

CASSA DI ESPANSIONE DEL TORRENTE BAGANZA NEI COMUNI DI FELINO, SALA BAGANZA, COLLECCHIO E PARMA (PR-E-1047)

PROGETTO ESECUTIVO

00	07/2020	Emissione per osservazioni DGD e validazione	TRESSO	BERTERO	BERTERO
REV.	DATA	MODIFICHE	REDAZIONE	VERIFICA	AUTORIZZ.

ELABORATI DI INQUADRAMENTO RELAZIONE SUI MATERIALI

ASSOCIAZIONE TEMPORANEA DI IMPRESE

MANDATARIA:

MANDANTI:



IL R.U.P.:

 Dott. Ing. Mirella Vergnani
 (documento firmato digitalmente)

 Progettista responsabile integrazioni
 prestazioni specialistiche e Direttore Tecnico
 della mandataria.
 Hydrodata S.p.A.
 Ord. Ing. Torino N°7570L
 Dott. Ing. Roberto Bertero
 (documento firmato digitalmente)

 Progettista/Progettisti responsabili elaborato
 Hydrodata S.p.A.
 Ord. Ing. Torino N°7570L

 Dott. Ing. Roberto Bertero
 (documento firmato digitalmente)


CODICE ELABORATO:

B	A	G	3	0	1	G	E	N	R	R	E	0	4	0
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

ID (1)

CAP. (2)

TIPO (3)

DOC. (4)

PROGR. (5-6) REV. (7)

SCALA

 LUGLIO
2020

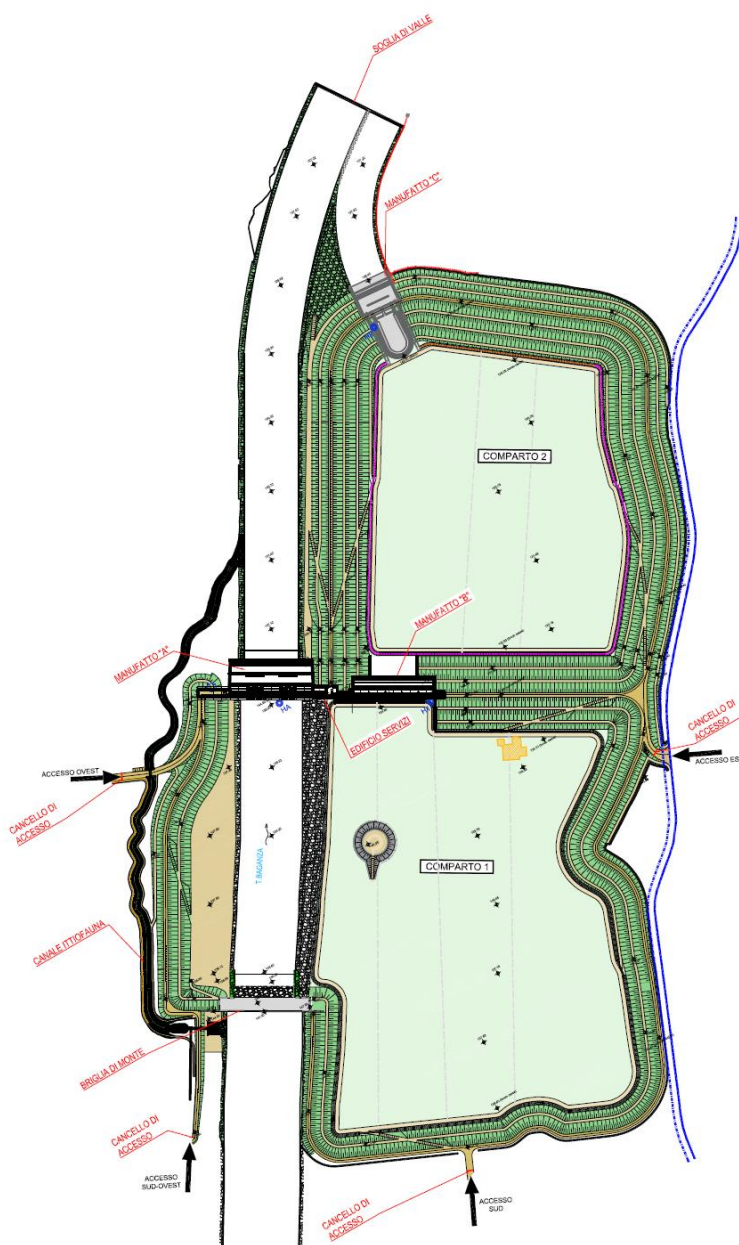
INDICE

1. PREMESSA	2
2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO	3
3. MANUFATTI DI SBARRAMENTO A E B	3
3.1 CALCESTRUZZO PER GETTI MASSIVI DEI MANUFATTI DI REGOLAZIONE.....	3
3.2 CALCESTRUZZO VASCHE DI DISSIPAZIONE	5
3.3 CALCESTRUZZO PER TRAVI PREFABBRICATE.....	5
3.4 CALCESTRUZZO LASTRE PREDALLES	5
3.5 CALCESTRUZZO PER PILE PONTI E MURI DI SOSTEGNO	5
3.6 CALCESTRUZZO PER SOLETTA PONTE	5
3.7 CALCESTRUZZO PER EDIFICIO SERVIZI	6
3.8 ACCIAIO PER CALCESTRUZZO ARMATO.....	6
3.9 TREFOLI IN ACCIAIO ARMONICO STABILIZZATO	6
4. MANUFATTO DI SBARRAMENTO C.....	6
1.1 CALCESTRUZZO PER GETTI DI PRIMA FASE.....	6
1.2 CALCESTRUZZO PER GETTI DI SECONDA FASE (RIEMPIMENTO)	7
1.3 CALCESTRUZZO PER TRAVI PREFABBRICATE.....	7
1.4 CALCESTRUZZO PER SOLETTA IMPALCATO PONTE.....	8
1.5 ACCIAIO PER BARRE DI ARMATURA	8
1.6 ACCIAIO PER TIRANTI IN TREFOLI – TRAVI PREFABBRICATE IMPALCATO PONTICELLO	8
5. PARATOIE	9
6. BRIGLIA DI MONTE.....	9
6.1 CALCESTRUZZI.....	9
6.2 ACCIAIO IN BARRE PER CALCESTRUZZO ARMATO.....	10

1. Premessa

La presente relazione riporta le caratteristiche dei materiali previsti per la realizzazione delle principali strutture previste nel progetto della Cassa di Espansione del Torrente Baganza nei comuni di Felino, Sala Baganza, Collecchio e Parma.

Ulteriori indicazioni e prescrizioni sui materiali sono riportate negli elaborati specifici delle singole opere (relazioni, elaborati grafici) e nel Capitolato Speciale d'Appalto – Norme Tecniche, ai quali si rimanda per ogni dettaglio.



Planimetria generale della cassa di espansione.

2. Normativa di riferimento

- Decreto Ministeriale 14 gennaio 2008 – Norme tecniche per le costruzioni;
- Circolare Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti 02.02.2009 n° 617: "Istruzioni per l'applicazione delle Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni di cui al D.M. 14.01.2008".
- Decreto ministeriale 26 giugno 2014 – Norme Tecniche per la progettazione e la costruzione degli sbarramenti di ritenuta (dighe e traverse).
- Istruzioni per l'applicazione della normativa tecnica di cui al D.M. 26.04.2014 (NTD2014) e al D.M. 17.01.2018 (NTC18). Verifiche sismiche delle grandi dighe, degli scarichi e delle opere complementari e accessorie. Rif. Prot. N.16790 del 03.07.2019.
- UNI EN 1992-1-1 "Eurocodice 2 – Progettazione delle strutture di calcestruzzo – Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici".
- UNI EN 1998-1 "Eurocodice 8 – Progettazione delle strutture per la resistenza sismica – Parte 1: Regole generali, azioni sismiche e regole per gli edifici".
- UNI EN 1997-1 "Eurocodice 7 – Progettazione geotecnica – Parte 1: Regole generali".
- D.M. 31.07.2012 "Approvazione delle Appendici nazionali recanti i parametri tecnici per l'applicazione degli Eurocodici".

3. Manufatti di sbarramento A e B

I manufatti di regolazione denominati "A" e "B" sono sbarramenti in calcestruzzo a gravità ordinaria, ad andamento planimetrico rettilineo, sezione pressoché triangolare, suddivisi in conci da giunti verticali permanenti.

In corrispondenza dei conci di raccordo tra i manufatti "A" e "B" è prevista la realizzazione di un edificio monopiano destinato ad accogliere gli impianti di funzionamento della cassa di espansione.

Infine, sopra le soglie sfioranti sono previsti ponti carrabili sostenuti da pile in c.a. incastrate ai conci.

Si precisa che gli impalcati relativi al manufatto B non sono oggetto del presente appalto.

Le sezioni trasversali degli impalcati sono analoghe per i due manufatti e presentano una larghezza complessiva di 6,70 m e carreggiata di 6,00 m. Si tratta di ponti classificati come di 2° categoria ai sensi del D.M. 14.01.2008.

Per gli elementi strutturali è prescritto l'impiego dei materiali seguenti.

3.1 CALCESTRUZZO PER GETTI MASSIVI DEI MANUFATTI DI REGOLAZIONE

Classe di resistenza a compressione:

C 25/30

Classe di esposizione:	X0, XC1, XC2 (UNI EN 206-1)
Peso di volume:	$\geq 23.5 \text{ kN/m}^3$
Diametro massimo aggregati:	32 mm
Delta termico adiabatico:	$\leq 40 \text{ }^\circ\text{C}$
Ritiro standard:	< 0.0003
Resistenza a compressione cubica:	$f_{ck} = 0.83 \times 30 = 24.90 \text{ MPa}$
Resistenza di progetto:	$f_{cd} = 0.85 \times 24.90 / 1.5 = 14.11 \text{ MPa}$

Si prevede che esso sia confezionato con cementi a basso calore d'idratazione tipo CEM III/B 32.5 N-LH o equivalente e speciali additivi che garantiscano un gradiente termico in regime adiabatico $\leq 40^\circ\text{C}$.

Il getto del calcestruzzo avverrà per strati successivi di spessore non superiore a 2 m trattando le superfici di ripresa di getto con graffiatura in modo da ottenere una superficie con scabrezza di almeno 3 mm e passo circa 40 mm.

Prima dell'esecuzione dei getti, è necessario eseguire la prequalifica della miscela. Essa si compone di due parti.

- Qualifica documentale

Per il mix-design proposto, il produttore dovrà fornire la descrizione dei componenti utilizzati per la formulazione della miscela (schede tecniche e dichiarazioni di conformità).

Inoltre, il fornitore dovrà documentare le informazioni relative alla pianificazione delle operazioni di fornitura e di getto.

- Qualifica sperimentale. Dovranno essere eseguite le prove di seguito elencate:

- prove su calcestruzzo fresco (controllo della consistenza, controllo del contenuto d'aria nella miscela, controllo del contenuto di acqua, slump flow test, V-Funnel test, scorrimento confinato attraverso l'anello a J, prova L-box).
- prove di rottura a compressione del calcestruzzo (a 3gg, 7gg, 14gg, 28gg, 60gg).
- prove complementari sul calcestruzzo indurito (determinazione del modulo secante a compressione, prove di resistenza a flessione su provini prismatici, prove di resistenza a trazione indiretta su cilindri, prove di determinazione della profondità di penetrazione dell'acqua sotto pressione, prove per la determinazione della deformazione di ritiro su campioni di calcestruzzo, prove per la determinazione dei tempi di inizio e fine presa mediante la misura della resistenza alla penetrazione).
- prove di misura della temperatura durante la maturazione la maturazione dei getti di calcestruzzo.
- prove per la determinazione delle caratteristiche geometriche e delle proprietà chimiche, fisiche e meccaniche degli aggregati.

3.2 CALCESTRUZZO VASCHE DI DISSIPAZIONE

Classe di resistenza a compressione:	C 25/30
Classe di esposizione:	XC1, XC2, XC3 (UNI EN 206-1)
Resistenza caratteristica cilindrica:	$f_{ck} = 24.90 \text{ MPa}$
Resistenza di calcolo cilindrica:	$f_{cd} = 14.11 \text{ MPa}$

3.3 CALCESTRUZZO PER TRAVI PREFABBRICATE

Classe di resistenza a compressione:	C 45/55
Classe di esposizione:	XC4, XF1 (UNI EN 206-1)
Resistenza caratteristica cilindrica:	$f_{ck} = 45.65 \text{ MPa}$
Resistenza di calcolo cilindrica:	$f_{cd} = 25.86 \text{ MPa}$

3.4 CALCESTRUZZO LASTRE PREDALLES

Classe di resistenza a compressione:	C 28/35
Classe di esposizione:	XC3 (UNI EN 206-1)
Resistenza caratteristica cilindrica:	$f_{ck} = 29.05 \text{ MPa}$
Resistenza di calcolo cilindrica:	$f_{cd} = 16.46 \text{ MPa}$

3.5 CALCESTRUZZO PER PILE PONTI E MURI DI SOSTEGNO

Classe di resistenza a compressione:	C 32/40
Classe di esposizione:	XC2, XC4, XF1 (UNI EN 206-1)
Resistenza caratteristica cilindrica:	$f_{ck} = 33.20 \text{ MPa}$
Resistenza di calcolo cilindrica:	$f_{cd} = 18.81 \text{ MPa}$

3.6 CALCESTRUZZO PER SOLETTA PONTE

Classe di resistenza a compressione:	C 32/40
Classe di esposizione:	XC4, XF1 (UNI EN 206-1)
Resistenza caratteristica cilindrica:	$f_{ck} = 33.20 \text{ MPa}$

Resistenza di calcolo cilindrica: $f_{cd} = 18.81 \text{ MPa}$

3.7 CALCESTRUZZO PER EDIFICIO SERVIZI

Classe di resistenza a compressione: C 32/40

Classe di esposizione: XC1, XC2, XC3 (UNI EN 206-1)

Resistenza caratteristica cilindrica: $f_{ck} = 33.20 \text{ MPa}$

Resistenza di calcolo cilindrica: $f_{cd} = 18.81 \text{ MPa}$

3.8 ACCIAIO PER CALCESTRUZZO ARMATO

Tipo: B450C

Tensione caratteristica di rottura: $f_{tk} \geq 540 \text{ MPa}$

Tensione caratteristica di snervamento: $f_{yk} \geq 450 \text{ MPa}$

Resistenza di progetto: $f_{yd} = 391.3 \text{ MPa}$

3.9 TREFOLI IN ACCIAIO ARMONICO STABILIZZATO

Tensione caratteristica di rottura: $f_{ptk} \geq 1860 \text{ MPa}$

Tensione caratteristica all'1% di deformazione: $f_{p(1)k} \geq 1670 \text{ MPa}$

Resistenza a trazione di calcolo: $f_{pyd} = 1452 \text{ MPa}$

Tensione iniziale all'atto di tesatura: $\sigma_{spi} = 1300 \text{ MPa}$

4. Manufatto di sbarramento C

Il Manufatto C è uno sfioratore avente forma in pianta a ferro di cavallo nella parte iniziale e rettangolare verso la parte terminale; si tratta essenzialmente di un canale di attraversamento dell'argine in terra, alimentato dallo sfioro a forma di ferro di cavallo iniziale, seguito da una vasca di dissipazione.

L'interno manufatto viene strutturalmente suddiviso in n°6 conci resi indipendenti da giunti strutturali. Per gli elementi strutturali è prescritto l'impiego dei materiali seguenti.

1.1 CALCESTRUZZO PER GETTI DI PRIMA FASE

- Calcestruzzo con Classe di resistenza C 32/40

- R_{ck} = resistenza cubica del calcestruzzo = 40 N/mm²
- f_{ck} = resistenza cilindrica a compressione = 0.83 R_{ck} = 33.2 N/mm²
- f_{cm} = valore medio della resistenza cilindrica = $f_{ck} + 8$ = 41.2 N/mm²
- f_{ctm} = resistenza media a trazione semplice assiale = $0.30 f_{ck}^{2/3}$ = 3.09 N/mm²
- f_{ctm} = resistenza a trazione per flessione = $1.2 f_{ctm}$ = 3.72 N/mm²
- E_{cm} = modulo elastico = $22000 (f_{cm}/10)^{0.3}$ = 33642.78 N/mm²
- ν = coefficiente di Poisson = 0.20
- Classe di consistenza : S4
- Classe d'esposizione ambientale : XC2, XC4
- Copriferro ≥ 50 mm
- Rapporto acqua/cemento: 0.5
- Contenuto minimo di cemento: 340 kg/m³
- D_{max} inerti: 20 mm

1.2 CALCESTRUZZO PER GETTI DI SECONDA FASE (RIEMPIMENTO)

- Calcestruzzo con Classe di resistenza C 20/25
- R_{ck} = resistenza cubica del calcestruzzo = 25 N/mm²
- f_{ck} = resistenza cilindrica a compressione = 0.83 R_{ck} = 20.8 N/mm²
- f_{cm} = valore medio della resistenza cilindrica = $f_{ck} + 8$ = 28.8 N/mm²
- f_{ctm} = resistenza media a trazione semplice assiale = $0.30 f_{ck}^{2/3}$ = 2.3 N/mm²
- f_{ctm} = resistenza a trazione per flessione = $1.2 f_{ctm}$ = 2.76 N/mm²
- E_{cm} = modulo elastico = $22000 (f_{cm}/10)^{0.3}$ = 30200 N/mm²
- ν = coefficiente di Poisson = 0.20
- Classe di consistenza : S4
- Classe d'esposizione ambientale : XC0

N.B. per la suddivisione tra getti di prima e di seconda fase, vedere elaborato BAG3-10-MRC-D-SC-01 – Schemi delle fasi di getto

1.3 CALCESTRUZZO PER TRAVI PREFABBRICATE

- Calcestruzzo con Classe di resistenza C 40/50
- R_{ck} = resistenza cubica del calcestruzzo = 50 N/mm²
- f_{ck} = resistenza cilindrica a compressione = 0.83 R_{ck} = 41.5 N/mm²
- f_{cm} = valore medio della resistenza cilindrica = $f_{ck} + 8$ = 49.5 N/mm²
- f_{ctm} = resistenza media a trazione semplice assiale = $0.30 f_{ck}^{2/3}$ = 3.6 N/mm²
- f_{ctm} = resistenza a trazione per flessione = $1.2 f_{ctm}$ = 4.32 N/mm²
- E_{cm} = modulo elastico = $22000 (f_{cm}/10)^{0.3}$ = 35547 N/mm²

- Classe d'esposizione ambientale : XC4
- Copriferro ≥ 35 mm
- Rapporto acqua/cemento: 0.5
- Contenuto minimo di cemento: 340 kg/m^3

1.4 CALCESTRUZZO PER SOLETTA IMPALCATO PONTE

- Calcestruzzo con Classe di resistenza C 32/40
- R_{ck} = resistenza cubica del calcestruzzo = 40 N/mm^2
- f_{ck} = resistenza cilindrica a compressione = $0.83 R_{ck} = 33.2 \text{ N/mm}^2$
- f_{cm} = valore medio della resistenza cilindrica = $f_{ck} + 8 = 41.2 \text{ N/mm}^2$
- f_{ctm} = resistenza media a trazione semplice assiale = $0.30 f_{ck}^{2/3} = 3.09 \text{ N/mm}^2$
- f_{ctm} = resistenza a trazione per flessione = $1.2 f_{ctm} = 3.72 \text{ N/mm}^2$
- E_{cm} = modulo elastico = $22000 (f_{cm}/10)^{0.3} = 33642.78 \text{ N/mm}^2$
- ν = coefficiente di Poisson = 0.20
- Classe di consistenza : S4
- Classe d'esposizione ambientale : XC3, XC4, XF1
- Copriferro ≥ 50 mm
- Rapporto acqua/cemento: 0.5
- Contenuto minimo di cemento: 320 kg/m^3
- D_{max} inerti: 20 mm

1.5 ACCIAIO PER BARRE DI ARMATURA

- Tipo B450C
- f_{yk} = tensione caratteristica di snervamento = 450 N/mm^2
- f_{yt} = tensione caratteristica di rottura = 540 N/mm^2
- $(f_t/f_y)_k \geq 1.15$ e < 1.35
- $(f_t/f_{ynom})_k \leq 1.25$
- Allungamento $(A_{gt})_k \geq 7.5\%$
- γ_s = coefficiente di sicurezza dell'acciaio per c.a. = 1.15
- f_{yd} = resistenza di calcolo = $450 : 1.15 = 391.30 \text{ N/mm}^2$
- f_{bd} = resistenza tangenziale di aderenza acciaio-calcestruzzo = $f_{bk} \cdot \gamma_c = 5.755 : 1.5 = 3.837 \text{ N/mm}^2$
- f_{bk} = resistenza tangenziale caratteristica = $2.25 \times \eta \times f_{ctk} = 2.25 \times 1.0 \times 2.558 = 5.755 \text{ N/mm}^2$

1.6 ACCIAIO PER TIRANTI IN TREFOLI – TRAVI PREFABBRICATE IMPALCATO PONTICELLO

- f_{ptk} = tensione caratteristica di rottura $\geq 1860 \text{ N/mm}^2$
- $f_{p(1)k}$ = tensione caratteristica allo 1% di deformazione totale $\geq 1670 \text{ N/mm}^2$

- Allungamento sotto carico massimo $A_{gt} \geq 3.5\%$

5. Paratoie

Acciaio strutturale del mantello in lamiera

EN 10025 S355 JR

- Tensione minima di rottura $f_{tk} = 510 \text{ N/mm}^2$
- Tensione minima di snervamento $f_{yk} = 355 \text{ N/mm}^2$
- Tensione di calcolo $f_{yd} = f_{yk} / 1.05 = 338 \text{ N/mm}^2$
- Tensione di taglio di calcolo $f_{Rd} = f_{yk} / (\sqrt{3} * 1.05) = 195 \text{ N/mm}^2$
- Modulo elastico $E = 210.000 \text{ N/mm}^2$
- Coefficiente di Poisson $\nu = 0.3$

Acciaio strutturale delle travi in profilato

EN 10025 S355 JR

- Tensione minima di rottura $f_{tk} = 510 \text{ N/mm}^2$
- Tensione minima di snervamento $f_{yk} = 355 \text{ N/mm}^2$
- Tensione di calcolo $f_{yd} = f_{yk} / 1.05 = 338 \text{ N/mm}^2$
- Tensione di taglio di calcolo $f_{Rd} = f_{yk} / (\sqrt{3} * 1.05) = 195 \text{ N/mm}^2$
- Modulo elastico $E = 210.000 \text{ N/mm}^2$
- Coefficiente di Poisson $\nu = 0.3$

Le strutture delle paratoie saranno in acciaio elettrosaldato superficialmente trattato con apposito ciclo di verniciatura resistente all'acqua.

6. Briglia di monte

Per tutte le strutture armate previste per la realizzazione della briglia di monte, al fine di ottenere la prestazione richiesta in funzione delle condizioni ambientali, nonché per la definizione della relativa classe, si fa riferimento alle indicazioni contenute nelle Linee Guida sul calcestruzzo strutturale edite dal Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici ovvero alle norme UNI 11104:2016. In particolare, per le opere oggetto della presente relazione si adottano le seguenti classi di esposizione:

- XC4: corrosione indotta da carbonatazione - ambiente ciclicamente asciutto e bagnato;
- XF1: attacco dei cicli gelo/disgelo – moderata saturazione d'acqua, in assenza di agente disgelante;
- XF3: attacco dei cicli gelo/disgelo – elevata saturazione d'acqua, in assenza di agente disgelante.

6.1 CALCESTRUZZI

Calcestruzzo per tutte le strutture armate esclusi i pali

Per i getti di tutte le strutture armate, ad eccezione dei pali, si prevede l'utilizzo di calcestruzzo di classe C(32/40), che presenta le caratteristiche di Tabella 1.

Resistenza caratteristica cubica a compressione	R_{ck}		=	40	MPa
Resistenza caratteristica cilindrica a compressione	f_{ck}		=	32	MPa
Resistenza media cilindrica a compressione	f_{cm}	$= f_{ck} + 8$	=	40	MPa
Resistenza caratteristica a trazione (frattile 5%)	f_{ctk}	$= 0,7 \cdot f_{ctm}$	=	2.11	MPa
Resistenza media a trazione semplice (assiale)	f_{ctm}	$= 0,30 \cdot f_{ck}^{2/3}$	=	3.02	MPa
Resistenza media a trazione per flessione	f_{ctfm}	$= 1,2 \cdot f_{ctm}$	=	3.62	MPa
Resistenza di progetto a compressione	f_{cd}	$= \alpha_{cc} \cdot f_{ck} / \gamma_c$	=	18.1	MPa
Resistenza di progetto a trazione	f_{ctd}	$= f_{ctk} / \gamma_c$	=	1.41	MPa
Compressione massima per combinazione caratteristica	$\sigma_{c,max}$	$= 0,60 \cdot f_{ck}$	=	19.2	MPa
Compressione massima per combinazione quasi perm.	$\sigma_{c,max}$	$= 0,45 \cdot f_{ck}$	=	14.4	MPa
Modulo elastico istantaneo	E_{cm}	$= 22.000 \cdot [f_{cm}/10]^{0,3}$	=	33 346	MPa

Tabella 1 – Caratteristiche del calcestruzzo C(32/40) per tutte le strutture armate esclusi i pali

Calcestruzzo per i pali

Per la realizzazione dei pali si prevede l'utilizzo di calcestruzzo di classe C(25/30), che presenta le caratteristiche di Tabella 2.

Resistenza caratteristica cubica a compressione	R_{ck}		=	30	MPa
Resistenza caratteristica cilindrica a compressione	f_{ck}		=	25	MPa
Resistenza media cilindrica a compressione	f_{cm}	$= f_{ck} + 8$	=	33	MPa
Resistenza caratteristica a trazione (frattile 5%)	f_{ctk}	$= 0,7 \cdot f_{ctm}$	=	1.79	MPa
Resistenza media a trazione semplice (assiale)	f_{ctm}	$= 0,30 \cdot f_{ck}^{2/3}$	=	2.56	MPa
Resistenza media a trazione per flessione	f_{ctfm}	$= 1,2 \cdot f_{ctm}$	=	3.07	MPa
Resistenza di progetto a compressione	f_{cd}	$= \alpha_{cc} \cdot f_{ck} / \gamma_c$	=	14.2	MPa
Resistenza di progetto a trazione	f_{ctd}	$= f_{ctk} / \gamma_c$	=	1.19	MPa
Compressione massima per combinazione caratteristica	$\sigma_{c,max}$	$= 0,60 \cdot f_{ck}$	=	15.0	MPa
Compressione massima per combinazione quasi perm.	$\sigma_{c,max}$	$= 0,45 \cdot f_{ck}$	=	11.3	MPa
Modulo elastico istantaneo	E_{cm}	$= 22.000 \cdot [f_{cm}/10]^{0,3}$	=	31 476	MPa

Tabella 2 – Caratteristiche del calcestruzzo C(25/30) per i pali

6.2 ACCIAIO IN BARRE PER CALCESTRUZZO ARMATO

Per le armature metalliche si adottano tondini in acciaio del tipo B450C controllato in stabilimento che presentano le seguenti caratteristiche:

Limite di snervamento	$f_y \geq 450$ MPa
Limite di rottura	$f_t \geq 540$ MPa
Allungamento totale al carico massimo	$A_{gt} \geq 7,5\%$
Rapporto f_t/f_y	$1,15 \leq R_m/R_e \leq 1,35$
Rapporto f_y misurato/ $f_{y, nom}$	$\leq 1,25$
Tensione di snervamento caratteristica	$f_{yk} \geq 450$ MPa

Tensione caratteristica a rottura	$f_{tk} \geq 540 \text{ MPa}$
Fattore di sicurezza acciaio	$\gamma_s = 1,15$
Resistenza a trazione di calcolo	$f_{yd} = f_{yk} / \gamma_s = 391,30 \text{ MPa}$
Tensione ammissibile in condizione di esercizio (comb. rara)	$\sigma_s = 0,80 * f_{yk} = 360 \text{ MPa}$