

	PROGETTISTA		COMMESSA NQ/R20133	UNITÀ 000
	LOCALITA'	REGIONE SICILIA	REL-CIV-E-10500	
	PROGETTO	RIFACIMENTO DERIVAZIONE PER PORTO EMPEDOCLE DN 300 (12"), DP 24 bar E OPERE CONNESSE	Pag. 1 di 7	Rev. 1

Rif. SAIPEM 023113-105-LA-E-80500

PROGETTO DEFINITIVO

RIFACIMENTO DERIVAZIONE PER PORTO EMPEDOCLE
1° Tr.: Campofranco-Aragona
DN 300 (12"), DP 24 bar
E OPERE CONNESSE

Paratia di pali trivellati (V48 – V49)

Relazione tecnica generale e di calcolo strutturale

Allegato 2 - Relazione sui materiali

1	Aggiornamento AU 327 per prescrizioni VIA	Aureli	Costigliola	Olivi	Gen. '25
0	Emissione per Permessi	Aureli	Costigliola	Olivi	Set. '23
Rev.	Descrizione	Elaborato	Verificato	Approvato	Data

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R20133	UNITÀ 000
	LOCALITÀ REGIONE SICILIA	REL-CIV-E-10500	
	PROGETTO RIFACIMENTO DERIVAZIONE PER PORTO EMPEDOCLE DN 300 (12"), DP 24 bar E OPERE CONNESSE	Pag. 2 di 7	Rev. 1

Rif. SAIPEM 023113-105-LA-E-80500

I materiali che saranno impiegati nella realizzazione dell'opera in progetto sono di seguito descritti. Essi risponderanno alle caratteristiche stabilite dal D.M. 17/01/2018 "Norme Tecniche per le Costruzioni".

CONDIZIONI AMBIENTALI

È previsto che l'armatura resistente delle strutture in cemento armato sia protetta da un adeguato ricoprimento di calcestruzzo; il copriferro è quindi qui inteso come distanza tra la superficie esterna di qualsiasi armatura (inclusi collegamenti e staffe) e la superficie esterna di calcestruzzo più vicina (UNI ENV, Eurocodice 2, parte 1-1). Lo spessore di tale strato di ricoprimento è progettualmente dimensionato in funzione dell'aggressività dell'ambiente e della sensibilità delle armature alla corrosione.

Si è fatta l'ipotesi che l'intera struttura possa essere rappresentata da unica classe di esposizione, senza tener conto delle eventuali differenze tra parti parzialmente interrate ed esposte e parti a diretto contatto con il terreno.

Secondo la casistica delle condizioni ambientali, espressa nelle NTC18 dalle tabelle 4.1.III e 4.1.IV, con riferimento alle definizioni date nelle "Linee guida per il calcestruzzo strutturale" del C.S.LL.PP., nonché nella UNI 11104 e UNI EN 206:2016, per le parti strutturali interrate, si hanno condizioni ambientali di progetto ordinarie e classe di esposizione XC2. Tale classificazione corrisponde alla condizione di "strutture interrate, in ambiente bagnato e raramente secco, fondazioni" ed è caratteristica per pali, diaframmi e fondazioni realizzati in terreni non aggressivi. In tali condizioni la classe del calcestruzzo C25/30 risulta idonea.

Poiché si è previsto per la strutture, coerentemente con il piano di manutenzione della parte strutturale dell'opera, vita nominale di 50 anni, l'entità minima del copriferro è conseguentemente definita in tabella C4.1.IV della Circolare Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti, 21 gennaio 2019, n. 7 (recante "Istruzioni per l'applicazione dell'aggiornamento delle norme tecniche per le costruzioni di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018"), in funzione della classe di resistenza del calcestruzzo; pertanto si è posto copriferro pari a 3,5 cm al lembo esterno dell'armatura resistente a flessione, che risulta adeguatamente protetta, e 2,5 cm al lembo esterno delle staffe. Tale valore è assunto nel rispetto delle classi di esposizione e delle tolleranze necessarie, in funzione della tipologia esecutiva, delle proprietà del calcestruzzo e delle circostanze prevedibili¹.

A parità di condizioni esecutive relative al copriferro, nel caso si manifesti la sussistenza, nel sito di esecuzione, di condizioni ambientali di tipo "aggressivo", con rischio di corrosione delle armature indotta da cloruri, o ancora per presenza di sali disgelanti o sostanze chimiche, sarà conseguente intervenire mediante apposita disposizione in merito alla classe del calcestruzzo, prescrivendo una classe superiore rispetto a quanto utilizzato per il calcolo strutturale. A tal proposito, la citata tabella C4.1.IV fornisce le classi equivalenti per il calcestruzzo da utilizzare. Il ricorso a tale accorgimento non altera comunque i risultati di progetto e non modifica, se non favorevolmente, le condizioni di resistenza, assicurando nel contempo la durabilità.

¹ Eurocodice 2, parte 3, punto 4.1.3.3., e punto 7.7.4 della EN 1536 (pali gettati in opera).

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R20133	UNITÀ 000
	LOCALITA' REGIONE SICILIA	REL-CIV-E-10500	
	PROGETTO RIFACIMENTO DERIVAZIONE PER PORTO EMPEDOCLE DN 300 (12"), DP 24 bar E OPERE CONNESSE	Pag. 3 di 7	Rev. 1

Rif. SAIPEM 023113-105-LA-E-80500

CALCESTRUZZO PER CONGLOMERATO CEMENTIZIO ARMATO

Il calcestruzzo da utilizzare dovrà essere di classe di resistenza almeno C25/30; prodotto e fornito in opera in modo che ne sia certificabile il valore caratteristico della resistenza, dedotta da prove a compressione a 28 gg. effettuata su provini normalizzati.

Si prescrive : $R_{ck} \geq 30 \text{ N/mm}^2$, per l'esecuzione dei pali,
 $R_{ck} \geq 30 \text{ N/mm}^2$, per l'esecuzione del cordolo sommitale.

Il calcestruzzo sarà confezionato con:

- cemento Portland "4.25", provvisto del marchio che ne garantisca la qualità secondo le vigenti leggi; dotato di certificato di conformità, rilasciato da un organismo europeo notificato, ad una norma armonizzata della serie UNI EN 197; è escluso l'impiego di cementi alluminosi;
- inerti naturali o di frantumazione, costituiti da elementi non gelivi, non friabili e privi di sostanze organiche, limose ed argillose, di gesso, ecc.; non dovranno inoltre produrre reazioni nocive con il cemento e i suoi prodotti di idratazione, ed alla buona conservazione delle armature (norme UNI-EN 932-3 e UNI 8520-2); dimensioni massime commisurate alle caratteristiche geometriche del getto ed alle misure di interfero previste in progetto; preliminarmente ad apposite analisi granulometriche, le dimensioni seguiranno la scala seguente

sabbie di frantoio (o alluvionale)	(0 - 5 mm)	40%
ghiaia fine	(5 - 12 mm)	40%
ghiaia grande	(12 - 20 mm)	20%

L'eventuale ricorso ad aggregati artificiali, ovvero provenienti da processi di riciclo dovrà essere preventivamente valutato. Sono comunque idonei alla produzione del calcestruzzo gli aggregati ottenuti dalla lavorazione di materiali naturali, artificiali, ovvero provenienti da processi di riciclo, conformi alla norma europea armonizzata UNI EN 12620 e, per gli aggregati leggeri, alla norma europea armonizzata UNI EN 13055-1, comunque ricorrendo a materiale conforme alla norma europea armonizzata UNI EN 12620 e, per gli aggregati leggeri, alla norma europea armonizzata UNI EN 13055-1.

Il sistema di valutazione e verifica della costanza della prestazione degli aggregati, ai sensi del Regolamento UE 305/2011, sarà quello indicato nella Tabella 11.2.II del citato D.M. 17 gennaio 2018.

In considerazione delle caratteristiche geometriche della struttura e della incidenza di barre d'armatura il calcestruzzo, si prescrive che il calcestruzzo, al momento della posa in opera, presenti caratteristiche di lavorabilità corrispondenti a classe di consistenza S4. Poiché le caratteristiche desiderate di durabilità e di resistenza meccanica previste in progetto possono essere effettivamente raggiunte soltanto se la movimentazione, la posa in opera e la stagionatura avvengono correttamente, la lavorabilità è imposta, oltre che dal tipo di costruzione, dai metodi di posa in opera che saranno adottati e in particolare dal metodo di compattazione, la cui efficacia sarà comunque garantita. La classe di consistenza ottimale dipenderà quindi dal tipo di getto e dai mezzi prescelti per la compattazione e si valuterà seguendo le procedure

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R20133	UNITÀ 000
	LOCALITÀ REGIONE SICILIA	REL-CIV-E-10500	
	PROGETTO RIFACIMENTO DERIVAZIONE PER PORTO EMPEDOCLE DN 300 (12"), DP 24 bar E OPERE CONNESSE	Pag. 4 di 7	Rev. 1

Rif. SAIPEM 023113-105-LA-E-80500

descritte nelle seguenti norme:

- Prove sul calcestruzzo fresco - cedimento al cono (UNI EN 12350-2);
- Prove sul calcestruzzo fresco - consistenza cls/Prova Vébé (UNI EN 12350-3);
- Prove sul calcestruzzo fresco - compattabilità (UNI EN 12350-4);
- Prove sul calcestruzzo fresco - Prova di spandimento (UNI EN 12350-5).

Nella composizione dei calcestruzzi, particolare cura verrà posta nello studio preliminare del rapporto A/C, che sarà contenuto nel valore $0,45 \pm 0,55$, compresa l'umidità degli inerti; fatte salve determinazioni operative che saranno assunte in funzione delle condizioni meteorologiche all'atto della esecuzione e di particolari esigenze riscontrate in opera. Prima dell'inizio della esecuzione, sarà, infatti, effettuato un apposito ed accurato studio preliminare della miscela idonea ad ottenere il calcestruzzo più rispondente sia alle caratteristiche qui prescritte, sia alle esigenze costruttive, in termini di classe di resistenza, classe di consistenza, tempi di maturazione, ecc. L'esecutore resterà comunque responsabile della qualità del calcestruzzo, che sarà controllata dal Direttore dei Lavori, secondo le procedure di previste dalle Norme Tecniche 2018, citate in epigrafe.

L'acqua per tutti gli impasti sarà limpida, priva di sali in percentuali dannose, non aggressiva e possibilmente potabile. Inoltre il pH sarà compreso tra 4,5 e 7,5. Sarà limpida, non inquinata da materie organiche, e rispondente ai requisiti stabiliti dalla norma UNI EN 1008. Il contenuto di sali disciolti sarà inferiore a 1 g/l e, relativamente al contenuto di ione cloruro, si farà riferimento ai limiti imposti dalla UNI 8981/5 e successive revisioni della stessa.

Qualora si faccia ricorso a stabilimenti che producono calcestruzzo con processo industrializzato, essi devono essere dotati di un sistema permanente di controllo interno della produzione, predisposto in coerenza con la norma UNI EN ISO 9001 avente riferimento nelle specifiche indicazioni contenute nelle Linee guida sul calcestruzzo preconfezionato, elaborato dal Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei lavori pubblici, e certificato da organismi terzi indipendenti, operanti in coerenza con la norma UNI CEI EN ISO/IEC 17021, espressamente autorizzati in tal senso dal Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei lavori pubblici. Qualora il calcestruzzo venga lavorato o rilavorato a piè d'opera, restano nella responsabilità dell'Esecutore e del Direttore dei lavori, ciascuno per le proprie competenze, tutte le procedure relative al confezionamento ed alla messa in opera.

Salvo espressa richiesta del Direttore dei lavori, nel calcestruzzo non è previsto l'impiego di aggiunte (ceneri volanti, loppe granulate d'altoforno e fumi di silice).

Gli additivi, allo stato non previsti in progetto, se espressamente richiesti dal Direttore dei lavori dovranno essere conformi alla norma europea armonizzata UNI EN 934-2. Saranno eventualmente utilizzati esclusivamente additivi garantiti dai produttori per qualità, costanza di effetto e di concentrazione. Non si utilizzeranno additivi aeranti. Nel caso di uso contemporaneo di più additivi, si verificherà la loro reciproca compatibilità e quella con gli altri componenti della miscela. L'utilizzo di additivi non dovrà comunque produrre effetti indesiderati, quali riduzione delle caratteristiche meccaniche, allungamento dei tempi di presa, incremento del ritiro della miscela né causare corrosione dell'armatura.

Prima dell'inizio di ciascun getto, dovrà essere effettuato il prelievo necessario al

	PROGETTISTA		COMMESSA NQ/R20133	UNITÀ 000
	LOCALITÀ	REGIONE SICILIA	REL-CIV-E-10500	
	PROGETTO	RIFACIMENTO DERIVAZIONE PER PORTO EMPEDOCLE DN 300 (12"), DP 24 bar E OPERE CONNESSE	Pag. 5 di 7	Rev. 1

Rif. SAIPEM 023113-105-LA-E-80500

controllo di qualità del tipo "A", per la verifica della rispondenza della resistenza caratteristica al valore minimo qui richiesto.

ACCIAIO PER CONGLOMERATO CEMENTIZIO ARMATO

Le barre d'armatura, per ferri longitudinali e staffe, saranno del tipo B450C, sia per i pali, sia per il cordolo sommitale. È ammesso esclusivamente l'impiego di acciai saldabili, qualificati secondo le procedure di legge e controllati con le modalità riportate al punto 11.3.2.11 del D.M. 17 gennaio 2018.

Le barre dovranno presentare i diametri di progetto; i diametri delle barre da porre in opera saranno identificati per mezzo del diametro della barra tonda liscia equipesante, calcolato nell'ipotesi che la densità dell'acciaio sia pari a 7,85 kg/dm³.

La lunghezza di sovrapposizione delle barre d'armatura sarà conforme alle indicazioni dell'elaborato grafico strutturale. Le tolleranze dimensionali ammesse saranno quelle riportate nella tabella 11.3.III delle Norme Tecniche 2018, citate in epigrafe.

L'acciaio per cemento armato sarà caratterizzato dai seguenti valori nominali delle tensioni caratteristiche di snervamento e rottura utilizzati nei calcoli:

- tensione caratteristica di snervamento $f_{yk} \geq f_{ynom} \geq 450 \text{ N/mm}^2$
- tensione caratteristica di rottura $f_{tk} \geq f_{tnom} \geq 540 \text{ N/mm}^2$.

Qualunque altra caratteristica dovrà essere conforme a quanto prescritto al paragrafo 11.3.2.1 del Decreto in epigrafe.

In particolare, per garantire le necessarie caratteristiche di duttilità,

- il valore caratteristico con frattile 10% del rapporto fra il valore della tensione di snervamento effettiva, riscontrata sulla barra, ed il valore nominale (f_y/f_{ynom})_k non dovrà essere superiore a 1,25;
- il valore caratteristico con frattile 10% del rapporto fra il valore della tensione di rottura e la tensione di snervamento (f_t/f_y)_k dovrà essere compreso fra 1,15 e 1,35;
- il valore caratteristico con frattile 10% dell'allungamento al massimo sforzo (A_{gt})_k dovrà essere non inferiore al 7,5%.

Tutti gli acciai dovranno essere ad aderenza migliorata, aventi cioè una superficie dotata di nervature o indentature trasversali, uniformemente distribuite sull'intera lunghezza, atte ad aumentarne l'aderenza al conglomerato cementizio.

Tutti i confronti con i limiti previsti dal citato Decreto, saranno basati su valori caratteristici, e demandati ai controlli che i laboratori abilitati effettuano negli stabilimenti di produzione, sia in fase di qualificazione iniziale, sia di verifica periodica della qualità.

L'acciaio in barre per cemento armato deriverà da produzione industriale avente un sistema permanente di controllo interno in stabilimento, tale da assicurare costante livello di affidabilità nella conformità del prodotto finito, predisposto in coerenza con la norma UNI EN ISO 9001 e certificato da parte di un organismo terzo indipendente, di adeguata competenza ed organizzazione, che operi in coerenza con le norme UNI CEI EN ISO/IEC 17021. La certificazione del sistema di gestione della qualità del

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R20133	UNITÀ 000
	LOCALITA' REGIONE SICILIA	REL-CIV-E-10500	
	PROGETTO RIFACIMENTO DERIVAZIONE PER PORTO EMPEDOCLE DN 300 (12"), DP 24 bar E OPERE CONNESSE	Pag. 6 di 7	Rev. 1

Rif. SAIPEM 023113-105-LA-E-80500

processo produttivo e la valutazione della conformità del controllo di produzione dovranno essere conformi a quanto prescritto al punto 11.3.1.2 delle Norme Tecniche 2018, citate in epigrafe

La lavorazione delle barre, intesa come sagomatura e/o assemblaggio secondo i disegni di progetto potrà avvenire in cantiere, sotto la vigilanza della Direzione lavori, oppure in centri di trasformazione, se provvisti dei requisiti di cui al punto 11.3.1.7 del citato D.M. 17 gennaio 2018. Nel primo caso, l'Esecutore e la Direzione lavori saranno responsabili dell'approvvigionamento e lavorazione dei materiali, secondo le competenze e responsabilità che la legge attribuisce a ciascuno; nel secondo caso, tutti i prodotti forniti in cantiere dopo l'intervento di un trasformatore dovranno essere accompagnati da idonea documentazione, specificata nel citato Decreto, che identifichi in modo inequivocabile il centro di trasformazione stesso.

Per quanto riguarda la marchiatura dei prodotti vale quanto indicato al punto 11.3.1.4 del Decreto. Per la documentazione di accompagnamento delle forniture vale quanto indicato al punto 11.3.1.5 del Decreto.

Le barre non dovranno presentare corrosioni, ossidazioni o difetti superficiali, né dovranno essere ricoperte da sostanze che possano ridurre l'aderenza del conglomerato, (grassi, oli, terra e fango); anche a tal fine, i fasci dei vari diametri verranno scaricati in un luogo reso asciutto da un letto di cls. magro o di ghiaia lavata.

Prima della messa in opera del lotto di materiale e comunque entro 30 giorni dalla data di consegna dovranno essere effettuati i controlli di accettazione in cantiere, come stabilito al punto 11.3.2.12 del citato D.M. 17 gennaio 2018. I valori di resistenza ed allungamento di ciascun campione, accertati in accordo con il punto 11.3.2.3 delle Norme Tecniche 2018, da eseguirsi comunque prima della messa in opera del prodotto, dovranno essere compresi fra i valori massimi e minimi riportati nella tabella 11.3.VI-a delle Norme stesse. Inoltre, con riferimento al punto 4.1.2.1.2.2 delle NTC18, il Direttore dei lavori dovrà accertare, mediante le previste prove di cantiere e, se necessario, anche mediante prove aggiuntive, che il valore caratteristico del rapporto f_t / f_y risulti non inferiore a quello stabilito in progetto.

AVVERTENZE E CURE

Per quanto riguarda l'esecuzione delle trivellazioni per i pali e l'eventuale utilizzo di fanghi bentonitici di perforazione, qualunque materiale o dispositivo cui si farà eventualmente ricorso dovrà essere preventivamente approvato dal Direttore dei lavori, previa verifica delle possibili alterazioni indotte sulle caratteristiche del calcestruzzo e degli acciai per armature. Saranno comunque seguite le prescrizioni e le indicazioni delle norme di settore.

La paratia è progettata come costituita da due tronchi, disposti con inclinazione differente. Tale frazionamento tende anche a minimizzare eventuali lesioni superficiali del cordolo sommitale, che potrebbero originarsi durante l'indurimento e per fenomeni termici. Tipicamente, i giunti costruttivi, da prevedere con ampiezza minima non inferiore a 5 cm, potranno essere realizzati in corrispondenza della variazione di inclinazione dell'asse geometrico complessivo, mediante interposizione di materiali plastici, come lastre di polistirolo. Qualora necessario nulla osta ad eseguire unico getto, che solidarizzi i due trochi, ferma restando la suddivisione strutturale delle armature previste, eventualmente interponendo tra i due tronchi solo

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R20133	UNITÀ 000
	LOCALITA' REGIONE SICILIA	REL-CIV-E-10500	
	PROGETTO RIFACIMENTO DERIVAZIONE PER PORTO EMPEDOCLE DN 300 (12"), DP 24 bar E OPERE CONNESSE	Pag. 7 di 7	Rev. 1

Rif. SAIPEM 023113-105-LA-E-80500

armatura leggera anti-fessurazione.

La lunghezza e la disposizione delle armature longitudinali, con particolare riferimento agli elementi di testata, seguirà comunque le indicazioni fornite nel presente documento e negli elaborati grafici.

La lunghezza massima di ogni porzione di paratia non deve preferibilmente superare 40 metri; ferme restando le valutazioni da effettuare in fase preventiva alla costruzione, in funzione della posizione del cordolo in rapporto alle quote di ripristino morfologico del sito; considerando che le condizioni di interrimento del cordolo stesso possono conseguire effetti di protezione da fenomeni termici.

Qualora risulti indispensabile procedere alla realizzazione delle singole porzioni di cordolo mediante riprese di getto, la lunghezza di sovrapposizione delle barre d'armatura sarà maggiorata rispetto al valore di progetto e non inferiore a 95 cm; preferibilmente differenziando e sfalsando la lunghezza di sovrapposizione tra barre adiacenti. La distanza mutua (interferro) nella sovrapposizione tra barre di attesa e barre di ripresa non supererà 4 volte il diametro delle stesse. Saranno disposte spille e/o legature tra le barre contrapposte, tali da contenere le armature di attesa e quelle di ripresa. La superficie del getto su cui si prevede la eventuale ripresa, sia essa trasversale sia longitudinale, sarà lasciata quanto più possibile corrugata, eventualmente procedendo a scalfitura e pulitura dai detriti, in modo da perfezionare l'adesione con il getto successivo; l'adesione potrà essere migliorata con specifici adesivi per getti differiti (resine). A lavori conclusi, i lembi visibili del piano di ripresa saranno trattati sui lati esterni, al fine di sanare e compensare eventuali micro-fessurazioni e imperfezioni residue.