

OGGETTO: P.T.N. N.9 / 2022-2023 - PNRR - LAVORI DI RIQUALIFICAZIONE DELLE SISTEMAZIONI ESTERNE DI VILLA BOTTINI. CUP LAVORI J65F21000200001 - 1° e 2° Stralcio.

PROGETTO DEFINITIVO A CURA DI:

Progetto Architettonico e Paesaggistico
Arch. I e Paesaggista Lorenzo Cellini
Telefono +39 328 0370 674
e-mail cellinilorenzo@gmail.com

Arch. e Paesaggista Adele Goretti Caucci
Telefono +39 335 432 667
e-mail studiocaucchi@gmail.com

Progetto Strutturale
Ing. Matteo Angelini
Telefono +39 329 417 4332
e-mail matteoangelini.ing@gmail.com

Progetto Impiantistico
Ing. Marco Moricci
Telefono +39 338 495 8032
e-mail amministrazione.studiomoricci@gmail.com

Relazione geologica e rilievi
Dott. Geol. Giovanni Mancini
Telefono +39 320 698 0036
e-mail giovannozzimarco@gmail.com

Relazione Agronomica
Dott. Agr. e Paesaggista Paola Mainardi
Telefono +39 336 481 822
e-mail p.mainardi@giardiniaassociati.it

Relazione sul Restauro del ninfeo
Restauratrice Silvia Balena
Telefono
e-mail

PROGETTO ESECUTIVO

REL
Z01
INT

STRALCIO 2
INTEGRAZIONE CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO
Opere Strutturali e di Protezioni Alberature

Data di consegna integrazione

15/11/2024

ATI

Associazione
Temporanea di
Imprese

FRANCESCONI SRL
CF 01177180468
sede legale: Lucca

RESTAUROITALIA SRL
CF 01826760462
sede legale: Camaiore

MAURO GUIDONI SRL
CF 01879490470
sede legale: Pistoia

MARTINELLI IMPIANTI SRL
CF 01226490462
sede legale: Lucca

CAVALLETTI E BONTURI SRL
CF 01820510467
sede legale: Capannori

RTP

Raggruppamento
Temporaneo tra
Professionisti

Progetto Architettonico e Paesaggistico
Arch. Stefano Dini
Telefono +39 347 5177 609
e-mail info@sdachitetti.it

Arch. Giuseppe Bagnoli
Telefono +39 333 3902 337
e-mail g.bagnoli@paesaggistipercaso.it

CSP e CSE
Geom. Luigi Bonini
Telefono +39 348 2891 720
e-mail geometraluigibonini@gmail.com

Progetto di restauro
Dott.ssa Maria Scalici
Telefono +39 328 2853 163
e-mail scalici.maria@gmail.com

Relazione agronomica
Dott. Agr. Massimiliano Demi
Telefono +39 339 1736 023
e-mail massidemi@gmail.com

Relazione geologica
Dott. Geol. Carelio Francesco
Telefono +39 347 3325 214
e-mail caredio@libero.it

Giovane professionista progettista
Ing. Martina di Bugno
Telefono +39 340 3579 728
e-mail m.dibugno@gmail.com

Progetto strutturale
Ing. Paolo Rossi
Telefono +39 328 1130 286
e-mail ing.paolorossi@gmail.com

Progetto impiantistico
Ing. Massimiliano Galletti
Telefono +39 328 8145 042
e-mail ing.galletti@gmail.com



DISCIPLINARE ELEMENTI TECNICI

CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO

Stralcio 2

**INTEGRAZIONE
OPERE STRUTTURALI**

INDICE

DISCIPLINARE ELEMENTI TECNICI	2
CAPO XIV - QUALITÀ E PROVENIENZA DEI MATERIALI	2
Art. 1 Generalità	2
Art. 2 Calcestruzzi	4
Art. 3 Calcestruzzi preconfezionati	6
Art. 4 Acciaio per armatura calcestruzzo	7
Art. 5 Legname	7
CAPO XV - STRUTTURE IN CONGLOMERATO CEMENTIZIO ARMATO	8
Art. 6 Strutture in opera	8
Art. 7 Controlli di accettazione sul calcestruzzo	8
Art. 8 Getto del calcestruzzo	9
Art. 9 Getto del calcestruzzo: precauzioni particolari in relazione alla stagione	10
Art. 10 Armature metalliche	11
Art. 11 Controlli di accettazione sulle armature metalliche	12
Art. 12 Casseforme	13
Art. 13 Disarmo	15
CAPO XVI - FONDAZIONI SPECIALI	15
Art. 14 Micropali	15
Art. 15 Perforazione	16
Art. 16 Confezione e posa delle armature	16
Art. 17 Formazione del fusto del micropalo	17
Art. 18 Caratteristiche delle miscele cementizie e delle malte cementizie	19
Art. 19 Controlli sull'esecuzione dei micropali	19
Art. 20 Prove di carico sui micropali	20

DISCIPLINARE ELEMENTI TECNICI

CAPO XIV - QUALITÀ E PROVENIENZA DEI MATERIALI

Art. 1 Generalità

I materiali da impiegare nei lavori (nell'accezione estensiva di legge: "materiali da costruzione" o "prodotti da costruzione") dovranno essere di norma:

- a) identificati riportando le loro caratteristiche nel Documento di Trasporto con cui il materiale viene consegnato in cantiere o a piè d'opera e quando possibile o prescritto, sui materiali stessi. L'Appaltatore dovrà consegnare alla Direzione Lavori una copia del Documento di Trasporto e dell'eventuale documentazione allegata;
- b) prequalificati mediante idonee attestazioni rilasciate da chi di competenza e che l'Appaltatore dovrà consegnare in copia al Direttore dei Lavori;
- c) accettati dal Direttore Lavori (D.P.R. 05/10/2010 n. 207, art. 148, comma 3) mediante controllo delle certificazioni cui ai punti precedenti e/o mediante prove sperimentali di accettazione; l'accettazione dei materiali non è in ogni modo definitiva se non dopo che siano stati posti in opera e l'opera sia stata collaudata (v. di seguito);
- d) ulteriormente verificati nel caso in cui il Direttore Lavori ravvisi difformità nella fornitura dei materiali, nelle lavorazioni o nell'opera ultimata rispetto a quanto richiesto dal presente Capitolato.

Si intendono come tali tutti i prodotti fabbricati al fine di essere incorporati o assemblati in modo permanente negli edifici e nelle altre opere di ingegneria civile. In particolare, per quanto attiene all'identificazione e la qualificazione (lett. a) e b)), possono configurarsi i seguenti casi:

- Materiali e prodotti per i quali siano disponibili norme europee armonizzate (HS: Harmonised Standards) i cui riferimenti siano pubblicati sulla G.U.U.E. (vedi art. 1). Al termine del "periodo di coesistenza" il loro impiego nelle opere è possibile soltanto se in possesso della "marcatura CE" prevista dalla Direttiva 89/106/CEE "Prodotti da costruzione" (CPD), recepita in Italia dal D.P.R. 21/04/1993 n. 246, così come modificato dal D.P.R. 10/12/1997 n. 499 e successivamente dal citato Regolamento UE n. 305/2011, cogente (salvo proroghe) a partire dal 01.07.2013. I documenti prescritti che accompagnano la marcatura CE sono attualmente costituiti dalla "Dichiarazione di conformità" rilasciata dal Produttore e, nei casi previsti, dalla "Certificazione di conformità", redatte sulla base della Decisione del Consiglio UE del 22.07.1993. Vi è comunque da dire che il citato Regolamento UE n. 305/2011 sostituisce le suddette attestazioni con la nuova "Dichiarazione di Prestazione" (DoP: Declaration of Performance) ed il Benestare Tecnico Europeo "con la Valutazione Tecnica Europea" (ETA: European Technical Assessment);
- Materiali e prodotti innovativi o comunque non ricadenti nella tipologia precedente. In tali casi il Produttore potrà pervenire alla marcatura CE in conformità al "Benestare Tecnico Europeo" (ETA: European Technical Approval) rilasciato dalle autorità competenti. In alternativa dovrà essere in possesso di un Certificato di Idoneità Tecnica all'Impiego rilasciato dal Servizio Tecnico Centrale del Ministero delle Infrastrutture, sulla base di Linee Guida approvate dal Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici.
- Materiali e prodotti per i quali non siano disponibili norme armonizzate, ovvero le stesse ricadano nel periodo di coesistenza, per i quali sia invece prevista la qualificazione con le modalità e le procedure indicate nelle norme tecniche nazionali (D.M. 17/01/2018). E' fatto salvo il caso in cui, nel periodo di coesistenza della specifica norma armonizzata, il Produttore abbia volontariamente optato per la marcatura CE;

Per quanto attiene all'accettazione (lettera c)), il Direttore dei lavori dovrà:

- per i prodotti recanti la marcatura CE (caso A) e caso B) con ETA), accertarsi del possesso della marcatura stessa e richiedere all'Appaltatore, per ogni diverso prodotto fornito, il certificato (se previsto) ovvero l'attestazione di conformità alla parte armonizzata della specifica norma europea ovvero allo specifico ETA. Dovrà altresì verificare che tali prodotti rientrino nelle tipologie, classi e/o famiglie previsti nella suddetta documentazione;

- per i prodotti non recanti la marcatura CE, accertarsi del possesso e del regime di validità dell'Attestato di Qualificazione (caso C)) o del Certificato di Idoneità Tecnica all'impiego rilasciato dal Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici (caso B) senza ETA);
- per i prodotti (strutturali) non tradizionali o non trattati nelle norme tecniche vigenti, accertarsi che sia per essi presente l'autorizzazione del Servizio Tecnico Centrale, su parere del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici, autorizzazione che riguarderà l'utilizzo del materiale nelle specifiche tipologie strutturali proposte, sulla base di procedure definite dallo stesso Servizio Tecnico Centrale.

In generale (lettere c) e d)) il Direttore dei Lavori dovrà effettuare i controlli sui prodotti prescritti dalle norme cogenti e potrà effettuare quelli ritenuti necessari per valutare l'idoneità dei prodotti all'impiego, a suo insindacabile giudizio, sentito eventualmente il Progettista.

Ai fini della marcatura CE (vedere anche il punto specifico del presente Capitolato), nel caso A), le attività di certificazione, ispezione e prova su materiali e prodotti dovranno essere eseguite dai soggetti previsti nel relativo sistema di attestazione della conformità. Saranno comunque eseguite in generale, a seconda delle specifiche procedure applicabili e come specificato eventualmente nel seguito, da:

- laboratori di prova notificati ai sensi dell'art. 18 della Direttiva n. 89/106/CEE;
- laboratori di cui all'art. 59 del D.P.R. n. 380/2001;
- altri laboratori dotati di adeguata competenza ed idonee attrezzature, appositamente abilitati dal Servizio Tecnico Centrale.

Qualora si tratti di prove ed accertamenti non riconducibili a tali laboratori (ad es. analisi chimiche, tossicologiche, ambientali, ecc.) o, per qualche inderogabile motivo compatibile con le leggi vigenti, non sia possibile avvalersi di laboratori ufficiali, la Direzione Lavori potrà disporre l'effettuazione presso laboratori di propria fiducia.

Inoltre, ai sensi del citato D.P.R. 207/2010 (art. 167):

- I materiali e i componenti, ancorché provenienti da località o fabbriche di convenienza dell'Appaltatore, devono corrispondere alle prescrizioni del presente Capitolato ed essere della migliore qualità: possono essere messi in opera solamente dopo l'accettazione da parte del Direttore dei Lavori; in caso di controversia, si procede ai sensi dell'articolo 164 del citato D.P.R. 207/2010;
- L'accettazione dei materiali e dei componenti è definitiva solo dopo la loro posa in opera. Il Direttore dei Lavori può rifiutare in qualunque tempo i materiali e i componenti deperiti dopo la introduzione in cantiere, o che per qualsiasi causa non fossero conformi alle caratteristiche tecniche risultanti dai documenti allegati al contratto; in questo ultimo caso l'Appaltatore deve rimuoverli dal cantiere e sostituirli con altri a sue spese;
- Ove l'Appaltatore non effettui la rimozione nel termine prescritto dal Direttore dei Lavori, la Stazione Appaltante può provvedervi direttamente a spese dell'Appaltatore, a carico del quale resta anche qualsiasi onere o danno che possa derivargli per effetto della rimozione eseguita d'ufficio;
- Anche dopo l'accettazione e la posa in opera dei materiali e dei componenti da parte dell'Appaltatore, restano fermi i diritti e i poteri della Stazione Appaltante in sede di collaudo.
- L'Appaltatore che di sua iniziativa abbia impiegato materiali o componenti di caratteristiche superiori a quelle prescritte nei documenti contrattuali, o eseguito una lavorazione più accurata, non ha diritto ad aumento dei prezzi e la contabilità è redatta come se i materiali avessero le caratteristiche stabilite;
- Nel caso sia stato autorizzato, per ragioni di necessità o convenienza, da parte del Direttore dei Lavori, l'impiego di materiali o componenti aventi qualche carenza nelle dimensioni, nella consistenza o nella qualità, ovvero sia stata autorizzata una lavorazione di minor pregio, verrà applicata una adeguata riduzione del prezzo in sede di contabilizzazione, sempre che l'opera sia accettabile senza pregiudizio e salve le determinazioni definitive dell'Organo di Collaudo;
- Gli accertamenti di laboratorio e le verifiche tecniche, obbligatori ovvero specificamente previsti dal presente Capitolato, sono disposti dalla Direzione dei Lavori o dall'Organo di Collaudo, imputando la spesa a carico delle somme a disposizione accantonate a tale titolo nel quadro economico. Per le stesse prove la Direzione dei Lavori provvede al prelievo del relativo campione ed alla redazione di apposito verbale di prelievo; la certificazione effettuata dal laboratorio prove materiali deve riportare espresso riferimento a tale verbale;

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

I campioni per le prove saranno per quanto possibile individuati e/o prelevati in contraddittorio. Degli stessi potrà essere ordinata la conservazione nei locali indicati dalla Direzione Lavori, previa apposizione di sigilli e firme del Direttore Lavori e dell'Appaltatore e nei modi più adatti a garantirne l'autenticità e la conservazione.

La scelta di un tipo di materiale nei confronti di uno alternativo, o tra diversi tipi dello stesso materiale, quando ciò non risulti in modo inequivocabile dagli elaborati di progetto, sarà fatta di volta in volta dalla Direzione Lavori.

Art. 2 Calcestruzzi

Il calcestruzzo da impiegarsi viene di seguito specificato come "miscela progettata" con riferimento alle proprietà richieste.

Il calcestruzzo si ritiene pertanto a prestazione garantita e rimane totalmente a carico dell'Appaltatore il progetto della miscela al fine di raggiungere tale prestazione.

L'Appaltatore è altresì responsabile del rispetto di tutte le prescrizioni normative per il progetto ed il confezionamento del calcestruzzo.

L'Appaltatore potrà acquistare ed impiegare calcestruzzi preconfezionati da centrali di betonaggio, sotto l'osservanza di tutte le disposizioni di seguito descritte. La Stazione appaltante rimane comunque estranea al rapporto con tale fornitore e l'Appaltatore, a tutti gli effetti, assume comunque a suo pieno e completo carico ogni onere e responsabilità derivante dall'impiego di materiale preconfezionato, come se i conglomerati fossero di produzione sua propria.

Si riportano nel seguito le tipologie di calcestruzzo da impiegarsi per la realizzazione delle strutture:

Magroni e getti non armati

- classe del calcestruzzo C16/20;
- resistenza caratteristica $R_{ck} = 200 \text{ daN/cm}^2$;
- classe di consistenza S3;

Strutture di fondazione e in elevazione

- classe del calcestruzzo C28/35;
- resistenza caratteristica $R_{ck} = 350 \text{ daN/cm}^2$;
- classe di consistenza S4;
- classe di esposizione XC2;
- diametro aggregato $D_{max} \leq 20 \text{ mm}$

L'Appaltatore potrà richiedere l'impiego di calcestruzzi con classe di consistenza maggiore e diametro massimo degli inerti inferiore rispetto a quanto sopra indicato con formale autorizzazione della Direzione Lavori, purché compatibili con i dettagli d'armatura e le esigenze estetiche del manufatto finito. Per tali variazioni non sarà corrisposto all'Appaltatore alcun compenso aggiuntivo. In ogni caso la Direzione Lavori si riserva di respingere tale richiesta.

I materiali per la confezione dei calcestruzzi dovranno essere conformi in generale alle prescrizioni dell'art. 11.2 del D.M.14-1-08, che è integralmente recepito dalle seguenti specifiche.

Acqua d'impasto (rif. Art. 11.2.9.5 D.M. 17/01/2018). Secondo la Normativa UNI EN 1008:2003 "Acqua per calcestruzzo", l'acqua per gli impasti dovrà essere dolce, limpida, priva di sali (particolarmente solfati e cloruri) in percentuali dannose, priva di materie terrose e non essere aggressiva (PH compreso fra 6 e 8). L'acqua, a discrezione della Direzione dei lavori, in base al tipo di intervento od uso potrà essere trattata con speciali additivi per evitare l'insorgere di reazioni chimico - fisiche al contatto con altri componenti l'impasto.

Cementi (rif. Art. 11.2.9.1 D.M. 17/01/2018). Nella realizzazione delle opere strutturali il cemento utilizzato sarà di tipo Portland, dotato di certificato di conformità rispetto alle norme UNI EN197 ovvero conforme ad un benessere ETA, purché non in contrasto con le prescrizioni di cui alla L. 26-5-1965 n.595. Per cemento Portland si intende il prodotto ottenuto per macinazioni di clinker (consistente essenzialmente in silicati idraulici di calcio), con aggiunta di gesso o anidride dosata nella quantità necessaria per regolarizzare il processo di idratazione. Secondo D.M. 3/6/1968 "Nuove norme sui requisiti di accettazione e modalità di prove sui cementi", dovrà provenire dallo stesso stabilimento (in caso di impossibilità segnalare il fatto alla D.L. strutturale) e sarà reso in involucri sigillati od in veicoli appositi per il trasporto del cemento sfuso. Sarà immagazzinato all'asciutto in costruzioni a prova di intemperie od in idonei silos. Le consegne dovranno essere impiegate in ordine di consegna. Per i getti di calcestruzzo a vista dovranno essere impiegati leganti della stessa fornitura per garantire l'uniformità di colore: il cemento dovrà quindi essere particolarmente controllato.

Aggregati (rif. Art. 11.2.9.2 D.M. 17/01/2018). Potranno essere di origine naturale od essere ottenuti per frantumazione di rocce compatte e dovranno essere costituiti da materiali silicei selezionati e lavati in modo da escludere la presenza di sostanze organiche, limose, argillose, gessose od altre che possano comunque risultare nocive alla resistenza del calcestruzzo e delle relative armature. Non dovranno in ogni caso essere porosi, scistososi o silico - magnesiaci. In particolare è escluso l'impiego di inerti con silice cristallina libera, utilizzati con cementi contenenti solfati in proporzione superiore allo 0,7 %. Le miscele degli inerti fini e grossi, mescolati in percentuale adeguata, dovranno dar luogo ad una composizione granulometrica costante, che permetta di ottenere i requisiti voluti sia nell'impasto fresco (consistenza, omogeneità, pompabilità, aria inglobata ecc.), che nell'impasto indurito (resistenza, permeabilità, modulo elastico, ritiro, fluage ecc.). La curva granulometrica dovrà essere tale da ottenere la massima compattezza del calcestruzzo con il minimo dosaggio di cemento, compatibilmente con gli altri requisiti richiesti. Particolare attenzione sarà rivolta alla granulometria della sabbia, al fine di ridurre al minimo il fenomeno del bleeding nel calcestruzzo. Gli inerti dovranno essere suddivisi per classi; la classe più fine non dovrà contenere più del 5% di materiale trattenuto al vaglio a maglia quadra da 5 mm di lato. Le singole classi non dovranno contenere sottoclassi (frazioni granulometriche che dovrebbero appartenere alle classi inferiori) in misura superiore al 15%, e sopraclassi (frazioni che dovrebbero appartenere alle classi superiori) in misura superiore al 10% della classe stessa. La dimensione massima degli inerti (precisata per ogni calcestruzzo) dovrà essere tale da permettere che il conglomerato possa riempire ogni parte del manufatto, tenendo conto della lavorabilità del conglomerato stesso, dell'armatura metallica e del relativo copriferro, delle caratteristiche geometriche della carpenteria, delle modalità di getto e dei mezzi d'opera. Le curve granulometriche che si intendono adottare dovranno essere tempestivamente presentate all'approvazione della D.L. strutturale. Per i getti di calcestruzzo a vista, in particolare, gli inerti dovranno essere privi di qualsiasi impurità, specie di pirite; dovranno inoltre avere colore uniforme per tutta la durata del getto e pertanto dovranno essere approvvigionati sempre dalla stessa fonte.

Additivi. I conglomerati cementizi per strutture in cemento armato dovranno rispettare tutte le prescrizioni di cui al D.M. 17 gennaio 2018 e relative circolari esplicative; in particolare l'impiego di eventuali additivi dovrà essere subordinato all'accertamento dell'assenza di ogni pericolo di aggressività. Nel caso i getti di calcestruzzo debbano essere effettuati in condizioni particolari, sarà possibile, previa approvazione da parte della D.L. utilizzare i seguenti additivi:

- **superfluidificanti:** a base di eteri policarbossilici dotati di lunghe catene laterali idrofile e gruppi funzionali fortemente attivi capaci di caricare negativamente i granuli di cemento, permettendo la riduzione dell'acqua nell'impasto a pari lavorabilità, evitando la segregazione degli inerti, aumentando così la resistenza a compressione del prodotto, con dosaggio da 1,2 a 1,8 litri per 100 kg. di legante. dovranno essere opportunamente dosati rispetto alla massa del cemento;
- **ritardanti:** l'utilizzo del superfluidificante a rilascio progressivo, privo di cloruri, si rende altresì necessario qualora i getti debbano essere effettuati in periodi superiori all'innesco di presa e pertanto gli impasti di permanenza in betoniera possano considerarsi medio-lunghi, permettendo di mantenere la classe di consistenza del calcestruzzo in S3 o S4 per 3ore a 30°C, con dosaggio da 0,8 a 1 litro per 100 kg di legante;
- **antigelo:** l'approvazione del formulato necessario a consentire il getto di calcestruzzo anche con temperature rigide verrà disposta dalla Direzione Lavori solo a seguito di presentazione di documentazione adeguata tecnica che prenda in considerazione la tipologia del manufatto da realizzare (fondazioni, strutture in elevazione, etc...), lo spessore del manufatto, la temperatura media del periodo, la corrosione dei ferri d'armatura.

Ove la documentazione analitica non fosse ritenuta esaustiva, la D.L. a suo insindacabile giudizio potrà prescrivere l'effettuazione di campioni da sottoporre a prove distruttive di verifica.

Calcestruzzo preconfezionato. Le prescrizioni da seguire sono quelle riportate all'Art. 11.2.8 del D.M. 17/01/2018, e delle norme ivi citate.

Art. 3 Calcestruzzi preconfezionati

Le prescrizioni da seguire sono quelle riportate all'Art. 11.2.8 del D.M. 17/01/2018, e delle norme ivi citate.

L'Appaltatore dovrà disporre di apposito ed adeguato impianto di betonaggio per cui la confezione dei calcestruzzi dovrà essere sempre eseguita con mezzi meccanici, e la dosatura dei vari componenti effettuata a peso. La costanza dei componenti dovrà essere continuamente verificata durante tutto il corso dei lavori. L'esercizio dell'impianto dovrà essere costantemente sotto controllo di personale esperto e responsabile.

I componenti dell'impasto (cemento, inerti, acqua e additivi) dovranno essere misurati a peso. Sarà ammessa anche la misurazione a volume dell'acqua e degli additivi.

I dispositivi di misura del cemento, dell'acqua e degli additivi dovranno essere di tipo individuale; le bilance per la pesatura degli inerti potranno essere di tipo cumulativo (peso delle varie classi con successione addizionale). I dispositivi di misura dovranno essere sottoposti a collaudo periodico secondo le richieste della Committenza che, se necessario, potrà servirsi di Pubblico Ufficio o Istituto abilitato a rilasciare i relativi certificati.

I silii del cemento debbono essere in grado di garantire la migliore tenuta nei riguardi dell'umidità atmosferica. Si indicano di seguito i principali parametri prescritti:

- dosaggio degli inerti e del cemento a peso, a mezzo bilance indipendenti tra loro con tolleranza dell' 1% sul peso del cemento e del 5% sul peso degli inerti;
- dosaggio dell'acqua a peso oppure a volume, con tolleranza del rapporto acqua/cemento del 3%,tenendo conto anche dell'umidità degli inerti.

La quantità di acqua dovrà essere opportunamente dosata a seconda delle tipologie di: strutture e calcestruzzo e delle prescrizioni regolamentari. In ogni caso il rapporto A/C non dovrà superare il valore della tabella di progetto. In casi di particolari necessità, per favorire l'esecuzione dei getti, l'Appaltatore dovrà ricorrere all'impiego di appositi additivi fluidificanti. L'aggiunta di acqua in cantiere comporterà l'immediato rifiuto della fornitura. L'impiego e la qualità degli additivi dovrà essere approvato dalla D.L. e gli oneri saranno a totale carico dell'Appaltatore. Nel computo del rapporto A/C si dovrà tener conto della umidità degli inerti.

La consistenza dell'impasto sarà verificata con prove di abbassamento al cono di Abrams, che, sulla media aritmetica delle misure effettuate dovranno dare i seguenti valori:

- consistenza umida: abbassamento al cono 0-10 cm;
- consistenza plastica: abbassamento al cono 10-15 cm;
- consistenza fluida: abbassamento al cono 16-20 cm.

Il trasporto degli impasti dovrà essere eseguito con mezzi idonei e nei tempi regolamentari onde evitare fenomeni di separazione, cattiva distribuzione dei componenti o disturbi nella presa, sia durante il trasporto che durante l'operazione di getto.

Quando non sia possibile altrimenti, sarà consentito l'acquisto e l'impiego di calcestruzzi preconfezionati da società di betonaggio, sotto l'osservanza di tutte le disposizioni sopra descritte. La Stazione Appaltante rimane comunque estranea al rapporto con tale fornitore e l'Appaltatore, a tutti gli effetti, assume comunque a suo pieno e completo carico ogni onere e responsabilità derivante dall'impiego di materiale preconfezionato, come se i conglomerati fossero di produzione sua propria. Ciò vale anche per le operazioni eventuali di getto a mezzo pompa. Per getti diretti da betoniera sarà vietato in modo assoluto fluidificare l'impasto con aggiunta di acqua.

Il tempo di mescolamento dovrà essere tale da produrre un conglomerato rispondente ai requisiti della prova di omogeneità di cui ai successivi paragrafi.

Il tempo intercorso tra l'inizio delle operazioni di impasto ed il termine dello scarico in opera non dovrà causare un aumento di consistenza superiore di cm 5 alla prova al cono. Prima della posa in opera si dovrà controllare la consistenza dell'impasto. Se questa eccederà i limiti preventivamente concordati per ciascun getto (prova del cono), l'impasto sarà scartato.

In caso di fornitura del calcestruzzo da centrali di betonaggio esterne si richiede che venga sempre garantita la fornitura necessaria a portare a termine i getti intrapresi.

Prima della posa in opera si dovrà sempre controllare la consistenza dell'impasto. Se questa eccederà i limiti preventivamente concordati per ciascun getto l'impasto sarà comunque scartato.

L'aggiunta di acqua in cantiere comporterà l'immediato rifiuto della fornitura.

Art. 4 Acciaio per armatura calcestruzzo

Gli acciai per armature di c.a. e c.a.p. debbono corrispondere ai tipi ed alle caratteristiche stabilite dalle Norme Tecniche emanate in applicazione dell'art. 21 della legge 5/11/1971 no 1086 (D.M. 17/01/2018). Per gli opportuni controlli da parte della D. L., l'Impresa dovrà documentare di ogni partita di acciaio che entra in cantiere la provenienza, la qualità e il peso complessivo di tondini di uno stesso diametro.

Saranno ammessi solamente acciai controllati in stabilimento, per i quali l'Appaltatore dovrà produrre la documentazione prescritta dalle Norme in vigore, che certifichi gli avvenuti controlli e consentire alla D. L. di accertare la presenza dei contrassegni di riconoscimento.

Per le caratteristiche meccaniche delle piastre di ancoraggio e per i manicotti di giunzione delle armature per c.a.p., se di serie si farà riferimento alle indicazioni del produttore per quel tipo di armatura adottata (barra – trefolo); diversamente ci si atterrà alle indicazioni di progetto. Tutte le forniture dovranno essere accompagnate da un certificato di un Laboratorio Ufficiale, riferito al tipo di armatura di cui trattasi, e marchiate secondo quanto previsto nel DM 17/01/2018. È fatto divieto impiegare acciai non qualificati all'origine.

Le modalità di prelievo dei campioni da sottoporre a prova sono quelle previste dal citato D.M. 17/01/2018. Rimane comunque salva la facoltà del D. L. di disporre eventuali ulteriori controlli per giustificati motivi a carico dell'Appaltatore. L'esame e la verifica, da parte della Direzione Lavori, dei progetti delle opere e dei certificati degli studi preliminari di qualificazione, non esonerano in alcun modo l'Appaltatore dalle responsabilità derivanti per legge e per pattuizione di contratto. Quindi resta stabilito che, malgrado i controlli eseguiti dalla Direzione Lavori, l'Appaltatore rimane l'unico e diretto responsabile delle opere a termine di legge, pertanto sarà tenuto a rispondere degli inconvenienti di qualunque natura, importanza e conseguenza che avessero a verificarsi.

Art. 5 Legname

I legnami, da impiegare in opere stabili o provvisorie, di qualunque essenza essi siano, dovranno rispondere a tutte le prescrizioni di cui al D.M. 30 ottobre 1912, saranno provveduti fra le più scelte qualità della categoria prescritta e non presenteranno difetti incompatibili con l'uso cui sono destinati.

Il legname si distinguerà, secondo le essenze e la resistenza di cui è dotato, in dolce e forte: si riterranno dolci il pioppo, l'ontano, l'abete, il pino nostrano, il tiglio, il platano, il salice, l'acero; mentre si riterranno forti la quercia, il noce, il frassino, l'olmo, il cipresso, il castagno, il larice, il pino svedese, il faggio.

Il tavolame dovrà essere ricavato dalle travi più dritte, affinché le fibre non riescano mozze alla sega e si ritirino nelle sconnessure. Nei legnami grossolanamente squadri e a spigolo smussato tutte le facce dovranno essere spianate e senza scarniture, tollerandosene l'alburno e lo smusso in misura non maggiore di un sesto del lato della sezione trasversale.

I legnami a spigolo vivo dovranno essere lavorati e squadri a sega con le diverse facce esattamente spianate senza rientranze o risalti e con gli spigoli tirati a filo vivo, senza alburno né smussi di sorta. Il legno non deve presentare alcun difetto o danneggiamento che ne comprometta il valore d'uso. Non sono in ogni caso ammissibili nel legno la presenza di larve e uova di insetti e fenomeni di putrefazione.

Per i legni con particolari funzioni statiche, indicati nel progetto o dalla DL, non sono inoltre ammissibili la cipollatura, i nodi risultanti dall'inserzione di rami stroncati o ammalati, la fibratura elicoidale, i cretti formati in conseguenza del gelo o di scariche di fulmine, le perforazioni dovute a insetti o vischio.

Dovranno essere impiegate le specie legnose che presentano migliori caratteristiche di stabilità con riferimento al rigonfiamento e al ritiro conseguenti alle variazioni di umidità. Il legno dovrà essere inserito in opera con un'umidità il più possibile uguale a quella prevista come valore medio durante il periodo di utilizzazione. Durante le operazioni di trasporto e di accatastamento si farà dunque attenzione affinché tale valore medio di umidità non venga modificato.

I legni con particolari funzioni statiche, indicati nel progetto o dalla DL, dovranno presentare le caratteristiche di resistenza meccanica definiti dal DM Infrastrutture 17 gennaio 2018, determinati mediante prove eseguite secondo le norme UNI relative.

Non è derogabile la prescrizione dell'uso di legno di castagno, per le caratteristiche intrinseche di resistenza agli agenti esterni per l'alto contenuto naturale di tannini.

CAPO XV - STRUTTURE IN CONGLOMERATO CEMENTIZIO ARMATO

Art. 6 Strutture in opera

Le lavorazioni dovranno essere eseguite rispettando le sequenze imposte dal crono-programma di contratto e le dimensioni dei manufatti indicate dai disegni di progetto, in osservanza delle prescrizioni del presente Capitolato e delle precisazioni fornite dalla D.L. in sede esecutiva.

L'Appaltatore dovrà condurre i lavori, nel rispetto del Piano di Sicurezza, adottando ogni ulteriore cautela per prevenire qualsiasi infortunio agli addetti al lavoro e da evitare disagi e disturbi alle attività produttive e residenziali limitrofe.

Le dimensioni in pianta e le quote altimetriche delle opere in calcestruzzo armato sono diffusamente dettagliate nei disegni del progetto esecutivo strutturale.

Art. 7 Controlli di accettazione sul calcestruzzo

PRELIEVO DEI PROVINI [UNI EN 12390-1]. Il direttore dei lavori deve provvedere personalmente, o tramite un tecnico di sua fiducia, al prelievo dei campioni, alla loro etichettatura e alla predisposizione della consegna dei campioni al laboratorio autorizzato. I cubetti di calcestruzzo devono sempre essere prelevati a coppie (un prelievo è formato da n. 2 cubetti) e deve essere sempre redatto un verbale di prelievo al quale il certificato emesso dal laboratorio farà riferimento. I cubetti devono essere identificati mediante sigle indelebili. Le dimensioni nominali dei provini, con inerte massimo impiegato di 30 mm di diametro, sono (150x150x150) mm con tolleranza dell'1% (± 1.5 mm) rispetto alla faccia rasata e dello 0,5% ($\pm 0,75$ mm) rispetto alle facce casserate. Qualora le dimensioni del provino sono maggiori o minori del 2% rispetto alle nominali, il provino è da rettificare o da cappare o da scartare. Se superiori a 153 mm deve essere rettificato, se inferiori a 147 mm deve essere cappato con spessore non superiore a 5 mm. Pertanto, provini con lati inferiori a 142 mm devono essere scartati. Le superfici casserate non devono avere errori di planarità superiori a 0,09 mm e gli spigoli errori di perpendicolarità superiori a 0,5 mm. È consigliabile, pertanto, confezionare i provini in casseforme metalliche o in resina (con uso di agente disarmante) ed è preferibile evitare le casseforme in polistirolo per la loro deformabilità.

STAGIONATURA DEI PROVINI [UNI EN 12390-2]. I provini devono rimanere nelle casseforme per almeno 16h, ma non oltre 3 giorni alla temperatura di (20+5)°C, proteggendoli da urti, vibrazioni e disidratazione. Una volta rimossi dalle casseforme, i provini devono essere conservati, fino al momento della prova, in ambiente alla temperatura di (20±2)°C ed umidità relativa >95%. La prova di rottura a compressione deve essere effettuata ad almeno 28 giorni di maturazione.

CONTROLLO DI TIPO A. (Si applica a forniture non eccedenti i 1500 m³)

- Strutture con volumi di miscela omogenea di calcestruzzo minore di 100 m³: occorre effettuare n°3 prelievi ossia n°6 cubetti di calcestruzzo e non è obbligatorio il prelievo giornaliero.
- Strutture con volumi di miscela omogenea di calcestruzzo compresa tra 100 m³ e 300 m³: occorre effettuare 3 prelievi ossia 6 cubetti di calcestruzzo; ogni 100 m³ massimo di getto di miscela omogenea deve essere effettuato un prelievo. Per ogni giorno di getto va comunque effettuato un prelievo. Tra le due condizioni vale la più restrittiva. In totale il numero minimo di provini prelevati deve essere pari a 6.
- Strutture con volumi di miscela omogenea di calcestruzzo compresa tra 300 m³ e 1500 m³ : un controllo ogni 300 m³ massimo di miscela (ad esempio per 900 m³ di getto vanno effettuati n°3 controlli, ovvero n°9 prelievi ovvero n°18 cubetti). Anche in questo caso è obbligatorio il prelievo giornaliero.

La circolare n. 617/2009 ribadisce che per effettuare il controllo di accettazione di Tipo A è necessario che il numero dei campioni da prelevare e provare sia non inferiore a sei (tre prelievi), anche per getti di quantità inferiore a 100 metri cubi di miscela omogenea. La Circolare n. 617 impone ai laboratori di prova che, qualora il numero dei campioni di calcestruzzo consegnati sia inferiore a 6, sul relativo certificato sia apposta la nota "Si segnala al Direttore dei Lavori che il numero dei campioni provati non è sufficiente per eseguire il controllo di Tipo A previsto dalle Norme Tecniche per le Costruzioni".

CONTROLLO DI TIPO B. (Si applica a forniture eccedenti i 1500 m³)

- Almeno ogni 1500 m³ di getto di miscela omogenea deve essere effettuato un controllo di accettazione. Per ogni giorno di getto deve essere effettuato almeno un prelievo e complessivamente almeno n°15 prelievi ovvero n°30 cubetti per 1500 m³.

In ogni caso gli oneri per il prelievo dei campioni, la custodia e la stagionatura, e per l'esecuzione delle prove di laboratorio previste obbligatoriamente dalla normativa vigente, nonché la consegna dei relativi certificati alla Direzione lavori sono a carico dell'Appaltatore.

Art. 8 Getto del calcestruzzo

Prima di ogni getto l'Appaltatore è sempre tenuto ad informare, con congruo preavviso (almeno 24 h), la D.L. strutturale al fine di consentire di controllare la disposizione dell'armatura, le condizioni della stessa e lo stato delle superfici interne delle casseforme. Il trasporto del calcestruzzo dovrà essere effettuato in modo da evitare contaminazioni, separazione o perdita degli inerti e prematuro inizio di presa. Al momento del getto dovrà verificare che armature e casseri siano pulite, senza detriti od acqua stagnante.

Il calcestruzzo sarà gettato al centro delle casseforme, e steso in strati orizzontali di spessore variabile fra i 20 ed i 50 cm a seconda del tipo di struttura. Non si dovrà mai gettare il calcestruzzo in grossi cumuli, distendendolo successivamente con vibratore, bensì si dovrà procedere in piccoli strati servendosi possibilmente di tramogge o canalette specialmente nelle zone fittamente armate.

I getti saranno effettuati con operazione continua fino ai giunti di ripresa e con altezza di caduta mai superiore ai 40 cm.

L'Appaltatore dovrà inoltre:

- costipare immediatamente il calcestruzzo in opera servendosi di vibratori ad ago di idonea frequenza (8.000-10.000 colpi al minuto per i getti facciavista) immersi verticalmente ogni 40-80 cm e ritirati lentamente, evitando il contatto con le armature;
- annotare sempre sul registro di cantiere: data, ora, temperatura dell'aria per ogni getto, entità e sigla dei prelievi.

Per lavori di limitata entità e quando non è possibile l'impiego di mezzi meccanici, il costipamento può essere eseguito manualmente con l'ausilio di pestelli in legno o metallici. In questi casi, onde assicurare l'efficacia del costipamento per strati successivi, si dovrà operare il costipamento per strati gettati non superiori a 30 cm.

Qualora la vibrazione del calcestruzzo produca la separazione dei componenti, lo slump dello stesso dovrà essere convenientemente ridotto.

Affinché il getto sia considerato monolitico, il tempo intercorrente tra la posa in opera di uno strato orizzontale ed il ricoprimento con lo strato successivo non dovrà superare le 3 ore alla temperatura ambiente $T = 20$ gradi C, oppure il tempo equivalente (t') in ore, calcolato con la formula seguente o dedotto dalla corrispondente tabella (a meno che non sia stato aggiunto all'impasto un idoneo additivo ritardante):

$$t' = 3h \times 30 \text{ }^\circ\text{C} / (T + 10 \text{ }^\circ\text{C})$$

T (gradi centigradi)	T' (in ore)
5	6.00'
10	4.30'
15	3.35'
20	3.00'
25	2.35'
30	2.15'
35	2.00'

Nel caso in cui l'interruzione superi il tempo suddetto e non sia stato impiegato un additivo ritardante, si dovrà stendere sulla superficie di ripresa uno strato di malta cementizia dello spessore di 1-2 cm, con un dosaggio di cemento di almeno 600 kg per metro cubo.

Nel caso in cui l'interruzione superi le 8 ore alla temperatura ambiente di $T = 20$ gradi C o il tempo equivalente (t') in ore calcolato con la formula seguente o dedotto dalla corrispondente tabella:

$$t' = 8h \times 30 \text{ }^\circ\text{C} / (T + 10 \text{ }^\circ\text{C})$$

T (gradi centigradi)	T' (in ore)
5	16.00'
10	12.00'
15	9.35'
20	8.00'
25	6.50'
30	6.00'
35	5.20'

la superficie di ripresa dovrà essere lavata con acqua e sabbia in pressione, in modo da mettere a nudo lo scheletro inerte e procedere come al punto precedente. Qualora il conglomerato debba avere caratteristiche di impermeabilità, sulla superficie dovrà essere steso, prima del getto di apporto, uno strato di malta espansiva. Lo stesso trattamento è prescritto dove la ripresa dei getti avvenga dopo il ravvivamento della superficie di ripresa.

La Direzione lavori avrà la facoltà di prescrivere, ove e quando lo ritenga necessario, che i getti vengano eseguiti senza soluzione di continuità così da evitare ogni ripresa; per questo titolo l'Appaltatore non potrà avanzare richiesta alcuna di maggiori compensi. Quando il calcestruzzo fosse gettato in presenza d'acqua, si dovranno adottare gli accorgimenti necessari per impedire che l'acqua lo dilavi e ne pregiudichi il normale consolidamento.

Prima del disarmo tutte le superfici non protette dei getti dovranno essere mantenute umide con continua bagnatura o con altri idonei accorgimenti per almeno 7 giorni. Tale prescrizione dovrà essere applicata anche a quelle superfici che possano essere disarmate prima di 7 giorni. Le operazioni di bagnatura potranno essere sostituite dall'impiego di vernici protettive antievaporanti. Tale provvedimento dovrà essere tassativamente adottato se si constaterà che la bagnatura provoca efflorescenze superficiali.

L'onere di tali accorgimenti è a carico dell'Appaltatore.

Art. 9 Getto del calcestruzzo: precauzioni particolari in relazione alla stagione

Nei periodi invernali si dovrà particolarmente curare che non si formino blocchi di inerti agglomerati con ghiaccio, specialmente all'interno della sabbia. A tale scopo si dovranno mettere in atto gli opportuni accorgimenti quali, ad esempio, il riscaldamento degli inerti stessi con mezzi idonei.

La temperatura dell'impasto, all'atto della posa in opera, non dovrà in nessun caso essere inferiore a 13 gradi per il getto di sezioni strutturali di spessore minore di 20 cm, e 10 gradi negli altri casi. Per ottenere tali temperature occorrerà, se necessario, provvedere al riscaldamento preventivo degli inerti e dell'acqua di impasto. Si dovrà tuttavia evitare che l'acqua di impasto venga a contatto diretto con il cemento, qualora la sua temperatura sia superiore ai 40 gradi. Quando la temperatura dell'acqua superi i 40 gradi si adotterà la precauzione di immettere nella betoniera dapprima la sola

acqua con gli inerti, e di aggiungere poi il cemento quando la temperatura della miscela acqua-inerti sarà scesa al di sotto di 40 gradi.

Nei periodi freddi è consigliabile l'aggiunta di acceleranti invernali (impropriamente chiamati antigelo) ed eventualmente di un additivo aerante, in modo da ottenere un inglobamento di aria del 3-5 %.

Durante la stagione fredda, il tempo per la scasseratura delle strutture dovrà essere protratto per tenere conto del maggior periodo occorrente al raggiungimento delle resistenze necessarie (almeno 20% del Rck richiesto e comunque superiore a 50 kg/cm²). Fino al momento del disarmo si dovrà controllare, per mezzo di termometri introdotti in fori opportunamente predisposti nelle strutture, che la temperatura del conglomerato non scenda al di sotto di + 5 gradi C.

Durante la stagione calda occorrerà particolarmente curare che la temperatura dell'impasto non superi mai i 30 gradi. A tale scopo occorrerà impedire l'eccessivo riscaldamento degli aggregati, sia proteggendo opportunamente i depositi, sia mantenendo continuamente umidi gli inerti (in modo che l'evaporazione continua dell'acqua alla superficie degli stessi ne impedisca il surriscaldamento).

Qualora la temperatura non possa essere mantenuta al disotto dei 30 gradi, i getti dovranno essere sospesi a meno che non si aggiunga all'impasto un efficace additivo plastificante-ritardante, atto ad eliminare gli inconvenienti dell'elevata temperatura (perdita di lavorabilità e quindi maggior fabbisogno di acqua di impasto; acceleramento della presa).

Quando la temperatura ambiente risulterà elevata, particolare cura dovrà porsi nell'accelerare il tempo intercorrente fra la confezione e la posa in opera dell'impasto. Qualora si utilizzino pompe per il trasporto del conglomerato, tutte le relative tubazioni dovranno essere protette dal sovrariscaldamento.

Durante la stagione calda dovrà essere eseguito un controllo più frequente della consistenza.

La stagionatura dei conglomerati dovrà essere effettuata in ambiente tenuto continuamente umido e protetto dal sovrariscaldamento. In luogo delle bagnature, le superfici dei getti potranno essere trattate con speciali vernici antievaporanti.

Art. 10 Armature metalliche

Dovranno impiegarsi barre ad aderenza migliorata B450C saldabile per tutte le strutture previste.

Potranno essere impiegati pannelli di rete di acciaio elettrosaldato costituiti da barre tonde ad aderenza migliorata B450C saldabile, da impiegare per tutte la ripartizione dei carichi nei solai, nei vespai, nei muri e nei setti in c.a. ove richiesti o consentiti dal progetto.

Le barre ad aderenza migliorata dovranno possedere le proprietà indicate dal D.M. LL.PP. 17/01/2018. Tali barre dovranno inoltre superare con esito positivo prove di aderenza secondo la *beam test* conformemente all'allegato 6 al decreto citato. L'intera fornitura dovrà essere del tipo controllato in stabilimento e potrà essere accettata in cantiere senza ulteriori controlli se accompagnata da certificato di laboratorio ufficiale e se munita di legatura con marchio del produttore o contraddistinta con marchio di laminazione a caldo. Sarà comunque facoltà della Direzione lavori richiedere un controllo a campione, da effettuarsi in laboratori ufficiali, su provini prelevati dai lotti di acciaio consegnato in cantiere.

Dove il progetto richieda l'effettuazione di saldature sulle barre, ed in ogni caso quando si rendano necessarie saldature per ragioni costruttive, l'acciaio dovrà essere di tipo saldabile ai sensi del D.M. LL.PP. 17/01/2018 e dovrà riportare l'indicazione di saldabilità nel certificato di cui al paragrafo precedente.

Nella lavorazione e posa delle barre d'armatura si dovranno rispettare le disposizioni del D.M. LL.PP. 17/01/2018. Le barre dovranno essere immagazzinate sollevate dal suolo, evitando che vengano imbrattate da terra e/o altre sostanze che possano provocarne il degrado o ridurre la capacità di adesione. Al momento del getto dovranno risultare pulite e scevre di corrosioni localizzate, scaglie libere di trafilatura, ruggine libera, ghiaccio, olio ed altre sostanze nocive all'armatura, al calcestruzzo ed all'aderenza tra i due materiali. È tassativamente vietato piegare a caldo le barre; la piegatura dovrà essere eseguita impiegando piegatrici meccaniche, avendo cura di realizzare diametri di curvatura pari a 6 volte il diametro del tondo per diametri fino a 20 mm. e pari a 8 volte per diametri superiori a 20 mm con lato di aggancio pari o superiore a 10 volte il diametro del tondo. L'ancoraggio delle barre sarà effettuato secondo D.M. LL.PP.

17/01/2018. La sovrapposizione delle barre sarà effettuata secondo il D.M. LL.PP. 17/01/2018 precisando il sistema che si intende adottare.

Il copriferro e l'interferro dovranno essere conformi alle indicazioni del D.M. LL.PP. 17/01/2018 e comunque rispettare le disposizioni delle tavole del progetto esecutivo. In particolare il copriferro di tutte le armature dovrà essere adeguato a consentire le resistenze al fuoco specificate in progetto e precisamente rispondere alle prescrizioni della norma UNI ENV 92-1-2.

Per quanto riguarda la posa in opera delle armature nelle travi, potrà essere prescritto dalla Direzione lavori che le staffe siano realizzate in due parti con pieghi ad uncino a 135° (parte inferiore e cappellotto superiore); in tal caso si procederà a posizionare in opera prima le staffe inferiori le quali permetteranno di fissare i ferri correnti e sagomati, ed a completare il tutto con la posa dei cappellotti e loro fissaggio.

Art. 11 Controlli di accettazione sulle armature metalliche

I controlli di accettazione in cantiere sono obbligatori (D. Min. 17 gennaio 2018, punto 11.3.2.10.4) e devono essere effettuati dal Direttore dei lavori entro 30 giorni dalla data di consegna del materiale e comunque prima della sua messa in opera. Saranno eseguiti su ciascun lotto di spedizione di massimo 30 tonnellate, o frazione, proveniente da uno stesso stabilimento in ragione di n°3 spezzoni (di lunghezza pari a circa 120 cm) del medesimo diametro e per 3 diametri diversi con prove di trazione, allungamento e piegamento. Se il marchio di identificazione e la documentazione di accompagnamento non dimostrano la provenienza del materiale dallo stesso stabilimento, i controlli devono essere estesi a tutti i lotti provenienti da altri stabilimenti. Il direttore dei lavori deve provvedere personalmente, o tramite un tecnico di sua fiducia, al prelievo dei campioni, alla loro etichettatura e alla predisposizione della consegna dei campioni al laboratorio autorizzato.

Al momento del prelievo dei campioni si deve redigere un verbale di prelievo, il certificato prove deve riportare il riferimento al verbale di prelievo. Qualora la richiesta prove non risulti timbrata e firmata dal Direttore dei lavori, le certificazioni emesse non possono assumere valenza ai sensi del DM 17/01/2018 e di ciò viene fatta esplicita menzione sul relativo certificato.

Per i campioni sprovvisti di marchio o nel caso in cui il marchio rilevato non dovesse rientrare tra quelli depositati presso il Servizio Tecnico Centrale, le certificazioni emesse non possono assumere valenza ai sensi delle vigenti norme e di ciò deve essere fatta esplicita menzione nel certificato di prova.

Per forniture (elementi sagomati o assemblati) provenienti dai Centri di Trasformazione, il Direttore dei lavori ne controlla i requisiti, e, se non vengono forniti in cantiere adeguati campioni da sottoporre a prove di Laboratorio, può recarsi presso lo stesso stabilimento, effettuare i relativi controlli e disporre il prelievo dei campioni (eseguito dal Direttore Tecnico del Centro di Trasformazione) da inviare al laboratorio, previa personale etichettatura, in quanto i controlli di cantiere sono comunque obbligatori ed egli ne è responsabile. Il controllo di accettazione è positivo e l'acciaio può essere utilizzato se risultano verificati i limiti di cui alla tabella seguente:

CARATTERISTICA	VALORE LIMITE	NOTE
Limite inferiore tensione di snervamento ($f_{y,min}$)	425 N/mm²	(450-25) N/mm ²
Limite superiore tensione di snervamento ($f_{y,max}$)	572 N/mm²	[450x(1,25+0,02)] N/mm ²
Allungamento percentuale totale al carico massimo ($A_{gt, min}$)	≥ 6,0 %	per acciai B450C
Allungamento percentuale totale al carico massimo ($A_{gt, min}$)	≥ 2,0 %	per acciai B450A
Rapporto di incrudimento (f_t/f_y)	$1,13 ≤ (f_t/f_y) ≤ 1,37$	per acciai B450C
Rapporto di incrudimento (f_t/f_y)	$f_t/f_y ≥ 1,03$	per acciai B450A
Piegamento e raddrizzamento	Assenza di cricche	per tutti i tipi di acciaio

Se un risultato è minore del valore, sia il provino che il metodo di prova devono essere esaminati attentamente. Se nel provino è presente un difetto o si ha ragione di credere che si sia verificato un errore durante la prova, il risultato della prova stessa deve essere ignorato. In questo caso occorrerà prelevare un ulteriore (singolo) provino. Se i tre risultati validi della prova sono maggiori o uguali del prescritto valore di accettazione, il lotto consegnato può essere considerato conforme. Se i criteri sopra riportati non sono soddisfatti, n°10 ulteriori provini devono essere prelevati da prodotti diversi del lotto in presenza del produttore o suo rappresentante che potrà anche assistere all'esecuzione delle

prove presso un laboratorio autorizzato. Il lotto deve essere considerato conforme se la media dei risultati sui 10 ulteriori provini è maggiore del valore caratteristico e i singoli valori sono compresi tra il valore minimo e il valore massimo secondo quanto sopra riportato. In caso contrario il lotto deve essere respinto e il risultato segnalato al Servizio Tecnico Centrale.

Gli oneri per il prelievo dei campioni, la custodia e per l'esecuzione delle prove di laboratorio previste obbligatoriamente dalla normativa vigente, nonché la consegna dei relativi certificati alla Direzione lavori sono a carico dell'Appaltatore.

Art. 12 Casseforme

Le tipologie di casseforme adottate dovranno essere tali da consentire la realizzazione delle opere in conformità al progetto esecutivo.

Le casseforme dovranno essere idonee a garantire le tolleranze di esecuzione di progetto dei manufatti. Le tolleranze per le opere di calcestruzzo finite saranno le seguenti:

- dimensione trasversale di elementi 5 mm;
- quota superiore di murature per appoggio solai, solai ed estradossi di fondazioni per imposta di pilastri in struttura metallica 10 mm;
- verticalità di pilastri e pareti minore di 1,5 mm/m di altezza libera;
- planarità di elementi verticali (muri e canne) 2 mm misurati su staggia da due metri con uno scarto massimo di 4 mm fra le estremità;
- planarità di elementi orizzontali (solai) 2 mm misurati su staggia da due metri con uno scarto massimo di 4 mm fra le estremità.

L'Appaltatore sottoporrà preventivamente all'approvazione della Direzione Lavori le tipologie che intende adottare.

La responsabilità della idoneità statica delle casseforme, impalcati e relative puntellature, della loro rispondenza alle norme di legge e a tutti i criteri di sicurezza che le riguardano, è dell'Appaltatore.

Dovranno quindi essere progettate per sopportare correttamente le sollecitazioni in fase di esecuzione delle opere, inclusi gli effetti dinamici prodotti dalla vibrazione del getto; non agire in modo staticamente dannoso sulle strutture cui sono temporaneamente collegate; consentire il ritiro; rispettare le tolleranze dimensionali previste.

L'Appaltatore dovrà preventivamente trasmettere alla Direzione Lavori la seguente documentazione tecnica:

- programma dettagliato dei cicli di costruzione e delle fasi di getto, con pianificazione operativa delle attrezzature provvisionali;
- relazione tecnica, corredata dal calcolo delle attrezzature provvisionali in funzione dei carichi e dall'indicazione delle tolleranze di esecuzione;
- disegni d'assieme d'impiego delle casseforme e delle impalcature, riportanti in particolare le condizioni di appoggio e i sistemi di controventamento;
- istruzioni specifiche, opportunamente illustrate, per la corretta messa in opera, impiego e smontaggio delle attrezzature provvisionali.

Le tipologie di casseforme adottate dovranno permettere di ottenere la finitura e l'aspetto superficiale richiesto e dovranno essere differenziate a seconda delle esigenze di getto, a vista, non a vista o, ancorché non a vista, con elevati risultati qualitativi di finitura.

Si privilegeranno metodologie di cassetta che consentano di ridurre i tempi necessari per le fasi di getto, di abbreviare i tempi di disarmo e di realizzare cicli continui di produzione nel pieno rispetto delle fasi di getto pianificate e del cronoprogramma.

Le casseforme dovranno, inoltre, essere sufficientemente rigide al fine di evitare sganciamenti durante la fase di getto e le loro deformazioni devono essere compatibili con le tolleranze previste per l'esecuzione dei manufatti.

In ogni caso l'Appaltatore sarà tenuto a rispettare le seguenti prescrizioni:

- sottoporre alla Direzione lavori, con largo anticipo sulla data dei getti, la gamma dei prodotti che intende adottare per l'esecuzione delle diverse tipologie di lavorazione (corredate da adeguata documentazione tecnica) ed ottenerne l'approvazione formale;
- utilizzare materiali nuovi o comunque in perfette condizioni di manutenzione che siano in grado di garantire le prestazioni previste dal produttore del sistema;
- garantire comunque la prestazione, la planarità, la verticalità, la continuità ed il grado di finitura previsto dagli elaborati per ogni singola superficie, sotto pena della demolizione dei manufatti non rispondenti alle prescrizioni.

L'eventuale commistione di diverse tipologie di cassero deve essere prevista dai produttori e quindi garantita la compatibilità dei sistemi con particolare riguardo al rispetto delle condizioni di sicurezza per le maestranze.

Le tecniche di lavorazione ed i materiali da impiegarsi in tutti i getti con finitura faccia a vista negli elaborati di progetto, saranno obbligatoriamente sottoposti ad una prova di pre-qualifica al termine della quale la D.L. avrà facoltà di accettare o respingere le soluzioni adottate in funzione del risultato ottenuto.

Le prove di pre-qualifica sono completamente a carico dell'Appaltatore e potranno essere svolte su campioni o, previa autorizzazione della D.L., su getti di minor pregio che non richiedano finiture particolari. Le stesse non sminuiranno o annulleranno in alcun modo la responsabilità dell'Appaltatore nel caso di risultato insoddisfacente rispetto a quanto precisato nel presente capitolato.

In caso di dubbi la D.L. richiederà all'Appaltatore di produrre una formale relazione di calcolo sottoscritta da professionista abilitato ed iscritto al proprio ordine professionale, che fornisca adeguate garanzie sulla stabilità strutturale. Nella scelta del sistema di cassetta saranno, di norma, preferite: materie prime, semilavorati, componenti, tecnologie o cicli di applicazione prodotti o messi in opera da aziende che siano dotate di un sistema di certificazione della qualità ai sensi della UNI EN 9001.

Indipendentemente dal tipo di cassero utilizzato, la superficie dei manufatti dovrà soddisfare requisiti di planarità, compattezza, omogeneità e uniformità di colore. La superficie dovrà essere esente da vuoti, tarlature, imperfezioni, macchie, colature di boiaccia, nidi di ghiaia o di sabbia, fessure, screpolature, ecc.. Nel caso di irregolarità la D.L. ordinerà il ripristino con l'impiego di malte speciali e primer. Ad insindacabile giudizio della D.L. potrà essere ordinata la demolizione ed il rifacimento di quei manufatti ritenuti imperfetti o non idonei in rapporto all'opera nel suo complesso.

I casseri devono essere puliti ed esenti da elementi che possano pregiudicare l'aspetto definitivo della superficie del manufatto. Prima del getto, le superfici delle casseforme saranno trattate con idoneo prodotto disarmante, che dovrà essere il medesimo per tutte le casseforme di una stessa opera e non dovrà macchiare la superficie in vista del calcestruzzo. Si dovrà preferire il prodotto eventualmente consigliato dall'azienda fornitrice delle casseforme.

Tutte le superfici interne dei casseri di elementi strutturali, che a scasseratura avvenuta rimarranno a vista, dovranno essere trattate con elementi disarmanti (oli puri con aggiunta di attivanti superficiali - emulsioni cremose di acqua in olio con attivanti) da sottoporre all'approvazione preventiva della D.L. a mezzo di prova di pre-qualifica.

In ogni caso, tale approvazione non sminuirà o annullerà in alcun modo la responsabilità dell'Appaltatore nel caso di risultato insoddisfacente rispetto a quanto precisato nel presente capitolato.

I prodotti disarmanti dovranno essere applicati, in modo uniforme, dall'alto verso il basso e per ultimo sui fondi, impiegando il minimo quantitativo sufficiente ad ottenere un buon distacco ed evitando altresì la formazione di grumi.

In fase di applicazione i prodotti disarmanti non dovranno mai venire in contatto con le armature, con il calcestruzzo già indurito o con altri materiali non costituenti superficie interna delle casseforme.

Sui getti faccia a vista dovrà essere prevista una protezione superficiale da realizzarsi con prodotti impregnanti atta a garantire la durabilità dei getti nel tempo

Si rimanda al capitolato Speciale delle opere edili per individuare eventuali ulteriori trattamenti superficiali dei getti a vista al fine di garantirne il risultato estetico e preservarne la durabilità.

Art. 13 Disarmo

Si potrà procedere alla rimozione delle casseforme quando la resistenza raggiunta dal calcestruzzo sarà sufficiente ad assicurare la stabilità, in fase transitoria, della struttura.

Tutte le attrezzature impiegate devono garantire una rimozione regolare e uniforme dei sostegni. I tempi di disarmo, ove non precisati dal cronoprogramma dei lavori, saranno definiti dalla D.L. sulla base delle esigenze progettuali e costruttive e delle condizioni climatiche.

Il disarmo dovrà avvenire per gradi come previsto dal D.M. LL.PP. 9/1/1996 ed in modo tale da evitare azioni dinamiche.

In assenza di specifici accertamenti della resistenza del conglomerato, e in normali condizioni esecutive ed ambientali di getto e maturazione, è opportuno rispettare i seguenti tempi minimi di disarmo e precisamente:

- sponde di casseri di plinti e travi di fondazione: 2 giorni;
- muri: 4 giorni;

In periodi di gelo o di tempo freddo, l'Appaltatore dovrà prolungare la permanenza in opera delle casseforme oltre i tempi strettamente necessari al fine di evitare *shock* termici al calcestruzzo con conseguente screpolatura superficiale del getto.

CAPO XVI - FONDAZIONI SPECIALI

Art. 14 Micropali

Si definiscono micropali i pali trivellati di fondazione aventi diametro inferiore a 300 mm con fusto costituito da malta/miscela cementizia od eventualmente calcestruzzo superfluido gettata in opera e da idonea armatura di acciaio.

Per casi particolari, previsti in progetto, è ammesso l'uso di armature speciali in VTR, fibre aramidiche o carbonio.

Modalità ammesse per la formazione del fusto:

- tipo a) Riempimento a gravità;
- tipo b) Riempimento a bassa pressione;
- tipo c) Iniezione ripetuta ad alta pressione.

Le tecniche di perforazione e le modalità di getto dovranno essere definite in relazione alla natura dei materiali da attraversare e delle caratteristiche idrogeologiche locali.

La scelta delle attrezzature di perforazione ed i principali dettagli esecutivi dovranno essere messi a punto, a cura e spese dell'Appaltatore.

Le tolleranze ammesse sono le seguenti:

- la posizione planimetrica non dovrà discostarsi da quella di progetto più di 50 mm, salvo diverse indicazioni della Direzione lavori;
- la posizione altimetrica della testa del micropalo non dovrà scostarsi da quelle di progetto ± 50 mm;
- la lunghezza del micropalo non dovrà discostarsi da quella di progetto più di 50 mm;
- la deviazione dell'asse del micropalo verticale rispetto all'asse di progetto non dovrà essere maggiore del 2%. Nel caso di micropali inclinati, tale tolleranza è incrementata al 4%;
- la sezione dell'armatura metallica non dovrà risultare inferiore a quella di progetto;
- il diametro dell'utensile di perforazione dovrà risultare non inferiore al diametro di perforazione di progetto.

Prima di iniziare la perforazione l'Appaltatore dovrà, a sua cura ed onere, individuare sul terreno la posizione dei micropali mediante appositi picchetti sistemati in corrispondenza dell'asse di ciascun palo.

Tale pianta, redatta e presentata alla Direzione lavori dall'Appaltatore, dovrà indicare la posizione planimetrica di tutti i micropali, inclusi quelli di prova, contrassegnati con numero progressivo.

Art. 15 Perforazione

Le attrezzature di perforazione dovranno rispondere ai requisiti richiesti dalle norme EN 791 e EN996.

Le pompe di alimentazione del fluido di perforazione ed iniezione dovranno assicurare le opportune portate e pressioni richieste dalla metodologia adottata.

Durante la perforazione, le pompe dovranno assicurare portate di almeno 250 lt/min con pressioni minime di 20 bar.

La perforazione, eseguita mediante rotazione o rotopercolazione in materie di qualsiasi natura e consistenza (inclusi murature, calcestruzzi, trovanti e roccia dura), anche in presenza d'acqua, deve essere in generale condotta con modalità ed utensili tali da consentire la regolarità delle successive operazioni di formazione del fusto del micropalo e in modo tale da garantire il trasferimento adeguato del carico dall'armatura al terreno; in particolare dovrà essere minimizzato il disturbo del terreno nell'intorno del foro.

Il tipo b) di cui al precedente articolo necessita che la perforazione sia eseguita con posa di rivestimento provvisorio per tutta la profondità del palo.

Per i tipi a) e c) la perforazione potrà essere eseguita con o senza rivestimento provvisorio, a secco o con circolazione di acqua o di fango di cemento e bentonite, in funzione dell'attitudine delle formazioni attraversate a mantenere stabili le pareti del foro.

La scelta della metodologia sarà stabilita sulla scorta dei risultati ottenuti nelle prove tecnologiche e sui risultati delle prove di carico.

In caso di terreni con strati o frazioni incoerenti medio-fini (sabbie, sabbie e limi) con perforazione ad aria, si dovranno prevenire i fenomeni di fratturazione del terreno ed evitare il violento emungimento della falda a seguito dell'effetto eiettore ed il conseguente dilavamento del terreno, mediante appositi accorgimenti e con l'utilizzo di fluidi di perforazione anti-dilavanti.

In presenza di falda artesiane, dovranno essere messe in opera tutte le opportune precauzioni al fine di evitare fenomeni di espulsione incontrollata di materiale da bocca-foro e il successivo dilavamento delle miscele/malte durante la formazione del fusto del micropalo.

A termine della perforazione il foro dovrà essere accuratamente sgombrato dai detriti azionando il fluido di circolazione o l'utensile asportatore, senza operare con l'utensile disgregatore.

Il materiale di risulta dovrà essere portato a rifiuto dopo aver trattato i fanghi secondo le leggi vigenti.

L'ordine di esecuzione dei pali nell'ambito di ciascun gruppo dovrà assicurare la non interferenza delle perforazioni con fori in corso di iniezione o in attesa di riempimento, ove occorra anche spostando la perforatrice su gruppi contigui prima di ultimare la perforazione dei micropali del gruppo in lavorazione.

Art. 16 Confezione e posa delle armature

Le armature dovranno soddisfare le prescrizioni di cui al presente articolo e saranno in ogni caso estese a tutta la lunghezza del micropalo.

In funzione del materiale impiegato per la formazione del fusto del micropalo, dovranno essere assicurati i seguenti copriferri S minimi:

- miscela cementizia: $S \geq 30$ mm che può essere ridotto 20 mm nel caso in cui l'elemento lavori esclusivamente a compressione semplice,
- malta cementizia: $S \geq 40$ mm che può essere ridotto 35 mm nel caso in cui l'elemento lavori esclusivamente a compressione semplice,
- calcestruzzo: $S \geq 50$ mm.

Armatura con profilati di acciaio. Le caratteristiche geometriche e meccaniche dei profilati dovranno essere conformi a quanto prescritto nei disegni di progetto.

Di norma i profilati dovranno essere costituiti da elementi unici. Saranno ammesse giunzioni saldate, realizzate con l'impiego di adeguati fazzoletti laterali, nel caso di lunghezze superiori ai valori degli standard commerciali (12 ÷ 14 m).

La Direzione lavori si riserva la facoltà di richiedere che il saldatore abbia la qualifica a norma UNI 4634.

Armature tubolari in acciaio. Si useranno tubi in acciaio rispondenti alle norme UNI EN 10210 o UNI EN 10219 e conformi a quanto riportato nel presente Capitolato. Il tipo di acciaio dovrà corrispondere a quanto riportato in progetto.

Le giunzioni tra i diversi spezzoni di tubo dovranno essere ottenute mediante manicotti filettati; Il sistema di filettatura e le sezioni geometriche della zona di raccordo dovranno assicurare una trazione ammissibile pari almeno all'80% del carico ammissibile a compressione.

Nel caso i tubi di armatura siano anche dotati di valvole per l'iniezione, essi dovranno essere scovolati internamente dopo l'esecuzione dei fori di uscita della malta allo scopo di asportare le sbavature lasciate dal trapano.

Le valvole saranno costituite da manicotti di gomma di spessore minimo 3,5 mm, aderenti al tubo e mantenuti in posto mediante anelli in fili d'acciaio (diametro 4 mm) saldati al tubo in corrispondenza dei bordi del manicotto. La valvola più bassa sarà posta subito sopra il fondello che occlude la base del tubo.

Non sono ammesse valvole a scomparsa, in cui il foro di uscita della miscela non è protetto da una guaina plastica di ripartizione.

Le armature tubolari dovranno essere dotate di distanziatori non metallici per assicurare il copriferro minimo richiesto. Lungo il fusto del micropalo, l'interspazio fra i distanziatori non dovrà superare i 3 m.

Art. 17 Formazione del fusto del micropalo

La formazione del fusto dovrà iniziare in una fase immediatamente successiva alla perforazione di ciascun palo. In caso contrario la perforatrice resterà in posizione fino alla successiva ripresa del lavoro e provvederà quindi alla pulizia del perforo subito prima che inizino le operazioni di posa delle armature e di getto della malta.

In ogni caso non dovrà trascorrere più di un'ora tra il termine della perforazione e l'inizio della formazione del fusto del micropalo.

Fanno eccezione solo i micropali perforati interamente in roccia, senza presenza di franamenti e di acqua nel perforo. Viene inoltre precisata la necessità assoluta che la scapitozzatura delle teste dei pali sia eseguita sino alla completa eliminazione di tutti i tratti in cui le caratteristiche del micropalo non rispondono a quelle previste. In tal caso è onere dell'Appaltatore procedere al ripristino del palo sino alla quota di sottoplinto.

Riempimento a gravità. Il riempimento del perforo, dopo la posa delle armature, dovrà avvenire:

- attraverso il tubo di armatura (dotato di appositi orifizi alla base) mediante una apposita campana di adduzione installata sulla testa del tubo stesso ed alimentata da pompa volumetrica o a pistone;
- tramite un tubo di alimentazione disceso fino a 10÷15 cm dal fondo e dotato superiormente di un imbuto o tramoggia di carico.

Il riempimento sarà proseguito fino a che la malta/miscela immessa risalga in superficie scevra di inclusioni e miscele con il fluido di perforazione.

Si attenderà per accertare la necessità o meno di rabbocchi e si potrà quindi estrarre il tubo di convogliamento allorquando il foro sarà intasato e stagnato.

Eventuali rabbocchi da eseguire prima di raggiungere tale situazione vanno praticati esclusivamente dal fondo del foro.

Riempimento a bassa pressione. Il foro dovrà essere interamente rivestito; la posa della malta/miscela avverrà in un primo momento entro il rivestimento provvisorio tramite un tubo di convogliamento come descritto al punto precedente.

Successivamente si applicherà al rivestimento una idonea testa a tenuta entro la quale verrà pompata in pressione la stessa miscela cementizia o, in alternativa, si invierà aria in pressione (0,5-0,6 MPa) mentre si solleverà gradualmente il rivestimento fino alla sua prima giunzione.

Si smonterà allora la sezione superiore del rivestimento e si applicherà la testa di pressione alla parte rimasta nel terreno; nel caso di utilizzo di aria tale operazione avverrà dopo il rabboccamento dall'alto per riportare a livello la malta/miscela.

Si procederà analogamente per le sezioni successive fino a completare l'estrazione del rivestimento.

In relazione alla natura del terreno potrà essere sconsigliabile applicare la pressione d'aria agli ultimi 5 - 6 m di rivestimento da estrarre per evitare la fratturazione idraulica degli strati superficiali.

Iniezione unica ad alta pressione. Il foro dovrà essere interamente rivestito; la posa della malta/miscela avverrà in un primo momento entro il rivestimento provvisorio tramite un tubo di convogliamento come descritto al punto precedente.

Successivamente si applicherà al rivestimento una idonea testa a tenuta entro la quale verrà pompata in pressione la stessa miscela cementizia o, in alternativa, si invierà aria in pressione mentre si solleverà gradualmente il rivestimento fino alla sua prima giunzione.

Si smonterà allora la sezione superiore del rivestimento e si applicherà la testa di pressione alla parte rimasta nel terreno; nel caso di utilizzo di aria tale operazione avverrà dopo il rabboccamento dall'alto per riportare a livello la malta/miscela.

Si procederà analogamente per le sezioni successive fino a completare l'estrazione del rivestimento.

Una volta effettuato il getto all'interno del rivestimento e dopo aver estratto il rivestimento provvisorio a seguire o a fine giornata verrà applicato in testa al micropalo un Packer che permetterà di gettare in pressione in una unica soluzione il micropalo attraverso la foromatria realizzata a fondo dell'armatura tubolare. Questa successiva igniezione con packer ad alta pressione consentirà la creazione del bulbo secondo le modalità IGU (la Boiaccia durante l'igniezione sarà confinata lungo il fusto del micropalo dall'igniezione precedente).

Iniezione ripetuta ad alta pressione. Le fasi e modalità della posa in opera saranno le seguenti:

- riempimento della cavità anulare compresa tra il tubo a valvole e le pareti del perforo, ottenuta alimentando con apposito condotto di iniezione e otturatore semplice la valvola più bassa finché la miscela risale fino alla bocca del foro (formazione della guaina);
- lavaggio con acqua all'interno del tubo;
- avvenuta la presa della miscela precedentemente posta in opera, iniezione, valvola per valvola, dei volumi di miscela prefissati, senza superare durante l'iniezione la pressione corrispondente alla fratturazione idraulica del terreno ("claquage"). Per ciascuna valvola, durante la fase iniziale di apertura, non dovrà essere superata la pressione massima di 6 MPa; in caso di superamento, la valvola dovrà essere abbandonata;
- durante le prove tecnologiche preliminari, l'Appaltatore dovrà mettere a punto e definire i tempi di inizio della fase di iniezione rispetto alla precedente formazione della guaina, in modo da assicurare che la miscela abbia raggiunto un sufficiente indurimento ma senza una resistenza eccessiva tale da precludere la sua iniziale idro-fratturazione;
- l'iniezione dovrà essere eseguita con portate non superiori a 8 lt/min;
- indicativamente, salvo diverse prescrizioni di progetto, i volumi di iniezione non saranno inferiori a tre volte il volume teorico della sezione di foro associato a ciascuna valvola.
- lavaggio con acqua all'interno del tubo;

- avvenuta la presa della miscela precedentemente iniettata, ripetizione dell'iniezione in pressione limitatamente alle valvole per le quali:
- il volume iniettato non abbia raggiunto il limite predetto a causa della incipiente fratturazione idraulica del terreno;
- le pressioni residue nette di iniezione, misurate a bocca foro al raggiungimento del limite volumetrico, non superino 0,5 MPa.
- al termine delle iniezioni, riempimento a gravità dell'interno del tubo.

Le attrezzature per l'iniezione dovranno essere munite di flussimetri o opportuni "contacolpi" certificati al fine di verificare i quantitativi effettivamente iniettati e di sensori di pressione certificati installati sia a bocca foro e sia alle pompe.

Art. 18 Caratteristiche delle miscele cementizie e delle malte cementizie

In funzione delle condizioni di aggressività del terreno, come riportato nelle norme EN206-1, dovrà essere selezionato l'opportuno tipo di cemento in conformità alle relative norme.

In presenza di falda in movimento, non è ammesso l'impiego di miscele cementizie; inoltre per le malte o calcestruzzi dovranno essere impiegati additivi antidilavanti.

Miscela cementizia. Il rapporto acqua/cemento dovrà essere non superiore a 0,55.

Il prodotto fresco dovrà avere le seguenti caratteristiche:

- scostamento del peso specifico dal valore teorico: $\pm 2\%$;
- decantazione a due ore dalla preparazione: $\leq 3\%$ in volume.

Malta cementizia. Il rapporto acqua/cemento dovrà essere non superiore a 0,5.

Se non diversamente richiesto in progetto, il contenuto in cemento non dovrà comunque essere inferiore a 600 kg/m³.

Gli aggregati utilizzati non dovranno superare il diametro massimo di 8 mm, con l'85% ≤ 4 mm.

Il prodotto fresco dovrà avere le seguenti caratteristiche:

- scostamento del peso specifico dal valore teorico: $\pm 5\%$,
- decantazione a ventiquattro ore dalla preparazione: $\leq 3\%$ in volume.

Calcestruzzo. Il rapporto acqua/cemento dovrà essere non superiore a 0,6.

Se non diversamente richiesto in progetto, il contenuto in cemento non dovrà comunque essere inferiore a 375 kg/m³.

Il diametro massimo degli aggregati dovrà essere inferiore al minimo fra i seguenti valori:

- 16 mm;
- 0,25 dell'interspazio netto fra le barre o del copriferro teorico;
- 0,15 del diametro interno del tubo di convogliamento.

Il prodotto fresco dovrà avere le seguenti caratteristiche:

- scostamento del peso specifico dal valore teorico: $\pm 5\%$,
- decantazione a ventiquattro ore dalla preparazione: $\leq 3\%$ in volume

Il peso specifico verrà calcolato assumendo il peso specifico assoluto del cemento pari a quello riportato nelle schede tecniche del prodotto, 2,65 g/cm³ quello degli aggregati, nell'ipotesi che non venga inclusa aria.

Art. 19 Controlli sull'esecuzione dei micropali

Il controllo della profondità dei perfori, rispetto alla quota di sottopinto, verrà effettuato in doppio modo:

- in base alla lunghezza delle aste di perforazione immerse nel foro al termine della perforazione, con l'utensile appoggiato sul fondo;

- in base alla lunghezza dell'armatura.

La differenza tra le due misure dovrà risultare $< 0,10$ m; in caso contrario occorrerà procedere alla pulizia del fondo del foro asportandone i detriti accumulatisi, dopo aver estratto l'armatura.

L'accettazione delle armature verrà effettuata:

- nel caso di armature in barre longitudinali a aderenza migliorata, in base alla rispondenza al progetto dei vari diametri nominali e delle lunghezze;
- nel caso di armature a tubo di acciaio, in base alle lunghezze, al diametro e allo spessore dei tubi previsti in progetto.

L' accettazione della miscela avverrà secondo i criteri indicati al pertinente paragrafo del presente documento.

Documentazione dei lavori. L'esecuzione di ogni singolo micropalo sarà documentata mediante la compilazione da parte dell'Appaltatore 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 (detta "A");
- profondità del foro all'atto della posa dell'armatura (detta "B");
- assorbimento totale effettivo di miscela di iniezione;
- per i micropali formati mediante iniezione ripetuta ad alta pressione, pressioni residue minime e quantità compressive iniettate per ogni fase di iniezione ad alta pressione.

Tale scheda dovrà essere riportata su apposito modello che dovrà essere trasmesso dall'Appaltatore alla Direzione lavori.

Art. 20 Prove di carico sui micropali

Sarà dato corso all'esecuzione di un primo palo di ciascuna serie che sarà sottoposto a prova di carico con le modalità di cui al presente articolo. Non potrà essere dato corso all'esecuzione di altri pali della stessa serie fino a quando le risultanze della prova non avranno confermato la validità delle ipotesi di progetto. La Direzione lavori ha la facoltà, ove ne ravvisi la necessità, di prescrivere all'atto esecutivo tipi di fondazione anche diversi da quelli previsti nel progetto. Le prove di carico, che la Direzione dei Lavori potrà richiedere, a cura e carico dell'Impresa, saranno effettuate nel numero che crederà opportuno in rapporto alle formazioni geologiche interessate da ciascuno dei sostegni. Tale numero resta comunque determinato in una prova per ogni serie di 50 pali ed in ogni caso in una prova per ogni singolo manufatto. Eventuali prove, ordinate oltre tali limiti dalla Direzione lavori verranno compensate a parte. La prova di carico si realizzerà come descritto qui di seguito, salvo particolari prescrizioni della Direzione lavori.

Per nessun motivo il palo potrà essere caricato prima dell'inizio della prova; questa potrà essere effettuata solo quando sia trascorso il tempo sufficiente perché il palo abbia raggiunto la stagionatura prescritta. Sul palo verrà costruito un plinto rovescio di calcestruzzo armato, avente la superficie superiore ben spianata e coassiale con il palo, sulla quale verrà posata una piastra di ferro dello spessore minimo di mm. 10; un martinetto di portata adeguata verrà posto tra detta piastra ed il carico di contrasto; quest'ultimo sarà realizzato con un cassone zavorrato, oppure con impalcato di putrelle, rotaie, ecc., caricato con sacchetti di sabbia, o rotaie, od altro materiale di peso facilmente determinabile. Va escluso l'ancoraggio od il contrasto a pali od opere già costruite, ed esistenti nelle immediate vicinanze.

Gli appoggi dell'incastellatura realizzata per l'esecuzione delle prove di carico saranno ampi e sufficientemente lontani dal palo di prova, ad evitare interferenze tra le tensioni provocate nel sottosuolo dal carico di contrasto e quelle provocate dal palo in prova. Il martinetto idraulico da impiegare dovrà consentire di mantenere invariata la pressione del fluido per il tempo necessario alla prova; il manometro avrà una scala sufficientemente ampia in relazione ai carichi da raggiungere. Il manometro ed i flessimetri verranno preventivamente tarati e sigillati presso un Laboratorio ufficiale, con relative curve di taratura. I flessimetri saranno sistemati ad una distanza non minore di 2 m. dall'asse del palo; essi avranno una corsa sufficientemente ampia in relazione agli eventuali cedimenti, e saranno disposti: due lungo un diametro, ed il terzo su una normale a detto diametro. I cedimenti del palo in prova saranno assunti pari alla media delle letture dei flessimetri.

La Direzione lavori si riserva, a prove di carico ultimate, di ricontrollare la taratura del manometro e dei flessimetri. Il carico finale verrà realizzato con incrementi successivi ed uguali. Per ciascun incremento di carico si effettueranno letture ai flessimetri la prima immediatamente, altre dopo 1,2,5,10,30 minuti primi le successive ogni 30 minuti fino alla stabilizzazione; questa si considera raggiunta quando, nell'intervallo di 30', i cedimenti non risultino più apprezzabili. Raggiunto il carico previsto in progetto, esso sarà mantenuto immutato per almeno tre ore; la Direzione lavori si riserva, a sua discrezione esclusiva, di prolungare questa durata, dopo di che si farà decrescere il carico. I decrementi avranno valori identici agli incrementi adottati nelle fasi di carico. Per ciascun decremento si effettueranno letture, la prima immediatamente, altre dopo 1, 2, 5, 20 minuti, le successive ad intervalli di 15', fino alla stabilizzazione, che si considera raggiunta quando i ritorni dei flessimetri nell'intervallo di 15' non siano più apprezzabili.

Terminata la fase di scarico, e raggiunta l'ultima stabilizzazione, si otterrà il valore del cedimento permanente. Si effettuerà, quindi, la seconda fase di carico, partendo con i flessimetri dalla posizione di scarico della prima prova (cedimento permanente) e si procederà, con le stesse modalità della prima fase di carico, fino a raggiungere il carico di prova. Anche in questo caso, il palo rimarrà sotto il carico massimo per almeno tre ore, salvo, che la Direzione lavori non ritenga opportuno prolungare tale durata; lo scarico avverrà con le stesse modalità attuate nella prima fase di scarico.

La Direzione dei lavori redigerà il verbale della prova di carico, corredato dai seguenti elaborati: - pianta della fondazione; - stratigrafia del terreno; - curva di taratura del manometro e dei flessimetri; - diagramma delle prove, avente per ascisse i tempi e per ordinate i cedimenti; - tabelle che riportino, in funzione dei tempi (data e ora): lettura al manometro in atmosfere, carico in tonnellate, letture ai singoli flessimetri, media delle stesse.

Lucca, novembre 2024

Il progettista

Ing. Paolo Rossi

DISCIPLINARE ELEMENTI TECNICI

CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO

Stralcio 2

**INTEGRAZIONE
PROTEZIONE ALBERATURE**

1. Protezione alberi in area di cantiere

Premesse generali:

- PROTEZIONE DEL SUOLO, TRONCO E CHIOMA

Gli alberi nel cantiere sono da proteggere con materiali idonei, il più alto possibile per escludere ferite al tronco. In caso di necessità è anche da proteggere la chioma dell'albero.

- DEPOSITI

Nella zona delle radici (= zona chioma) non deve essere depositato in nessun caso materiale da costruzione, carburante, macchine da cantiere e in particolare nessuna betoniera; l'acqua di lavaggio, in particolare quelle con polveri di cemento è da evitare, in caso contrario è da convogliare lontano dalle radici.

- DESPOSITI DI HUMUS/MODIFICHE DEL TERRENO

Nella zona della chioma non debbono essere depositati materiali terrosi. Ricarichi e abbassamenti di terreno nella zona della chioma sono permessi solo in casi eccezionali con l'autorizzazione dell'Ufficio Preposto.

- LIVELLAMENTI

Lavori di livellamento del terreno nella zona della chioma sono da eseguire a mano.

- IMPIEGO DI MACCHINARI

Nella zona della chioma **non** è permesso il lavoro con macchine. Gli accessi di cantiere sono da coprire con piastre di acciaio o simili; agli accessi asfaltati è possibile transitare con veicoli fino ad un massimo di 3,5t.

- COSTIPAMENTO

Il costipamento, come la vibratura, non è permesso nella zona delle radici (usare il rullo compressore solo il minimo indispensabile).

- LAVORI DI SCAVO

La posa di tubazioni è da eseguire fuori dalla chioma dell'albero. I lavori di scavo nella zona delle radici (zona della chioma) sono da eseguire a mano.

Le radici fino a 3 cm di diametro sono da tagliare in nodo netto e da medicare a regola d'arte (lavoro da specialisti). Radici più grosse sono da sottopassare con tubazioni senza ferite, e vanno protette contro il disseccamento (per esempio con juta o PVC).

- SCAVI

Gli scavi nella zona degli alberi non devono restare aperti più di 2 settimane, con tempo umido 3 settimane. Eventualmente per l'interruzione dei lavori, riempire provvisoriamente o

coprire le radici con una stuoia perché devono essere mantenute umide. Il riempimento degli scavi è da eseguire al più presto.

- FERIMENTO di ALBERI

In caso di ferite alle radici, ai rami o al tronco avvisare l'Ufficio Competente che effettuerà le cure necessarie a regola d'arte.

- OLIO, CARBURANTE. PRODOTTI CHIMICI

Bidoni di olio e prodotti chimici sono da depositare in vasche conformi alle leggi. In caso di incidente avvertire immediatamente i pompieri, Tel. No. 118. Per piccole perdite l'imprenditore ha l'obbligo di asportare il materiale inquinato o di distruggerlo a regola d'arte (inceneritori) e di informare l'Ufficio Competente.

Alberi n. 3 - 4 - 8 - 9 - 13 - 14 - 15 - 17 - 20 - 28 - 29 - 30 - 33 - 34 - 43

Delimitare a terra la proiezione della chioma con picchetti e fettuccia per evitare il passaggio di mezzi meccanici. L'accesso deve essere pedonale e l'eventuale scavo deve procedere prevalentemente a mano. Non devono essere allestiti depositi, né realizzate variazioni significative del piano di campagna.

Nel caso si renda necessario, per meglio delimitare l'area, i picchetti e la fettuccia devono essere sostituiti da tondini in ferro e rete da cantiere plastificata.

Possono restare escluse dalla perimetrazione le aree attualmente occupate da superfici carrabili, ma resta esclusa la possibilità di allestire depositi o variazioni del piano di campagna.

Alberi n. 15 - 20

Nel caso la zona di manovra dei mezzi meccanici sia autorizzata ad arrivare a meno di 2 metri dalla base del tronco (colletto) si dovrà procedere a fasciare il tronco con tavolame di larghezza non superiore a 20 cm, spessore non inferiore a 3 cm e larghezza non inferiore a 3 metri, compatibilmente con la presenza di eventuali rami. Il legno dovrà rivestire l'intera circonferenza del tronco usando del filo di ferro per procedere a legare il tutto; si prevedono 3 altezze di legatura: al limite superiore, a quello inferiore e alla mezzeria circa.

Nel caso siano aperte ferite, sia al fusto, sia alle radici, si dovrà procedere celermente alla disinfezione con prodotti a base di sali quaternari di ammonio.

2. CONSOLIDAMENTO ALBERI VILLA BOTTINI

I consolidamenti dovranno essere installati da arboricoltori specializzati e certificati ETW (European Tree Worker) a garanzia del lavoro eseguito a regola d'arte.

- **Bosso** (*Buxus balearica*) - Pianta n. 14

Deve essere consolidato tramite il vicino alloro che ha 3 tronchi e presenta al colletto carpofori di *Ganoderma* sp. e corteccia inclusa, per cui si prevede un sistema di ancoraggio dove saranno consolidati tra loro almeno 2 dei tronchi di alloro presenti (quelli in opposizione) con un sistema semidinamico. I cavi utilizzati devono essere quelli specifici utilizzati in arboricoltura. I materiali utilizzati possono essere in poliestere o in polipropilene a seconda della scelta dell'arboricoltore che li installerà. (sistema Tree Guardian o sistema Cobra o Boa). **Devono essere utilizzati cavi da 4 tonnellate.**

Successivamente sarà installato un cavo statico tra il bosso e uno dei tronchi dell'alloro consolidati insieme.

Per questa nuova linea bisogna utilizzare un sistema statico:

1. due fascioni asolati per arboricoltura da 2 ton,
2. un cavo in acciaio di altrettanta portata,
3. morsetti adeguati per le dimensioni del cavo,
4. un grillo di raccordo per ogni fascione con relativa redancia,
5. un tendicavo calibrato per la portata indicata.

- **Acero** (*Acer platanoides*) - Pianta n. 21

L'albero, a circa 50 cm. da terra, presenta una biforcazione con corteccia inclusa e degradazione per cui è già stato installato un sistema di consolidamento semidinamico con cavi di tipo "Cobra". **Si prevede la sostituzione del sistema con uno nuovo sempre semidinamico da 2 Tonnellate da installare nel medesimo punto.**

I cavi non devono essere in tiro, non devono costringere i movimenti dei tronchi, ma devono essere "laschi", lasciando la possibilità di muoversi alla chioma. Se si utilizza il sistema **Cobra** impiegare l'"ammortizzatore" (shock adsorber), se si utilizza il Tree Guardian (poliestere) lasciare il cavo un po' "lasco" avendo un elasticità del 5%.

- **Calocedro:**

La pianta è già consolidata con un a linea statica (un puntello) e due line dinamiche a diversi livelli. Non si prevede di sostituire i consolidamenti presenti, ma di ridurre il peso della chioma con tagli di alleggerimento mirati, eseguiti solo con tagli di diradamento e di ritorno per diminuire il carico ed aiutare il consolidamento attuale nel suo lavoro. La quantità di “verde” asportato non deve superare il 20% della chioma attuale.

- **Cedro:**

L'albero è costituito da 4 grossi tronchi verticali alla cui inserzione è presente un po' di legno degradato e di corteccia inclusa. **Si prevede un consolidamento a croce tra i 4 tronchi, lavorando in opposizione, utilizzando 2 cavi da 8 Tonnellate da installare a circa 2/3 dell'altezza della pianta.** I cavi utilizzati devono essere quelli specifici utilizzati in arboricoltura, devono avere un certo grado di elasticità perché il consolidamento deve essere dinamico. I materiali utilizzati possono essere in poliestere o in polipropilene a seconda della scelta dell'arboricoltore che li installerà (sistema Tree Guardian o sistema Cobra o Boa).

I cavi non devono essere in tiro, non devono costringere i movimenti dei tronchi, ma devono essere “**laschi**”, lasciando la possibilità di muoversi alla chioma. Se si utilizza il sistema **Cobra** utilizzare l'“ammortizzatore”, se si utilizza il Tree Guardian (poliestere) lasciare il cavo un po' “lasco” avendo un elasticità del 5%.

Da terra non è possibile vedere con esattezza le criticità presenti su alcune branche in alto pertanto si ipotizza la necessità di installare almeno 3 consolidamenti di tenuta (quindi e linee per consolidamento per un totale di 6) a discrezione degli ETW che realizzeranno il consolidamento. **Saranno da utilizzare cavi da 4 Tonnellate senza ammortizzatore (se si usano cavi Cobra o Boa).**

- TUTTI I CONSOLIDAMENTI DOVRANNO ESSERE **CONTROLLATI TRA 1 ANNO.**
- SUCCESSIVAMENTE L'INTERVALLO SARA' **OGNI 2 ANNI.**
- TUTTI I CONSOLIDAMENTI EFFETTUATI DOVRANNO ESSERE **SOSTITUITI TRA 8 ANNI**
PERCHE' SCADRANNO LE CERTIFICAZIONI DEI MATERIALI.