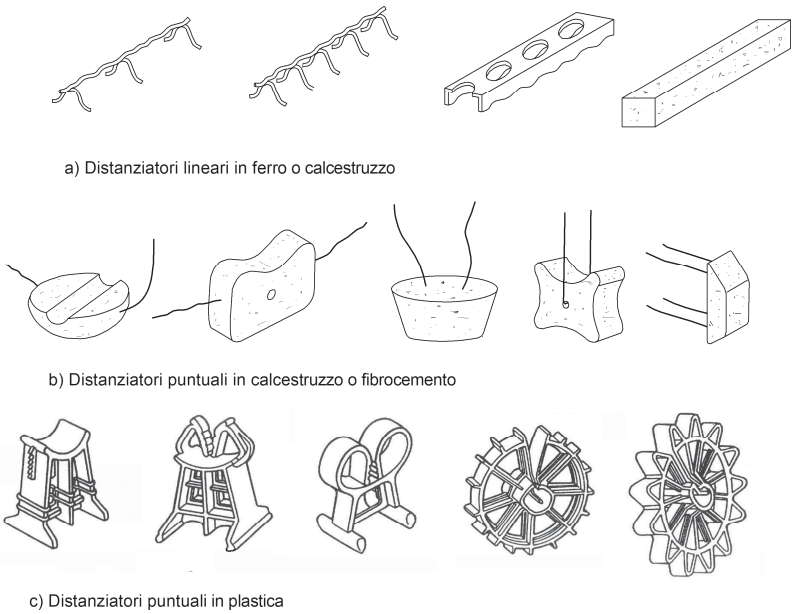

Figura 71.6. Esempi di distanziatori per strutture di calcestruzzo armato

Strutture di supporto in generale

Le strutture di supporto devono tenere conto dell'effetto combinato:

- del peso proprio delle casseforme, dei ferri d'armatura e del calcestruzzo;
- della pressione esercitata sulle casseforme dal calcestruzzo in relazione ai suoi gradi diconsistenza più elevati;
- delle sollecitazioni esercitate da personale, materiali, attrezzature, ecc., compresi gli effetti statici e dinamici provocati dalla messa in opera del calcestruzzo, dai suoi eventualiaccumuli in fase di getto e dalla sua compattazione;
- dei possibili sovraccarichi dovuti al vento e alla neve.

Alle casseforme non devono essere connessi carichi e/o azioni dinamiche dovute a fattori esterni quali, ad esempio, le tubazioni delle pompe per calcestruzzo. La deformazione totale delle casseforme, e la somma di quelle relative ai pannelli e alle strutture di supporto, non deve superare le tolleranze geometriche previste per il getto.
Per evitare la deformazione del calcestruzzo non ancora completamente indurito e le possibili fessurazioni, le strutture di supporto devono sopportare l'effetto della spinta verticale e orizzontale del calcestruzzo durante la messa in opera e, nel caso in cui la struttura di supporto poggi, anche parzialmente, al suolo, occorrerà assumere i provvedimenti necessari per compensaregli eventuali assestamenti.

Giunti tra gli elementi di cassaforma

I giunti tra gli elementi di cassaforma saranno realizzati con ogni cura, al fine di evitare fuoriuscite di boiacca e creare irregolarità o sbavature sulla superficie esterna del calcestruzzo, speciese a facciavista. Potrà essere prescritto che tali giunti debbano essere evidenziati in modo da divenire elementi architettonici secondo il progetto esecutivo.

Predisposizione di fori, tracce, cavità

L'appaltatore avrà l'obbligo di predisporre in corso di esecuzione quanto è previsto nei disegniprogettuali esecutivi, per ciò che concerne fori, tracce, cavità, incassature, ecc., per la posa in opera di apparecchi accessori quali giunti, appoggi, smorzatori sismici, pluviali, passi d'uomo,passerelle d'ispezione, sedi di tubi e di cavi, opere interruttive, sicurvia, parapetti, mensole, segnalazioni, parti d'impianti, ecc.

Prodotti disarmanti per calcestruzzi

L'impiego di disarmanti per facilitare il distacco delle casseforme non deve pregiudicare l'a- spetto della superficie esterna del calcestruzzo e la permeabilità, né influenzarne la presa, o causare la formazione di bolle e macchie.
La direzione dei lavori potrà autorizzare l'uso di disarmanti sulla base di prove sperimentali per valutarne gli effetti finali.
In generale, le quantità di disarmante impiegate non devono superare i dosaggi indicati dal produttore. Il prodotto deve essere applicato correttamente secondo le indicazioni del produttore.
All'appaltatore è vietato usare lubrificanti di varia natura e oli esausti come disarmanti per le casseforme (in ferro, alluminio e in materiale plastico, ecc.) per le strutture in calcestruzzo armato.

Disarmo delle strutture in calcestruzzo armato

Il disarmo comprende le fasi che riguardano la rimozione delle casseforme e delle strutturedi supporto. Queste non possono essere rimosse prima che il calcestruzzo abbia raggiunto la resistenza a compressione sufficiente a:

- sopportare le azioni applicate;
- evitare che le deformazioni superino le tolleranze specificate;
- resistere ai deterioramenti di superficie dovuti al disarmo.

Durante il disarmo è necessario evitare che la struttura subisca sollecitazioni dinamiche, sovraccarichi e deterioramenti superficiali come il danneggiamento del copriferro. Il disarmo deve avvenire gradatamente adottando i provvedimenti necessari a evitare brusche sollecita- zioni e azioni dinamiche.
Si può procedere alla rimozione delle casseforme non prima di 15 giorni dalla data di esecuzione del getto, tenendo conto delle condizioni climatiche che possono rallentare lo sviluppodelle resistenze del calcestruzzo. In ogni caso, il

disarmo delle strutture gettate deve essere sempre autorizzato per iscritto e concordato con la direzione dei lavori.
In ogni caso le travi in c.a.p. non potranno essere appoggiate sulle spalle di estremità prima di 28 giorni dal getto delle spalle stesse

Ripristini e stuccature

Nessun ripristino o stuccatura potrà essere eseguito dall'appaltatore dopo il disarmo delle strutture in calcestruzzo armato senza il preventivo controllo del direttore dei lavori.
Eventuali elementi metallici, quali chiodi o reggette che dovessero sporgere dai getti, dovrannoessere tagliati almeno di 1 cm sotto la superficie finita, e gli incavi risultanti dovranno essere accuratamente sigillati con malta fine di cemento ad alta adesione.
Gli eventuali fori e/o nicchie formate nella superficie di calcestruzzo dalle strutture di supportodei casseri devono essere riempiti e trattati in superficie con un materiale di qualità simile a quella del calcestruzzo circostante.
A seguito di tali interventi, la direzione dei lavori potrà richiedere, per motivi estetici, la ripulitura o il trattamento delle superfici del getto con idonei prodotti.

Caricamento delle strutture disarmate

Il caricamento delle strutture in calcestruzzo armato disarmate deve essere autorizzato dalla direzione dei lavori, che deve valutarne l'idoneità statica o in relazione alla maturazione del calcestruzzo e ai carichi sopportabili.

Tolleranze geometriche

Nell'esecuzione della struttura gettata in opera o prefabbricata le tolleranze dimensionali per lastruttura completa e gli elementi strutturali (fondazioni, travi e solette, pilastri e pareti, sezionitrasversali, aperture, allineamenti, ecc.) rispetto al progetto esecutivo devono essere conformi alla UNI EN 13670, in particolare del paragrafo 10 e dell'appendice G.
L'inizio dei lavori deve essere preceduto dall'installazione di caposaldi di riferimento inamovibili dai quali trasferire assi e quote per il tracciamento e i controlli dimensionali previsti dalla citata norma.

Pareti

Nell'esecuzione di pareti in c.a. si ammettono le seguenti tolleranze geometriche:

- lo scostamento verticale Δ ammesso, classe di tolleranza 1, per l'inclinazione di una parete a qualsiasi livello in un edificio a uno o più piani, deve essere pari al valore maggiore tra 15 mm o $h/400$

Art. 20. Controlli di accettazione delle miscele omogenee di calcestruzzo

Controlli di qualità del calcestruzzo

Il controllo di qualità consente di verificare nelle diverse fasi esecutive la produzione del calce-struzzo, garantendone, così, la conformità alle prescrizioni di progetto e contrattuali.
Il controllo deve articolarsi nelle seguenti fasi:

- valutazione preliminare di qualificazione;
- controllo di accettazione;
- prove complementari.

Le prove sul calcestruzzo fornito e messo in opera dall'impresa devono essere eseguite da un laboratorio di cui all'art. 59 del D.P.R. n. 380/2001, il direttore dei lavori sulla base dei dati forniti dovrà redigere la relazione finale sul controllo di qualità del calcestruzzo.
L'onere delle prove di laboratorio è a carico dell'Appaltatore
La valutazione preliminare di qualificazione consiste nella verifica della qualità dei componenti il calcestruzzo (ovvero aggregati, cementi, acque e additivi), e si esplica attraverso il confezionamento di miscele sperimentali che permettono di accertare la possibilità di produrrecalcestruzzi conformi alle prescrizioni di progetto (classe di resistenza e classe di consistenza conformi alla norma UNI EN 206).

Tutti i materiali forniti, se finalizzati all'esecuzione di elementi strutturali, devono essere for- niti di un'attestazione di conformità di livello 2+. Tali controlli sono da considerarsi cogenti einderogabili.

Controllo di accettazione

Il direttore dei lavori ha l'obbligo di eseguire controlli sistematici in corso d'opera, per verificare la conformità tra le caratteristiche delle miscele omogenee di calcestruzzo messo in operae quello stabilito dal progetto e garantito in sede di valutazione preliminare.
Il controllo di accettazione deve essere eseguito su miscele omogenee in funzione del quantitativo di calcestruzzo accettato; per l'opera in appalto deve eseguirsi esclusivamente il controllodi tipo B.

Prelievo di campioni ed esecuzione della prova a compressione

Il prelievo di campioni di calcestruzzo deve essere eseguito esclusivamente da un laboratorio incaricato di cui all'art. 59 del D.P.R. n. 380/2001 dalla direzione dei lavori, che deve provvedere a identificare i provini mediante sigle ed etichette, e a custodirli in un locale idoneo primadella formatura e durante la stagionatura. Le fasi di prelievo devono essere documentate da fotografie con data.
Un prelievo consiste nel prelevare da una carica di calcestruzzo, per ogni giorno di getto e perun massimo di 100 m^3 forniti, al momento della posa in opera nei casseri, la quantità di conglomerato necessaria per la confezione di un gruppo di due provini.
La campionatura minima per ciascun controllo di accettazione è di tre prelievi di due cubetti ciascuno.
La media delle resistenze a compressione dei due provini di un prelievo rappresenta la cosiddetta *resistenza di prelievo*, che costituisce il valore mediante il quale vengono eseguiti i controlli del calcestruzzo.
È obbligo del direttore dei lavori prescrivere ulteriori prelievi rispetto al numero minimo, tuttele volte che variazioni di qualità dei costituenti dell'impasto possano far presumere una varia-zione di qualità della miscela omogenea di calcestruzzo stesso.

Confezionamento dei provini

Il calcestruzzo entro le forme o cubiere deve essere opportunamente assestato e compattatoper strati, secondo le prescrizioni della norma UNI 12390-2. Il calcestruzzo, prima di essere collocato nelle casseforme, deve essere opportunamente rimiscelato in apposito recipiente. Il riempimento delle casseformi deve avvenire in almeno due strati con spessore non superiorea 10 cm.
Il calcestruzzo a consistenza umida o a basso tenore d'acqua, invece, dovrà essere vibrato nella cubiera mediante tavola vibrante o vibratore a immersione di dimensioni e caratteristiche rap-portate alle dimensioni del provino.
Dopo la costipazione, la superficie di calcestruzzo nella parte superiore della cassaforma deveessere rasata con righello metallico e lisciata con idonea cazzuola o con fratazzo. La superficie esterna del provino deve essere opportunamente protetta, dall'evaporazione fino alla sformatura.
La sformatura, che consiste nella rimozione delle casseforme, potrà essere eseguita dopo 24 oredalla preparazione e in maniera da non danneggiare il provino.

Marcatura dei provini

Il direttore dei lavori deve contrassegnare i provini di calcestruzzo mediante sigle, etichettatureindelebili, ecc. Tali dati devono essere annotati nel verbale di prelievo ai fini dell'individua- zione dei campioni, e per avere la conferma che essi siano effettivamente quelli prelevati in cantiere in contraddittorio con l'appaltatore.
Dopo la marcatura, i provini devono essere inviati al laboratorio incaricato per l'esecuzione delle prove. Il certificato dei risultati della prova a compressione dovrà contenere tutti i dati dichiarati dal direttore dei lavori, compreso il riferimento al verbale di prelievo.

Verbale di prelievo di campioni di calcestruzzo in cantiere

Il verbale di prelievo dei cubetti di calcestruzzo deve contenere le seguenti indicazioni:

- località e denominazione del cantiere;

- requisiti di progetto del calcestruzzo;
- modalità di posa in opera;
- identificazione della betoniera;
- data e ora del prelevamento;
- posizione in opera del calcestruzzo da cui è stato fatto il prelievo;
- marcatura dei provini;
- modalità di compattazione nelle casseforme (barra d'acciaio a sezione quadra o a sezione circolare e relativo numero dei colpi necessari per l'assestamento, tavola vibrante, vibratoreinterno);
- modalità di conservazione dei provini prima della scasseratura;
- modalità di conservazione dei provini dopo la scasseratura;
- dichiarazione, del direttore dei lavori o dell'assistente, delle modalità di preparazione dei provini, in conformità alle prescrizioni della norma UNI 12390-2;
- eventuali osservazioni sulla preparazione e sulla conservazione dei provini di calcestruzzo.

Il verbale di prelievo deve essere firmato dal direttore dei lavori e da un rappresentante qualificato dell'impresa esecutrice e dal laboratorio incaricato che ha eseguito materialmente il prelievo.

Controllo d'accettazione

Sulla base dei risultati dei certificati di prova a compressione dei provini prelevati in cantiere ildirettore dei lavori dovrà elaborare i risultati redigere il relativo controllo d'accettazione dellemiscele omogenee calcestruzzo fornite e messe in opera dall'appaltatore per verificarne la rispondenza alle prescrizioni contrattuali e al capitolo 11 delle Norme tecniche per le costruzioni:controllo di tipo A o di tipo B.

I soli certificati di prova a compressione non costituiscono il controllo d'accettazione delle miscele omogenee di calcestruzzo fornite e messe in opera dall'appaltatore.