

ENTE APPALTANTE / COMMITTENTE    dott. ing. Ferdinando PARIBELLO		IMPRESA ESECUTRICE	
PROGETTISTA:                                dott. ing. Ferdinando PARIBELLO		DIREZIONE LAVORI:                                dott. ing. Ferdinando PARIBELLO	
COLLAUDATORE:                                dott. ing. Roberto DE MARCO		GEOLOGO:    dott. geol. Antonello Casaretti	

00	15.03.2017	---	Emissione per approvazione e/o commenti.	TT	PF	PF	
REV.	DATA	FILE	DESCRIZIONE ELABORATO	TAV.	ELA.	CON.	APP.

#### COMMITTENTE

ING. FERDINANDO PARIBELLO, NELLA QUALITA' DI CTU NEL PROCEDIMENTO R.G. 3028/14 PRESSO IL TRIBUNALE CIVILE DI BENEVENTO, IN SOSTITUZIONE DELL'AMMINISTRAZIONE PROVINCIALE DI BENEVENTO, INADEMPIENTE

Via Francesco Solimena, 4 - 82100 Benevento

#### UBICAZIONE CANTIERE

CONTRADA FONTANELLE, LOCALITA' MONTELEONE III  
COMUNE DI PESCO SANNITA (BN)

#### RIFERIMENTI CATASTALI

PARTICELLE NN. 414, 231, 184, 43, 183, 44, 219, 267, 182, 218, 217, 216, 90, 187, 535, 173, 534, 230 e 188  
DEL FOGLIO DI MAPPA N. 3 - COMUNE DI PESCO SANNITA

#### PROGETTO ESECUTIVO DELLE STRUTTURE

LAVORI DI MESSA IN SICUREZZA DEL COMPLESSO IMMOBILIARE DI PROPRIETA' TREMONTE ACHILLE, IN ESECUZIONE DELL'ORDINANZA DEL 08.11.2013 EMESSA DAL G.U. DELLA CAUSA DOTT.SSA GENOVESE A CARICO DELL'AMMINISTRAZIONE PROVINCIALE DI BENEVENTO NEL PROCEDIMENTO R.G. 2804/12 E DEL PROVVEDIMENTO DI NOMINA CTU NEL PROCEDIMENTO R.G. 3028/14, ENTRAMBI ISTRUITI PRESSO IL TRIBUNALE CIVILE DI BENEVENTO

#### DESCRIZIONE ELABORATO

## RELAZIONE SUI MATERIALI

DATA	RAPP.	RIFERIMENTO	TAV.	N°TAV.	REV.
15.03.2017	---	0 0 1 P R O 1 6 - 0 7 / 1			00

Documento di proprietà esclusiva dei progettisti - E' vietata ogni riproduzione non espressamente autorizzata - Ogni violazione sarà tutelata in sede civile e penale

## 1. MATERIALI DI PROGETTO

I materiali impiegati nelle opere in progetto sono:

- Calcestruzzo strutturale classe C16/20 per formazione di magrone;
- Calcestruzzo strutturale classe C28/35;
- Barre di armatura in ferro classe B450C (acciaio laminato a caldo), controllato e saldabile;
- Staffe in ferro classe B450C, controllato e saldabile;
- Muri in Gabbioni.

## 2. CLASSIFICAZIONE AMBIENTALE

L'ambiente in cui saranno inserite le opere in progetto, palificate e relative travi di collegamento, corrisponde ad una classe di esposizione XC2: ambiente bagnato raramente asciutto, con rischio di corrosione indotto da carbonatazione (cfr. prospetto 1, UNI EN 206-1:2006).

## 3. LEGENDA DELLE CARATTERISTICHE MECCANICHE DEI MATERIALI

Acciaio per armature longitudinali e trasversali:

- E = modulo di Elasticità
- $\nu$  = coefficiente di Poisson
- G = modulo di Elasticità Tangenziale
- Ps = peso specifico
- $\alpha$  = coefficiente di Dilatazione Termica
- $f_{yk}$  = tensione caratteristica di snervamento
- $f_u$  = resistenza ultima a trazione
- $\varepsilon_{ud}$  = 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

Calcestruzzo:

- $R_{ck}$  = resistenza caratteristica cubica di compressione del calcestruzzo
- $f_{ck}$  = resistenza caratteristica cilindrica di compressione del calcestruzzo
- $f_{ctk}$  = resistenza caratteristica di trazione del calcestruzzo
- $f_{ctm}$  = resistenza media di trazione del calcestruzzo
- $f_{tc,eff}$  = resistenza media di trazione efficace del calcestruzzo all'insorgere delle prime fessure
- $\gamma_c$  = 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

## 4. PRESCRIZIONI RELATIVE AL CALCESTRUZZO

### 4.1 CLASSE DI RESISTENZA

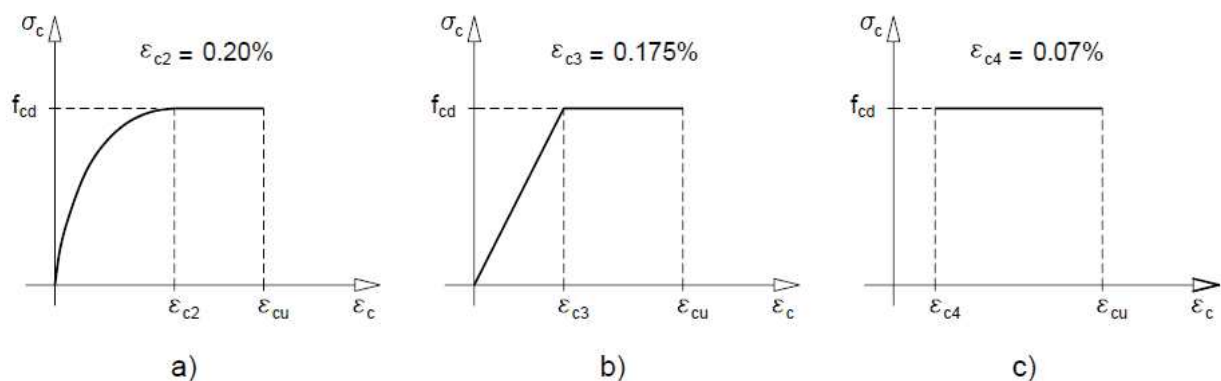
Calcestruzzo classe C16/20

PROPIETÀ REOLOGICHE	PARAMETRI DI VERIFICA	VALORI DI PROGETTO
$E = 28608 \text{ (N/mm}^2\text{)}$ $\nu = 0.200$ $G = 11920 \text{ (N/mm}^2\text{)}$ $P_s = 2.5e-005 \text{ (N/mm}^3\text{)}$ $\alpha = 1e-005 \text{ (1/}^\circ\text{C)}$	$\gamma_{M,c} = 1.5$ $\gamma_{M,t} = 1.5$ $\gamma_{M,ecc} = 1$ $R_{ck} = 20 \text{ (N/mm}^2\text{)}$ $f_{ck} = 16 \text{ (N/mm}^2\text{)}$ $f_{ctk} = 1.33 \text{ (N/mm}^2\text{)}$ $f_{ctm} = 1.90 \text{ (N/mm}^2\text{)}$ $\alpha_{cc} = 0.85$ $\alpha_{ct} = 1$	$f_{cd} = 9.07 \text{ (N/mm}^2\text{)}$ $f_{ctd} = 0.89 \text{ (N/mm}^2\text{)}$

Calcestruzzo classe C28/35

PROPIETÀ REOLOGICHE	PARAMETRI DI VERIFICA	VALORI DI PROGETTO
$E = 32308 \text{ (N/mm}^2\text{)}$ $\nu = 0.200$ $G = 13462 \text{ (N/mm}^2\text{)}$ $P_s = 2.5e-005 \text{ (N/mm}^3\text{)}$ $\alpha = 1e-005 \text{ (1/}^\circ\text{C)}$	$\gamma_{M,c} = 1.5$ $\gamma_{M,t} = 1.5$ $\gamma_{M,ecc} = 1$ $R_{ck} = 35 \text{ (N/mm}^2\text{)}$ $f_{ck} = 28 \text{ (N/mm}^2\text{)}$ $f_{ctk} = 1.7955 \text{ (N/mm}^2\text{)}$ $f_{ctm} = 2.565 \text{ (N/mm}^2\text{)}$ $\alpha_{cc} = 0.85$ $\alpha_{ct} = 1$	$f_{cd} = 15.87 \text{ (N/mm}^2\text{)}$ $f_{ctd} = 1.29 \text{ (N/mm}^2\text{)}$

Legame costitutivo calcestruzzo



### 4.2 COMPOSIZIONE DEL CALCESTRUZZO

Il calcestruzzo impiegato nei getti deve essere confezionato con i seguenti componenti:

**Leganti:** Legante Idraulico Cemento tipo CEM I 42,5 R dotato di certificato di conformità conforme a UNI EN 197/1;

**Aggregati:** Aggregati ottenuti dalla lavorazione di materiali naturali, artificiali, ovvero provenienti da processi di riciclo, saranno costituiti da elementi non gelivi e non friabili, saranno privi di sostanze organiche, limose o

argillose, e provvisti di idoneo certificato di marcatura CE conformi alla norma europea armonizzata UNI EN 12620;

**Aggiunte:** Nei calcestruzzi è ammesso l'impiego di aggiunte, in particolare di ceneri volanti, loppe granulate d'altoforno e fumi di silice, purché non ne vengano modificate negativamente le caratteristiche prestazionali e soddisfare i requisiti della norma europea armonizzata.

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

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

La composizione dei calcestruzzi, inoltre, deve conformarsi alle prescrizioni del prospetto F.1 della UNI EN 206-1:2006, di seguito riportato.

prospetto F.1 Valori limite raccomandati per la composizione e le proprietà del calcestruzzo																			
	Classi di esposizione																		
	Nessun rischio di corrosione o attacco	Corrosione da carbonatazione				Corrosione da cloruri						Attacco gelo/disgelo				Ambienti chimici aggressivi			
						Acqua marina			Altri cloruri (diversi dall'acqua di mare)										
		X0	XC1	XC2	XC3	XC4	XS1	XS2	XS3	XD1	XD2	XD3	XF1	XF2	XF3	XF4	XA1	XA2	XA3
Rapporto massimo a/c	-	0,65	0,60	0,55	0,50	0,50	0,45	0,45	0,55	0,55	0,45	0,55	0,55	0,50	0,45	0,55	0,50	0,45	
Classe di resistenza minima	C12/15	C20/25	C25/30	C30/37	C30/37	C30/37	C35/45	C35/45	C30/37	C30/37	C35/45	C30/37	C25/30	C30/37	C30/37	C30/37	C30/37	C35/45	
Contenuto minimo di cemento (kg/m³)	-	260	280	280	300	300	320	340	300	300	320	300	300	320	340	300	320	360	
Contenuto minimo di aria (%)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4,0 <sup>a)</sup>	4,0 <sup>a)</sup>	4,0 <sup>a)</sup>	-	-	-	
Altri requisiti												Aggregati in accordo alla EN 12620 con sufficiente resistenza al gelo/disgelo				Cemento resistente ai solfati <sup>b)</sup>			
a)	Quando il calcestruzzo non contiene aria aggiunta, le sue prestazioni dovrebbero essere verificate conformemente ad un metodo di prova appropriato rispetto ad un calcestruzzo per il quale è provata la resistenza al gelo/disgelo per la relativa classe di esposizione.																		
b)	Qualora la presenza di SO <sub>2</sub> comporti le classi di esposizione XA2 e XA3, è essenziale utilizzare un cemento resistente ai solfati. Se il cemento è classificato a moderata o ad alta resistenza ai solfati, il cemento dovrebbe essere utilizzato in classe di esposizione XA2 (e in classe di esposizione XA1 se applicabile) e il cemento ad alta resistenza, ai solfati dovrebbe essere utilizzato in classe di esposizione XA3.																		

#### 4.3 PARAMETRI DI VERIFICA DELLA FESSURAZIONE

Per le verifiche di formazione delle fessure si assume  $f_{ctm} = 1,0$ .

La verifica a fessurazione in presenza di armature poco sensibili prevede i seguenti valori ammissibili delle aperture delle fessure:

Combinazione Rara	Combinazione Quasi Permanente	Combinazione Frequente
0 mm	0,3 mm	0,4 mm

La verifica a fessurazione in presenza di armature sensibili prevede i seguenti valori ammissibili delle aperture delle fessure:

Combinazione Rara	Combinazione Quasi Permanente	Combinazione Frequente
0 mm	0,2 mm	0,3 mm

#### 4.4 DIMENSIONE NOMINALE MASSIMA DELLA FRAZIONE DI AGGREGATO PIÙ GROSSA E CLASSE DI CONSISTENZA

Il calcestruzzo impiegato nei getti delle palificate deve essere confezionato in modo da essere compatibilmente con i valori di interferro (cfr. § 11.5, *Relazione Generale di Calcolo*) e di copriferro di progetto, dipendenti rispettivamente dal numero di barre di armatura longitudinale e dalla classe di esposizione. Ciò premesso, per le opere in progetto si prescrive un inerte di diametro nominale massimo pari a  $D_{\max} = 38 \text{ mm}$  (*pari al valore dell'interferro diminuito di 5 mm*).

Il calcestruzzo impiegato nei getti, inoltre, deve garantire un adeguato livello di lavorabilità che, per la tipologia di opere in progetto, si ritiene raggiunto da una classe di consistenza non inferiore alla S4 (consistenza fluida).

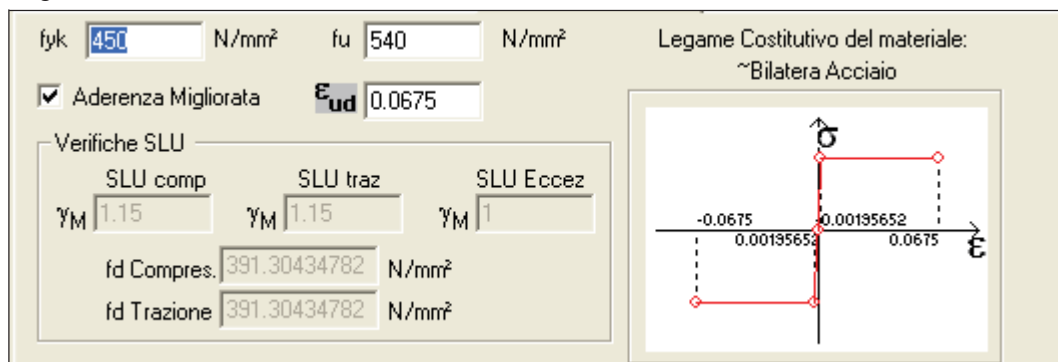
### 5. PRESCRIZIONI RELATIVE ALLE ARMATURE

#### 5.1 CLASSE DI RESISTENZA

Acciaio classe B450C

PROPIETÀ REOLOGICHE	PARAMETRI DI VERIFICA	VALORI DI PROGETTO
$E = 2e+005 \text{ (N/mm}^2\text{)}$ $\nu = 0.300$ $G = 76923 \text{ (N/mm}^2\text{)}$ $P_s = 7.85e-005 \text{ (N/mm}^3\text{)}$ $\alpha = 1.2e-005 \text{ (1/}^\circ\text{C)}$	$f_{yk} = 450 \text{ (N/mm}^2\text{)}$ $\gamma_{M,c} = 1.15$ $\gamma_{M,t} = 1.15$ $\gamma_{M,ecc} = 1$ $f_u = 540 \text{ (N/mm}^2\text{)}$ $\epsilon_{ud} = 0.0675$ Aderenza Migliorata = Si Tipo Armatura = armatura poco sensibile	$f_{cd} = 391.3 \text{ (N/mm}^2\text{)}$ $f_{ctd} = 391.3 \text{ (N/mm}^2\text{)}$

Legame costitutivo acciaio B450C



### 6. DURABILITÀ

Per garantire la durabilità dell'opera in progetto sono state effettuate opportune verifiche agli stati limite di esercizio (SLE), illustrate nella "Relazione Generale di Calcolo", in funzione dell'uso e dell'ambiente in cui la struttura sarà inserita. In particolare è stata verificata la limitazione dell'ampiezza delle fessure nella combinazione SLD. In questa combinazione la struttura è caratterizzata da Condizioni Ambientali Ordinarie, con armature poco sensibili, corrispondenti al Gruppo di Esigenza "a".

Inoltre per garantire la durabilità, con 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 e dinamiche dei materiali e delle strutture. 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 NTC2008.

## 7. SCELTA DEI COPRIFERRI

Nella scelta dei requisiti minimi relativi ai copriferri degli elementi strutturali in c.a., si è tenuto conto delle seguenti prescrizioni:

- 1) Aderenza dei ferri esterni;
- 2) Durabilità delle armature soggette alla corrosione (*si sono seguite a questo proposito le direttive della Circolare n. 617/2009*).

Secondo la tabella C4.1.IV della circolare il ricoprimento minimo per garantire la durabilità è legato alle condizioni ambientali (tabella 4.1.IV delle NTC 2008), oltre che alla Vita Nominale, classe di resistenza del calcestruzzo e forma dell'elemento.

Per le opere in progetto si ha:

- Classe di esposizione XC2 (Bagnato, raramente asciutto);
- Vita Utile di Progetto  $\geq 50$ ;
- Classe di Resistenza del calcestruzzo C28/35.

Nel rispetto delle prescrizioni minime si adotta un copriferro minimo di 30 mm.

Tabella C4.1.IV (Circolare n. 617/2009)

			barre da c.a. elementi a piastra		barre da c.a. altri elementi		cavi da c.a.p. elementi a piastra		cavi da c.a.p. altri elementi	
$C_{min}$	$C_o$	ambiente	$C \geq C_o$	$C_{min} \leq C < C_o$	$C \geq C_o$	$C_{min} \leq C < C_o$	$C \geq C_o$	$C_{min} \leq C < C_o$	$C \geq C_o$	$C_{min} \leq C < C_o$
C25/30	C35/45	ordinario	15	20	20	25	25	30	30	35
C28/35	C40/50	aggressivo	25	30	30	35	35	40	40	45
C35/45	C45/55	molto aggr.	35	40	40	45	45	50	50	50

## 8. CONTROLLI D'INTEGRITÀ DEI PALI

L'efficacia delle palificate in progetto, data la tipologia di opera, risulta dipendere in misura significativa dai procedimenti esecutivi del getto di calcestruzzo, attesa la possibilità di imperfezioni e/o discontinuità lungo lo sviluppo longitudinale del palo. Tenuto conto di ciò, in accordo con il § 6.4.3.6 delle NTC 2008 sono previsti controlli d'integrità dei pali da effettuarsi durante la fase dei getti di calcestruzzo, allo scopo di verificarne l'esecuzione a perfetta regola d'arte. I controlli previsti saranno effettuati mediante carotaggio sonico del calcestruzzo su almeno un palo per ogni tratto di differente tipologia di armatura (*tratti X-Y, Y-Z, Z-W*). Saranno, tuttavia, predisposte verifiche per 3 ÷ 4 pali in ogni tratto di palificata (*corrispondenti al 20% del totale*), in modo tale da intensificare i controlli qualora si verificano anomalie o risultati non soddisfacenti di una prova. Al termine delle prove di integrità i fori eseguiti per i carotaggi dovranno essere reintegrati con iniezioni di malta di

cemento di adeguata densità e addizionata con additivo anti-ritiro in modo da ottenere la completa cementazione dei fori stessi.

Dal punto di vista esecutivo, la prova si conduce facendo scorrere la sonda all'interno del foro di prova, ad intervalli regolari di profondità almeno ogni 5 cm. L'elemento emettitore della sonda, generando un impulso che raggiunge il ricevitore dopo essersi propagato nel calcestruzzo, produce come risultato delle misure una diagrafica a "densità variabile" che visualizza lo stato di integrità oppure la presenza di anomalie del calcestruzzo.

L'esito delle prove dovrà essere registrato in una apposita scheda, che indicherà, per ogni palo:

- i dati identificativi del palo rispetto alla posizione planimetrica;
- l'ora di esecuzione delle varie operazioni di prova;
- la temperatura riscontrata all'atto delle prove;
- il tipo di sonda sonica impiegata;
- le misurazioni effettuate ad ogni avanzamento della sonda;
- il diagramma completo con tutte le misurazioni in funzione degli avanzamenti.

## **9. PRESCRIZIONI PER MURI IN GABBIONI**

I muri in gabbioni, saranno realizzati mediante gabbioni singoli, affiancati e appoggiati l'uno sull'altro, saldamente collegati tra loro mediante legature sino a realizzare una struttura monolitica. I gabbioni consisteranno in parallelepipedi di rete metallica a doppia torsione e maglia esagonale riempiti in sito di pietrame, ciottoli e ghiaia puliti. La rete metallica sarà tessuta con trafilato di ferro a forte zincatura in ragione di 260÷300 g di zinco per metro quadrato di superficie zincata e dovranno rispondere alle Norme di cui alla Circolare del Consiglio Superiore dei LL.PP. n. 2078 del 27/08/1962. Il filo avrà un diametro pari a 2,70 mm.

La rete costituente gli elementi dovrà avere maglie uniformi di dimensioni 8x10, essere esente da strappi ed avere il perimetro rinforzato con filo di diametro maggiorato rispetto a quello della rete stessa, inserito nella trama della rete o ad essa agganciato meccanicamente in modo da impedire lo sfilamento e dare sufficiente garanzia di robustezza. Il filo da impiegare nelle cuciture dovrà avere le stesse caratteristiche di quello usato per la fabbricazione della rete e comunque non dovranno avere diametro inferiore a 2,20 mm.

Le cuciture dovranno essere tali da creare la struttura monolitica ed assicurare la sua massima resistenza in funzione delle caratteristiche delle singole opere. Le cuciture più importanti normalmente dovranno essere effettuate passando un filo continuo dentro ogni maglia e con un doppio giro ogni 25÷30 cm. Il materiale per il riempimento dei gabbioni sarà costituito da pietrame o ciottoli, di composizione compatta, sufficientemente duro, di elevato peso specifico e di natura non geliva. Sarà escluso il pietrame alterabile dall'azione degli agenti atmosferici e dell'acqua con cui l'opera verrà a contatto. Le dimensioni del materiale di riempimento dovranno essere comprese fra 100 e 150% della maggiore dimensione della maglia della rete, salvo diversa prescrizione della Direzione Lavori. Il pietrame dovrà essere assestato in modo da avere il minor numero di vuoti possibile ma senza provocare lo sfiancamento delle pareti dell'elemento e le facce in vista saranno lavorate con le stesse modalità della muratura a secco (l'indice di porosità del gabbione dovrà essere compreso tra 0,3 e 0,4).

La chiusura degli elementi dovrà essere effettuata mediante cuciture, come indicato in precedenza. Dopo la chiusura degli elementi, la rete delle pareti e del coperchio dovrà risultare ben tesa e con i filoni dei bordi tra di loro a contatto, evitando attorcigliamenti.

## **10. PRESCRIZIONI GENERALI**

Per quanto non esplicitamente indicato nella presente relazione vale quanto prescritto dai seguenti riferimenti tecnici:

- Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni di cui al D.M. 14 gennaio 2008;

- Circolare 2 febbraio 2009, n. 617 - Istruzioni per l'applicazione NTC 2008;
- UNI EN 197-1:2007 - Cemento - Parte 1: Composizione, specificazioni e criteri di conformità per cementi comuni;
- UNI EN 12620:2008 - Aggregati per calcestruzzo;
- UNI EN 934-2:2007 - Additivi per calcestruzzo, malta e malta per iniezione - Parte 2: Additivi per calcestruzzo
- Definizioni, requisiti, conformità, marcatura ed etichettatura;
- UNI EN 1008:2003 - Acqua d'impasto per il calcestruzzo;
- UNI EN 206-1:2006 - Calcestruzzo - Parte 1: Specificazione, prestazione, produzione e conformità;
- UNI ENV 13670-1:2001 - Esecuzione di strutture di calcestruzzo - Requisiti comuni;
- Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici - Servizio Tecnico Centrale Febbraio 2008 - Linee guida per la messa in opera del calcestruzzo strutturale e per la valutazione delle caratteristiche meccaniche del calcestruzzo indurito mediante prove non distruttive;
- UNI EN 10025-1:2005 - Prodotti laminati a caldo di acciai per impieghi strutturali - Parte 1: Condizioni tecniche generali di fornitura.

Il progettista strutturale  
Ing. Ferdinando Paribello

---