



# COMUNE DI POZZALLO

## PROVINCIA DI RAGUSA



REGIONE  
SICILIANA

### LAVORI DI MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO DA ESONDAZIONE. REGIMAZIONE ACQUE METEORICHE LUNGO LA VIA TORINO.



## PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE

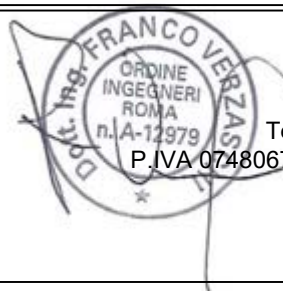
COD. PRATICA	SCALA	DESCRIZIONE ELABORATO	ELABORATO
2020-013	-	Relazione Materiali	DOC.04.3

#### RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO

Geom. Salvatore DONZELLO

#### PROGETTAZIONE

**Pro. System S.r.l.**  
*Sistemi per la progettazione*



Dir. Tec. Ing. Franco Verzaschi  
Corso Trieste, 61 - 00198 Roma  
Tel. 0685305488 - Fax 068549703  
P. IVA 07480671002 PEC: prosystemsrl@pec.it

Consulenza geologica  
Dott. Geol. Francesco ASCANIO

REV.	DATA	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO
00	Aprile 2021			Ing. Franco VERZASCHI
01	Febbraio 2024			Ing. Franco VERZASCHI

## INDICE

<b>PREMESSA</b> .....	2
<b>NORMATIVA DI RIFERIMENTO</b> .....	3
<b>MATERIALI DELLE OPERE DI PROGETTO</b> .....	4
<b>DURABILITA'</b> .....	5
<b>CARATTERISTICHE MECCANICHE DEI MATERIALI STRUTTURALI</b> .....	6
Calcestruzzo per uso strutturale – C32/40 .....	7
Acciaio tondo per strutture in c.a. - B450C .....	8
Acciaio per uso strutturale S275 .....	10
<b>ACQUA DI IMPASTO</b> .....	15
<b>AGGREGATI</b> .....	16
<b>ADDITIVI</b> .....	17
<b>AGGIUNTE</b> .....	18
<b>CONTROLLI DI ACCETTAZIONE</b> .....	19

## PREMESSA

Il presente elaborato è parte costituente del progetto esecutivo e descrive i materiali da impiegare per la realizzazione dell'opera per la regimazione delle acque meteoriche lungo la Via Torino del Comune di Pozzallo (RG).

L'intervento di cui si relaziona prevede la realizzazione di una cisterna idrica interrata, al fine di mitigare il rischio idrogeologico di esondazione, e nuovi pozzetti in c.a. gettati in opera.

La presente relazione farà riferimento agli interventi strutturali riguardanti l'opera in questione, volti alla progettazione e realizzazione della cisterna interrata congruamente a quanto previsto nel Decreto Ministeriale del 17.01.2018, e fornisce le specifiche tecniche dei materiali che devono essere impiegati nell'ambito dell'intervento strutturale.

La relazione sui materiali è corredata da una serie di prescrizioni sulle modalità esecutive, con particolare attenzione a tutti gli accorgimenti necessarie per garantire la durabilità dell'opera per la vita utile di progetto. Il documento in questione è redatto in conformità alle indicazioni contenute all'interno dei §2.5.4, §4.1.7, §4.2.10 e dei Capitoli 10 e 11 del Decreto del Ministero delle Infrastrutture "Norme tecniche per le costruzioni" datato 17.01.2018.

Gli interventi progettuali da eseguirsi sulle strutture in esame verranno realizzati con materiali corrispondenti alle prescrizioni di legge e saranno lavorati a perfetta regola d'arte.

Tutti i materiali saranno sottoposti alle prove prescritte dalla legislazione vigente presso uno dei laboratori autorizzati ai sensi dell'art.59 del Decreto del Presidente della Repubblica n.380 del 6 giugno 2001 "Testo Unico dell'Edilizia", al fine di ottenere la massima garanzia sulla stabilità delle opere.

L'esito favorevole delle prove non esonererà l'appaltatore da ogni responsabilità nel caso che, nonostante i risultati ottenuti, non si raggiungano nelle opere finite i prescritti requisiti.

I materiali aventi le caratteristiche appresso specificate garantiscono la sicurezza e la durabilità dell'opera, come previsto dalle Norme Tecniche per le Costruzioni - Decreto Ministeriale 17 gennaio 2018.

La durabilità dell'opera è la capacità di conservazione delle caratteristiche fisico-meccaniche delle strutture per tutta la vita di progetto senza dover far ricorso ad interventi di manutenzione straordinaria.

In tale ottica, di concerto con il committente, relativamente ai manufatti in conglomerato cementizio, si è stabilita una vita nominale di 50 anni e con riferimento alle normative UNI 11104:2016 e UNI EN 206-1:2014 si è stabilita la seguente classe di esposizione ambientale:

- per tutti gli elementi strutturali: **Classe XC4** "Corrosione indotta da carbonatazione – superfici a contatto con acqua non compresa nella classe XC2".

	PRO.SYSTEM s.r.l. Corso Trieste, 61 - 00198 ROMA Tel. 0685305488 - Fax 068549703 f.verzaschi@gmail.com - francoverzaschi@pec.it	ELABORATO	REV.	PAG
		2020.013- DOC.04.3		2 di 19

## NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Al fine di relazionare sulla qualità e sulla dosatura dei materiali da impiegare per l'intervento in esame, sono state rispettate le prescrizioni ed indicazioni riportate nei seguenti riferimenti normativi:

- DECRETO MINISTERIALE 17 gennaio 2018 - Norme Tecniche per le Costruzioni (N.T.C.);
- CONSIGLIO SUPERIORE DEI LAVORI PUBBLICI - Circolare n.7 del 21 gennaio 2019 - *Istruzioni per l'applicazione delle "Norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M. 17 gennaio 2018.*

 <b>Pro. System S.r.l.</b> <small>Sistemi per la progettazione</small>	PRO.SYSTEM s.r.l. Corso Trieste, 61 - 00198 ROMA Tel. 0685305488 - Fax 068549703 f.verzaschi@gmail.com - francoverzaschi@pec.it	ELABORATO	REV.	PAG
		2020.013- DOC.04.3		3 di 19

## MATERIALI DELLE OPERE DI PROGETTO

I materiali impiegati nelle opere di progetto sono:

- calcestruzzo strutturale elementi strutturali: classe di resistenza C32/40;
- acciaio tondo per strutture in c.a.: acciaio B450C.
- acciaio strutturale da carpenteria: S275

 <b>Pro. System S.r.l.</b> <small>Sistemi per la progettazione</small>	PRO.SYSTEM s.r.l. Corso Trieste, 61 - 00198 ROMA Tel. 0685305488 - Fax 068549703 f.verzaschi@gmail.com - francoverzaschi@pec.it	ELABORATO	REV.	PAG
		2020.013- DOC.04.3		4 di 19

## DURABILITA'

Per la **classe di esposizione XC4** la normativa vigente (UNI EN 206-1:2014 e UNI 11104:2016) fissa i seguenti requisiti minimi:

- massimo rapporto a/c **0.50**;
- Classe di resistenza minima **C32/40**;
- contenuto minimo di cemento **340 Kg/mm<sup>3</sup>**;
- copriferro minimo **30 mm**.


Per garantire la durabilità della struttura sono stati presi in considerazione opportuni stati limite di esercizio (SLE) in funzione dell'uso e dell'ambiente in cui la struttura dovrà vivere limitando sia gli stati tensionali sia, nel caso delle opere in calcestruzzo, anche l'ampiezza delle fessure.

Per quanto riguarda le verifiche a fessurazione si considerano gli elementi strutturali in ambiente con **Condizioni Aggressive** corrispondente ad un **Gruppo di Esigenza B**.

Inoltre per garantire la durabilità, così come tutte le prestazioni attese, è necessario che si ponga adeguata cura sia nell'esecuzione che nella manutenzione e gestione della struttura e si utilizzino tutti gli accorgimenti utili alla conservazione delle caratteristiche fisiche dei materiali.

La qualità dei materiali e le dimensioni degli elementi sono coerenti con tali obiettivi.

Durante le fasi di costruzione il direttore dei lavori implementerà severe procedure di controllo sulla qualità dei materiali, sulle metodologie di lavorazione e sulla conformità delle opere eseguite al progetto esecutivo nonché alle prescrizioni contenute nelle Norme Tecniche vigenti.

 <b>Pro. System S.r.l.</b> <small>Sistemi per la progettazione</small>	PRO.SYSTEM s.r.l. Corso Trieste, 61 - 00198 ROMA Tel. 0685305488 - Fax 068549703 f.verzaschi@gmail.com - francoverzaschi@pec.it	ELABORATO	REV.	PAG
		2020.013- DOC.04.3		5 di 19

## CARATTERISTICHE MECCANICHE DEI MATERIALI STRUTTURALI

Tutti i calcestruzzi devono essere a prestazione garantita e non è ammesso in nessun caso l'impiego di calcestruzzi a composizione prescritta.

L'elemento fondamentale che contraddistingue i conglomerati cementizi è la classe di resistenza, da misurare dopo 28 giorni di maturazione su provini cubici con lato di 15 cm. Come limite di progetto della resistenza del calcestruzzo è stato assunto il valore più alto che scaturisce dai requisiti di resistenza e dalle esigenze di durabilità della struttura, correlate direttamente alla classe di esposizione.

Il diametro massimo degli aggregati è stato scelto in modo da consentire correttamente la messa in opera e la compattazione del calcestruzzo. Oltre che dalla distanza minima tra le armature, si è tenuto conto delle esigenze di movimentazione del conglomerato per mezzo di pompe.

Qualora ritenuto opportuno per esigenze di cantiere, possono essere impegnati calcestruzzi autocompattanti, al posto di quelli prescritti nella presente relazione. In tal caso rimangono confermate le prescrizioni sulla classe di resistenza, sul rapporto massimo acqua/cemento e sul contenuto minimo di cemento; perde invece di significato la definizione della classe di consistenza, giacché i calcestruzzi autocompattanti sono caratterizzati dalla sola classe di spandimento che deve essere obbligatoriamente maggiore di 600 mm. Per questo tipo di materiale il diametro massimo degli aggregati va fissato in funzione delle proprietà reologiche della miscela; comunque non potrà essere maggiore di quello stabilito in funzione dell'interferro e riportato nella presente relazione.

Di seguito vengono elencati i materiali usati nella fase progettuale:

### Dati generali

$E$  = modulo di Elasticità

$\nu$  = coefficiente di Poisson

$G$  = modulo di Elasticità Tangenziale

$P_s$  = peso specifico

$\alpha$  = coefficiente di Dilatazione Termica

$f_{yk}$  = tensione caratteristica di snervamento

$f_u$  = resistenza ultima a trazione

$\epsilon_{ud}$  = deformazione ultima

$\gamma_{M,c}$  = coeff. parziale materiale per resistenza a SLU per compressione

$\gamma_{M,t}$  = coeff. parziale materiale per resistenza a SLU per trazione

$\gamma_M$  = coeff. parziale materiale per resistenza a SLU

$\gamma_{M,ecc}$  = coeff. parziale materiale per resistenza a SLU per situazioni eccezionali

### Dati specifici per calcestruzzo

$R_{ck}$  = resistenza caratteristica cubica di compressione del calcestruzzo

$f_{ck}$  = resistenza caratteristica cilindrica di compressione del calcestruzzo

$f_{ctm}$  = resistenza media di trazione del calcestruzzo

$f_{t,eff}$  = resistenza media di trazione efficace del cls al momento di prima fessurazione

$\gamma_c$  = coeff. parziale materiale per resistenza a SLU per compressione del calcestruzzo

$\alpha_{cc}$  = coefficiente riduttivo per le resistenze a compressione di lunga durata

$\alpha_{ct}$  = coefficiente riduttivo per le resistenze a trazione di lunga durata

	PRO.SYSTEM s.r.l. Corso Trieste, 61 - 00198 ROMA Tel. 0685305488 - Fax 068549703 f.verzaschi@gmail.com - francoverzaschi@pec.it	ELABORATO	REV.	PAG
		2020.013- DOC.04.3		6 di 19

## Calcestruzzo per uso strutturale – C32/40

Il calcestruzzo che dovrà essere impiegato per la realizzazione degli elementi strutturali della paratia dovrà rispettare le caratteristiche che di seguito verranno esplicitate. Il calcestruzzo da impiegare è di **classe C32/40** ed il quantitativo di **cemento deve essere non inferiore a 340 kg/m<sup>3</sup>**. Il contenuto d'acqua è fissato in rapporto alla quantità di cemento nel **rapporto massimo di 0.50**; mentre la composizione granulometrica è stabilita in modo da garantire la resistenza meccanica richiesta, tenendo conto che la dimensione massima dell'inerte **deve essere non maggiore di 55 mm**.

**Il copriferro è stato definito nella misura di 50mm per tutti gli elementi strutturali.**

Qualora, il conglomerato cementizio fosse preparato in centrali di betonaggio esterne al cantiere particolare attenzione deve essere rivolta al trasporto:

- si deve conservare l'omogeneità del cls eliminando il rischio di segregazione dei componenti;
- il tempo di trasporto deve essere il minimo possibile in modo da consentire la posa in opera prima che inizi la presa (entro 25 minuti), altrimenti si dovranno impiegare opportuni ritardanti.

In caso del getto di cls con autopompa, **si prescrive** una classe di consistenza **S4**, verificata col cono di Abrams.

Il getto del cls deve avvenire in modo da evitare la separazione degli aggregati, ovvero deve essere eseguito ad una distanza non superiore a 50 cm dall'estradosso dei casseri. Si dovrà procedere al disarmo dei diversi elementi strutturali nel rispetto dei seguenti tempi minimi di stagionatura, avendo cura di procedere per gradi e in modo da evitare azioni dinamiche, ovvero non prima di 7 giorni dal getto per le sponde dei casseri.

Durante i giorni in cui la temperatura dovesse superare i 30°C si dovrà proteggere la superficie dei getti con provvedimenti adeguati, almeno nei primi tre giorni dopo il getto.

### Proprietà reologiche

$E = 33300 \text{ [N/mm}^2\text{]}$

$\nu = 0.1$

$G = 15738 \text{ [N/mm}^2\text{]}$

$P_s = 2.5e-005 \text{ [N/mm}^3\text{]}$

$\alpha = 1e-005 \text{ [1/}^\circ\text{C]}$

### Parametri di verifica

$\gamma_{M,c} = 1.5$


$\gamma_{M,t} = 1.5$

$\gamma_{M,ecc} = 1$

$R_{ck} = 40 \text{ [N/mm}^2\text{]}$

$f_{ck} = 32 \text{ [N/mm}^2\text{]}$

$\alpha_{cc} = 0.85$

	PRO.SYSTEM s.r.l. Corso Trieste, 61 - 00198 ROMA Tel. 0685305488 - Fax 068549703 f.verzaschi@gmail.com - francoverzaschi@pec.it	ELABORATO	REV.	PAG
		2020.013- DOC.04.3		7 di 19



## Acciaio tondo per strutture in c.a. - B450C

Gli acciai per calcestruzzo armato devono essere obbligatoriamente dotati del requisito di saldabilità. Oltre che qualificati, nel rispetto delle procedure riportate al §11.3.1.2 del D.M. 17 gennaio 2018 e della relativa circolare esplicativa n.7/19 C.S.LL.PP. Le caratteristiche chimiche degli acciai devono essere conformi al §11.3.2.7 della norma citata. Devono essere utilizzati solo acciai ad aderenza migliorata.

Al momento della posa le armature devono presentarsi non affette da un avanzato stato di ossidazione e prive di piegature anomale, oltre che di gravi difetti superficiali, visibili ad occhio nudo.

Per l'opera in oggetto è previsto l'impiego di un solo tipo di acciaio per cemento armato, ovvero il B450C. Le armature possono essere fornite in barre o sotto forma di rotoli, per questi ultimi la normativa fissa un limite superiore del diametro che non può essere maggiore di 16 mm.

Possono essere utilizzati solo acciai dotati di marcatura CE, secondo quanto previsto dalla UNI EN 10080:2005. Le barre, i rotoli ed i fili per calcestruzzo armato devono inoltre essere conformi alle disposizioni riportate nella UNI EN ISO 15630-1:2004.

Se la fornitura di elementi sagomati o assemblati proviene da un Centro di trasformazione, il prelievo dei provini può essere effettuato all'interno di questa struttura dal Direttore Tecnico del Centro, secondo le indicazioni del Direttore dei Lavori che deve essere presente al momento del campionamento. La procedura da rispettare è perfettamente analoga ai criteri per i controlli di accettazione in cantiere.

Le reti ed i tralicci elettrosaldati, eventualmente utilizzabili in cantiere devono rispettare tutte le prescrizioni contenute al §11.3.2.5 del D.M. 17 gennaio 2018. In particolare, per le staffe dei tralicci si può derogare all'obbligo di impiego di acciai ad aderenza migliorata.

Il diametro delle barre che costituiscono le reti ed i tralicci elettrosaldati non può essere minore di 6mm e superate i 16 mm; è inoltre fissato un limite del rapporto tra il diametro minimo e quello massimo, pari a 0.6. L'interasse delle barre, per reti e tralicci, non deve essere maggiore di 330mm.

I nodi delle reti devono resistere ad una sollecitazione di distacco pari al 25% della forza di snervamento della barra, da computarsi per quella di diametro maggiore, sulla tensione di snervamento pari a 450 MPa.

Per le reti saldate valgono inoltre le prescrizioni contenute all'interno della UNI EN ISO 15630-2:2004 e nella relativa errata corrige del 2008.

### Proprietà reologiche

$$E = 2e+005 \text{ [N/mm}^2\text{]}$$

$$\nu = 0.300$$

$$G = 76923 \text{ [N/mm}^2\text{]}$$

$$P_s = 7.85e-005 \text{ [N/mm}^3\text{]}$$

$$\alpha = 1.2e-005 \text{ [1/}^\circ\text{C]}$$

### Parametri di verifica

$$f_{yk} = 450 \text{ (N/mm}^2\text{)}$$

$$\gamma_{M,c} = 1.15$$

$$\gamma_{M,t} = 1.15$$

$$\gamma_{M,ecc} = 1$$

$$f_{uk} = 540 \text{ (N/mm}^2\text{)}$$

$$\epsilon_{ud} = 0.0675$$

$$f_{cd} = 391.3 \text{ (N/mm}^2\text{)}$$

$$f_{ctd} = 391.3 \text{ (N/mm}^2\text{)}$$

Gli acciai per strutture in c.a. devono rispettare le prescrizioni degli aggiornamenti per le Norme Tecniche per le Costruzioni approvate con il D.M. 17 gennaio 2018.

	PRO.SYSTEM s.r.l. Corso Trieste, 61 - 00198 ROMA Tel. 0685305488 - Fax 068549703 f.verzaschi@gmail.com - francoverzaschi@pec.it	ELABORATO	REV.	PAG
		2020.013- DOC.04.3		8 di 19

L'appaltatore non deve porre in opera armature ossidate, corrose, recanti difetti superficiali, che ne riducano la resistenza o che siano ricoperte da sostanze che riducono sensibilmente l'aderenza al conglomerato cementizio.

Particolare attenzione va posta alla lavorazione delle armature: il diametro del mandrino, su cui avviene la piegatura, deve essere maggiore di **6 volte** il diametro della barra.

Occorre garantire un adeguato **interferro tra le barre**, con un **minimo di 2,5 cm**, qualora se ne ravvisi la necessità, il direttore dei lavori ordinerà il **raggruppamento delle barre a coppie** garantendo un **interferro minimo di 4 cm, oppure si disporranno più registri**.

Il **copriferro minimo** non deve essere inferiore a **5 cm per tutti gli elementi strutturali**.

Il sistema di gestione della qualità del prodotto che sovrintende al processo di fabbricazione deve essere predisposto in coerenza con la UNI EN 9001 e certificato da parte di un organismo terzo indipendente, di adeguata competenza e organizzazione, che opera in coerenza con la UNI EN 45012.

Ai fini della certificazione del sistema di gestione della qualità del processo produttivo il produttore e l'organismo di certificazione di processo potranno fare riferimento alle indicazioni contenute nelle relative norme europee disponibili EN 10080, EN 10138, EN 10025, EN 10210, EN 10219. Quando non sia applicabile la marcatura CE, ai sensi del D.P.R. n. 246/1993 di recepimento della Direttiva 89/106/CE, la valutazione della conformità del controllo di produzione in stabilimento e del prodotto finito è effettuata attraverso la procedura di qualificazione di seguito indicata.

Nel caso di prodotti coperti da marcatura CE, devono essere comunque rispettati, laddove applicabili, i punti del §11.3 del D.M. 17 gennaio 2018 non in contrasto con le specifiche tecniche europee armonizzate.

 <b>Pro. System S.r.l.</b> <small>Sistemi per la progettazione</small>	PRO.SYSTEM s.r.l. Corso Trieste, 61 - 00198 ROMA Tel. 0685305488 - Fax 068549703 f.verzaschi@gmail.com - francoverzaschi@pec.it	ELABORATO	REV.	PAG
		2020.013- DOC.04.3		9 di 19

## Acciaio per uso strutturale S275

Per la realizzazione di strutture metalliche si dovranno utilizzare acciai conformi alle norme armonizzate della serie UNI EN 10025 (per i laminati), UNI EN 10210 (per i tubi senza saldatura) e UNI EN 10219-1 (per i tubi saldati), recanti la Marcatura CE, cui si applica il sistema di attestazione della conformità 2+, e per i quali si rimanda a quanto specificato al punto A del § 11.1

Per gli acciai di cui alle norme armonizzate UNI EN 10025, UNI EN 10210 ed UNI EN 10219-1, in assenza di specifici studi statistici di documentata affidabilità, ed in favore di sicurezza, per i valori delle tensioni caratteristiche di snervamento  $f_{yk}$  e di rottura  $f_{tk}$  da utilizzare nei calcoli si assumono i valori nominali  $f_y = R_eH$  e  $f_t = R_m$  riportati nelle relative norme di prodotto.

Per i prodotti per cui non sia applicabile la marcatura CE, si rimanda a quanto specificato al punto B del §11.1 e si applica la procedura di cui al § 11.3.4.11.

Per l'accertamento delle caratteristiche meccaniche indicate nel seguito, il prelievo dei saggi, la posizione nel pezzo da cui essi devono essere prelevati, la preparazione delle provette e le modalità di prova devono rispondere alle prescrizioni delle norme UNI EN ISO 377:1999, UNI 552:1986, EN 10002-I:2004, UNI EN 10045-1:1992

In sede di progettazione si possono assumere convenzionalmente i seguenti valori nominali delle proprietà del materiale:

modulo elastico  $E = 210.000 \text{ N/mm}^2$

modulo di elasticità trasversale  $G = E / [2 (1 + \nu)] \text{ N/mm}^2$

coefficiente di Poisson  $\nu = 0,3$

coefficiente di espansione termica lineare  $\alpha = 12 \times 10^{-6} \text{ per } ^\circ\text{C}^{-1}$

(per temperature fino a  $100 \text{ }^\circ\text{C}$ )

densità =  $7850 \text{ kg/m}^3$

Sempre in sede di progettazione, per gli acciai di cui alle norme europee EN 10025, EN 10210 ed EN 10219-1, si possono assumere nei calcoli i valori nominali delle tensioni caratteristiche di snervamento  $f_{yk}$  e di rottura  $f_{tk}$  riportati nelle tabelle seguenti.

	PRO.SYSTEM s.r.l. Corso Trieste, 61 - 00198 ROMA Tel. 0685305488 - Fax 068549703 f.verzaschi@gmail.com - francoverzaschi@pec.it	ELABORATO	REV.	PAG
		2020.013- DOC.04.3		10 di 19

### **PRESCRIZIONI PER LA STRUTTURA IN ACCIAIO**

Le prescrizioni in fase di esecuzione delle lavorazioni dovranno attenersi alle seguenti disposizioni:

#### **Saldature**

La saldatura degli acciai dovrà avvenire in conformità con la norma UNI EN 1090-2:2011. La EN1090-1 prevede la classificazione in N.4 (in ordine crescente dalla 1 alla 4) Classi Di Esecuzione (EXC) mediante le seguenti caratteristiche:

#### CLASSE DI CONSEGUENZA(CC):

Classe di conseguenze	Descrizione	Esempi di edifici e opere di ingegneria civile
CC3 = ALTA	Gravi conseguenze in termini di perdita di vite umane o conseguenze economiche, sociali o ambientali molto rilevanti	Gradinate, edifici accessibili al pubblico dove le conseguenze di danno sono alte (sala concerti)
CC2 = NORMALE	Considerevoli conseguenze in termini di perdita di vite umane o conseguenze economiche, sociali o ambientali considerevoli	Edifici residenziali e ad uso ufficio dove le conseguenze di danno sono medie (edifici per uffici)
CC1 = BASSA	Irrilevanti conseguenze in termini di perdita di vite umane o conseguenze economiche, sociali o ambientali irrilevanti	Edifici agricoli dove normalmente le persone non entrano (edifici di magazzino, serra, ...)

#### CATEGORIA DI SERVIZIO(SC):

Categoria	<b><i>Definite in base alle sollecitazioni previste (dinamiche / statiche)</i></b>
<b>SC1</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Strutture e componenti progettati soltanto per azioni quasi statiche</li> <li>-Strutture e componenti le cui connessioni sono progettate per l' azione sismica in regioni con bassa sismicità e classe di duttilità DCL</li> <li>-Strutture e componenti progettati per azioni a fatica da carroponti/gru meccanici (classe S<sub>0</sub>)</li> </ul>
<b>SC2</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Strutture e componenti progettati per la resistenza a fatica in accordo alla EN 1993 (es. Ponti stradali e ferroviari, gru, carriponte Classi da S<sub>1</sub> a S<sub>9</sub>...), strutture suscettibili a vibrazioni indotte da vento, folla o macchinari in rotazione</li> <li>- Strutture e componenti progettati per l' azione sismica in regioni con media o alta sismicità ed in classe di duttilità DCM o DCH</li> </ul>
DCL, DCM, DCH: classi di duttilità in accordo alla EN 1998-1	

#### CATEGORIA DI PRODUZIONE(PC):

	PRO.SYSTEM s.r.l. Corso Trieste, 61 - 00198 ROMA Tel. 0685305488 - Fax 068549703 f.verzaschi@gmail.com - francoverzaschi@pec.it	ELABORATO	REV.	PAG
		2020.013- DOC.04.3		11 di 19

Categoria	<i>Definite in base alle tecnologie produttive</i>
<b>PC1</b>	-componenti non saldati fabbricati con qualsiasi classe di acciaio -componenti saldati fabbricati con classe di acciaio inferiore alla S355
<b>PC2</b>	-componenti saldati fabbricati con classe di acciaio uguale o superiore alla S355 -componenti essenziali per l'integrità strutturale che vengono assemblati in situ mediante saldatura -componenti prodotti a caldo o che ricevono trattamenti termici durante la produzione

La struttura in progetto può essere classificata in classe di conseguenza CC2, in categoria di servizio SC2 e in categoria di produzione PC1; per questo motivo, tramite la tabella seguente, le parti strutturali in oggetto possono essere classificate in classe di esecuzione EXC3:

Classe di Conseguenza		CC1		CC2		CC3	
Categoria di Servizio		SC1	SC2	SC1	SC2	SC1	SC2
Categoria di Prodotto	PC1	EXC1	EXC2	EXC2	EXC3	EXC3	EXC3
	PC2	EXC2	EXC2	EXC2	EXC3	EXC3	EXC4

In relazione alla tipologia del manufatto realizzato, il costruttore dovrà effettuare le operazioni di saldatura in conformità ai requisiti della parte pertinente della EN ISO 3834; nel caso in oggetto, per una classe di esecuzione EXC 2, si dovrà far riferimento alla parte 3 "Requisiti ordinari di qualità" della EN ISO 3834.

La saldatura dovrà essere effettuata con uno dei procedimenti all'arco elettrico codificati secondo la norma UNI EN ISO 4063:2011. È ammesso l'uso di procedimenti diversi purché sostenuti da adeguata documentazione teorica e sperimentale.

Come specificato al paragrafo 7.4 della UNI EN 1090-2:2011, la saldatura deve essere effettuata con procedure qualificate utilizzando una specifica procedura di saldatura(WPS) in conformità alle parti pertinenti della EN ISO 15609 o della EN ISO 14555 o della EN ISO 15620, se pertinente. Se specificato, le condizioni particolari di deposizione per i punti di saldatura devono essere incluse nella WPS.

I saldatori nei procedimenti semiautomatici e manuali dovranno essere qualificati secondo la norma UNI EN 287-1:2004 da parte di un Ente terzo. A deroga di quanto richiesto nella norma UNI EN 287-1:2004, i

saldatori che eseguono giunti a T con cordoni d'angolo dovranno essere specificamente qualificati e non potranno essere qualificati soltanto mediante l'esecuzione di giunti testa-testa.

Le durezza eseguite sulle macrografie non dovranno essere superiori a 350 HV30.

Le prove di qualifica dei saldatori, degli operatori e dei procedimenti dovranno essere eseguite da un Ente terzo; in assenza di prescrizioni in proposito l'Ente sarà scelto dal costruttore secondo criteri di competenza e di indipendenza.

Sono richieste caratteristiche di duttilità, snervamento, resistenza e tenacità in zona fusa e in zona termica alterata non inferiori a quelle del materiale base.

Nell'esecuzione delle saldature dovranno inoltre essere rispettate le norme UNI EN 1011:2005 parti 1 e 2 per gli acciai ferritici e della parte 3 per gli acciai inossidabili. Per la preparazione dei lembi si applicherà, salvo casi particolari, la norma UNI EN ISO 9692-1:2005.

Le saldature saranno sottoposte a controlli non distruttivi finali per accertare la corrispondenza ai livelli di qualità stabiliti dal progettista sulla base delle norme applicate per la progettazione.

L'entità ed il tipo di tali controlli, distruttivi e non distruttivi, in aggiunta a quello visivo al 100%, saranno definiti dal Collaudatore e dal Direttore dei Lavori; per i cordoni ad angolo o giunti a parziale penetrazione si useranno metodi di superficie (ad es. liquidi penetranti o polveri magnetiche), mentre per i giunti a piena penetrazione, oltre a quanto sopra previsto, si useranno metodi volumetrici e cioè raggi X o gamma o ultrasuoni per i giunti testa a testa e solo ultrasuoni per i giunti a T a piena penetrazione.

Per le modalità di esecuzione dei controlli ed i livelli di accettabilità si potrà fare utile riferimento alle prescrizioni della norma UNI EN 12062:2004.

Tutti gli operatori che eseguiranno i controlli dovranno essere qualificati secondo la norma UNI EN 473:2001 almeno di secondo livello.

Oltre alle prescrizioni applicabili di cui al precedente § 11.3.1.7, il costruttore deve corrispondere ai seguenti requisiti.

La certificazione dell'azienda e del personale dovrà essere operata da un Ente terzo, scelto, in assenza di prescrizioni, dal costruttore secondo criteri di indipendenza e di competenza.

### Bulloni

La bulloneria strutturale non a serraggio controllato dovrà essere conforme a quanto prescritto nel paragrafo 5.6 – Connettori meccanici della norma UNI EN 9010-2:2011.

I bulloni - conformi per le caratteristiche dimensionali alle norme UNI EN ISO 4016:2012 e UNI 5592:1968 devono appartenere alla classe 8.8 indicata dalla norma UNI EN ISO 898-1:2013, associata nel modo indicato nella Tab. 11.3.XII.

#### Tabella 11.3.XII.a

	Normali			Ad alta resistenza	
Vite	4.6	5.6	6.8	8.8	10.9
Dado	4	5	6	8	10
$f_{yb}$ (N/mm <sup>2</sup> )	240	300	480	649	900
$f_{tb}$ (N/mm <sup>2</sup> )	400	500	600	800	1000

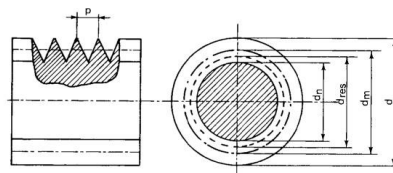


Fig. 6.5

p = passo della filettatura  
d = diametro nominale del gambo  
d<sub>n</sub> = diametro del nocciolo  
d<sub>m</sub> = diametro medio  
d<sub>res</sub> = (d<sub>n</sub> + d<sub>m</sub>)/2 diametro della sezione resistente  
A = π d<sup>2</sup>/4 area della parte non filettata del gambo  
A<sub>res</sub> = π d<sub>res</sub><sup>2</sup>/4 area resistente della parte filettata

Classificazione secondo CNR 10011 [#4.13]

#### Stato limite ultimo

Classe vite	$f_t$ N/mm <sup>2</sup>	$f_y$ N/mm <sup>2</sup>	$f_{k,N}$ N/mm <sup>2</sup>	$f_{d,N}$ N/mm <sup>2</sup>	$f_{d,V}$ N/mm <sup>2</sup>
4.6	400	240	240	240	170
5.6	500	300	300	300	212
6.6	600	360	360	360	255
8.8	800	640	560	560	396
10.9	1000	900	700	700	495

$f_{k,N}$  è assunto pari al minore dei due valori  $f_{k,N} = 0,7 f_t$ ,  $f_{k,N} = f_y$  essendo  $f_t$  ed  $f_y$  le tensioni di rottura e di snervamento secondo UNI 3740;

$f_{d,N} = f_{k,N}$  resistenza di progetto a trazione;

$f_{d,V} = f_{k,N} / \sqrt{2}$  resistenza di progetto a taglio.

Per filettature metriche a profilo triangolare (bulloneria "a passo grosso" usata in carpenteria e indicata con M es. bullone M20) si hanno i valori di tabella:

d	p	A <sub>res</sub>	A	A <sub>res</sub> /A	d	p	A <sub>res</sub>	A	A <sub>res</sub> /A
8	1.25	38.6	50.3	0.77	33	3.5	694	855	0.81
10	1.50	58.0	78.5	0.74	36	4.0	817	1018	0.80
12	1.75	84.3	113	0.75	39	4.0	976	1195	0.82
14	2.00	115	154	0.75	42	4.5	1120	1385	0.81
16	2.00	157	201	0.78	45	4.5	1310	1590	0.82
18	2.50	192	254	0.75	48	5.0	1470	1810	0.81
20	2.50	245	314	0.78	52	5.0	1760	2124	0.83
22	2.50	303	380	0.80	56	5.5	2030	2463	0.82
24	3.00	353	452	0.78	60	5.5	2360	2827	0.83
27	3.00	459	573	0.80	64	6.0	2680	3217	0.83
30	3.50	581	707	0.82	68	6.0	3060	3632	0.84

Fig. 6.6

Passo e area resistente (A<sub>res</sub>=0.75÷0.84 A).

## ACQUA DI IMPASTO

L'acqua per gli impasti deve essere dolce, limpida, priva di sali (particolarmente solfati e cloruri) in percentuali dannose, priva di materie terrose e non aggressiva. L'acqua, a discrezione della direzione dei lavori, in base al tipo di intervento o uso, potrà essere trattata con speciali additivi per evitare l'insorgere di reazioni chimico-fisiche al contatto con altri componenti l'impasto. L'acqua di impasto, ivi compresa l'acqua di riciclo, dovrà essere conforme alla norma UNI EN 1008 come stabilito dalle Norme tecniche per le costruzioni emanate con D.M. 17 gennaio 2018.

Non potranno essere impiegate:

- a) le acque eccessivamente dure o aventi alto tenore di solfati o di cloruri, gessose e salmastre;
- b) le acque di rifiuto, anche se limpide, provenienti da fabbriche chimiche in genere, da aziende di prodotti alimentari, da aziende agricole, da concerie o altre aziende industriali;
- c) c) le acque contenenti argille, humus e limi;
- d) d) le acque contenenti residui grassi, oleosi e zuccherini;
- e) e) le acque piovane prive di carbonati e bicarbonati che potrebbero favorire la solubilità della calce e quindi impoverire l'impasto.

**È vietato l'impiego di acqua di mare.**

 <b>Pro. System S.r.l.</b> <small>Sistemi per la progettazione</small>	PRO.SYSTEM s.r.l. Corso Trieste, 61 - 00198 ROMA Tel. 0685305488 - Fax 068549703 f.verzaschi@gmail.com - francoverzaschi@pec.it	ELABORATO	REV.	PAG
		2020.013- DOC.04.3		15 di 19



## AGGREGATI

Sono idonei alla produzione di conglomerato cementizio gli aggregati ottenuti dalla lavorazione di materiali naturali, artificiali, ovvero provenienti da processi di riciclo conformi alla parte armonizzata della norma europea UNI EN 12620.

Gli inerti, naturali o di frantumazione, devono essere costituiti da elementi non gelivi e non friabili, privi di sostanze organiche, limose e argillose, di gesso, ecc., in proporzioni nocive all'indurimento del conglomerato o alla conservazione delle armature:

- Sabbia: sarà prelevata esclusivamente da fiumi e da fossi; sarà costituita da elementi prevalentemente silicei, di forma angolosa e di grossezza assortita; sarà aspra al tatto senza lasciare traccia di sporco; sarà esente da cloruri e scevra di materiali terrosi, argillosi, limacciosi o polverulenti; non conterrà fibre organiche, sostanze friabili o comunque eterogenee. Saranno soltanto tollerate materie finissime o argillose fino al 2% del peso dell'aggregato; la corrispondenza granulometrica della sabbia potrà essere quella eventualmente migliore che risulterà da dirette esperienze sui materiali impiegati;
- Ghiaia: sarà formata da elementi resistenti, inalterabili all'aria, all'acqua e al gelo; gli elementi saranno pulitissimi, esenti da materiali polverulenti; saranno esclusi elementi a forma di ago o di piastrelle. La composizione dell'aggregato ghiaia sabbia potrà essere anche quella eventualmente migliore che risulterà da esperienza diretta sui materiali impiegati. Ad ogni modo la dimensione massima della ghiaia sarà commisurata, per l'assestamento del getto, ai vuoti tra le armature e tra i casseri e le armature, tenendo presente che il diametro massimo dell'inerte non supererà 0.6-0.7 cm della distanza minima tra due ferri contigui e sarà sempre inferiore ad un quarto della dimensione minima della struttura;
- Pietrisco – Graniglia: proverranno dalla frantumazione di rocce silicee basaltiche, porfidiche, granitiche o calcaree rispondenti, in generale, ai requisiti prescritti per le pietre naturali nonché a quelli prescritti per la ghiaia. Sarà escluso il pietrisco proveniente dalla frantumazione di scaglie di residui di cave.

 <b>Pro. System S.r.l.</b> <small>Sistemi per la progettazione</small>	PRO.SYSTEM s.r.l. Corso Trieste, 61 - 00198 ROMA Tel. 0685305488 - Fax 068549703 f.verzaschi@gmail.com - francoverzaschi@pec.it	ELABORATO	REV.	PAG
		2020.013- DOC.04.3		16 di 19

## ADDITIVI

Gli additivi devono corrispondere alle prescrizioni delle norme UNI 7109, 7110, 7112, 7114, 7115, 7116, 7118, 7120 e 10765 e dalle norme UNI EN 480-8, 480-10 e 934-2. In particolare quest'ultimo documento fissa le caratteristiche ed i requisiti che deve avere tale materiale ai fini della marcatura CE.

Nel caso di utilizzo di additivi superfluidificanti, è opportuno l'impiego di prodotti di tipo sintetico a base acrilica o melamminica.

La quantità di additivi, nell'eventualità di un loro utilizzo, non deve superare i 50 g/kg di cemento, né deve essere minore di 2g/kg di cemento nella miscela. è consentito l'impiego di additivi in misura minore soltanto se preventivamente dispersi nell'acqua di impasto. il quantitativo di additivo liquido che superi i 3 l/m<sup>3</sup> di calcestruzzo deve essere messo in conto nel calcolo del rapporto acqua/cemento (UNI 206-1).

**Non è previsto l'impiego di additivi.**

 <b>Pro. System S.r.l.</b> Sistemi per la progettazione	PRO.SYSTEM s.r.l. Corso Trieste, 61 - 00198 ROMA Tel. 0685305488 - Fax 068549703 f.verzaschi@gmail.com - francoverzaschi@pec.it	ELABORATO	REV.	PAG
		2020.013- DOC.04.3		17 di 19

## AGGIUNTE


Nei calcestruzzi è ammesso l'uso di aggiunte. Nella UNI 206-1 vengono considerate idonee le aggiunte di tipo I e quelle di tipo II; rientrano nella prima categoria il filler ed i pigmenti; della seconda fanno parte le ceneri volanti ed i fumi di silice.

Il filler, componente fondamentale del calcestruzzo autocompattante, deve essere conforme alla norma UNI 12620 e quindi deve essere dotato di marcatura CE.

I pigmenti devono essere conformi alla norma UNI 18878 che regola la marcatura CE di questo prodotto, obbligatoria dal 01.03.2007.

Le aggiunte di tipo II, ovvero le ceneri volanti ed i fumi di silice, possono essere messi in conto nel calcolo del contenuto di cemento e del rapporto acqua/cemento, secondo il concetto del valore "k" riportato al punto 5.2.5.2 delle UNI 206-1. In particolare può essere considerato un quantitativo di ceneri volanti pari ad un terzo della massa di cemento; per i fumi di silice tale limite scende ad un nono della massa di cemento. Anche per le aggiunte di tipo II è obbligatoria la marcatura CE; le ceneri volanti sono normate dalle UNI 450, i fumi di silice dalle UNI 13263.

**Non sono previste aggiunte.**

 <b>Pro. System S.r.l.</b> <small>Sistemi per la progettazione</small>	PRO.SYSTEM s.r.l. Corso Trieste, 61 - 00198 ROMA Tel. 0685305488 - Fax 068549703 f.verzaschi@gmail.com - francoverzaschi@pec.it	ELABORATO	REV.	PAG
		2020.013- DOC.04.3		18 di 19

## CONTROLLI DI ACCETTAZIONE

I controlli di accettazione da effettuarsi a cura del direttore dei lavori, come stabilito dalle NTC, devono essere finalizzati alla determinazione delle caratteristiche tecniche, insieme ai relativi metodi di prova.

I controlli in cantiere sulle reti e sui tralicci elettrosaldati sono obbligatori. Devono essere prelevati tre campioni da tre diversi elementi omogenei, preferibilmente dello stesso tipo, per ciascun lotto di spedizione. Qualora un lotto di spedizione contenga reti o tralicci con caratteristiche profondamente differenti, o provenienti da più stabilimenti, il controllo deve essere esteso ad ognuno dei gruppi di armature omogenee. Per ogni campione bisogna effettuare una prova di trazione su uno spezzone di filo contenente almeno un nodo saldato ed una verifica di resistenza al distacco offerta dalla saldatura del nodo. Con la prova di trazione devono essere determinati la tensione di snervamento, quella di rottura e l'allungamento percentuale. In caso di esito negativo del controllo, la prova deve essere ripetuta su tre nuovi campioni e, al verificarsi di un nuovo risultato non conforme, su dieci ulteriori provini. In quest'ultima situazione il prelievo deve essere effettuato in presenza del produttore dell'acciaio o di un suo rappresentante. Qualora anche le prove sui dieci campioni non diano risultati in linea con le prescrizioni normative, il lotto deve essere respinto ed il risultato segnalato al Servizio Tecnico Centrale.

Il costruttore, prima dell'inizio della realizzazione di un'opera, deve effettuare idonee prove preliminari di studio, per ciascuna miscela omogenea di calcestruzzo da utilizzare, al fine di ottenere le prestazioni richieste dal progetto.

Il controllo di accettazione in corso d'opera deve invece essere eseguito sotto la responsabilità della Direzione dei lavori. La mobilità di confezionamento è fissata ai punti 11.2.5.1 e 11.2.5.2 del D.M. 17.01.2018. Per la determinazione della resistenza a compressione vale invece quanto riportato nelle UNI EN 12390-3:2009 e UNI EN 12390-4:2002.

Qualora l'esito del controllo di accettazione non sia positivo, e comunque in presenza di dubbi sulla qualità del calcestruzzo, deve essere effettuata la verifica della resistenza in opera. Utili elementi di valutazione possono venire dalla misurazione della forza di estrazione di inserti (UNI 10157:1992 e UNI EN 12504-3:2005), dalla determinazione dell'indice di rimbalzo della prova sclerometrica (UNI EN 12504-2:2001) e dalla conoscenza della velocità di propagazione degli impulsi ultrasonici (UNI EN 12504-4:2005). Su calcestruzzi con valori di resistenza non molto bassi e caratterizzati da dimensioni contenute degli inerti si può anche ricorrere al prelievo di microcarote per la stima delle caratteristiche meccaniche.

I risultati ottenuti con questi metodi devono però essere sempre tarati con l'unico criterio di indagine veramente attendibile: la prova di compressione su carote estratte dalle strutture oggetto di indagine (UNI 12504-1:2009).

Particolare cura deve essere prestata nell'interpretazione dei risultati delle prove di schiacciamento delle carote. Al riguardo desta molta perplessità il procedimento riportato all'interno della Circolare n.7/19, a causa dell'estrema penalizzazione dei risultati.

L'esito negativo del controllo della resistenza in opera deve portare al declassamento della struttura o, in casi estremi, alla demolizione della stessa.

	PRO.SYSTEM s.r.l. Corso Trieste, 61 - 00198 ROMA Tel. 0685305488 - Fax 068549703 f.verzaschi@gmail.com - francoverzaschi@pec.it	ELABORATO	REV.	PAG
		2020.013- DOC.04.3		19 di 19