REGIONE LIGURIA

# COMUNE DI BORDIGHERA

Provincia di Imperia

SETTORE TECNICO
SERVIZIO LAVORI PUBBLICI

PROGETTO DI REALIZZAZIONE NUOVO CAMPO SPORTIVO
IN LOCALITA' DUE STRADE-PRIMO LOTTO FUNZIONALE
STRALCIO FINANZIARIO INTERMEDIO

# PROGETTO ESECUTIVO

| TAV.R03S | Oggetto<br>D03-RELAZIONE SUI MATERIALI |
|---|---|
| Scala<br>1/200 — 15/06/2022 | |

| Data | Revisioni |
|---|---|
| | |
| | |
| | |

RESPONSABILE UNICO DEL PROCEDIMENTO
Dott. Arch. Monica Rossi


| PROGETTISTA<br>OPERE EDILI E STRUTTURE | PROGETTISTA<br>IMPIANTI ELETTRICI | PROGETTISTA<br>IMPIANTI IDRAULICI |
|---|---|---|
| Dott. Ing. Andrea Palmero | P.I. Andrea Cacciatore | Ing. Paolo Magna |
| Studio Tecnico Palmero<br>Via Cavour n°1 18039-Ventimiglia (IM)<br>Tel: 0184/351790<br>email: palmeroandrea@gmail.com | Studio Tecnico Andrea Cacciatore<br>Via XX Settembre 34 18038-Sanremo(IM)<br>Tel: 0184/500462 - 3204659490<br>email: andrea_cacciatore@libero.it | Studio Tecnico Magna<br>Via Val D'Olivi 263 18038-Sanremo (IM)<br>Tel: 3397001674<br>email: ing.magna@gmail.com |

**Dott. Ing. Andrea Palmero** **Via Cavour n° 1 – 18039 Ventimiglia (IM)**
**Studio di Ingegneria Civile** **Tel. 0184351790-Fax.0184232505**
**C.F. PLMNDR72P14I138B** **P.I. 03861160103**
**Email: palmeroandrea@gmail.com**

# COMUNE DI BORDIGHERA

**PROVINCIA DI IMPERIA**

**OGGETTO:** **Progetto di realizzazione nuovo campo sportivo in località due strade**

**COMMITTENTE:** **Comune di Bordighera**

**Ventimiglia 15/06/2022**

## D03-RELAZIONE SUI MATERIALI

## PROGETTO ESECUTIVO

Il Progettista delle strutture

---

Ing. Andrea Palmero

**Dott. Ing. Andrea Palmero** **Via Cavour n° 1 – 18039 Ventimiglia (IM)**
**Studio di Ingegneria Civile** **Tel. 0184351790-Fax.0184232505**
**C.F. PLMNDR72P14I138B** **P.I. 03861160103**
**Email: palmeroandrea@gmail.com**

# INDICE

1 **RELAZIONE SUI MATERIALI** ..... **3**
1.1 NORMATIVE DI RIFERIMENTO ..... 3
1.2 MATERIALI UTILIZZATI PER LE STRUTTURE IN CALCESTRUZZO ARMATO ..... 3
1.3 CALCESTRUZZO ..... 3
*1.3.1 Classe di esposizione ambientale* ..... *4*
*1.3.2 Classe di resistenza* ..... *6*
*1.3.3 Copriferro ed interferro* ..... *8*
*1.3.4 Tipo di aggregati e dimensioni* ..... *8*
*1.3.5 Modalità di messa in opera e disarmo* ..... *9*
1.4 ACCIAIO DA CEMENTO ARMATO ..... 9
*1.4.1 classe di resistenza* ..... *9*
1.5 PROVE SUI MATERIALI ..... 9
*1.5.1 Prove sul cls* ..... *9*
*1.5.2 Prove sull'acciaio da c.a.* ..... *10*

# 1 RELAZIONE SUI MATERIALI

## 1.1 *NORMATIVE DI RIFERIMENTO*

Il presente documento e stato redatto in conformità e nel rispetto delle normative vigenti:

- UNI EN 1992 – 1 – 1 " Progettazione delle strutture in c.a."
- UNI EN 206 – 1 "Calcestruzzo, specificazione, prestazione, produzione e conformita"
- UNI 11104 "Istruzioni complementari per l'applicazione della EN 206 – 1"
- UNI 8520 Parti 1 e 2 "Aggregati per il calcestruzzo – Istruzioni complementari per l'applicazione in Italia
- della norma UNI – EN 12620 – requisiti"
- UNI 7122 "Calcestruzzo fresco. Determinazione della quantità d'acqua d'impasto essudata"
- EN 10080:2005 "Acciaio per cemento armato"
- UNI EN ISO 15630 – 1/2 "Acciai per cemento armato: Metodi di prova"
- EN 13670:2008 " Excution of concrete structures"
- Consiglio Superiore Dei Lavori Pubblici – Servizio Tecnico Centrale "Linee guida per la messa in opera del calcestruzzo strutturale e per la valutazione delle caratteristiche meccaniche del calcestruzzo indurito mediante prove non distruttive".
- D.M. 17 gennaio 2018 – "norme tecniche sulle costruzioni".
- Circolare 2 febbraio 2009, n. 617 "Istruzioni per l'applicazione delle ≪Nuove norme tecniche per le costruzioni≫ di cui al decreto ministeriale 14 gennaio 2008. (GU n. 47 del 26-2-2009 - Suppl. Ordinario n.27)".

## 1.2 *MATERIALI UTILIZZATI PER LE STRUTTURE IN CALCESTRUZZO ARMATO*

In fase progettuale è necessario garantire sia il raggiungimento dei livelli di sicurezza previsti dalle normative, sia la durabilità delle opere, pertanto e di fondamentale importanza definire i requisiti delle materie prime utilizzati e le modalità di esecuzione.
Secondo quanto riportato nelle NTC 2018, i materiali e i prodotti per utilizzo strutturale devono essere:

- identificati univocamente a cura del produttore, secondo le procedure applicabili
- qualificati sotto la responsabilità del produttore, secondo le procedure applicabili
- accettati dal DL mediante acquisizione e verifica della documentazione di qualificazione, nonché mediante eventuali prove sperimentali di accettazione

## 1.3 *CALCESTRUZZO*

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 e riconosciuto.
E' compito del DL 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 del DL, vengano prequalificate le miscele da parte di un laboratorio ufficiale (di cui all'art. 59 del DPR 380/2001). Sul calcestruzzo sarà effettuato un controllo di accettazione secondo quanto previsto nel capitolo 11 delle NTC 2018.

Al fine di garantire le prestazioni previste nel progetto è necessario individuare i seguenti dati fondamentali:
o classe di esposizione ambientale
o classe di resistenza
o classe di consistenza
o acqua d'impasto
o leganti
o aggiunte e additivi
o dimensione del copriferro ed interferro
o tipo di aggregati e dimensioni

### *1.3.1 CLASSE DI ESPOSIZIONE AMBIENTALE*

Le condizioni ambientali, ai fini della protezione contro la corrosione delle armature metalliche, possono essere suddivise in ordinarie, aggressive e molto aggressive in relazione a quanto indicato nella seguente tabella con riferimento alle classi di esposizione definite nelle Linee Guida per il calcestruzzo strutturale emesse dal Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici e riproposte nelle NTC 2018 § 4.1.2.2.4.2.
L'individuazione della classe di esposizione ambientale può essere effettuata facendo riferimento a quanto riportato nelle UNI EN 206-1:2006 e UNI 11104:2004.
Descrizioni delle condizioni ambientali D.M. 14/01/2018

**Tabella 4.1.III** – *Descrizione delle condizioni ambientali*

| CONDIZIONI AMBIENTALI | CLASSE DI ESPOSIZIONE |
|---|---|
| Ordinarie | X0, XC1, XC2, XC3, XF1 |
| Aggressive | XC4, XD1, XS1, XA1, XA2, XF2, XF3 |
| Molto aggressive | XD2, XD3, XS2, XS3, XA3, XF4 |

Nella Tabella seguente sono riportati i dati desunti dal prospetto della UNI 11104:2004.

**Dott. Ing. Andrea Palmero** **Via Cavour n° 1 – 18039 Ventimiglia (IM)**
**Studio di Ingegneria Civile** **Tel. 0184351790-Fax.0184232505**
**C.F. PLMNDR72P14I138B** **P.I. 03861160103**
**Email: palmeroandrea@gmail.com**

| Classe di esposizione ambientale | Descrizione dell'ambiente di esposizione | Esempi di condizioni ambientali | A/C massimo | Contenuto minimo di cemento (kg/m³) | Classe minima del CLS (N/mm²) | Contenuto minimo di aria (%) | Copriferro minimo (mm) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **1. Assenza di rischio di corrosione o attacco** | | | | | | | |
| X0 | Molto secco | CLS per interni di edifici con umidità dell'aria molto bassa | – | | C12/15 | – | 15 |
| **2. Corrosione delle armature per effetto della carbonatazione** | | | | | | | |
| XC1 | Secco o permanentemente bagnato | CLS per interni di edifici con umidità relativa bassa o immerso in acqua | 0,65 | 260 | C20/25 | – | 20 |
| XC2 | Bagnato, raramente secco | Superfici in CLS a contatto con acqua per lungo tempo (per esempio fondazioni) | 0,60 | 280 | C25/30 | – | 20 |
| XC3 | Umidità moderata | CLS per interni con umidità relativa moderata o alta; CLS all'esterno protetto dalla pioggia | 0,55 | 280 | C30/37 | – | 30 |
| XC4 | Ciclicamente bagnato e asciutto | Superfici in CLS a contatto con l'acqua, non nella classe XC2 | 0,50 | 300 | C30/37 | – | 30 |
| **3. Corrosione delle armature per effetto dei cloruri, esclusi quelli provenienti dall'acqua di mare** | | | | | | | |
| XD1 | Umidità moderata | Superfici in CLS esposte a nebbia salina | 0,55 | 300* | C30/37 | – | 30 |
| XD2 | Bagnato, raramente asciutto | Piscine; CLS esposto ad acque industriali contenenti cloruri | 0,55 | 300 | C30/37 | – | 30 |
| XD3 | Ciclicamente bagnato e asciutto | Parti di ponti esposte a spruzzi contenenti cloruri, pavimentazioni di parcheggi | 0,45 | 320 | C35/45 | – | 40 |
| **4. Corrosione delle armature indotta da cloruri presenti nell'acqua di mare** | | | | | | | |
| XS1 | Esposto alla nebbia salina ma non all'acqua di mare | Strutture prossime alla costa | 0,50 | 300 | C30/37 | – | 30 |
| XS2 | Permanentemente sommerso | Parti di strutture marine | 0,45 | 320 | C35/45 | – | 40 |
| XS3 | Zone esposte alle onde o alla marea | Parti di strutture marine | 0,45 | 340 | C35/45 | – | 40 |
| **5. Attacco dei cicli di gelo/disgelo con o senza sali disgelanti** | | | | | | | |
| XF1 | Moderata saturazione d'acqua in assenza di sali disgelanti | Superfici verticali in CLS esposte alla pioggia e al gelo | 0,55 | 300 | C30/37 | – | 30 |
| XF2 | Moderata saturazione d'acqua in presenza di sali disgelanti | Superfici verticali in CLS di strutture stradali esposte al gelo e nebbia dei sali disgelanti | 0,55 | 300 | C25/30 | 4,0 e aggregati resistenti al gelo/disgelo | 30 |
| XF3 | Elevata saturazione d'acqua in assenza di sali disgelanti | Superfici orizzontali in CLS esposte alla pioggia e al gelo | 0,50 | 320 | C30/37 | 4,0 e aggregati resistenti al gelo/disgelo | 30 |
| XF4 | Elevata saturazione d'acqua in presenza di sali disgelanti o acqua di mare | Strade e impalcati da ponte esposti ai sali disgelanti. Superfici in CLS esposte direttamente a nebbia contenente sali disgelanti | 0,45 | 340 | C30/37 | 4,0 e aggregati resistenti al gelo/disgelo | 40 |
| **6. Attacco chimico** | | | | | | | |
| XA1 | Ambiente chimico debolmente aggressivo (v. prospetto 2 della EN 206) | – | 0,55 | 300 | C30/37 | – | 30 |
| XA2 | Ambiente chimico moderatamente aggressivo (v. prospetto 2 della EN 206) | – | 0,50 | 320 cemento resistente ai solfati | C30/37 | – | 30 |
| XA3 | Ambiente chimico fortemente aggressivo (v. prospetto 2 della EN 206) | – | 0,45 | 360 cemento resistente ai solfati | C35/45 | – | 40 |

Nel caso in esame per le fondazioni interrate **si è considerato un cls in condizioni ordinarie tipo tipo XC2** e le murature in elevazione con cls a vista non protetto in parte soggetta all'azione ciclica dell'acqua si considera un cls tipo **XC4**.

### *1.3.2 CLASSE DI RESISTENZA*

La classe di resistenza e la prescrizione minima sul calcestruzzo all'atto del progetto è contraddistinta dai valori caratteristici delle resistenze cubica Rck e cilindrica fck a compressione uniassiale, misurate su provini normalizzati e cioè rispettivamente su cilindri di diametro 150 mm e di altezza 300 mm e su cubi di spigolo 150 mm.
Convenzionalmente la classe di resistenza viene indicata con la sigla Cfck / Rck, con fck e Rck espressi in MPa. Sulla base della denominazione normalizzata vengono definite le classi di resistenza della Tabella III. L'impiego delle diverse classi di resistenza e indicato successivamente.
La scelta della classe di resistenza in funzione delle classe di esposizione ambientale può essere effettuata con riferimento al prospetto 4 della UNI 11104:2004 e riportato nelle parti di maggior interesse nella Tabella V.

Tab. III

| *CLASSE DI RESISTENZA* |
|---|
| C8/10 |
| C12/15 |
| C16/20 |
| C20/25 |
| C25/30 |
| C28/35 |
| C32/40 |
| C35/45 |
| C40/50 |
| C45/55 |
| C50/60 |
| C55/67 |
| C60/75 |
| C70/85 |
| C80/95 |
| C90/105 |

**Dott. Ing. Andrea Palmero** **Via Cavour n° 1 – 18039 Ventimiglia (IM)**
**Studio di Ingegneria Civile** **Tel. 0184351790-Fax.0184232505**
**C.F. PLMNDR72P14I138B** **P.I. 03861160103**
**Email: palmeroandrea@gmail.com**

**Tabella V. Valori limite per la composizione e la proprietà del calcestruzzo**

| *Classi di esposizione* | *Minima classe di resistenza* | *Massimo rapporto a/c* | *Minimo contenuto in cemento kg/m³* |
|---|---|---|---|
| X0 | C12/15 | - | - |
| XC1 | C25/30 | 0,6 | 300 |
| XC2 | | | |
| XC3 | C28/35 | 0.55 | 320 |
| XC4 | C32/40 | 0,5 | 340 |
| XS1 | C32/40 | 0,5 | 340 |
| XS2 | C35/45 | 0,45 | 360 |
| XS3 | | | |
| XD1 | C28/35 | 0,55 | 320 |
| XD2 | C32/40 | 0,5 | 340 |
| XD3 | C35/45 | 0,45 | 360 |
| XF1 | 32/40 | 0,5 | 320 |
| XF2 | 25/30 | 0,5 | 340 |
| XF3 | | | |
| XF4 | 28/35 | 0,45 | 360 |
| XA1 | 28,35 | 0,55 | 320 |
| XA2 | 32/40 | 0,5 | 340 |
| XA3 | 35/45 | 0,45 | 360 |

In relazione alla classe di esposizione individuata si ha:

- Fondazioni classe di resistenza minima**: C25/30**;
- Murature in elevazione a vista con possibili condizioni di asciutto e bagnato classe di resistenza adottata: **C32/40**.

Dalla Tabella V e possibile ricavare, inoltre, il contenuto minimo di cemento, condizione essenziale per ottenere un calcestruzzo indurito a struttura chiusa e poco permeabile. Al fine di ridurre le fessurazioni da ritiro e valori elevati di porosità , e possibile ricavare il valore massimo del rapporto acqua/cemento.
I valori prescritti per fondazioni sono:

- minimo contenuto in cemento: **300 kg/m3 per il C25/30**
- massimo rapporto a/c: **0.6**

valori minimi adottati

- Minimo contenuto di cemento: **300 kg/m$^3$**
- Massimo rapporto **A/C: 0.6**

I valori prescritti per pavimento e superfici esposte sono:

- minimo contenuto in cemento: **340 kg/m3 per il C32/40**
- massimo rapporto a/c: **0.5**

valori minimi adottati

- Minimo contenuto di cemento: **340 kg/m$^3$**
- Massimo rapporto **A/C: 0.5**

### *1.3.3 COPRIFERRO ED INTERFERRO*

Al fine della protezione delle armature dalla corrosione il valore minimo dello strato di ricoprimento di calcestruzzo (copriferro cmin) deve rispettare quanto indicato in Tabella VIII in funzione delle condizioni ambientali di Tabella I. I valori sono espressi in mm e sono distinti in funzione dell'armatura, barre da c.a. o cavi aderenti da c.a.p. (fili, trecce e trefoli), e del tipo di elemento, a piastra (solette, pareti,…) o monodimensionale (travi, pilastri,…).
A tali valori di tabella vanno aggiunte le tolleranze di posa (Dh);
I valori della Tabella VIII si riferiscono a costruzioni con vita nominale di 50 anni (Tipo 2 secondo la Tabella 2.4.I delle NTC). Per costruzioni con vita nominale di 100 anni (Tipo 3 secondo la citata Tabella 2.4.I) i valori della Tabella VIII vanno aumentati di 10 mm. Per classi di resistenza inferiori a Cmin i valori della Tabella VIII sono da aumentare di 5 mm.

**Tabella VIII. Copriferro al netto delle tolleranze di esecuzione**

| $c_{min}$ | | | *barre da c.a.* el. a piastra | | *barre da c.a.* altri elementi | | *cavi da c.a.p.* elementi a piastra | | *cavi da c.a.p.* altri elementi | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| cond. amb. | $C_{min}$ | $C_o$ | $C \geq C_o$ | $C_{min} \leq C < C_o$ | $C \geq C_o$ | $C_{min} \leq C < C_o$ | $C \geq C_o$ | $C_{min} \leq C < C_o$ | $C \geq C_o$ | $C_{min} \leq C < C_o$ |
| ordinarie | C25/30 | C35/45 | 15 | 20 | 20 | 25 | 25 | 30 | 30 | 35 |
| aggressive | C28/35 | C40/50 | 25 | 30 | 30 | 35 | 35 | 40 | 40 | 45 |
| molto aggressive | C35/45 | C45/55 | 35 | 40 | 40 | 45 | 45 | 50 | 50 | 50 |

per le strutture in esame si ha:

**Fondazioni**
condizioni **ambientali ordinarie** resistenza adottata **C25/30** o cmin = 20 mm per elementi in c.a. al predetto valore si aggiunge 10 mm di tolleranza, si adotta un copriferro di 35 mm.
Muri in elevazione condizioni **ambientali aggressive** resistenza adottata C32/40 Cmin=**30 mm** per piastre come nel caso in esame al predetto valore si aggiunge 10 mm di tolleranza
Tenuto delle caratteristiche del sito si adotta un copriferro di **40** mm **.**

### *1.3.4 TIPO DI AGGREGATI E DIMENSIONI*

Sono idonei alla produzione di calcestruzzo per uso strutturale gli aggregati ottenuti dalla lavorazione di materiali naturali, artificiali, ovvero provenienti da processi di riciclo conformi alla norma europea armonizzata UNI EN 12620 e, per gli aggregati leggeri, alla norma europea armonizzata UNI EN 13055-1.
La dimensione massima degli inerti nella miscela cementizia per le strutture sarà Dmax< 25 mm

### *1.3.5 MODALITÀ DI MESSA IN OPERA E DISARMO*

I getti saranno opportunamente stipati e vibrati e la loro superficie verrà tenuta umida per almeno tre giorni. Sara comunque vietata l'esecuzione di getti quando la temperatura esterna e minore di zero gradi. Il disarmo delle casseformi, nelle costruzioni in cemento armato normale, nelle migliori condizioni atmosferiche, dovrà avvenire:

- non prima di tre giorni per gli elementi verticali;
- non prima di dieci giorni per gli elementi orizzontali di luce modesta.

## 1.4 *ACCIAIO DA CEMENTO ARMATO*

### *1.4.1 CLASSE DI RESISTENZA*

Per le armature delle strutture in c.a. e previsto l'impiego di acciaio B450C controllato in stabilimento, sotto forma di barre ad aderenza migliorata, aventi le caratteristiche meccaniche e tecnologiche richieste dalla normativa; i requisiti richiesti sono riportati nella Tabella XI.
Per la corretta esecuzione in opera del conglomerato cementizio si provvederà mediante idonea costipazione e per quanto riguarda la stagionatura, allo scopo di evitare le conseguenze del ritiro, saranno assicurate successive annaffiature.

**Tabella XI. Caratteristiche e requisiti barre di acciaio B450C**

| *Tensioni nominali di rottura e snervamento* | |
|---|---|
| $f_{y,nom}$ | 450 N/mm² |
| $f_{t,nom}$ | 540 N/mm² |

| *CARATTERISTICHE* | *REQUISITI* | *FRATTILE (%)* |
|---|---|---|
| Tensione caratteristica di snervamento $f_{yk}$ | | 5 |
| Tensione caratteristica di rottura $f_{tk}$ | | 5 |
| $(f_t/f_y)_k$ | $\geq 1.15$ | 10 |
| | $< 1.35$ | |
| $(f_y/f_{y,nom})_k$ | $\leq 1.25$ | 10 |
| Allungamento $(A_{gt})_k$ | $\geq 7.5$ % | 10 |
| Diametro del mandrino per prove di piegamento a 90° e successivo raddrizzamento senza cricche | | |
| $\phi < 12$ mm | $4\phi$ | |
| $12 \leq \phi \leq 16$ mm | $5\phi$ | |
| $16 < \phi \leq 25$ mm | $8\phi$ | |
| $25 < \phi \leq 40$ mm | $10\phi$ | |

## 1.5 *PROVE SUI MATERIALI*

### *1.5.1 PROVE SUL CLS*

In corso d'opera verranno eseguiti i controlli di accettazione sul cls mediante prelievo contestuale

all'esecuzione del getto.

Trattandosi di getto di miscela omogenea inferiore a 1.500 mc si adotterà il il controllo di tipo A ai sensi del Cap. 11.2 delle NTC/2018.

**11.2.5.1 Controllo di tipo A**

Il controllo di tipo A è riferito ad un quantitativo di miscela omogenea non maggiore di 300 $m^3$. Ogni controllo di accettazione di tipo A è rappresentato da tre prelievi, ciascuno dei quali eseguito su un massimo di 100 $m^3$ di getto di miscela omogenea. Risulta quindi un controllo di accettazione ogni 300 $m^3$ massimo di getto. Per ogni giorno di getto va comunque effettuato almeno un prelievo.

Nelle costruzioni con meno di 100 $m^3$ di getto di miscela omogenea, fermo restando l'obbligo di almeno 3 prelievi e del rispetto delle limitazioni di cui sopra, è consentito derogare dall'obbligo di prelievo giornaliero.

### *1.5.2 PROVE SULL'ACCIAIO DA C.A.*

Si effettueranno prove sulle barre di acciaio fornite in cantiere secondo quanto individuato al punto 11.3.2.10 delle NTC 2018.

Il tecnico
( Ing. Andrea Palmero )