

COMUNE DI PECCIOLI



Lavori di realizzazione di nuova viabilità a Fabbrica di Peccioli.

Committente: Comune di Peccioli

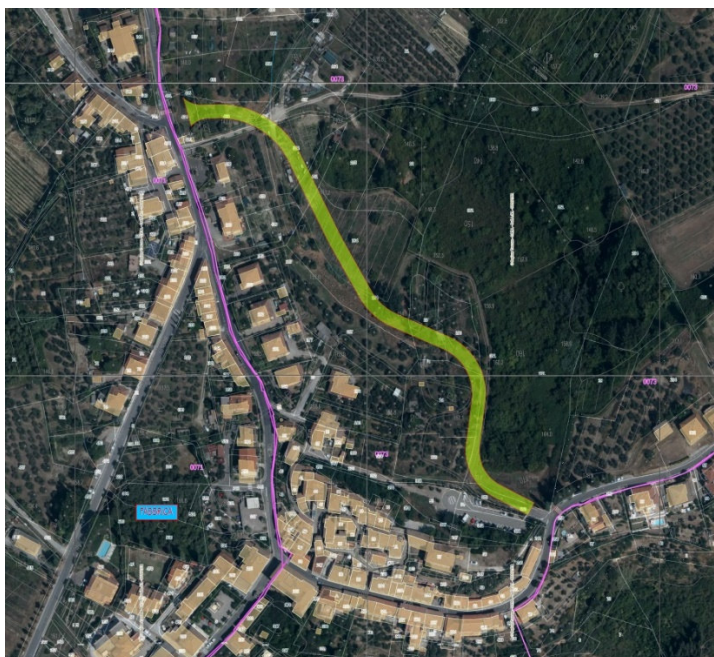
R.U.P.: Arch. A. Cortese

Progettisti: Ing. Francesco Donati e Geom. Marco Casati

Coordinatore della Sicurezza: Geom. Simone Sgherri

Progetto Esecutivo

Relazione sui Materiali opere strutturali



Realizzazione di nuova viabilità a Fabbrica di Peccioli.

Committente: Comune di Peccioli

R.U.P.: Arch. A. Cortese

Progettisti Arch.ci: Ing. Francesco Donati e Geom. Marco Casati

Progettista Strutturale: Ing. Francesco Donati

Coordinatore della Sicurezza: Geom. Simone Sgherri

RELAZIONE SUI MATERIALI OPERE STRUTTURALI

1) ACCIAIO PER C.A.

L'acciaio utilizzato per l'armatura dei pali, del cordolo testa-palo, dei muri di contenimento e della platea di fondazione del sottopasso comprende: barre d'acciaio tipo B450C ($6\text{mm} \leq \varnothing \leq 50\text{ mm}$) e reti elettrosaldate ($6\text{mm} \leq \varnothing \leq 12\text{ mm}$) tipo B450C caratterizzato dai seguenti valori nominali delle tensioni caratteristiche di snervamento e rottura:

$$f_{y,nom.} = 450\text{ N/mm}^2)$$

$$f_{t,nom.} = 540\text{ N/mm}^2)$$

Specifiche generali riassuntive per l'acciaio da c.a.

1. L'acciaio per il c.a. dovrà corrispondere alle caratteristiche specificate dalle norme vigenti, ovvero acciaio tipo B450C secondo EN 10080:2005 (D.M. 17/01/2018).
2. L'Appaltatore dovrà fornire i certificati di qualità, come prescritto dal D.M. 17/01/2018 per ciascuna partita di acciaio approvvigionato, in originale o copia conforme.
3. L'Appaltatore provvederà a proprie spese, per ogni partita, ad accertare le caratteristiche dell'acciaio impiegato inoltrando i relativi campioni presso un Laboratorio Ufficiale secondo quanto prescritto dal D.M. 17/01/2018. Nel caso che risultino partite con caratteristiche non adeguate sarà applicato uno sconto del 5% sui prezzi contrattuali, compatibilmente con il rispetto dei tassi di sollecitazione previsti dai calcoli tecnici.
4. La Direzione Lavori darà benestare per la posa in opera delle partite sottoposte all'ulteriore controllo in cantiere soltanto dopo che avrà ricevuto il relativo certificato di prova e ne avrà constatato l'esito positivo. Nel caso di esito negativo si procederà come indicato nel D.M. 17.01.2018. Se anche dalla ripetizione delle prove risulteranno non rispettati i limiti richiesti, la Direzione Lavori dichiarerà la partita non idonea e l'impresa dovrà provvedere a sua cura e spese ad allontanarla dal cantiere.
5. In caso di risultati sfavorevoli di dette prove, il complesso di barre al quale si riferisce il campione sarà rifiutato e

dovrà essere allontanato dal cantiere. Per il controllo del peso effettivo da ogni unità di collaudo, dovranno essere prelevate delle barre campione. Qualora risultassero sezioni effettive inferiori a quelle ammesse dalle tolleranze previste dalle norme in vigore, il materiale verrà rifiutato e subito allontanato dal cantiere. Qualora il peso effettivo risultasse inferiore al 98% di quello teorico e fosse accettabile in base alle tolleranze ed alle normative in vigore, dovranno essere aggiunte, modificando i disegni di progetto e dandone comunicazione alla D.LL. barre in quantità sufficiente a realizzare una sezione di acciaio non inferiore a quella prevista dal progetto esecutivo originariamente approvato.

6. Il montaggio delle armature e la loro messa in opera dovranno effettuarsi secondo le prescrizioni delle vigenti opere in cemento armato. L'armatura sarà posta in opera in casseforme, secondo le posizioni assegnate dai disegni di progetto, facendo particolare attenzione che sia rispettato il copriferro minimo indicato nel capitolato speciale d'appalto e negli elaborati grafici strutturali.
7. Nella posa in opera delle armature metalliche entro i casseri è prescritto tassativamente l'impiego di opportuni distanziatori prefabbricati in conglomerato cementizio o in materiale plastico.
8. Le gabbie di armatura dovranno essere, per quanto possibile, composte fuori opera; in ogni caso in corrispondenza di tutti i nodi dovranno essere eseguite legature doppie incrociate in filo di ferro ricotto di diametro non inferiore a 0,6 mm in modo da garantire l'invariabilità della geometria della gabbia durante il getto.
9. L'Impresa dovrà adottare inoltre tutti gli accorgimenti necessari affinché le gabbie mantengano la posizione di progetto all'interno delle casseforme durante le operazioni di getto. E' a carico dell'Impresa l'onere della posa in opera delle armature metalliche, anche in presenza di acqua o fanghi bentonitici, nonché i collegamenti equipotenziali.
10. Le reti elettrosaldate dovranno corrispondere alle caratteristiche specificate dal D.M. 17/01/2018, del tipo B450C, di diametro compreso tra 4 e 12 mm, con distanza assiale non superiore a 35 cm. I pannelli di rete dovranno essere mantenuti distanti dai casseri interessati con distanziatori. Inoltre le sovrammissioni delle reti dovranno essere non inferiori a due maglie.
11. Barre e staffe ad aderenza migliorata, con caratteristiche nel rispetto delle disuguaglianze:
 - $f_y/f_{yk} \leq 1.25$
 - $f_t/f_y \leq 1.15$.

2) CALCESTRUZZO

- Tipi di calcestruzzo

I calcestruzzi dovranno essere conformi alla UNI EN 206-1 e UNI 11104 e dovranno rispondere alle prestazioni riportate nella tabella **Tab.1**.

- Classe di resistenza

La classe di resistenza è stata definita in conformità alle Norme tecniche e alla norma UNI EN 206-1: il primo termine definisce la resistenza caratteristica a compressione cilindrica (f_{ck} per le Norme tecniche e $f_{ck, cyl}$ per le norme europee) mentre il secondo termine definisce la resistenza caratteristica a compressione cubica (R_{ck} per le Norme

tecniche e $f_{ck, cube}$ per le norme europee). Le resistenze soddisfano i valori minimi previsti dalla norma UNI 11104 per l'ambiente in cui è previsto che debbano lavorare i vari elementi strutturali.

Tab. 1

Normative di riferimento		UNI 11104 (prospetto 1)	UNI 11104 (prospetto 4) e UNI EN 206.1			UNI EN 1992-1-1
Tipo	Campi di impiego	Classe di esposizione	Classe di resistenza (caratteristica)	D_{max} aggregato	Classe di consistenza	Copriferro nominale
1	Pali berlinese	XC2	C25/30	3,0 cm	S4	3,5 cm
2	Cordolo testa-palo	XC2	C25/30	3,0 cm	S4	4,0 cm
2	Muri di contenimento	XC2	C25/30	3,0 cm	S4	4,0 cm
2	Platea sottopasso	XC2	C25/30	3,0 cm	S4	4,0 cm

- Controlli

Il calcestruzzo, secondo quanto previsto dalle Norme tecniche vigenti, deve essere prodotto da impianti dotati di un sistema di controllo permanente della produzione, certificato da un organismo terzo indipendente riconosciuto.

E' compito della D.LL. accertarsi che i documenti di trasporto indichino gli estremi della certificazione.

Nel caso in cui il calcestruzzo sia prodotto in cantiere occorre che, sotto la sorveglianza della D.LL., vengano prequalificate le miscele da parte di un laboratorio ufficiale di cui all'art. 59 del DPR 380/2001.

Sul calcestruzzo sarà eseguito il controllo di accettazione di tipo A secondo quanto previsto dal capitolo 11 delle Norme Tecniche.

- Classe di esposizione ambientale

La classe di esposizione ambientale prevista per le strutture tiene conto del clima tipico della zona in cui è sito l'edificio ed è stata scelta a favore di sicurezza.

Le classi di esposizione ambientale hanno determinato la scelta delle caratteristiche minime dei calcestruzzi e la dimensione del copriferro.

- Classe di consistenza

Le classi di consistenza sono state stabilite ipotizzando l'utilizzo della pompa.

Nel caso in cui, per motivi legati all'operatività, venga richiesto di utilizzare una classe di consistenza diversa da quella prescritta, può venire autorizzata dalla D.LL. e annotata sull'apposito registro di cantiere, adducendo le motivazioni della variazione.

Il mantenimento della consistenza deve essere garantito per un tempo di almeno due ore dalla fine del carico dell'autobetoniera e comunque non meno di un'ora dall'arrivo dell'autobetoniera in cantiere, tempo in cui l'impresa deve completare lo scarico.

Il fornitore di calcestruzzo e l'impresa devono programmare il getto in modo che il produttore cadenzi le consegne per dare il tempo necessario all'impresa di poter mettere in opera il materiale.

Sono da evitare interruzioni di getto superiori ad un'ora.

- Aggregati

Gli aggregati devono essere marcati CE secondo la norma UNI EN 12620[N16] con un sistema di attestazione 2+ e devono essere conformi alla norma UNI 8520-2[N15].

Il diametro massimo dell'aggregato grosso prescritto tiene conto degli spessori, delle geometrie, dei copriferro e interferro degli elementi strutturali. In funzione della disponibilità delle pezzature reperibili dai produttori di calcestruzzo in zona, sono accettabili solo diametri massimi minori o uguali a quelli prescritti.

- Copriferro

I valori dei copriferro sono stati stabiliti secondo la norma UNI EN 1992-1-1 (sezione 4), in funzione delle classi di esposizione ambientali. Si ricorda che il valore del copriferro è misurato dal filo esterno delle staffe, per cui se verranno utilizzati distanziatori fissati alle barre longitudinali occorrerà sommare al valore fornito anche il diametro delle staffe e il raggio della barra. Le tolleranze di esecuzione dei copriferro sono quelle previste dalla norma EN 13670:2008: è stata considerata una tolleranza ΔC_{dev} di 10 mm, come proposto dalla norma UNI EN 1992-1-1.

- Messa in opera

L'esecuzione dell'opera deve essere conforme alla norma prEN13670:2008[N12]. A tal fine è stata prevista la classe di esecuzione 1 e la classe di tolleranza 1. In particolare si raccomanda di utilizzare casseforme di resistenza, rigidità, tenuta e pulizia adeguate ad ottenere superfici regolari e prive di difetti superficiali che possano incidere pesantemente sulla capacità del copriferro di proteggere le armature.

Per quello che riguarda la messa in opera (tolleranze, giunzioni, assemblaggio) e piegatura (temperatura minima, diametro dei mandrini, ecc.) delle armature occorre attenersi alle prescrizioni riportate nel capitolo 6 della norma prEN13670:2008[N12]. I lavori di preparazione ai getti dovranno essere contemplati, ispezionati e documentati come richiesto dalla classe di esecuzione. Le superfici che vengono a contatto con il calcestruzzo fresco non devono avere una temperatura inferiore a 0°C finché questo abbia superato la resistenza a compressione di 5MPa.

Se la temperatura ambientale è prevista al di sotto di 0°C o al di sopra di 30°C al momento del getto o nel periodo di maturazione, occorre prevedere precauzioni per la protezione del calcestruzzo, come specificato nel paragrafo successivo. Il calcestruzzo deve essere compattato a rifiuto in modo che le armature vengano adeguatamente incorporate nella matrice cementizia, l'elemento strutturale assuma forma imposta dalle casseforme e la superficie del getto sia priva di difetti superficiali. Allo scopo occorre utilizzare vibratori ad ago da inserire ed estrarre verticalmente ogni 50 cm circa, facendo attenzione a non toccare le armature e ad inserire il vibratore ad una profondità tale da coinvolgere gli strati inferiori precedentemente vibrati.

Per la scelta delle classi di consistenza, la durata della vibrazione sarà relativamente bassa.

- Stagionatura

Il calcestruzzo, dopo il getto, deve essere protetto contro la veloce evaporazione dell'acqua, dal gelo, dagli agenti atmosferici. Si prescrive una classe di stagionatura 2.

Eccetto che nel periodo invernale è consentito utilizzare agenti anti-evaporanti, facendo attenzione ad evitare le riprese di getto. In questo periodo, si prescrive l'utilizzo di teli di plastica, in modo da proteggere il getto, oltre che dall'evaporazione dell'acqua, anche dalle basse temperature.

Nel periodo invernale si consiglia invece di richiedere al fornitore di calcestruzzo un prodotto con bassi tempi di indurimento, in modo da accorciare i tempi di stagionatura.

Specifiche generali riassuntive per il c.a.

1. Le prescrizioni per le opere in c.a. riportate di seguito si intendono conformi alle norme tecniche emanate nel D.M. Infrastrutture 17 gennaio 2018 e vincolanti ai fini della corretta esecuzione delle opere in conglomerato cementizio armato. Più nel dettaglio, sulla base delle indicazioni progettuali fornite, ci si dovrà attendere a quanto indicato nel corpo normativo:

- *Legge 5 novembre 1971, n. 1086 "Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica" (G.U. n. 321 del 21.12.1971);*
- *Norma Europea UNI EN 206:2013 (Calcestruzzo: Specificazione, prestazione, produzione e conformità);*
- *Norma Tecnica UNI 11104 del 2016 (Calcestruzzo – Specificazione, prestazione, produzione e conformità – Istruzioni complementari per l'applicazione della EN 206-1);*
- *Linee Guida del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici (Calcestruzzo Preconfezionato – Calcestruzzo Strutturale) rif. Servizio Tecnico Centrale CSLP del 26/09/2017;*
- *Eurocodici strutturali (EN 1992 Eurocodice 2 – Progetto di strutture in calcestruzzo);*

con precisazioni in merito alla natura di leganti, aggregati, acqua d'impasto, additivi ed aggiunte nonché delle relative norme sopracitate a cui attenersi per la produzione, messa in opera e controllo di qualità.

2. Gli elaborati di progetto indicano i tipi e le classi di calcestruzzo ed i tipi di acciaio da c.a. da utilizzare nelle opere di appalto.
3. In relazione alla gestione della qualità si farà riferimento alla norma UNI EN 13670:2010 avendo individuato per il manufatto in realizzazione una **classe di esecuzione C2**.
4. L'Impresa sarà tenuta a presentare all'esame della Direzione Lavori i progetti delle opere provvisorie (centine, cassature, armature di sostegno e attrezzature di costruzione).
5. L'Appaltatore, avvalendosi di tecnologi del calcestruzzo, dovrà provvedere alla progettazione e sperimentazione dei costituenti ed al progetto delle miscele di calcestruzzo in grado di soddisfare le indicazioni fornite dal progettista. Lo studio dovrà essere fornito dall'Impresa al D.LL. almeno 30 giorni prima dell'inizio dei getti e dovrà contenere esplicitamente riferimenti a resistenza caratteristica a compressione R_{ck} , durabilità delle opere (EN206), diametro massimo dell'aggregato (UNI8520), tipi di cemento e dosaggi minimi ammessi, modulo elastico secante a compressione (UNI6556), contenuto d'aria del conglomerato cementizio fresco (UNI6395), ritiro idraulico (UNI6555), resistenza ai cicli di gelo-disgelo (UNI7087) e impermeabilità (ISO DIS7032).

L'Appaltatore dovrà inoltre fornire alla D.LL. tutta la documentazione tecnica descrittiva relativa, compresi i risultati finali dello studio preliminare di qualificazione, al fine di fornire un conglomerato cementizio a prestazione garantita.

La Direzione Lavori autorizzerà l'inizio dei getti di conglomerato cementizio solo dopo aver esaminato ed

approvato la documentazione per la qualifica dei materiali e degli impasti di conglomerato cementizio e dopo aver effettuato, in contraddittorio con l'Impresa, impasti di prova del calcestruzzo per verificare i requisiti richiesti.

6. L'esame e la verifica, da parte della Direzione dei Lavori, dei progetti delle opere e dei certificati degli studi preliminari di qualificazione non esonerano in alcun modo l'Impresa dalle responsabilità derivanti per legge e per pattuizione di contratto. Quindi resta stabilito che, malgrado i controlli eseguiti dalla Direzione dei Lavori, l'Impresa rimane l'unica e diretta responsabile delle opere a termine di legge e pertanto sarà tenuta a rispondere degli inconvenienti di qualunque natura, importanza e conseguenza che si verifichino.
7. Caratteristiche dei materiali e composizione degli impasti definite in sede di qualifica non possono essere modificati in corso d'opera, se non autorizzate dalla Direzione dei Lavori. Qualora eccezionalmente si prevedesse una variazione dei materiali, la procedura di qualifica dovrà essere ripetuta.
8. Si puntualizza che per la realizzazione delle opere in conglomerato cementizio dovrà comunque essere impiegato esclusivamente "conglomerato cementizio a prestazione garantita" secondo la Norma UNI 9858/91.
9. La Direzione Lavori eseguirà controlli periodici in corso d'opera per verificare la corrispondenza tra le caratteristiche dei materiali e degli impasti impiegati e quelle definite in sede di qualifica. Per consentire l'effettuazione delle prove in tempi congruenti con le esigenze di avanzamento dei lavori, l'Impresa dovrà disporre di uno o più laboratori attrezzati, per l'esecuzione delle prove previste, in cantiere e/o all'impianto di confezionamento, ad eccezione delle determinazioni chimiche che dovranno essere eseguite presso un Laboratorio Ufficiale.
10. L'Appaltatore provvederà, a proprie spese, ad approntare quanto necessario per il prelievo dei campioni di calcestruzzo ed alle relative prove di resistenza presso un Laboratorio Ufficiale, ai fini del controllo di "accettazione", secondo quanto descritto al capitolo 11 del D.M. 17 gennaio 2018. La D.LL. si riserva di prescrivere prelievi aggiuntivi.
11. Qualora dalle prove eseguite presso Laboratori ufficiali risultasse un valore della R_{ck} inferiore a quello indicato nei calcoli statici e nei disegni di progetto, ovvero una prescrizione del controllo di accettazione non fosse rispettata, occorrerà procedere, a cura e spese dell'Impresa, ad un controllo teorico e/o sperimentale della struttura interessata dal quantitativo di conglomerato non conforme sulla base della resistenza ridotta del conglomerato, ovvero ad una verifica delle caratteristiche del conglomerato messo in opera mediante prove complementari o col prelievo di provini di calcestruzzo indurito messo in opera o con l'impiego di altri mezzi di indagine ammessi dalla normativa vigente in materia quali estrazioni di carote, prove sclerometriche, ultrasuoni ecc., a totale carico dell'Appaltatore.

Tali controlli e verifiche formeranno oggetto di una relazione supplementare nella quale si dimostri che, ferme restando le ipotesi di vincoli e di carico delle strutture, la R_{ck} è ancora compatibile con le sollecitazioni previste in progetto, secondo le prescrizioni delle vigenti norme di legge.

12. Nel caso che la R_{ck} non risulti compatibile con le sollecitazioni previste in progetto, l'Impresa sarà tenuta a sua cura e spese alla demolizione e rifacimento dell'opera oppure all'adozione di quei provvedimenti che, proposti dalla stessa, per diventare operativi dovranno essere formalmente approvati dalla Direzione Lavori.
13. Qualora il controllo di accettazione fornisca risultati negativi la Direzione Lavori disporrà l'esecuzione di indagini integrative sul calcestruzzo indurito. Qualora i valori di classe desunti dalle prove fornissero ancora risultati inferiori al valore prescritto, verranno applicati ai prezzi contrattuali i seguenti sconti per le opere i cui getti non

siano rispondenti, compatibilmente con il rispetto dei tassi di sollecitazione previsti nei calcoli:

- per scarti minori o uguali al 5%: sconto del 5%;
- per scarti maggiori del 5% e non maggiori del 10%: sconto del 15%.

Nel caso di scarti superiori al 10% sarà la Direzione dei Lavori a decidere sull'opportunità o meno di rifiutare le opere relative e procedere alla loro demolizione e ricostruzione oppure al loro consolidamento, in ogni caso a spese dell'Appaltatore.

14. Nessun indennizzo o compenso sarà dovuto all'Impresa se la R_{ck} risulterà maggiore a quella indicata nei calcoli statici e nei disegni di progetto.
15. Le prove di consistenza e i prelievi devono essere eseguiti in contraddittorio, in conformità alla norma UNI EN 12350.
16. I provini vanno stagionati e controllati, in conformità alla norma UNI EN 12390. Il calcestruzzo non deve presentare fenomeni di segregazione o eccessiva essudazione. In casi dubbi, si deve prevedere la prova di determinazione della quantità di acqua d'impasto essudata, prescritta nella norma UNI 7122.
17. La lavorabilità del conglomerato cementizio fresco sarà valutata con la misura all'abbassamento al cono di Abrams (slump) in mm secondo la Norma UNI 9418 e tale prova dovrà essere eseguita in concomitanza a ciascun prelievo di campioni. La prova sarà da considerarsi significativa per abbassamenti compresi tra 20 e 240 mm. Il conglomerato cementizio non dovrà presentarsi segregato e la quantità di acqua essudata, misurata secondo la Norma UNI 7122, dovrà essere nulla. In alternativa, per abbassamenti inferiori ai 20 mm, si dovrà eseguire la prova con la tavola a scosse secondo il metodo DIN 1048, o con l'apparecchio VEBE'.
18. Il rapporto acqua/cemento dovrà essere valutato tenendo conto sia dell'acqua contenuta negli inerti che di quella assorbita dagli stessi (Norma UNI 8520 parte 13 e 16, condizione di inerte "saturo a superficie asciutta", per la quale l'aggregato non cede e non assorbe acqua all'impasto). Il suddetto rapporto dovrà essere controllato secondo le indicazioni della norma UNI 6393 (paragrafi 5 e 6) e non dovrà discostarsi di 0,02 da quello verificato in fase di qualificazione della relativa miscela. Il rapporto a/c dovrà essere controllato anche in cantiere almeno una volta alla settimana e non dovrà discostarsi di 0,02 da quello verificato in fase di qualificazione della relativa miscela.
19. L'omogeneità del conglomerato cementizio all'atto del getto dovrà essere verificata vagliando ad umido due campioni, prelevati a 1/5 e 4/5 dello scarico della betoniera, attraverso il vaglio a maglia quadrata da 4 mm. La percentuale in peso del materiale trattenuto nel vaglio dei due campioni non dovrà differire più del 10%; inoltre lo slump degli stessi prima della vagliatura non dovrà differire di più di 30 mm.
20. La prova del contenuto di aria dovrà essere effettuata ogni qualvolta si impieghi un additivo aerante. Essa verrà eseguita con il metodo UNI 6395 – 72. Tale contenuto dovrà essere determinato con le cadenze previste al punto 11.3.10 della Norma UNI 9858.
21. Il controllo del contenuto di cemento dovrà essere verificato secondo quanto stabilito dalle Norme UNI 6126–72 e 6394–69. Particolare attenzione dovrà essere posta nella scelta del luogo di esecuzione, in quanto tale prova deve essere eseguita su conglomerato cementizio fresco, entro 30 minuti dall'impasto.
22. Al fine di garantire la durabilità delle opere in conglomerato cementizio negli elaborati progettuali sono previste le indicazioni da rispettare per il confezionamento del calcestruzzo al fine di evitare il degrado dello stesso. In particolare, ai fini di preservare le armature da qualsiasi fenomeno di aggressione ambientale, il copriferro minimo

da prevedere, misurato tra la parete interna del cassero e la generatrice della barra più vicina, non dovrà essere inferiore a quanto indicato.

23. Gli inerti impiegati per il confezionamento del conglomerato cementizio potranno provenire da vagliatura e trattamento dei materiali alluvionali o da frantumazione di materiali di cava e dovranno avere caratteristiche conformi a quelle previste per la Classe A nella Norma UNI 8520 parte 2a. Dovranno essere costituiti da elementi non gelivi privi di parti friabili e polverulente o scistose, argilla e sostanze organiche. Inoltre non dovranno contenere minerali dannosi Come pirite, marcasite, pirrotina, gesso e solfati solubili.

A cura dell'Impresa, sotto il controllo della D.LL., dovrà essere accertata, mediante esame mineralogico (UNI 8520 parte 4) presso un laboratorio ufficiale, l'assenza dei minerali indesiderati e di forme di silice reattiva verso gli alcali del cemento (opale, calcedonio, tridimite, cristobalite, quarzo cristallino in stato di alterazione o tensione, selce, vetri vulcanici, ossidiane), per ciascuna delle cave di provenienza dei materiali. Ove fosse presente silice reattiva si procederà all'esecuzione delle prove della Norma UNI 8520 parte 22, punto 3, con la successione e l'interpretazione ivi descritte. Copia della relativa documentazione dovrà essere custodita dalla D.LL. e dall'Impresa. In assenza di tali certificazioni il materiale non potrà essere posto in ☐ opera, e dovrà essere allontanato e sostituito con materiale idoneo. ☐

Tali esami dovranno essere effettuati prima dell'autorizzazione all'impiego, per ogni cambiamento di cava o materiali nel corpo di cava, ogni 8000 mc di materiali impiegati e comunque almeno una volta all'anno, nonché ogni volta la Direzione Lavori lo riterrà necessario, salvo per quanto riguarda il contenuto di solfati e di cloruri che dovrà essere effettuato giornalmente.

Per quanto riguarda il coefficiente di forma degli inerti e la granulometria si dovrà verificare che soddisfino alle indicazioni riportate nel predetto punto, ogni 1000 mc di materiale impiegato, nonché ogni volta che la D.LL. lo riterrà necessario. Saranno rifiutati pietrischetti, pietrischi e graniglie aventi un coefficiente di forma, determinato secondo UNI 8520 parte 18, minore di 0,15 (per un diametro massimo Dmax fino a 32 mm) e minore di 0,12 (per un diametro massimo Dmax fino a 64 mm). La curva granulometrica dovrà essere tale da ottenere il massimo peso specifico del conglomerato cementizio a parità di dosaggio di cemento e di lavorabilità dell'impasto e dovrà consentire di ottenere i requisiti voluti sia nell'impasto fresco (consistenza, omogeneità, lavorabilità, aria inglobata, etc.) che nell'impasto indurito (resistenza, permeabilità, modulo elastico, ritiro, viscosità, durabilità, etc.).

Particolare attenzione dovrà essere rivolta alla granulometria della sabbia al fine di ridurre al minimo il fenomeno dell'essudazione (bleeding) nel conglomerato cementizio.

Gli inerti dovranno essere suddivisi in almeno tre pezzature, la più fine non dovrà contenere più del 15% di materiale trattenuto al vaglio a maglia quadrata da 5 mm di lato.

Le singole pezzature non dovranno contenere frazioni granulometriche appartenenti alle pezzature inferiori, in misura superiore al 15% e frazioni granulometriche, appartenenti alle pezzature superiori, in misura superiore al 10% della pezzatura stessa.

24. E' vietato porre in opera conglomerati cementizi a temperatura ambiente inferiore a 0°C o superiore a 30°C, salvo il ricorso a provvedimenti approvati dalla Direzione dei Lavori. Inoltre, come prescritto nella norma UNI-EN 206, la temperatura del calcestruzzo dovrà essere compresa tra +5°C e +30°C. Nel luogo di produzione ed in cantiere dovranno essere installati termometri atti a misurare la minima e la massima temperatura atmosferica giornaliera.
25. Il trasporto del calcestruzzo dal luogo di confezionamento a quello d'impiego dovrà avvenire con mezzi ed

attrezzature atte ad evitare il deterioramento dell'impasto e la segregazione dei componenti, in nessun caso dovrà intercorrere un intervallo di tempo superiore a 90 minuti tra il confezionamento alla centrale di betonaggio e l'operazione di getto.

26. Ogni carico di calcestruzzo dovrà essere accompagnato dall'ora di partenza e di arrivo in cantiere dell'impasto, le specifiche tecniche a cui il calcestruzzo deve sottostare (classe di esposizione, resistenza, numero di ricetta per il confezionamento, rapporto a/c effettivo e teorico, dimensione massima dell'aggregato, mc trasportati, tipo, classe e dosaggio del cemento, classe di consistenza, la struttura a cui è destinato).
27. E' facoltà della Direzione Lavori di rifiutare carichi di conglomerato cementizio non rispondenti ai requisiti prescritti.
28. I getti di calcestruzzo dovranno essere eseguiti con una tolleranza massima di errore geometrico di ± 1.0 cm. Errori superiori dovranno essere eliminati a cura e spese dell'Appaltatore ma solo con le modalità che la Direzione dei Lavori riterrà opportune.
29. Le casseformi dovranno avere forme e dimensioni coerenti alle caratteristiche degli elementi strutturali descritti nei disegni esecutivi. Le casseforme ed i relativi sostegni dovranno essere sufficientemente compatti e robusti per resistere senza deformazioni ai carichi che devono sopportare ed alle azioni dinamiche prodotte dal costipamento e dalla vibrazione del calcestruzzo, ovvero soddisfare i requisiti di rigidità, di resistenza (alla spinta del calcestruzzo), di tenuta e di pulizia previsti dalla norma UNI ENV 13670-1.

Il legname dei casseri dovrà essere sufficientemente stagionato, dotato di una superficie accuratamente pulita e, se necessario, opportunamente trattata e piallata, per assicurare che la superficie esterna dei getti risulti regolare e, dove richiesto, perfettamente liscia (per es. a garantire superfici lisce si potrà ricorrere, se del caso, a verniciatura delle tavole con "latte di calce" per intonaco, che poi potrà essere asportato non appena secco). Dal fondo delle casseforme dovrà essere rimosso, prima del getto, ogni corpo estraneo. Per garantire la bontà dell'esecuzione del getto si dovrà provvedere ad un preventivo inumidimento delle cassetture prima che sia realizzato il getto. Laddove sia richiesta una finitura a vista del conglomerato cementizio si dovranno impiegare pannellature idonee trattate a garantire la perfetta esecuzione del manufatto.

Per i getti faccia-vista o comunque correlati a condizioni operative particolari è indicato l'impiego di sistemi di cassetture speciali, con casseforme a travi componibili, dotate di puntelli ed eventuali passerelle di getto.

30. L'impasto dovrà risultare di consistenza uniforme ed omogeneo, uniformemente coesivo (tale cioè da essere trasportato e manipolato senza che si verifichi la separazione dei singoli elementi), lavorabile (in modo che non rimangano vuoti nella massa o sulla superficie dei manufatti dopo eseguita la vibrazione in opera). Se al momento della posa in opera la consistenza del conglomerato cementizio non è quella prescritta, lo stesso non dovrà essere impiegato per l'opera ma scaricato in luogo appositamente destinato dall'Impresa. Tuttavia se la consistenza è minore di quella prescritta (minore slump) e il conglomerato cementizio è ancora nell'autobetoniera, la consistenza può essere portata fino al valore prescritto mediante aggiunta di additivi fluidificanti e l'aggiunta verrà registrata sulla bolla di consegna. La lavorabilità non potrà essere ottenuta con maggiore impiego di acqua di quanto previsto nella composizione del conglomerato cementizio.

L'impiego di fluidificanti, aeranti, plastificanti, potrà essere autorizzato dalla D.LL. anche se non previsti negli studi preliminari. In questi casi, l'uso di aeranti e plastificanti sarà effettuato a cura e spese dell'Impresa, senza che questa abbia diritto a pretendere indennizzi o sovrapprezzi per tale titolo.

31. Il getto del conglomerato cementizio dovrà essere eseguito in modo da non determinare la segregazione, sarà

compattato mediante vibratori ad immersione o a parete in relazione alla classe di consistenza del conglomerato, alle caratteristiche dei vibratori ed alla dimensione del getto stesso, in modo da determinare superfici lisce, compatte ed omogenee. Lo scarico del conglomerato cementizio dalla betoniera nelle casseforme dovrà avvenire con tutti gli accorgimenti idonei ad evitare la segregazione.

32. Per getti generici l'altezza di caduta libera del calcestruzzo fresco, dallo scivolo al tubo convogliatore, non dovrà essere superiore a 100 cm, ed il calcestruzzo dovrà essere steso a strati orizzontali di spessore non superiore ai 50 cm dopo la vibratura. Si dovrà comunque evitare getti in presenza di eccessiva ventilazione o esposizione solare. (In tali casi il getto sarà da eseguire dietro assenso della Direzione dei Lavori).
33. E' vietato scaricare il conglomerato in un unico cumulo e distenderlo con l'impiego del vibratore. Durante la posa in opera i vespai di ghiaia, eventualmente formatisi, dovranno essere dispersi prima della vibrazione del conglomerato cementizio. Per getti in pendenza, dovranno essere predisposti dei cordolini di arresto che evitino la formazione di lingue di conglomerato cementizio troppo sottili per essere vibrare efficacemente.
34. I getti dovranno essere iniziati solo dopo la verifica degli scavi, delle casseforme e delle armature metalliche da parte della Direzione Lavori. La posa in opera sarà eseguita con ogni cura ed a regola d'arte, dopo aver preparato accuratamente e rettificati i piani di posa, le casseforme, i cavi da riempire e dopo aver posizionato le armature metalliche.
35. Nel caso di getti contro terra, roccia, ecc., si deve controllare che la pulizia del sottofondo, il posizionamento di eventuali drenaggi, la stesura di materiale isolante o di collegamento, siano eseguiti in conformità alle disposizioni di progetto e delle presenti Norme.
36. I getti dovranno risultare perfettamente conformi ai particolari costruttivi di progetto ed alle prescrizioni della Direzione Lavori. Si avrà cura che in nessun caso si verifichino cedimenti dei piani di appoggio e delle pareti di contenimento.
37. Il conglomerato cementizio sarà posto in opera e assestato con ogni cura in modo che le superfici esterne si presentino lisce e compatte, omogenee e perfettamente regolari ed esenti anche da macchie o chiazze. Eventuali irregolarità o sbavature dovranno essere asportate mediante bocciardatura e i punti incidentalmente difettosi dovranno essere ripresi accuratamente con malta fine di cemento, immediatamente dopo il disarmo, ciò qualora tali difetti o irregolarità siano contenuti nei limiti che la Direzione Lavori, a suo insindacabile giudizio, riterrà tollerabili fermo restando in ogni caso che le suddette operazioni ricadranno esclusivamente e totalmente a carico dell'Impresa. Eventuali ferri (filo, chiodi, reggette) che con funzione di legatura di collegamento casseri od altro, dovessero sporgere da getti finiti, dovranno essere tagliati almeno 0,5 cm sotto la superficie finita e gli incavi risultanti verranno accuratamente sigillati con malta fine di cemento a ritiro compensato. Viene poi prescritto che, dovunque sia possibile, gli elementi dei casseri vengano fissati nella esatta posizione prevista utilizzando fili metallici liberi di scorrere entro tubetti di materiale PVC o simile, di colore grigio, destinati a rimanere incorporati nel getto di conglomerato cementizio, armato o non armato.
38. 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, anche se ciò comporta che il lavoro debba essere condotto a turni ed anche in giornate festive, e senza che l'Impresa non potrà avanzare richiesta alcuna di maggiori compensi.

Nel caso ciò non fosse possibile, prima di effettuare la ripresa, la superficie di conglomerato cementizio indurito

dovrà essere accuratamente pulita, lavata, spazzolata ed eventualmente scalfita fino a diventare sufficientemente rugosa da garantire una perfetta aderenza tra i getti successivi. Tra le diverse riprese di getto non si dovranno avere distacchi, discontinuità o differenze di aspetto e colore.

39. L'Impresa avrà a suo carico il preciso obbligo di predisporre in corso di esecuzione quanto è previsto nei disegni costruttivi o sarà successivamente prescritto di volta in volta in tempo utile dalla Direzione Lavori, circa fori, tracce, cavità, incassature ecc. nelle travi, solette, nervature, ecc., per la posa in opera di apparecchi accessori quali giunti, appoggi, pluviali, passi d'uomo, passerelle di ispezione, sedi di tubi e di cavi, parapetti, mensole, parti di impianti. L'onere relativo è compreso e compensato nei prezzi unitari e pertanto è ad esclusivo carico dell'Impresa. Tutte le conseguenze per la mancata esecuzione delle predisposizioni così prescritte dalla Direzione Lavori, saranno a totale carico dell'Impresa, sia per quanto riguarda le rotture, i rifacimenti, le demolizioni di opere di spettanza dell'impresa stessa, sia per quanto riguarda le eventuali opere di adattamento di impianti, i ritardi, le forniture aggiuntive di materiali e la maggiore mano d'opera occorrente da parte dei fornitori.
40. A getto ultimato dovrà essere curata la stagionatura dei conglomerati cementizi in modo da evitare un rapido prosciugamento delle superfici esposte all'aria dei medesimi e la conseguente formazione di fessure da ritiro plastico, usando tutte le cautele ed impiegando i mezzi più idonei allo scopo, fermo restando che il sistema proposto dall'Impresa dovrà essere approvato dalla Direzione Lavori. A questo fine le superfici del conglomerato cementizio non protette dalle casseforme dovranno essere mantenute umide il più a lungo possibile e comunque per almeno 7 giorni, sia per mezzo di prodotti antievaporanti (curing), da applicare a spruzzo subito dopo il getto, sia mediante continua bagnatura, sia con altri sistemi idonei. I prodotti antievaporanti (curing) ed il loro dosaggio dovranno essere approvati dalla Direzione Lavori e le loro caratteristiche dovranno essere conformi a quanto indicato nella Norma UNI 8656: tipi 1 e 2.
41. Per i tempi e le modalità di disarmo si rimanda alle sopracitate norme sui calcestruzzi ed in particolare alle norme UNI ENV 13670-1 e UNI EN 206, rilevando soltanto la necessità di garantire un'opportuna stagionatura protetta del conglomerato evitando l'essiccazione della superficie del calcestruzzo, il congelamento dell'acqua d'impasto, la formazione di fessurazioni dovute a gradienti termici nello spessore del getto (indicativamente si individua una stagionatura protetta per le strutture in elevazione non inferiore a 5 giorni). Si dovrà inoltre porre attenzione affinché il dilavamento o l'infiltrazione tra i casseri di acque piovane possano indurre, sulle parti in faccia vista efflorescenze. Per questo motivo si esclude il disarmo in periodo di pioggia.
42. Per le solette d'impalcato si dovrà provvedere alla protezione del getto in modo da consentire una sua corretta stagionatura, a questo scopo si dovranno impiegare tutte le attenzioni per mantenere la necessaria umidità della superficie gettata, mediante l'impiego in alternativa di teli in polietilene, di antievaporante da irrorare sulle superfici a fresco e disponendo teli in TNT su cui nebulizzare periodicamente acqua.
43. E' sconsigliato lo scassero in caso di differenziali termici fra ambiente esterna ed interno al getto $> 20^{\circ}\text{C}$.
44. Additivi e disarmanti: le loro caratteristiche dovranno essere verificate sperimentalmente in sede di qualifica dei conglomerati cementizi, esibendo inoltre, certificati di prova di Laboratorio Ufficiale che dimostrino la conformità del prodotto alle disposizioni vigenti. Nel caso di uso contemporaneo di più additivi, l'Impresa dovrà fornire alla Direzione Lavori la prova della loro compatibilità. E' vietato usare lubrificanti di varia natura e olii esausti come disarmanti. Dovranno essere impiegati prodotti specifici, conformi alla norma UNI 8866, per i quali è stato verificato che non macchino o danneggino la superficie del conglomerato cementizio indurito.

45. Ove i disegni di progetto lo prevedano o quando la Direzione Lavori lo ritenga opportuno si provvederà alla impermeabilizzazione dell'estradosso di manufatti in conglomerato cementizio con membrane elastiche di caratteristiche idonee.

Specifiche prestazionali riassuntive

CONGLOMERATI CEMENTIZI (a prestazione garantita)

1) Opere in fondazione (pali e cordolo):

Legante: cemento CEM-UNI-ENV 197-1 tipo IIA-L o IIB-L 42.5 (cemento al calcare)

Classe di resistenza: secondo EN 206:2013, minima **C25/30**

Classe di esposizione: "XC2" secondo UNI-EN 206:2013

Massimo diametro inerte: 30 mm conforme UNI-EN 12620

Classe di consistenza: S4

Rapporto acqua-cemento (A/C): 0.60

Copriferro non inferiore a 35 mm (pali) – 40 mm (cordolo, muri, platee)

PALI TRIVELLATI IN C.A.

1. I pali dovranno essere realizzati con attrezzature d'ingombro idoneo per il tipo di cantiere e più nel dettaglio per la larghezza stradale, utilizzando come piano di lavoro il piano stradale attuale.
2. La scelta delle attrezzature di perforazione ed i principali dettagli esecutivi, nel caso di situazioni stratigrafiche particolari o per l'importanza dell'opera, dovranno essere messi a punto a cura e spese dell'Impresa, anche mediante l'esecuzione di pali di prova, approvati dalla D.LL. prima dell'inizio della costruzione dei pali.
3. Dovranno essere adottate durante la perforazione tutte le tecniche per evitare il franamento del foro, la contaminazione delle armature, l'interruzione e/o l'inglobamento di terreno nella guaina cementizia che solidarizza l'armatura al terreno circostante (fanghi bentonitici), compreso l'utilizzo di camicie. Il tutto si intende compreso nel prezzo di computo metrico.
4. E' facoltà della D.LL. far adottare la perforazione senza rivestimento, impiegando solamente fanghi bentonitici. La perforazione "a secco" senza rivestimento potrà essere adottata, previa comunicazione alla D.LL., solo in terreni uniformemente argillosi di media ed elevata consistenza, esenti da intercalazioni incoerenti e non interessati da falde che possono causare ingresso di acqua nel foro.
5. Prima di iniziare la perforazione l'Impresa dovrà, a sua cura e spese, individuare sul terreno la posizione dei pali mediante appositi picchetti sistemati in corrispondenza dell'asse di ciascun palo. Su ciascun picchetto dovrà essere riportato il numero progressivo del palo come risulta dalla pianta della palificata. Tale pianta, redatta e presentata alla D.LL. dall'Impresa esecutrice, dovrà indicare la posizione planimetrica di tutti i pali, contrassegnati con numero progressivo.
6. L'appaltatore dovrà provvedere al corretto allestimento del cantiere al fine di garantire l'efficienza del sistema di perforazione ed iniezione del calcestruzzo.
7. L'appaltatore sarà tenuto ad eseguire prove secondo prescrizioni normative sulla effettiva capacità portante dei pali e sulla loro integrità. Le suddette prove saranno a completo carico dell'Impresa.

8. Per il cemento, il calcestruzzo e l'acciaio di armatura si prescrivono i tipi indicati al paragrafo precedente.
9. Le tolleranze ammesse sono le seguenti:
- la posizione planimetrica non dovrà discostarsi da quella di progetto, salvo diverse indicazioni della D.LL.;
 - la deviazione dell'asse del palo rispetto all'asse di progetto non dovrà essere maggiore del 2%;
 - 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;
 - quota testa micropalo: ± 5 cm;
 - lunghezza: ± 10 cm.

Peccioli, ottobre 2025

Il Progettista strutturale
ING. FRANCESCO DONATI