



**Finanziato
dall'Unione europea**
NextGenerationEU



Italiadomani
PIANO NAZIONALE DI RIPRESA E RESILIENZA



Mims
Ministero delle infrastrutture
e della mobilità sostenibili

PIANO NAZIONALE DI RIPRESA E RESILIENZA M2C4 - I4.1

"INVESTIMENTI IN INFRASTRUTTURE IDRICHE PRIMARIE PER LA SICUREZZA DELL'APPROVVIGIONAMENTO IDRICO"



CONSORZIO DI BONIFICA
della romagna occidentale

PROGETTO DI MESSA IN SICUREZZA E INCREMENTO DELLA RESILIENZA IDRICO-IDRAULICA DEI TERRITORI SOTTESI DAL CANALE "FOSSO VECCHIO" MEDIANTE COSTRUZIONE DI UNA CASSA DI ESPANSIONE CON FUNZIONE DI LAMINAZIONE DELLE PIENE E DI INVASO PER L'EFFICIENTAMENTO DELLA PRATICA IRRIGUA DA CANALI A RETE TUBATA IN PRESSIONE, NEI COMUNI DI BAGNACAVALLO, COTIGNOLA E FAENZA IN PROVINCIA DI RAVENNA.

CUP I41B21003430008

CODICE INTERVENTO PNRR-M2C4-I4.1-A2-2

PROGETTO GENERALE DEFINITIVO

ALL. 1.12.5

VANO TECNICO DI POMPAGGIO "BONCELLINO"- R05 RELAZIONE SUI MATERIALI



IL PROGETTISTA
Dott. Ing. Elvio Cangini
Firmato digitalmente

IL PROGETTISTA STRUTTURALE
Dott. Ing. Vittorio Suprani
Firmato digitalmente

LUGO, 20/06/2022

SOMMARIO

5.	RELAZIONE DI CALCOLO SUI MATERIALI.....	1
5.1.	Materiali c.a.	1
5.2.	Materiali c.a.	1
5.3.	Curve di materiali c.a.	2
5.4.	Armature	3
5.5.	Acciai	4
5.5.1.	Proprietà acciai base	4
5.5.2.	Proprietà acciai CNR 10011.....	4
5.5.3.	Proprietà acciai CNR 10022.....	4
5.5.4.	Proprietà acciai EC3.....	4
5.6.	Materiali legno	4

5. RELAZIONE DI CALCOLO SUI MATERIALI

5.1. Materiali c.a.

5.2. Materiali c.a.

Descrizione: descrizione o nome assegnato all'elemento.

Rck: resistenza caratteristica cubica; valore medio nel caso di edificio esistente. [daN/cm²]

E: modulo di elasticità longitudinale del materiale per edifici o materiali nuovi. [daN/cm²]

G: modulo di elasticità tangenziale del materiale, viene impiegato nella modellazione di aste e di elementi guscio a comportamento ortotropo. [daN/cm²]

v: coefficiente di Poisson. Il valore è adimensionale.

γ: peso specifico del materiale. [daN/cm³]

α: coefficiente longitudinale di dilatazione termica. [°C⁻¹]

Descrizione	Rck	E	G	v	γ	α
C28/35	350	325881	Default (148127,76)	0.1	0.0025	0.00001
C28/35_1	350	325881	Default (148127,76)	0.1	0.0025	0.00001
C28/35-pareti	350	163000	Default (74090,91)	0.1	0.0025	0.00001

Di seguito si danno indicazioni in merito ai processi di manutenzione ed alle procedure di posa in opera, facendo riferimento alla norma UNI EN 13670, alle "Linee guida per la messa in opera del calcestruzzo strutturale" ed alle "Linee guida per la valutazione delle caratteristiche del calcestruzzo in opera" elaborate e pubblicate dal Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici.

Nel progetto in esame si prescrive l'impiego di:

ELEMENTI	CLASSE DI RESISTENZA	CLASSE DI CONSISTENZA	CLASSE DI ESPOSIZIONE AMBIENTALE	DIAMETRO MASSIMO INERTI
Fondazione	C28/35	S5	XC2	25 mm
Pareti	C28/35	S5	XC1	20 mm
Pilastrì	C28/35	S5	XC1	20 mm
Solaio, travi	C28/35	S5	XC1	20 mm

Messa in opera del calcestruzzo

La messa in opera del calcestruzzo, a cura dell'impresa esecutrice dei lavori, comprende anche le operazioni di movimentazione, compattazione e maturazione del materiale nelle apposite casseforme.

Per assicurare la migliore riuscita del getto, la messa in opera del calcestruzzo richiede una serie di verifiche preventive che riguardano, oltre che le casseforme ed i ferri di armatura, anche l'organizzazione e l'esecuzione delle operazioni di getto, di protezione e di maturazione del calcestruzzo.

Fornitura del calcestruzzo: la fornitura del calcestruzzo dal mezzo di trasporto al punto di scarico deve essere scelta e concordata con l'impresa esecutrice del prodotto, tenendo in considerazione le caratteristiche del calcestruzzo allo stato fresco, l'elemento da realizzare e la logistica di cantiere.

Movimentazione del calcestruzzo: il mezzo di movimentazione (benna o nastro trasportatore) viene scelto in funzione delle peculiarità dell'opera e delle caratteristiche del calcestruzzo allo stato fresco, dall'elemento da realizzare e dalla distanza tra il punto di arrivo del mezzo e quello di getto, delle condizioni climatiche, delle attrezzature di compattazione disponibili, dalla conformazione delle casseforme e dalla velocità di avanzamento prevista. Per il caso in oggetto si prevede l'impiego di pompa e si prescrive una altezza di getto massima di 50 cm, pertanto è consigliabile l'impiego di un tubo getto con tramoggia/tubo di gomma flessibile che permetta l'immissione del calcestruzzo all'interno dei casseri.

Operazioni di getto: in considerazione dell'importanza delle operazioni di getto è necessario che l'impresa esecutrice comunichi con dovuto anticipo al Direttore dei Lavori il programma dei getti. I getti avranno inizio solo dopo che il D.L. ha verificato la preparazione e la rettifica dei piani di posa, la pulizia delle casseforme, la posizione e la corrispondenza al progetto delle armature e del copriferro, la posizione degli inserti (giunti, water stop, ecc.), la stesura del disarmante sul rivestimento delle casseforme o l'umidificazione a rifiuto delle superfici assorbenti dei rivestimenti delle casseforme.

Riprese di getto: per quanto possibile i getti devono essere eseguiti senza soluzione di continuità, in modo tale da evitare le riprese e conseguire la necessaria continuità strutturale; per raggiungere questo obiettivo è opportuno ridurre al minimo il tempo di ricopertura tra gli strati successivi in modo tale che mediante vibrazione si ottenga la monoliticità del calcestruzzo. Qualora siano inevitabili le riprese di getto, occorre lasciare la superficie quanto più corrugata in modo tale da migliorare l'adesione con il getto successivo. In questo caso, sarà necessario programmare la consegna del calcestruzzo in modo tale che ogni strato sia disposto sul precedente quando questo è ancora allo stato plastico, evitando "giunti freddi".

Compattazione del calcestruzzo: quando il calcestruzzo fresco è gettato nella casseforma contiene molti vuoti e tasche d'aria. Se il calcestruzzo indurisse in questa condizione risulterebbe disomogeneo, poroso, poco resistente e scarsamente aderente alle barre di armatura. Per raggiungere le proprietà desiderate il calcestruzzo deve essere compattato mediante vibrazione e battitura e battitura dei casseri, in particolare per il getto dei pilastrì e delle pareti si avrà cura di procedere alla battitura dei casseri dopo circa un'ora dalla fine del getto dell'elemento al fine di consentire il distacco della malta dai casseri e un completo assestamento del getto.

Processo di maturazione

Dopo la messa in opera e la compattazione, il calcestruzzo deve essere maturato e protetto dall'essiccamento in modo tale da evitare modifiche dell'idratazione del cemento, ridurre il ritiro in fase plastica e nella fase iniziale dell'indurimento (1-7 giorni), far raggiungere un'adeguata compattezza e durabilità della superficie, migliorare la protezione nei riguardi delle condizioni climatiche e/o danni di tipo meccanico ed evitare vibrazioni/impatti/danneggiamenti sia alla struttura che alla superficie in fase di indurimento.

Durante la maturazione il calcestruzzo fresco sviluppa gradualmente le sue proprietà per effetto della progressiva idratazione del cemento; la velocità di idratazione dipende dalle condizioni climatiche d'esposizione e dalle modalità di scambio d'umidità e calore tra calcestruzzo ed ambiente circostante: per consentire una corretta maturazione è necessario mantenere costantemente umida la struttura realizzata.

La durata della maturazione protetta dei getti deve essere garantita dai 3 ai 7 giorni consecutivi.

Si prevede una maturazione "ordinaria" del calcestruzzo, ovvero che avvenga a temperature ambiente (5-32°C) con esclusione di ogni intervento esterno di riscaldamento o raffreddamento.

5.3. Curve di materiali c.a.

Descrizione: descrizione o nome assegnato all'elemento.

Curva: curva caratteristica.

Reaz.traz.: reagisce a trazione.

Comp.frag.: ha comportamento fragile.

E.compr.: modulo di elasticità a compressione. [daN/cm²]

Incr.compr.: incrudimento di compressione. Il valore è adimensionale.

EpsEc: ϵ elastico a compressione. Il valore è adimensionale.

EpsUc: ϵ ultimo a compressione. Il valore è adimensionale.

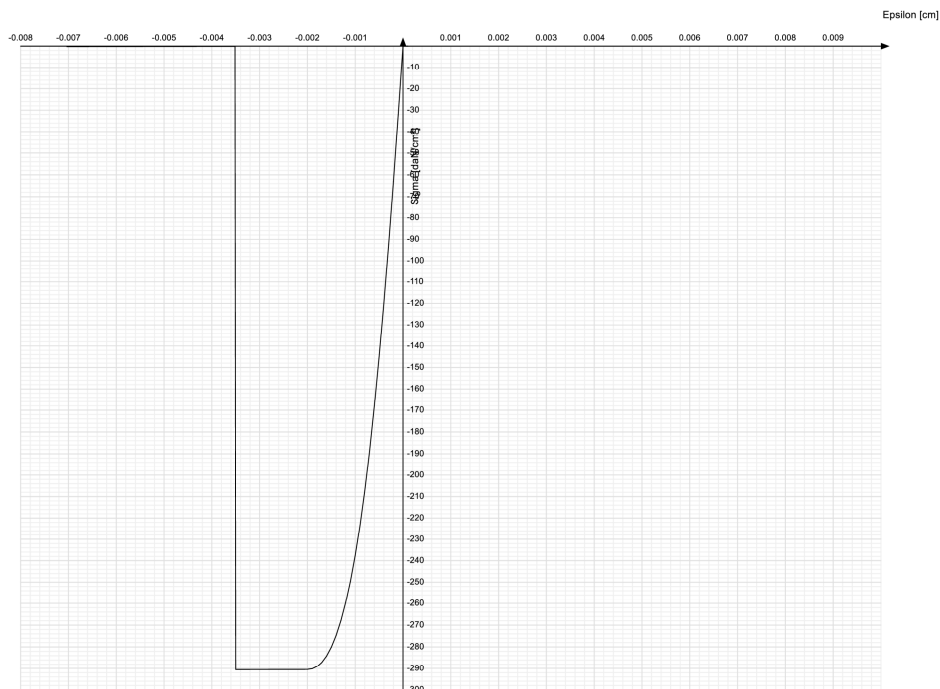
E.traz.: modulo di elasticità a trazione. [daN/cm²]

Incr.traz.: incrudimento di trazione. Il valore è adimensionale.

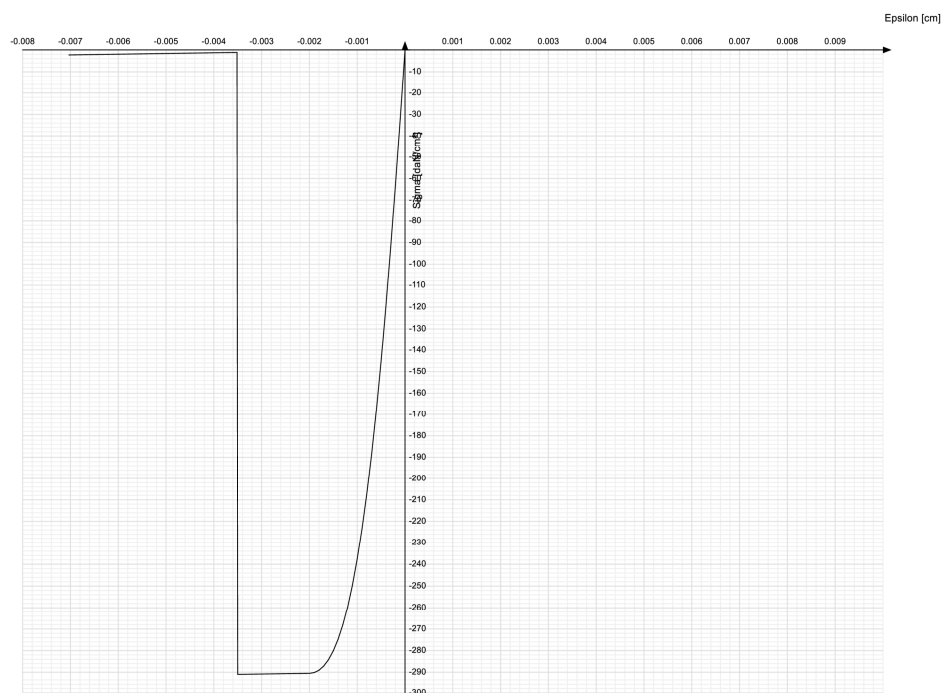
EpsEt: ϵ elastico a trazione. Il valore è adimensionale.

EpsUt: ϵ ultimo a trazione. Il valore è adimensionale.

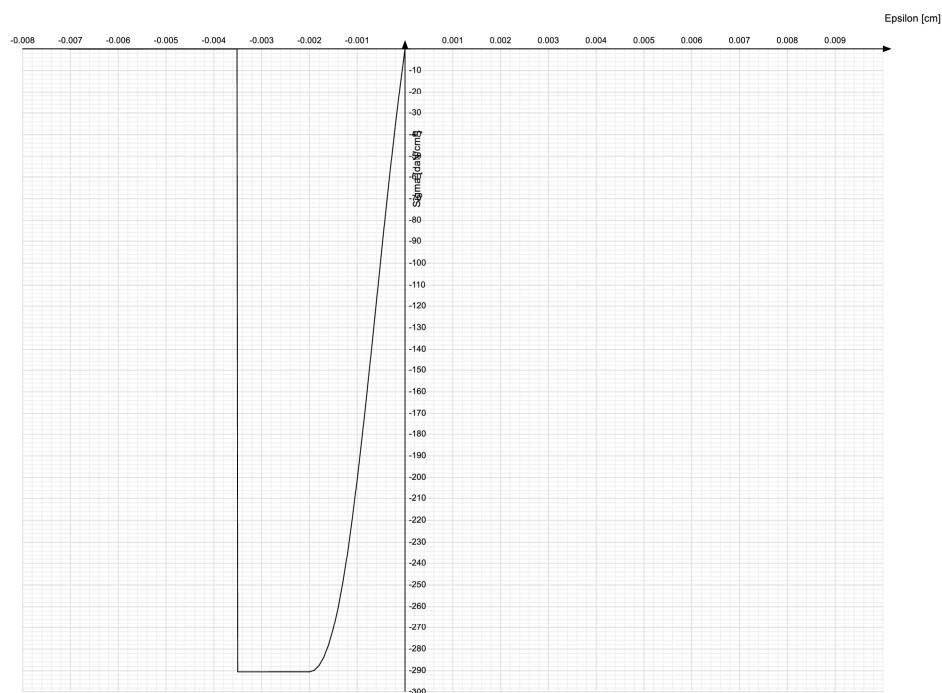
Descrizione	Curva									
	Reaz.traz.	Comp.frag.	E.compr.	Incr.compr.	EpsEc	EpsUc	E.traz.	Incr.traz.	EpsEt	EpsUt
C28/35	No	Si	325881.08	0.0001	-0.002	-0.0035	325881.08	0.0001	0.0000609	0.000067



Descrizione	Curva									
	Reaz.traz.	Comp.frag.	E.compr.	Incr.compr.	EpsEc	EpsUc	E.traz.	Incr.traz.	EpsEt	EpsUt
C28/35_1	No	Si	325881.08	0.001	-0.002	-0.0035	325881.08	0.001	0.0000609	0.000067



Descrizione	Curva									
	Reaz.traz.	Comp.frag.	E.compr.	Incr.compr.	EpsEc	EpsUc	E.traz.	Incr.traz.	EpsEt	EpsUt
C28/35-pareti	No	Si	163000	0.0001	-0.002	-0.0035	163000	0.0001	0.0001217	0.0001339



5.4. Armature

Descrizione: descrizione o nome assegnato all'elemento.

fyk: resistenza caratteristica. [daN/cm²]

σamm.: tensione ammissibile. [daN/cm²]

Tipo: tipo di barra.

E: modulo di elasticità longitudinale del materiale per edifici o materiali nuovi. [daN/cm²]

γ: peso specifico del materiale. [daN/cm³]

ν: coefficiente di Poisson. Il valore è adimensionale.

α: coefficiente longitudinale di dilatazione termica. [°C⁻¹]

Livello di conoscenza: indica se il materiale è nuovo o esistente, e in tal caso il livello di conoscenza secondo Circ.617 02/02/09 §C8A. Informazione impiegata solo in analisi D.M. 14-01-08 (N.T.C.) e D.M. 17-01-18 (N.T.C.).

Descrizione	f _{yk}	σ _{amm.}	Tipo	E	ν	v	α	Livello di conoscenza
B450C	4500	2550	Aderenza migliorata	2060000	0.00785	0.3	0.000012	Nuovo

5.5. Acciai

5.5.1. Proprietà acciai base

Descrizione: descrizione o nome assegnato all'elemento.

E: modulo di elasticità longitudinale del materiale per edifici o materiali nuovi. [daN/cm²]

G: modulo di elasticità tangenziale del materiale, viene impiegato nella modellazione di aste e di elementi guscio a comportamento ortotropo. [daN/cm²]

ν: coefficiente di Poisson. Il valore è adimensionale.

γ: peso specifico del materiale. [daN/cm³]

α: coefficiente longitudinale di dilatazione termica. [°C⁻¹]

Descrizione	E	G	ν	γ	α
S235	2100000	Default (807692.31)	0.3	0.00785	0.000012

5.5.2. Proprietà acciai CNR 10011

Descrizione: descrizione o nome assegnato all'elemento.

Tipo: descrizione per norma.

f_y(s≤40 mm): resistenza di snervamento f_y per spessori ≤40 mm. [daN/cm²]

f_y(s>40 mm): resistenza di snervamento f_y per spessori >40 mm. [daN/cm²]

f_u(s≤40 mm): resistenza di rottura per trazione f_u per spessori ≤40 mm. [daN/cm²]

f_u(s>40 mm): resistenza di rottura per trazione f_u per spessori >40 mm. [daN/cm²]

Prosp. Omega: prospetto per coefficienti Omega.

σ amm.(s≤40 mm): σ ammissibile per spessori ≤40 mm. [daN/cm²]

σ amm.(s>40 mm): σ ammissibile per spessori >40 mm. [daN/cm²]

fd(s≤40 mm): resistenza di progetto fd per spessori ≤40 mm. [daN/cm²]

fd(s>40 mm): resistenza di progetto fd per spessori >40 mm. [daN/cm²]

Descrizione	Tipo	f _y (s≤40 mm)	f _y (s>40 mm)	f _u (s≤40 mm)	f _u (s>40 mm)	Prosp. Omega	σ amm.(s≤40 mm)	σ amm.(s>40 mm)	fd(s≤40 mm)	fd(s>40 mm)
S235	FE360	2350	2150	3600	3400	II	1600	1400	2350	2100

5.5.3. Proprietà acciai CNR 10022

Descrizione: descrizione o nome assegnato all'elemento.

Tipo: descrizione per norma.

f_y: resistenza di snervamento f_y. [daN/cm²]

f_u: resistenza di rottura f_u. [daN/cm²]

fd: resistenza di progetto fd. [daN/cm²]

Prospetto omega sag.fr.(s<3mm): prospetto coeff. omega per spessori < 3 mm.

Prospetto omega sag.fr.(s≥3mm): prospetto coeff. omega per spessori ≥ 3 mm.

Prospetti σ crit. Eulero: prospetti σ critiche euleriane.

Descrizione	Tipo	f _y	f _u	fd	Prospetto omega sag.fr.(s<3mm)	Prospetto omega sag.fr.(s≥3mm)	Prospetti σ crit. Eulero
S235	FE360	2350	3600	2350	b	c	l

5.5.4. Proprietà acciai EC3

Descrizione: descrizione o nome assegnato all'elemento.

Tipo: descrizione per norma.

f_y(s≤40 mm): resistenza di snervamento f_y per spessori ≤40 mm. [daN/cm²]

f_y(s>40 mm): resistenza di snervamento f_y per spessori >40 mm. [daN/cm²]

f_u(s≤40 mm): resistenza di rottura per trazione f_u per spessori ≤40 mm. [daN/cm²]

f_u(s>40 mm): resistenza di rottura per trazione f_u per spessori >40 mm. [daN/cm²]

Descrizione	Tipo	f _y (s≤40 mm)	f _y (s>40 mm)	f _u (s≤40 mm)	f _u (s>40 mm)
S235	S235	2350	2150	3600	3600

5.6. Materiali legno

Descr.: descrizione o nome assegnato all'elemento.

E: modulo di elasticità longitudinale del materiale per edifici o materiali nuovi. [daN/cm²]

G: modulo di elasticità tangenziale del materiale, viene impiegato nella modellazione di aste e di elementi guscio a comportamento ortotropo. [daN/cm²]

Pois.: coefficiente di Poisson. Il valore è adimensionale.

Gam.: peso specifico del materiale. [daN/cm³]

α: coefficiente longitudinale di dilatazione termica. [°C⁻¹]

Lavorazione: tipo di lavorazione.

σ_{m,amm}: tensione ammissibile per flessione. [daN/cm²]

St_{0,a}: tensione ammissibile per trazione parallela alle fibre. [daN/cm²]

St_{90,a}: tensione ammissibile per trazione ortogonale alle fibre. [daN/cm²]

Sc_{0,a}: tensione ammissibile per compressione parallela alle fibre. [daN/cm²]

Sc_{90,a}: tensione ammissibile per compressione ortogonale alle fibre. [daN/cm²]

Tau_a: τ ammissibile. [daN/cm²]

f_{m,k}: resistenza caratteristica per flessione. [daN/cm²]

f_{t,0,k}: resistenza caratteristica per trazione parallela alle fibre. [daN/cm²]

f_{t,90,k}: resistenza caratteristica per trazione ortogonale alle fibre. [daN/cm²]

f_{c,0,k}: resistenza caratteristica per compressione parallela alle fibre. [daN/cm²]

f_{c,90,k}: resistenza caratteristica per compressione ortogonale alle fibre. [daN/cm²]

f_{v,k}: resistenza caratteristica a taglio. [daN/cm²]

E0,05: modulo di elasticità parallelo alla fibratura 5-percentile. [daN/cm²]

G0,05: modulo di elasticità tangenziale parallelo alla fibratura 5-percentile. [daN/cm²]

Essenza: essenza, specie, di legno.

pk: massa volumica caratteristica 5-percentile. [daN/(cm/s²)/cm³]

pm: massa volumica media. [daN/(cm/s²)/cm³]

Descr.	E	G	Pois	Gam.	α	Lavorazione	$\sigma_{m,am}$	St,0,a	St,90,a	Sc,0,a	Sc,90,a	Tau,a	fm,k	ft,0,k	ft,90,k	fc,0,k	fc,90,k	fv,k	E0,05	G0,05	Essenza	pk	pm
C20 EN 338:2016	9.5E4	5900	0.25	4.0E-4	1.0E-5	Massiccio	200	115	4	190	23	36	200	115	4	190	23	36	6.4E4	3975	Conifere	3.3E-7	4.0E-7