



**AVVISO M2C.1.1 I 1.1 - Linea d'Intervento C**  
**"Ammodernamento (anche con ampliamento di impianti esistenti) e realizzazione di nuovi impianti innovativi di trattamento/riciclaggio per lo smaltimento di materiali assorbenti ad uso personale (PAD), i fanghi di acque reflue, i rifiuti di pelletteria e i rifiuti tessili"**  
**REALIZZAZIONE ESSICCATORE FANGHI DI DEPURAZIONE LOCALITÀ CASAL VELINO GIÀ LOCALITÀ OMIGNANO SCALO**

**PROGETTO DEFINITIVO**

<b>ELABORATO</b>	<b>Relazione materiali</b>	<b>SCALA</b>
<b>D-R-321-D90</b>		-

<b>RUP</b> Ing. Giovanna Ferro	<b>Progettista</b> Ing. Angelo Cantatore  <b>ETC ENGINEERING S.R.L.</b> via dei Palustei 16, Meano 38121 Trento (TN) Tel: 0461 825280 - Fax: 0461 1738909 web. www.etc-eng.it - e-mail: info@etc-eng.it 
-----------------------------------	--

Presidente del CdA  
**Avv. Gennaro Maione**

Direttore Generale  
**Ing. Maurizio Desiderio**

DATA  
11/2023  
Revisione 0 - Emissione

## INDICE

<b>1. CALCESTRUZZO</b> .....	3
<b>1.1 Controlli di qualità</b> .....	3
<b>1.2 Componenti del calcestruzzo</b> .....	4
<b>1.3 Tipi di calcestruzzo da utilizzare e caratteristiche meccaniche</b> .....	5
1.3.1 Platea pressurizzazione .....	5
1.3.2 Platea pressa a vite .....	6
1.3.3 Platea cassoni.....	7
1.3.4 Platea scrubber .....	8
1.3.5 Ringrosso pozzetto .....	9
<b>1.4 Classe di esposizione e requisiti minimi dei calcestruzzi</b> .....	10
1.4.1 Platea pressurizzazione .....	10
1.4.2 Platea pressa a vite .....	11
1.4.3 Platea cassoni.....	12
1.4.4 Platea scrubber .....	13
1.4.5 Ringrosso pozzetto .....	14
<b>2. ACCIAIO PER C.A.</b> .....	15
<b>2.1 Controlli</b> .....	15
2.1.1 Forniture e documentazione di accompagnamento.....	16
<b>2.2 Tipi di acciaio da utilizzare e caratteristiche meccaniche</b> .....	16
<b>3. CONTROLLI DI ACCETTAZIONE, PROVE IN CORSO D'OPERA E DI COLLAUDO</b> .....	17

## 1. CALCESTRUZZO

La prescrizione del calcestruzzo all'atto del progetto è caratterizzata mediante la classe di resistenza, la classe di consistenza ed il diametro massimo dell'aggregato. La classe di resistenza è contraddistinta dai valori caratteristici delle resistenze cubica  $R_{ck}$  e cilindrica  $f_{ck}$  a compressione uniaassiale, 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.

Al fine di ottenere le prestazioni richieste in merito alla composizione, ai processi di maturazione ed alle procedure di posa in opera, si fa riferimento alla norma UNI ENV 13670-1:2001 ed alle Linee Guida per la messa in opera del calcestruzzo strutturale e per la valutazione delle caratteristiche meccaniche del calcestruzzo pubblicate dal Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici.

La resistenza caratteristica a compressione è definita come la resistenza per la quale si ha il 5% di probabilità di trovare valori inferiori. La resistenza caratteristica designa quella dedotta da prove su provini come sopra descritti eseguite a 28 giorni di maturazione.

### 1.1 Controlli di qualità

Il controllo si articola nelle seguenti fasi:

- Valutazione preliminare della resistenza
- Serve a determinare, prima dell'inizio della costruzione delle opere, la miscela per produrre il calcestruzzo con la resistenza caratteristica di progetto.
- Controllo di produzione
- Riguarda il controllo da eseguire sul calcestruzzo durante la produzione del calcestruzzo stesso.
- Controllo di accettazione
- Riguarda il controllo da eseguire sul calcestruzzo prodotto durante l'esecuzione dell'opera, con prelievo effettuato contestualmente al getto dei relativi elementi strutturali.
- Prove complementari

Sono prove che vengono eseguite, ove necessario, a complemento delle prove di accettazione.

Le prove di accettazione e le eventuali prove complementari, sono eseguite e certificate dai laboratori di cui all'art. 59 del DPR n. 380/2001.

## 1.2 Componenti del calcestruzzo

### Leganti

Devono impiegarsi esclusivamente i leganti idraulici previsti dalle disposizioni vigenti in materia, dotati di certificato di conformità, rilasciato da un organismo europeo notificato, ad una norma armonizzata della serie UNI EN 197 ovvero ad uno specifico Benestare Tecnico Europeo (ETA), purché idonei all'impiego previsto nonché, per quanto non in contrasto, conformi alle prescrizioni di cui alla Legge 26/05/1965 n. 595.

### Aggregati

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.

Si fa anche riferimento alle norme UNI 8520-1:2005 e UNI 8520-2:2005 al fine di individuare i requisiti chimico-fisici, aggiuntivi rispetto a quelli fissati per gli aggregati naturali, che gli aggregati riciclati devono rispettare, in funzione della destinazione finale del calcestruzzo e delle sue proprietà prestazionali (meccaniche, di durabilità e pericolosità ambientale, ecc.), nonché quantità percentuali massime di impiego per gli aggregati di riciclo, o classi di resistenza del calcestruzzo, ridotte rispetto a quanto previsto.

### Additivi

Gli additivi devono essere conformi alla norma europea armonizzata UNI EN 934-2.

### Acqua d'impasto

L'acqua di impasto, ivi compresa l'acqua di riciclo, dovrà essere conforme alla norma UNI EN 1008:2003.

### 1.3 Tipi di calcestruzzo da utilizzare e caratteristiche meccaniche

#### 1.3.1 Platea pressurizzazione

- **CALCESTRUZZO**

- Classe **C25/30**

$R_{ck} \geq 30.00$  MPa      resistenza caratteristica cubica a 28 giorni

$f_{ck} = 25$  MPa      resistenza caratteristica cilindrica a 28 giorni

$f_{cm} = f_{ck} + 8 = 33.00$  MPa      resistenza caratteristica cilindrica media

$E_{cm} = 22000 \cdot [f_{cm}/10]^{0.3} = 31475.81$  MPa      modulo elastico

$\gamma = 25.00$  kN/m<sup>3</sup>      peso specifico

classe di esposizione **XC2** (UNI EN 206-1; UNI 11104)

$\gamma_c = 1.5$       coefficiente parziale di sicurezza

$f_{cd} = \alpha_{cc} \cdot f_{ck} / \gamma_c = 0.85 \cdot 25 / 1.5 = \mathbf{14.17}$  MPa      resistenza di calcolo a compressione

- **ACCIAIO PER C.A.**

- Classe di resistenza **B450C**

$f_{yk} = 450$  N/mm<sup>2</sup>      resistenza caratteristica allo snervamento

$\gamma_s = 1.15$       coefficiente parziale di sicurezza

$f_{yd} = 391,30$  N/mm<sup>2</sup>      resistenza di calcolo a trazione

$E_s = 200000$  N/mm<sup>2</sup>      modulo elastico



### 1.3.2 Platea pressa a vite

- **CALCESTRUZZO**

- Classe **C28/35**

$R_{ck} \geq 35.00$  MPa      resistenza caratteristica cubica a 28 giorni

$f_{ck} = 28$  MPa      resistenza caratteristica cilindrica a 28 giorni

$f_{cm} = f_{ck} + 8 = 36.00$  MPa      resistenza caratteristica cilindrica media

$E_{cm} = 22000 \cdot [f_{cm}/10]^{0.3} = 32308.25$  MPa      modulo elastico

$\gamma = 25.00$  kN/m<sup>3</sup>      peso specifico

classe di esposizione **XC2** (UNI EN 206-1; UNI 11104)

$\gamma_c = 1.5$       coefficiente parziale di sicurezza

$f_{cd} = \alpha_{cc} \cdot f_{ck} / \gamma_c = 0.85 \cdot 28 / 1.5 = \mathbf{15.87}$  MPa      resistenza di calcolo a compressione

- **ACCIAIO PER C.A.**

- Classe di resistenza **B450C**

$f_{yk} = 450$  N/mm<sup>2</sup>      resistenza caratteristica allo snervamento

$\gamma_s = 1.15$       coefficiente parziale di sicurezza

$f_{yd} = 391,30$  N/mm<sup>2</sup>      resistenza di calcolo a trazione

$E_s = 200000$  N/mm<sup>2</sup>      modulo elastico

### 1.3.3 Platea cassoni

- **CALCESTRUZZO**

- Classe **C25/30**

$R_{ck} \geq 30.00$  MPa      resistenza caratteristica cubica a 28 giorni

$f_{ck} = 25$  MPa      resistenza caratteristica cilindrica a 28 giorni

$f_{cm} = f_{ck} + 8 = 33.00$  MPa      resistenza caratteristica cilindrica media

$E_{cm} = 22000 \cdot [f_{cm}/10]^{0.3} = 31475.81$  MPa      modulo elastico

$\gamma = 25.00$  kN/m<sup>3</sup>      peso specifico

classe di esposizione **XC2** (UNI EN 206-1; UNI 11104)

$\gamma_c = 1.5$       coefficiente parziale di sicurezza

$f_{cd} = \alpha_{cc} \cdot f_{ck} / \gamma_c = 0.85 \cdot 25 / 1.5 = \mathbf{14.17}$  MPa      resistenza di calcolo a compressione

- **ACCIAIO PER C.A.**

- Classe di resistenza **B450C**

$f_{yk} = 450$  N/mm<sup>2</sup>      resistenza caratteristica allo snervamento

$\gamma_s = 1.15$       coefficiente parziale di sicurezza

$f_{yd} = 391,30$  N/mm<sup>2</sup>      resistenza di calcolo a trazione

$E_s = 200000$  N/mm<sup>2</sup>      modulo elastico

### 1.3.4 Platea scrubber

- **CALCESTRUZZO**

- Classe **C25/30**

$R_{ck} \geq 30.00$  MPa      resistenza caratteristica cubica a 28 giorni

$f_{ck} = 25$  MPa      resistenza caratteristica cilindrica a 28 giorni

$f_{cm} = f_{ck} + 8 = 33.00$  MPa      resistenza caratteristica cilindrica media

$E_{cm} = 22000 \cdot [f_{cm}/10]^{0.3} = 31475.81$  MPa      modulo elastico

$\gamma = 25.00$  kN/m<sup>3</sup>      peso specifico

classe di esposizione **XC2** (UNI EN 206-1; UNI 11104)

$\gamma_c = 1.5$       coefficiente parziale di sicurezza

$f_{cd} = \alpha_{cc} \cdot f_{ck} / \gamma_c = 0.85 \cdot 25 / 1.5 = \mathbf{14.17}$  MPa      resistenza di calcolo a compressione

- **ACCIAIO PER C.A.**

- Classe di resistenza **B450C**

$f_{yk} = 450$  N/mm<sup>2</sup>      resistenza caratteristica allo snervamento

$\gamma_s = 1.15$       coefficiente parziale di sicurezza

$f_{yd} = 391,30$  N/mm<sup>2</sup>      resistenza di calcolo a trazione

$E_s = 200000$  N/mm<sup>2</sup>      modulo elastico



### 1.3.5 Ringrosso pozzetto

- **CALCESTRUZZO**

- Classe **C32/40**

$R_{ck} \geq 40.00$  MPa      resistenza caratteristica cubica a 28 giorni

$f_{ck} = 32$  MPa      resistenza caratteristica cilindrica a 28 giorni

$f_{cm} = f_{ck} + 8 = 40.00$  MPa      resistenza caratteristica cilindrica media

$E_{cm} = 22000 \cdot [f_{cm}/10]^{0.3} = 33345.76$  MPa      modulo elastico

$\gamma = 25.00$  kN/m<sup>3</sup>      peso specifico

classe di esposizione **XA1** (UNI EN 206-1; UNI 11104)

$\gamma_c = 1.5$       coefficiente parziale di sicurezza

$f_{cd} = \alpha_{cc} \cdot f_{ck} / \gamma_c = 0.85 \cdot 32 / 1.5 = \mathbf{18.1}$  MPa      resistenza di calcolo a compressione

- **ACCIAIO PER C.A.**

- Classe di resistenza **B450C**

$f_{yk} = 450$  N/mm<sup>2</sup>      resistenza caratteristica allo snervamento

$\gamma_s = 1.15$       coefficiente parziale di sicurezza

$f_{yd} = 391,30$  N/mm<sup>2</sup>      resistenza di calcolo a trazione

$E_s = 200000$  N/mm<sup>2</sup>      modulo elastico

## 1.4 Classe di esposizione e requisiti minimi dei calcestruzzi

### 1.4.1 Platea pressurizzazione

- **CALCESTRUZZO**

- Classe di esposizione: XC2 (UNI EN 206-1; UNI 11104)
- Classe di resistenza minima: C25/30
- Massimo rapporto acqua/cemento: 0,60
- Minimo contenuto di cemento (kg/m<sup>3</sup>): 300
- Minimo copriferro: 25 mm

Classe di esp.	Ambiente	Esempi	Max a/c	Min R <sub>ck</sub> (MPa)	Cemento (kg/m <sup>3</sup> )	Copriferro (mm)
XC1	Asciutto	Interni di edifici con U.R. bassa	0,60	30	300	15
XC2	Bagnato raramente asciutto	Strutture idrauliche Strutture interrate	0,60	30	300	25
XC3	Moderatamente umido	Interni di edifici con U.R. alta Strutture esterne protette dal contatto con la pioggia	0,55	35	320	25
XC4	Ciclicamente asciutto e bagnato	Strutture esterne esposte all'acqua piovana	0,50	40	340	30

Trattandosi di una struttura a quantitativo moderato di armatura si prescrive una classe di consistenza S4.

#### Classi di abbassamento al cono

Classe	Abbassamento al cono in conformità alla EN 12350-2 mm
S1	Da 10 a 40
S2	Da 50 a 90
S3	Da 100 a 150
S4	Da 160 a 210
S5 <sup>a)</sup>	≥ 220
a)	Vedere nota 1 al punto 5.4.1.

## 1.4.2 Platea pressa a vite

- **CALCESTRUZZO**

- Classe di esposizione: XC2 (UNI EN 206-1; UNI 11104)
- Classe di resistenza minima: C25/30
- Massimo rapporto acqua/cemento: 0,60
- Minimo contenuto di cemento (kg/m<sup>3</sup>): 300
- Minimo copriferro: 25 mm

Classe di esp.	Ambiente	Esempi	Max a/c	Min R <sub>ck</sub> (MPa)	Cemento (kg/m <sup>3</sup> )	Copriferro (mm)
XC1	Asciutto	Interni di edifici con U.R. bassa	0,60	30	300	15
XC2	Bagnato raramente asciutto	Strutture idrauliche Strutture interrate	0,60	30	300	25
XC3	Moderatamente umido	Interni di edifici con U.R. alta Strutture esterne protette dal contatto con la pioggia	0,55	35	320	25
XC4	Ciclicamente asciutto e bagnato	Strutture esterne esposte all'acqua piovana	0,50	40	340	30

Trattandosi di una struttura a quantitativo moderato di armatura si prescrive una classe di consistenza S4.

### Classi di abbassamento al cono

Classe	Abbassamento al cono in conformità alla EN 12350-2 mm
S1	Da 10 a 40
S2	Da 50 a 90
S3	Da 100 a 150
S4	Da 160 a 210
S5 <sup>a)</sup>	≥ 220
a)	Vedere nota 1 al punto 5.4.1.

### 1.4.3 Platea cassoni

- **CALCESTRUZZO**

- Classe di esposizione: XC2 (UNI EN 206-1; UNI 11104)
- Classe di resistenza minima: C25/30
- Massimo rapporto acqua/cemento: 0,60
- Minimo contenuto di cemento (kg/m<sup>3</sup>): 300
- Minimo copriferro: 25 mm

Classe di esp.	Ambiente	Esempi	Max a/c	Min R <sub>ck</sub> (MPa)	Cemento (kg/m <sup>3</sup> )	Copriferro (mm)
XC1	Asciutto	Interni di edifici con U.R. bassa	0,60	30	300	15
XC2	Bagnato raramente asciutto	Strutture idrauliche Strutture interrate	0,60	30	300	25
XC3	Moderatamente umido	Interni di edifici con U.R. alta Strutture esterne protette dal contatto con la pioggia	0,55	35	320	25
XC4	Ciclicamente asciutto e bagnato	Strutture esterne esposte all'acqua piovana	0,50	40	340	30

Trattandosi di una struttura a quantitativo moderato di armatura si prescrive una classe di consistenza S4.

#### Classi di abbassamento al cono

Classe	Abbassamento al cono in conformità alla EN 12350-2 mm
S1	Da 10 a 40
S2	Da 50 a 90
S3	Da 100 a 150
S4	Da 160 a 210
S5 <sup>a)</sup>	≥ 220
a)	Vedere nota 1 al punto 5.4.1.

#### 1.4.4 Platea scrubber

- **CALCESTRUZZO**

- Classe di esposizione: XC2 (UNI EN 206-1; UNI 11104)
- Classe di resistenza minima: C25/30
- Massimo rapporto acqua/cemento: 0,60
- Minimo contenuto di cemento (kg/m<sup>3</sup>): 300
- Minimo copriferro: 25 mm

Classe di esp.	Ambiente	Esempi	Max a/c	Min R <sub>ck</sub> (MPa)	Cemento (kg/m <sup>3</sup> )	Copriferro (mm)
XC1	Asciutto	Interni di edifici con U.R. bassa	0,60	30	300	15
XC2	Bagnato raramente asciutto	Strutture idrauliche Strutture interrate	0,60	30	300	25
XC3	Moderatamente umido	Interni di edifici con U.R. alta Strutture esterne protette dal contatto con la pioggia	0,55	35	320	25
XC4	Ciclicamente asciutto e bagnato	Strutture esterne esposte all'acqua piovana	0,50	40	340	30

Trattandosi di una struttura a quantitativo moderato di armatura si prescrive una classe di consistenza S4.

#### Classi di abbassamento al cono

Classe	Abbassamento al cono in conformità alla EN 12350-2 mm
S1	Da 10 a 40
S2	Da 50 a 90
S3	Da 100 a 150
S4	Da 160 a 210
S5 <sup>a)</sup>	≥ 220
a)	Vedere nota 1 al punto 5.4.1.

### 1.4.5 Ringrosso pozzetto

- **CALCESTRUZZO**

- Classe di esposizione: XA1 (UNI EN 206-1; UNI 11104)
- Classe di resistenza minima: C28/35
- Massimo rapporto acqua/cemento: 0,55
- Minimo contenuto di cemento (kg/m<sup>3</sup>): 320
- Minimo copriferro: 25 mm

Classe di esp.	Terreno		Max a/c	Min R <sub>ck</sub> (MPa)	Cemento (kg/m <sup>3</sup> )	Copr. (mm)
	Acidità (Bauman Gully)	Ione SO <sub>4</sub> (mq/kg)				
<b>XA1</b>	> 200	> 2000 < 3000	0,55	35	320	25
XA2	--	> 3000 < 12000	0,50	40	340	25
XA3	--	> 12000 < 24000	0,45	45	360	25

Trattandosi di una struttura a quantitativo moderato di armatura si prescrive una classe di consistenza S4.

#### Classi di abbassamento al cono

Classe	Abbassamento al cono in conformità alla EN 12350-2 mm
S1	Da 10 a 40
S2	Da 50 a 90
S3	Da 100 a 150
S4	Da 160 a 210
S5 <sup>a)</sup>	≥ 220
a)	Vedere nota 1 al punto 5.4.1.

## 2. ACCIAIO PER C.A.

### 2.1 Controlli

Sono previste tre forme di controllo obbligatorie:

- in stabilimento di produzione, da eseguirsi sui lotti di produzione;
- nei centri di trasformazione, da eseguirsi sulle forniture;
- di accettazione in cantiere, da eseguirsi sui lotti di spedizione.

A tale riguardo si definiscono:

- Lotti di produzione: si riferiscono a produzione continua, ordinata cronologicamente mediante apposizione di contrassegni al prodotto finito (rotolo finito, bobina di trefolo, fascio di barre, ecc.). Un lotto di produzione deve avere valori delle grandezze nominali omogenee (dimensionali, meccaniche, di formazione) e può essere compreso tra 30 e 120 tonnellate.
- Forniture: sono lotti formati da massimo 90t, costituiti da prodotti aventi valori delle grandezze nominali omogenee.
- Lotti di spedizione: sono lotti formati da massimo 30t, spediti in un'unica volta, costituiti da prodotti aventi valori delle grandezze nominali omogenee.

Sul prodotto deve essere applicata la marcatura CE, ai sensi del DPR n. 246/93 di recepimento della direttiva 89/106/CEE.

In alternativa è prevista la procedura di qualificazione presso il Servizio Tecnico Centrale della Presidenza del Consiglio Superiore dei lavori pubblici (eseguita ai sensi del D.M. 17/01/2018).

Ciascun prodotto qualificato deve costantemente essere riconoscibile per quanto concerne le caratteristiche qualitative e riconducibile allo stabilimento di produzione tramite marchiatura indelebile depositata presso il Servizio Tecnico Centrale, dalla quale risulti, in modo inequivocabile, il riferimento all'Azienda produttrice, allo Stabilimento, al tipo di acciaio ed alla sua eventuale saldabilità.

Tutti i certificati relativi alle prove meccaniche degli acciai, sia in stabilimento che in cantiere o nel luogo di lavorazione, devono riportare l'indicazione del marchio identificativo, rilevato a cura del laboratorio incaricato dei controlli, sui campioni da sottoporre a prove.

### 2.1.1 Forniture e documentazione di accompagnamento

Tutte le forniture di acciaio, per le quali non sussista l'obbligo della Marcatura CE, devono essere accompagnate dalla copia dell'attestato di qualificazione del Servizio Tecnico Centrale.

L'attestato può essere utilizzato senza limitazione di tempo.

Il riferimento a tale attestato deve essere riportato sul documento di trasporto.

Le forniture effettuate da un commerciante intermedio devono essere accompagnate da copia dei documenti rilasciati dal Produttore e completati con il riferimento al documento di trasporto del commerciante stesso.

Il Direttore dei Lavori prima della messa in opera, è tenuto a verificare quanto sopra indicato ed a rifiutare le eventuali forniture non conformi, ferme restando le responsabilità del produttore.

### 2.2 Tipi di acciaio da utilizzare e caratteristiche meccaniche

L'acciaio per c.a. da utilizzare appartiene alla **classe B450C** ed ha le seguenti caratteristiche meccaniche:

- |  |              |               |
|--|--------------|---------------|
| • tensione a rottura con diagr. bilin. | ( $f_{tk}$ ) | 540,00 MPa    |
| • tensione caratteristica              | ( $f_{yk}$ ) | 450,00 MPa    |
| • resistenza di calcolo                | ( $f_{yd}$ ) | 391,30 MPa    |
| • modulo elastico                      | (E)          | 210.000,00Mpa |



### **3. CONTROLLI DI ACCETTAZIONE, PROVE IN CORSO D'OPERA E DI COLLAUDO**

I controlli di accettazione, in corso d'opera e le prove di collaudo devono essere eseguite in conformità a quanto previsti dalle NTC2018 con specifico riferimento ai parr.: 11.1, 11.2 e 11.3.