

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



## U.O. COORDINAMENTO NO CAPTIVE E INGEGNERIA DI SISTEMA

### PROGETTO DEFINITIVO

NODO INTERMODALE DI BRINDISI  
INFRASTRUTTURA DI COLLEGAMENTO DELL'AREA INDUSTRIALE  
RETRO-PORTUALE DI BRINDISI CON INFRASTRUTTURA FERROVIARIA  
NAZIONALE

### OPERE CONNESSE ALLA SICUREZZA

Vasche interrato per riserva idrica - Relazione di calcolo della platea di fondazione

SCALA:

-

COMMESSA LOTTO FASE ENTE TIPO DOC. OPERA/DISCIPLINA PROGR. REV.

I A 7 L 0 0 D 1 0 C L O C 0 1 0 0 0 0 1 B

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	Emissione Esecutiva	L.Dinelli	Maggio 2020	L.Giannini	Maggio 2020	T.Paoletti	Maggio 2020	L.Berardi Maggio 2021
B	Emissione Esecutiva	L.Dinelli	Maggio 2021	L.Giannini	Maggio 2021	T.Paoletti	Maggio 2021	L.Berardi Maggio 2021



File: IA7L00D10CLOC0100001B

n. Elab.:

**OPERE CONNESSE ALLA SICUREZZA** Vasche  
interrate per riserva idrica - Relazione di calcolo della  
platea di fondazione

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA7L	00	D10	CL OC0100 001	B	2 di 21

## INDICE

1	PREMESSA.....	3
2	SCOPO DEL DOCUMENTO .....	5
3	NORMATIVA E DOCUMENTI DI RIFERIMENTO.....	6
3.1	NORMATIVA .....	6
3.2	ELABORATI DI RIFERIMENTO.....	6
4	UNITA' DI MISURA.....	7
5	CARATTERISTICHE DEI MATERIALI STRUTTURALI .....	7
5.1	CALCESTRUZZO .....	7
5.2	ACCIAIO DI ARMATURA – BARRE .....	8
6	CARATTERIZZAZIONE E CRITERI DI PROGETTAZIONE GEOTECNICA .....	10
7	SOLETTA DI FONDAZIONE .....	11
8	INCIDENZE.....	21

## 1 PREMESSA

Nelle immediate vicinanze della stazione di Brindisi è presente una complessa realtà industriale principalmente legata al Porto e al polo petrolchimico. Il collegamento tra l'aera portuale e la stazione di Brindisi, ad oggi, è fortemente penalizzato da una moltitudine di intersezioni a raso all'interno di un'area fortemente urbanizzata.

Obiettivo della presente progettazione consiste nell'incentivare il traffico merci su ferro integrando il sistema portuale con il sistema ferroviario riducendo in questo modo le interferenze tra le attività di terminalizzazione ed il traffico urbano. Tale intervento presenta elevati vantaggi in termini di sicurezza in quanto, oltre ad allontanare il traffico merci da un tessuto urbano costituito da numerosi passaggi a livello, concentra le operazioni di manovra dei treni merci all'interno della nuova "stazione elementare".



Scopo della presente progettazione è la realizzazione del completamento dell'infrastruttura di collegamento dell'area industriale retro-portuale di Brindisi con l'Infrastruttura Ferroviaria Nazionale.

Il progetto si compone di due lotti:

Lotto 1: opere a carico del Comune di Brindisi (a cura del Comune e in corso di realizzazione):

**OPERE CONNESSE ALLA SICUREZZA** Vasche  
interrate per riserva idrica - Relazione di calcolo della  
platea di fondazione

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA7L	00	D10	CL OC0100 001	A	4 di 21

- Binario di corretto tracciato (Binario III) e precedenza in sinistra (Binario IV) della suddetta nuova Stazione Elementare;
- Nuova tratta ferroviaria di collegamento tra la Dorsale del Consorzio ASI di Brindisi (Porto di Brindisi) e la nuova Stazione Elementare per l'arrivo/partenza di treni merci a modulo 750m (circa 1,78 Km)

Lotto 2: opere a carico di RFI, oggetto della presente progettazione:

- Binari I e II della nuova stazione per l'arrivo/partenza treni di merci a modulo 750m
- Completamento posa Binari III e IV e adeguamento sede già realizzata per garantire lo stazionamento per l'intero sviluppo del Modulo di stazione da 750 m
- Nuova tratta ferroviaria di collegamento tra la suddetta nuova Stazione Elementare e la linea Bari – Lecce (OO.CC. + armamento)
- Posto di comunicazione e bivio di collegamento della nuova tratta con la Linea Adriatica (al km 764+230 circa della linea Bari – Lecce)
- Impianti di trazione elettrica e apparati tecnologici della nuova stazione merci, della tratta di collegamento tra questa e la Linea Adriatica e del bivio sulla Linea Adriatica per l'allaccio della nuova linea.

Pertanto, il progetto risponde ai seguenti obiettivi:

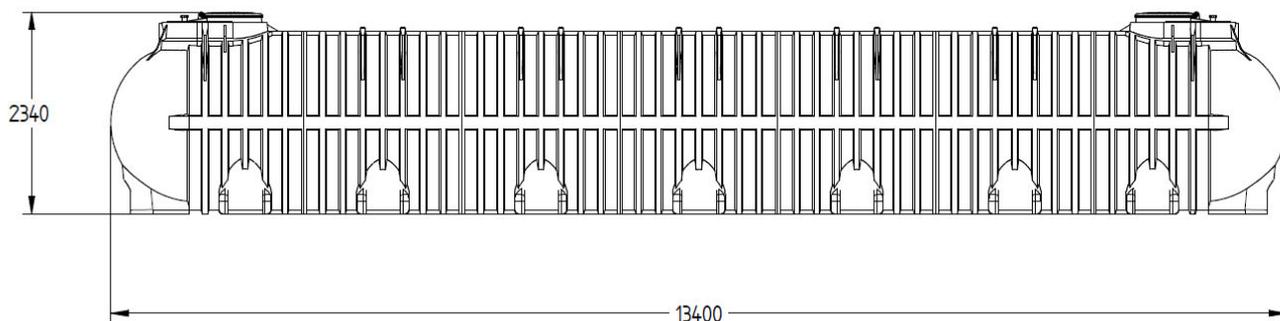
- Realizzazione di una stazione a modulo 750 m, coerentemente con gli standard europei di trasporto merci;
- Velocizzazione delle attività di manovra e terminalizzazione, per accesso diretto dei treni provenienti da nord in una stazione dedicata a traffico merci, con itinerari di arrivo a 60 km/h;
- Integrazione del sistema ferroviario con quello portuale;
- Riduzione delle interferenze tra le attività di terminalizzazione su ferro e il traffico urbano, con vantaggi soprattutto in termini di sicurezza;
- Incentivo al traffico merci su ferro;
- Separazione del traffico merci, in parte altamente pericolose, dal traffico viaggiatori in stazione di Brindisi centrale.

**OPERE CONNESSE ALLA SICUREZZA** Vasche  
interrate per riserva idrica - Relazione di calcolo della  
platea di fondazione

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA7L	00	D10	CL OC0100 001	A	5 di 21

## 2 SCOPO DEL DOCUMENTO

La presente relazione è relativa al calcolo della platea in c.a. di appoggio ai serbatoi interrati per riserva idrica. I serbatoi sono costituiti da moduli prefabbricati in PEAD da 43870 l accoppiati nel verso della loro lunghezza. Questi sono interrati ed appoggiati su quattro punti di appoggio su una soletta in c.a. di spessore 30 cm che è oggetto di analisi e verifica al capitolo 7. Si precisa che non è prevista la carrabilità dell'opera



**OPERE CONNESSE ALLA SICUREZZA** Vasche interrato per riserva idrica - Relazione di calcolo della platea di fondazione

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA7L	00	D10	CL OC0100 001	A	6 di 21

### 3 NORMATIVA E DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

#### 3.1 Normativa

Le analisi strutturali e le verifiche di sicurezza sono state effettuate in accordo con le seguenti normative.

- D.M. 17 gennaio 2018 - Norme Tecniche per le Costruzioni;
- Circolare 21 gennaio 2019 n.7 " Istruzioni per l'applicazione dell'«Aggiornamento delle "Norme tecniche per le costruzioni"» di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018";
- RFI DTC SI MA IFS 001 E del 31.12.2020- "MANUALE DI PROGETTAZIONE DELLE OPERE CIVILI".
- Capitolato speciale di appalto delle opera civili
- Regolamento (UE) N.1299/2014 della Commissione del 18 Novembre 2014 relativo alle specifiche tecniche di interoperabilità per il sottosistema "infrastruttura" del sistema ferroviario dell'Unione europea
- Eurocodice 1 – Azioni sulle strutture, Parte 1-4: Azioni in generale – Azioni del vento (UNI EN 1991-1-4)

#### 3.2 Elaborati di riferimento

Costituiscono parte integrante di quanto esposto nel presente documento, l'insieme degli elaborati di progetto specifici relativi all'opera in esame e riportati in elenco elaborati.

GEOTECNICA																				
Relazione geotecnica generale	I	A	7	L	0	0	D	1	0	G	E	G	E	0	0	0	6	0	0	1
Profilo geotecnico tratto in linea	I	A	7	L	0	0	D	1	0	F	6	G	E	0	0	0	6	0	0	2
<b>OPERE CONNESSE ALLA SICUREZZA</b>																				
NV06 - Viabilità accesso VVFF																				
Planoprofilo di progetto con dati di tracciamento	I	A	7	L	0	0	D	1	0	L	7	N	V	0	6	0	0	0	0	1
Vasche interrato per riserva idrica																				
Relazione di calcolo della platea di fondazione	I	A	7	L	0	0	D	1	0	C	L	O	C	0	1	0	0	0	0	1
Carpenterie e scavi	I	A	7	L	0	0	D	1	0	P	7	O	C	0	1	0	0	0	0	1

**OPERE CONNESSE ALLA SICUREZZA** Vasche  
interrate per riserva idrica - Relazione di calcolo della  
platea di fondazione

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA7L	00	D10	CL OC0100 001	A	7 di 21

## 4 UNITA' DI MISURA

Le unità di misura usate nella presente relazione sono:

- lunghezze [m]
- forze [kN]
- momenti [kNm]
- tensioni [MPa]

## 5 CARATTERISTICHE DEI MATERIALI STRUTTURALI

### 5.1 Calcestruzzo

Resistenza caratteristica a compressione su cubi (N/mm<sup>2</sup>)

$$R_{ck} := 35.00$$

valore del coefficiente di sicurezza  $\gamma$  M=1.5

Resistenza caratteristica cilindrica a compressione (N/mm<sup>2</sup>)

$$f_{ck} := 0.83 \cdot R_{ck} = 29.05$$

Resistenza cilindrica media a compressione (N/mm<sup>2</sup>)

$$f_{cm} := f_{ck} + 8 = 37.05$$

Resistenza media a trazione semplice (N/mm<sup>2</sup>)

$$f_{ctm} := 0.30 \cdot f_{ck}^{\frac{2}{3}} = 2.835$$

Resistenza media a trazione per flessione (N/mm<sup>2</sup>)

$$f_{ctfm} := 1.2 \cdot 0.30 \cdot f_{ck}^{\frac{2}{3}} = 3.402$$

Resistenza caratteristica a trazione , frattile 5% (N/mm<sup>2</sup>)

$$f_{ctk.5\%} := 0.7 \cdot f_{ctm} = 1.984$$

Resistenza caratteristica a trazione , frattile 95% (N/mm<sup>2</sup>)

$$f_{ctk.95\%} := 1.3 \cdot f_{ctm} = 3.685$$

**OPERE CONNESSE ALLA SICUREZZA Vasche**  
**interrate per riserva idrica - Relazione di calcolo della**  
**platea di fondazione**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA7L	00	D10	CL OC0100 001	A	8 di 21

Resistenza di calcolo a compressione (N/mm<sup>2</sup>)

$$f_{cd} := \frac{0.85 \cdot f_{ck}}{1.5} = 16.462$$

Resistenza di calcolo a compressione per spessori minori di 50 mm(N/mm<sup>2</sup>)

$$f_{cd.50} := 0.8 \cdot \frac{0.85 \cdot f_{ck}}{1.5} = 13.169$$

Resistenza di calcolo a trazione , frattile 5% (N/mm<sup>2</sup>)

$$f_{ctd.5\%} := \frac{f_{ctk.5\%}}{1.5} = 1.323$$

Resistenza di calcolo a trazione , frattile 5% per spessori minori di 50 mm (N/mm<sup>2</sup>)

$$f_{ctd.50.5\%} := 0.8 f_{ctd.5\%} = 1.058$$

Modulo elastico istantaneo medio del calcestruzzo (N/mm<sup>2</sup>)

$$E_{cm} := 22000 \cdot \left( \frac{f_{ck} + 8}{10} \right)^{0.3} = 32588.11$$

Valore del coefficiente di sicurezza per addensamento di barre  $\gamma_M=1$

Tensione tangenziale di aderenza caratteristica (5%) per  $\phi < 32$  (N/mm<sup>2</sup>)

$$f_{bk} := 2.25 \cdot 1 \cdot f_{ctk.5\%} = 4.465$$

Tensione tangenziale di aderenza di calcolo (N/mm<sup>2</sup>)

$$f_{bd} := \frac{f_{bk}}{1.5} = 2.977$$

Coefficiente di Poisson del calcestruzzo in stadio non fessurato  $\mu = 0.2$

Coefficiente di Poisson del calcestruzzo in stadio fessurato  $\mu = 0.0$

Coefficiente di dilatazione termica  $\alpha = 0.00001$

## 5.2 Acciaio di armatura – barre

Si adotta acciaio tipo B450C come previsto al punto 11.3.2.1 delle NTC2018, per il quale si possono assumere le seguenti caratteristiche:

Resistenza a trazione – compressione:

**OPERE CONNESSE ALLA SICUREZZA** Vasche  
interrate per riserva idrica - Relazione di calcolo della  
platea di fondazione

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA7L	00	D10	CL OC0100 001	A	9 di 21

$f_{tk} = 540 \text{ N/mm}^2$  = Resistenza caratteristica di rottura

$f_{yk} = 450 \text{ N/mm}^2$  = Resistenza caratteristica a snervamento

$f_{yd} = 391.3 \text{ N/mm}^2$  = Resistenza di calcolo s  $\gamma_k f_{yk}$

dove:

$\gamma_s = 1.15$  = Coefficiente parziale di sicurezza relativo all'acciaio.

Modulo Elastico:

$E_s = 210000 \text{ N/mm}^2$

**OPERE CONNESSE ALLA SICUREZZA** Vasche  
 interrate per riserva idrica - Relazione di calcolo della  
 platea di fondazione

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA7L	00	D10	CL OC0100 001	A	10 di 21

## 6 CARATTERIZZAZIONE E CRITERI DI PROGETTAZIONE GEOTECNICA

L'interpretazione delle prove in sito e di laboratorio ha condotto alla definizione dei seguenti valori dei parametri meccanici per i terreni tipo individuati:

Unità	$\gamma$	$\varphi'$	$c'$	$c_u$	OCR	Cs	Cc	$G_0$	$E_{op}$	$k_v$
	kN/m <sup>3</sup>	(°)	(kPa)	(kPa)				(MPa)	(MPa)	
Ls(ms)	19	26÷30	0÷5	60÷120	3,0	0,035	0,190	35÷45	9÷11	1E-07
SL	19	32÷35	0	-	1,0	-	-	0 ÷ 100 fino a 4.5 m da pc 85 ÷ 110 oltre 4.5 m da pc	18 ÷ 25 fino a 4.5 m da pc 21 ÷ 28 oltre 4.5 m da pc	1E-06
LS(ga)	19.5	28÷30	5÷10	50÷100	2,0÷3,0	0,036	0,228	110÷150	28÷38	1E-07
AL	20	24÷28	10÷20	$0,22\sigma'_v, OCR^{0,8}$ (OCR=2)	1,0÷2,0	0,045	0,183	$G_0 = 85 \cdot (\sigma'_{v0}/p_a)^{0,65}$ (falda considerata al p.c.)	$(2,5 \cdot G_0) / 10$	1E-09
Cal	21	32÷35	0	-	-	-	-	-	100	1E-06

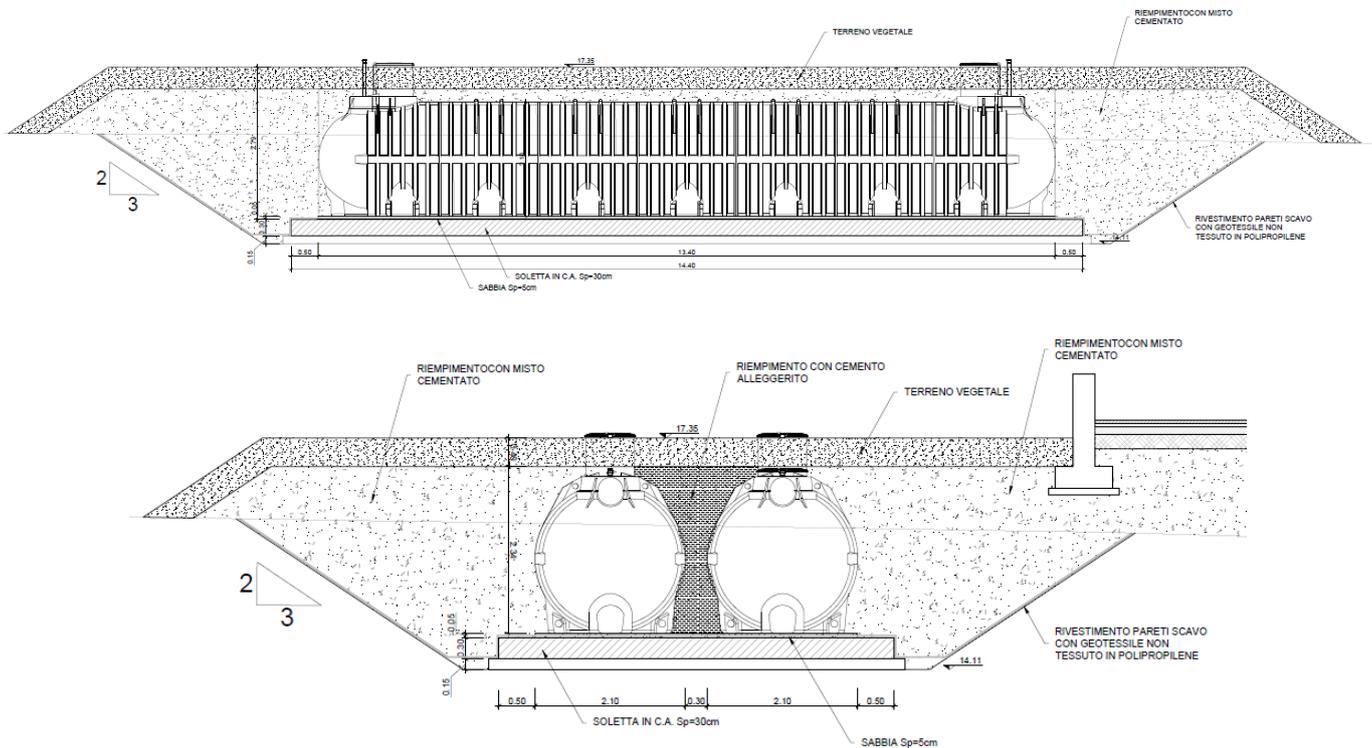
I dati della falda libera che sono stati rilevati indicano un livello piezometrico che si attesta a circa 5.0 m dal piano campagna, pertanto la stessa non interferisce con la fondazione del fabbricato.

Il fabbricato si fonda sul primo strato L(s).

## 7 SOLETTA DI FONDAZIONE

La soletta di fondazione ha dimensioni 5.5x14.4 spessore 30 cm.

I serbatoi appoggiano ciascuno alle due estremità e sono posizionati a 2.40 m l'uno dall'altro.



Il peso di ciascun serbatoio è pari a a 1635 kg e la sua capacità è di 43870 l, da cui si ottiene che il carico totale scaricato sulla soletta di fondazione è pari a: 455.1 kN.

A questo si aggiunge il carico del terreno di rinterro inserito come un carico uniformemente distribuito, valutato considerando l'altezza totale del rinterro depurata dell'ingombro del serbatoio.

Le sollecitazioni agli SLU sono ottenuti amplificando i pesi propri (serbatoio) per 1.35 mentre i permanenti per 1.5 (rinterro), quelle agli SLE sono state determinate con i valori caratteristici.

Si esegue la verifica della soletta di fondazione assimilandola ad una trave su suolo elastico con molle alla winkler la cui rigidezza viene calcolata attraverso la formulazione di Vogt:

$$k_s = \frac{1.33 \cdot E}{\sqrt[3]{bt^2 \cdot bl}} = 1755 \text{ kN/m}^3$$

dove:

**OPERE CONNESSE ALLA SICUREZZA** Vasche  
interrate per riserva idrica - Relazione di calcolo della  
platea di fondazione

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA7L	00	D10	CL OC0100 001	A	12 di 21

$b_t = 5.5$  m    dimensione trasversale dell'opera

$b_l = 14.40$  m    dimensione longitudinale dell'opera

$E = 10000$  kN/mq    modulo di Young del terreno di fondazione

Il calcolo viene fatto considerando metà soletta su cui scarica un singolo serbatoio e ipotizzando nessun vincolo perfetto, le forze concentrate degli scarichi dei serbatoi sono poste a 1.2m dalle estremità.

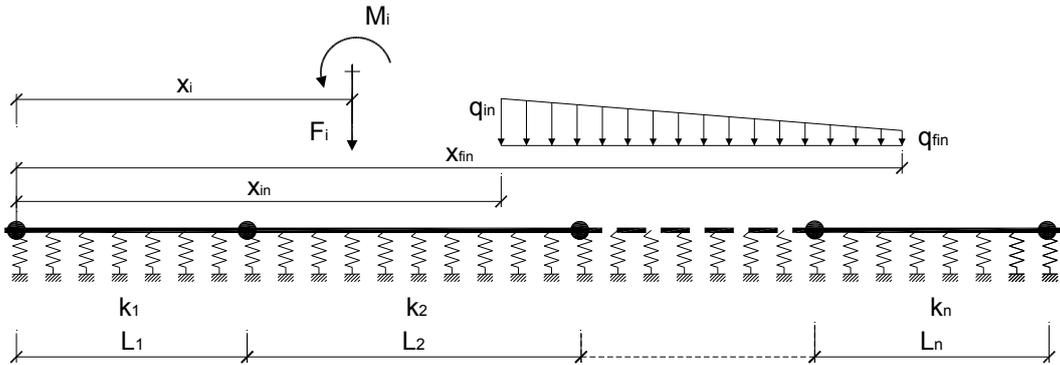
La rigidezza è moltiplicata per la larghezza della soletta.

**OPERE CONNESSE ALLA SICUREZZA** Vasche  
interrate per riserva idrica - Relazione di calcolo della  
platea di fondazione

COMMESSA LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. FOGLIO  
IA7L 00 D10 CL OC0100 001 A 13 di 21

**Opera:**

**soletta serbatoi**



tratto	L (m)	E (kN/m <sup>2</sup> )	sezione	B (m)	H (m)	h ala (m)	b anima (m)	I (m <sup>4</sup> )	$k_s \cdot B_m$ (kN/m <sup>2</sup> )	reag. a traz.
1	1.20	3.0E+07	rettangolare	2.75	0.30	0.60	0.70		4826.25	no
2	12.00	3.0E+07	rettangolare	2.75	0.30	0.60	0.70		4826.25	no
3	1.20	3.0E+07	rettangolare	2.75	0.30	0.60	0.70		4826.25	no
4			T o L							si
5			T o L							no
6			T o L							si

L trave (m)
14.40

dim elementi (m)
0.2

# max iterazioni
20

vincoli sinistra  traslazione  rotazione      destra  traslazione  rotazione

forze e momenti concentrati			
	x (m)	F (kN)	M (kNm)
<input checked="" type="checkbox"/>	1	1.20	307.19
<input checked="" type="checkbox"/>	2	13.20	307.19
<input type="checkbox"/>	3		
<input type="checkbox"/>	4		
<input type="checkbox"/>	5		
<input type="checkbox"/>	6		
<input type="checkbox"/>	7		
<input type="checkbox"/>	8		
<input type="checkbox"/>	9		
<input type="checkbox"/>	10		

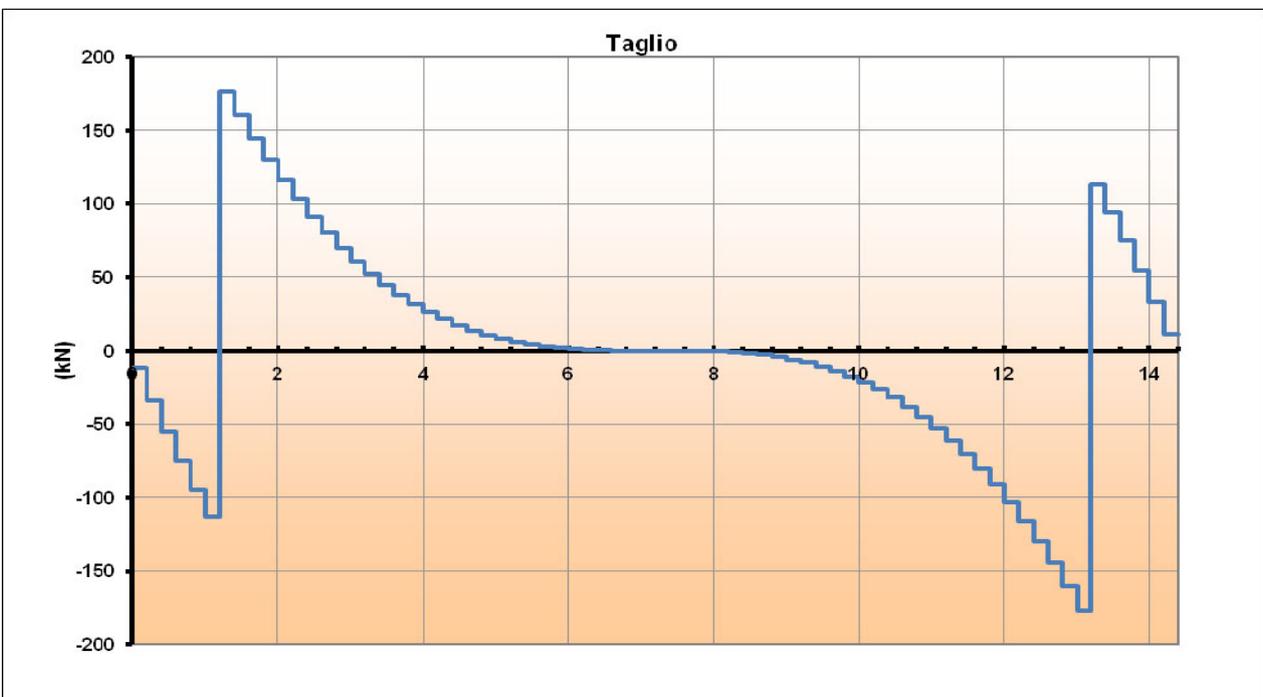
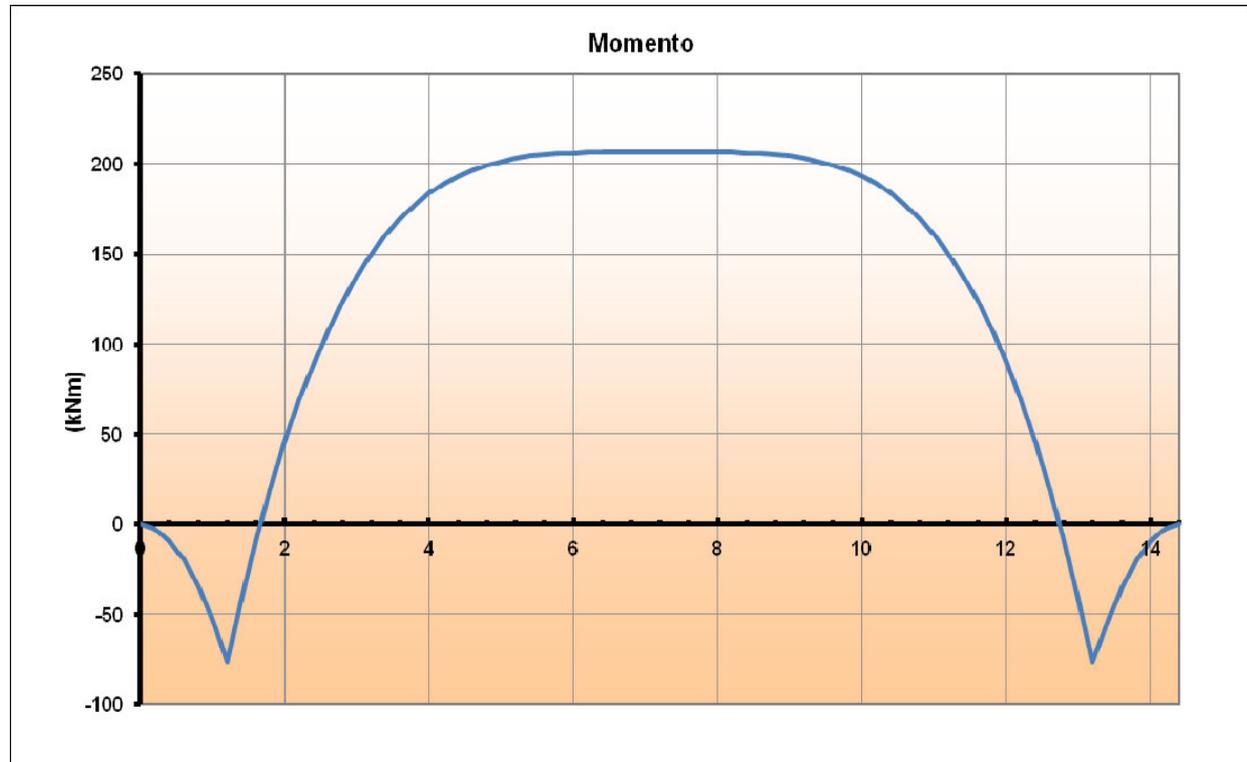
carichi distribuiti				
	$X_{in}$ (m)	$q_{in}$ (kN/m)	$X_{fin}$ (m)	$q_{fin}$ (kN/m)
<input checked="" type="checkbox"/>	1	0.00	219.00	14.40
<input type="checkbox"/>	2			
<input type="checkbox"/>	3			
<input type="checkbox"/>	4			
<input type="checkbox"/>	5			

**Calcolo**  
(ctrl+r)

**Figura 1 – Schema di carico SLU**

**OPERE CONNESSE ALLA SICUREZZA** Vasche  
interrate per riserva idrica - Relazione di calcolo della  
platea di fondazione

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA7L	00	D10	CL OC0100 001	A	14 di 21

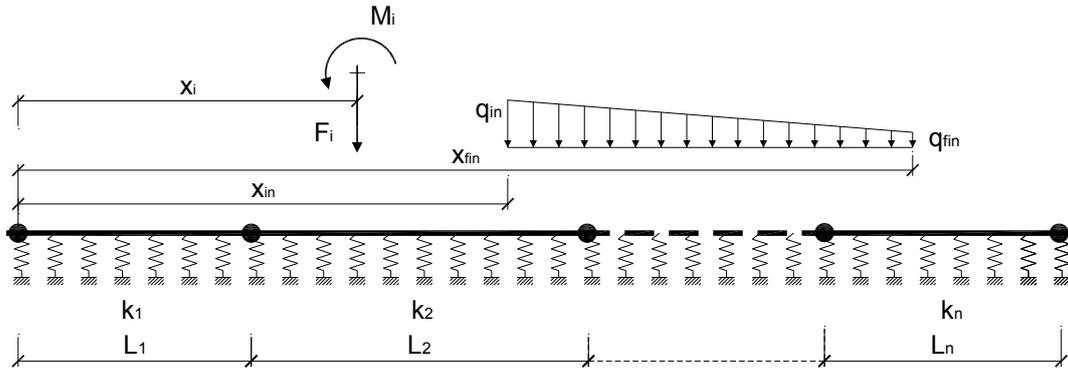


**Figura 2 – Sollecitazioni SLU**

**OPERE CONNESSE ALLA SICUREZZA** Vasche  
interrate per riserva idrica - Relazione di calcolo della  
platea di fondazione

COMMESSA LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. FOGLIO  
IA7L 00 D10 CL OC0100 001 A 15 di 21

Opera: **soletta serbatoi**



tratto	L (m)	E (kN/m <sup>2</sup> )	sezione	B (m)	H (m)	h ala (m)	b anima (m)	I (m <sup>4</sup> )	ks*Bm (kN/m <sup>2</sup> )	reag. a traz.
1	1.20	3.0E+07	rettangolare	2.75	0.30	0.60	0.70		4826.25	no
2	12.00	3.0E+07	rettangolare	2.75	0.30	0.60	0.70		4826.25	no
3	1.20	3.0E+07	rettangolare	2.75	0.30	0.60	0.70		4826.25	no
4			T o L							si
5			T o L							no
6			T o L							si

L trave (m)
14.40

dim elementi (m)
0.2

# max iterazioni
20

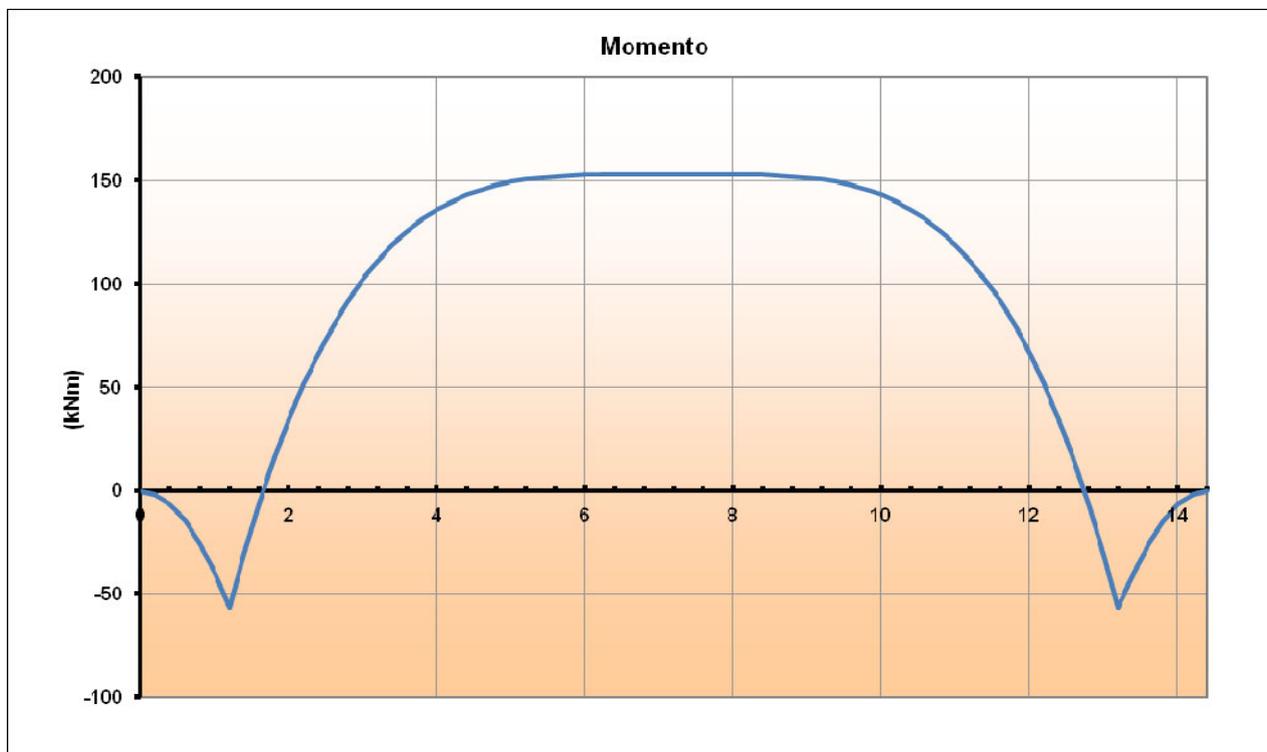
vincoli sinistra  traslazione  rotazione  
destra  traslazione  rotazione

forze e momenti concentrati			
	x (m)	F (kN)	M (kNm)
<input checked="" type="checkbox"/>	1	1.20	227.55
<input checked="" type="checkbox"/>	2	13.20	227.55
<input type="checkbox"/>	3		
<input type="checkbox"/>	4		
<input type="checkbox"/>	5		
<input type="checkbox"/>	6		
<input type="checkbox"/>	7		
<input type="checkbox"/>	8		
<input type="checkbox"/>	9		
<input type="checkbox"/>	10		

carichi distribuiti				
	Xin (m)	qin (kN/m)	Xfin (m)	qfin (kN/m)
<input checked="" type="checkbox"/>	1	0.00	146.00	14.40
<input type="checkbox"/>	2			
<input type="checkbox"/>	3			
<input type="checkbox"/>	4			
<input type="checkbox"/>	5			

**Calcolo**  
(ctrl+r)

Figura 3 – Schema di carico SLE



**Figura 4 – Sollecitazioni SLE**

Si riassumono le sollecitazioni maggiori ottenute per metro di soletta:

$$M_{SLU} = 206/2.75 = 75.0 \text{ kNm/m}$$

$$T_{SLU} = 176/2.75 = 64.0 \text{ kN /m}$$

$$M_{SLE} = 153/2.75 = 55.6 \text{ kNm/m}$$

Di seguito le verifiche a flessione e taglio.

**DATI GENERALI SEZIONE IN C.A.**

**NOME SEZIONE:** soletta\_serbatoi\_inf

(Percorso File: D:\Commesse\C2S\LAVORO\_MIC\edifici\soletta\_serbatoi\_inf.sez)

Descrizione Sezione:	
Metodo di calcolo resistenza:	Stati Limite Ultimi
Tipologia sezione:	Sezione generica
Normativa di riferimento:	N.T.C.
Percorso sollecitazione:	A Sforzo Norm. costante
Condizioni Ambientali:	Poco aggressive
Riferimento Sforzi assegnati:	Assi x,y principali d'inerzia
Riferimento alla sismicità:	Zona non sismica
Posizione sezione nell'asta:	In zona critica

**CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI**

**OPERE CONNESSE ALLA SICUREZZA Vasche**  
**interrate per riserva idrica - Relazione di calcolo della**  
**platea di fondazione**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA7L	00	D10	CL OC0100 001	A	17 di 21

CONGLOMERATO - Classe: C28/35  
 Resis. compr. di calcolo fcd : 158.60 daN/cm<sup>2</sup>  
 Resis. compr. ridotta fcd' : 79.30 daN/cm<sup>2</sup>  
 Def.unit. max resistenza ec2 : 0.0020  
 Def.unit. ultima ecu : 0.0035  
 Diagramma tensione-deformaz. : Parabola-Rettangolo  
 Modulo Elastico Normale Ec : 323080 daN/cm<sup>2</sup>  
 Coeff. di Poisson : 0.20  
 Resis. media a trazione fctm : 28.80 daN/cm<sup>2</sup>  
 Coeff. Omogen. S.L.E. : 15.0  
 Combinazioni Rare in Esercizio (Tens.Limite):  
 Sc Limite : 168.00 daN/cm<sup>2</sup>  
 Apert.Fess.Limite : Non prevista

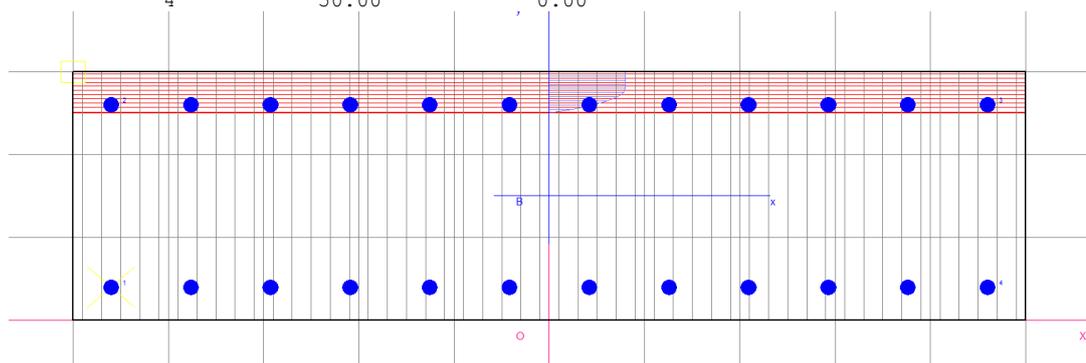
ACCIAIO - Tipo: B450C  
 Resist. caratt. snervam. fyk : 4500.0 daN/cm<sup>2</sup>  
 Resist. caratt. rottura ftk : 5400.0 daN/cm<sup>2</sup>  
 Resist. snerv. di calcolo fyd : 3913.0 daN/cm<sup>2</sup>  
 Resist. ultima di calcolo ftd : 4500.0 daN/cm<sup>2</sup>  
 Deform. ultima di calcolo Epu : 0.068  
 Modulo Elastico Ef : 2000000 daN/cm<sup>2</sup>  
 Diagramma tensione-deformaz. : Bilineare finito  
 Coeff. Aderenza ist.  $\beta_1 \cdot \beta_2$  : 1.00 daN/cm<sup>2</sup>  
 Coeff. Aderenza diff.  $\beta_1 \cdot \beta_2$  : 0.50 daN/cm<sup>2</sup>  
 Comb.Rare Sf Limite : 3600.0 daN/cm<sup>2</sup>

#### CARATTERISTICHE DOMINI CONGLOMERATO

##### DOMINIO N° 1

Forma del Dominio: Poligonale  
 Classe Conglomerato: C28/35

N.vertice	Ascissa X, cm	Ordinata Y, cm
1	-50.00	0.00
2	-50.00	30.00
3	50.00	30.00
4	50.00	0.00



#### DATI BARRE ISOLATE

N.Barra Numero assegnato alle singole barre isolate e nei vertici dei domini  
 Ascissa X Ascissa in cm del baricentro della barra nel sistema di rif. gen. X, Y, O  
 Ordinata Y Ordinata in cm del baricentro della barra nel sistema di rif. gen. X, Y, O  
 Diam. Diametro in mm della barra

N.Barra	Ascissa X, cm	Ordinata Y, cm	Diam.Ø, mm
1	-46.00	4.00	16
2	-46.00	26.00	16
3	46.00	26.00	16
4	46.00	4.00	16

**OPERE CONNESSE ALLA SICUREZZA Vasche**  
**interrate per riserva idrica - Relazione di calcolo della**  
**platea di fondazione**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA7L	00	D10	CL OC0100 001	A	18 di 21

**DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE**

N.Gen. Numero assegnato alla singola generazione lineare di barre  
 N.Barra In. Numero della barra iniziale cui si riferisce la gener.  
 N.Barra Fin. Numero della barra finale cui si riferisce la gener.  
 N.Barre Numero di barre generate equidist. inserite tra la barra iniz. e fin.  
 Diam. Diametro in mm della singola barra generata

N.Gen.	N.Barra In.	N.Barra Fin.	N.Barre	Diam.Ø,mm
1	1	4	10	16
2	2	3	10	16

**ST.LIM.ULTIMI - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA**

N Sforzo normale in daN applicato nel Baric. (+ se di compressione)  
 Mx Coppia concentrata in daNm applicata all'asse x princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez.  
 My Coppia concentrata in daNm applicata all'asse y princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.  
 Vy Componente del Taglio [daN] parall. all'asse princ.d'inerzia y  
 Vx Componente del Taglio [daN] parall. all'asse princ.d'inerzia x

N.Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	0	7500	0	10	0

**COMB. RARE (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA**

N Sforzo normale in daN applicato nel Baricentro (+ se di compressione)  
 Mx Coppia concentrata in daNm applicata all'asse x princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sez.  
 My Coppia concentrata in daNm applicata all'asse y princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.

N.Comb.	N	Mx	My
1	0	5560	0

**RISULTATI DEL CALCOLO**

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 3.2 cm  
 Interferro netto minimo barre longitudinali: 6.8 cm  
 Copriferro netto minimo staffe: 1.8 cm

**METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - RISULTATI PRESSO-TENSO FLESSIONE**

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata  
 N Sforzo normale assegnato [in daN] (positivo se di compressione)  
 Mx Momento flettente assegnato [in daNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia  
 My Momento flettente assegnato [in daNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia  
 N ult Sforzo normale ultimo [in daN] nella sezione (positivo se di compress.)  
 Mx ult Momento flettente ultimo [in daNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia  
 My ult Momento flettente ultimo [in daNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia  
 Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N ult, Mx ult, My ult) e (N, Mx, My)  
 Verifica positiva se tale rapporto risulta  $\geq 1.000$

N.Comb.	Ver	N	Mx	My	N ult	Mx ult	My ult	Mis.Sic.
1	S	0	7500	0	0	22611	0	3.015

**METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO**

ec max Deform. unit. massima del conglomerato a compressione

**OPERE CONNESSE ALLA SICUREZZA Vasche**  
**interrate per riserva idrica - Relazione di calcolo della**  
**platea di fondazione**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA7L	00	D10	CL OC0100 001	A	19 di 21

ec 3/7	Deform. unit. del conglomerato nella fibra a 3/7 dell'altezza efficace
Xc max	Ascissa in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,0 sez.)
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,0 sez.)
ef min	Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
Xf min	Ascissa in cm della barra corrisp. a ef min (sistema rif. X,Y,0 sez.)
Yf min	Ordinata in cm della barra corrisp. a ef min (sistema rif. X,Y,0 sez.)
ef max	Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compress.)
Xf max	Ascissa in cm della barra corrisp. a ef max (sistema rif. X,Y,0 sez.)
Yf max	Ordinata in cm della barra corrisp. a ef max (sistema rif. X,Y,0 sez.)

N.Comb.	ec max	ec 3/7	Xc max	Yc max	ef min	Xf min	Yf min	ef max	Xf max	Yf max
1	0.00350	-0.00554	-50.0	30.0	0.00069	-46.0	26.0	-0.01478	-46.0	4.0

**POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA**

a	Coeff. a nell'eq. dell'asse neutro $aX+bY+c=0$ nel rif. X,Y,0 gen.
b	Coeff. b nell'eq. dell'asse neutro $aX+bY+c=0$ nel rif. X,Y,0 gen.
c	Coeff. c nell'eq. dell'asse neutro $aX+bY+c=0$ nel rif. X,Y,0 gen.
x/d	Rapp. di duttilità a rottura in presenza di sola fless. (travi)
C.Rid.	Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue

N.Comb.	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000000000	0.000703180	-0.017595412	0.191	0.700

**ARMATURE A TAGLIO DI INVILUPPO PER TUTTE LE COMBINAZIONI ASSEGNATE**

Diametro staffe:	14 mm	
Passo staffe:	19.0 cm	[Passo massimo di normativa = 20.5]
N.Bracci staffe:	2	
Area staffe/m :	16.2 cm <sup>2</sup> /m	[Area Staffe Minima normativa = 15.0]

**METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - VERIFICHE A TAGLIO**

Ver	S = comb. verificata a taglio / N = comb. non verificata
Vsdu	Taglio agente [daN] = proiez. di Vx e Vy sulla normale all'asse neutro
Vru	Taglio resistente ultimo [daN] lato conglomerato compresso
Vcd	Taglio [daN] assorbito dal conglomerato nel calcolo delle staffe
Vwd	Taglio resistente [daN] assorbito dalle staffe
Dmed	Altezza utile media pesata [cm] valutata lungo strisce ortog. all'asse neutro. Vengono prese nella media le strisce con almeno un estremo compresso. I pesi della media sono costituiti dalle stesse lunghezze delle strisce.
bw	Larghezza media resistente a taglio [cm] misurate parallel. all'asse neutro. E' data dal rapporto tra l'area delle sopradette strisce resistenti e Dmed.
Teta	Angolo [gradi sessadec.] di inclinazione dei puntoni di conglomerato
Acw	Coefficiente maggiorativo della resistenza a taglio per compressione
Afst	Area staffe strettamente necessarie a taglio per metro di trave [cm <sup>2</sup> /m]

N.Comb.	Ver	Vsdu	Vcd	Vwd	Dmed	bw	Teta	Acw	Afst
1	S	10	63987	37093	26.0	100.0	21.80°	1.000	0.0

**COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE**

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
Sc max	Massima tensione positiva di compressione nel conglomerato [daN/cm <sup>2</sup> ]
Xc max	Ascissa in cm della fibra corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,0)
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,0)
Sf min	Minima tensione negativa di trazione nell'acciaio [daN/cm <sup>2</sup> ]
Xf min	Ascissa in cm della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,0)
Yf min	Ordinata in cm della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,0)
Ac eff.	Area di conglomerato [cm <sup>2</sup> ] in zona tesa considerata aderente alle barre
D fess.	Distanza calcolata tra le fessure espressa in mm

**OPERE CONNESSE ALLA SICUREZZA Vasche**  
**interrate per riserva idrica - Relazione di calcolo della**  
**platea di fondazione**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA7L	00	D10	CL OC0100 001	A	20 di 21

K3                      Coeff. di normativa dipendente dalla forma del diagramma delle tensioni  
 Ap.fess.                Apertura calcolata delle fessure espressa in mm

N.Comb.	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xf min	Yf min	Ac eff.	D fess.	K3	Ap.Fess.
1	S	37.0	-50.0	30.0	-1017	-46.0	4.0	1050	116	0.125	0.040

**Verifica elementi senza armature trasversali resistenti a taglio**
**[4.1.2.1.3.1]**

È consentito l'impiego di solai, piastre e membrature a comportamento analogo, sprovviste di armature trasversali resistenti a taglio. La resistenza a taglio  $V_{Rd}$  di tali elementi deve essere valutata, utilizzando formule di comprovata affidabilità, sulla base della resistenza a trazione del cls.

$$V_{Rd} \geq V_{Ed}$$

$$V_{Rd} = \left\{ \frac{0.18 \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_1 \cdot f_{ck})^{1/3}}{\gamma_c} + 0.15 \cdot \sigma_{cp} \right\} \cdot b_w \cdot d \geq (v_{\min} + 0.15 \cdot \sigma_{cp}) \cdot b_w \cdot d$$

Sollecitazioni Agenti:

 $V_{Ed}$                       **64 kN**
 $N_{Ed}$                       **0 kN**

Calcestruzzo

**C28/35**
 $R_{ck}$                       **35 N/mm<sup>2</sup>**
 $f_{ck}$                       29.05 N/mm<sup>2</sup>

Resistenza di calcolo a compressione del calcestruzzo

 $f_{cd}$                       16.46 N/mm<sup>2</sup>

Coefficiente parziale di sicurezza relativo al calcestruzzo

 $\gamma_c$                       1.5

Altezza sezione

 $h$                       **300 mm**

Copriferro

 $c$                       **60 mm**

Larghezza minima della sezione (in mm)

 $b_w$                       **1000 mm**

Altezza utile della sezione (in mm)

 $d$                       240 mm

Area Calcestruzzo

 $A_c$                       300000 mm<sup>2</sup>

Armatura longitudinale

 $A_{sl}$                       **2009.6 mm<sup>2</sup>**

Rapporto geometrico di armatura longitudinale

 $\rho_1$                       0.0084 ≤ 0.02      **ok**

Tensione media di compressione nella sezione

 $\sigma_{cp}$                       0.0000 ≤ 0.2  $f_{cd}$       **ok**

$$k = 1 + (200/d)^{1/2} \leq 2$$

 $k$                       1.91 ≤ 2      **ok**

$$V_{\min} = 0,035k^{3/2}f_{ck}^{1/2}$$

 $V_{\min}$                       0.29

 $V_{Rd}$                       159.62 kN

**Verifica:**
 $V_{Rd} > V_{Ed}$ 
**VERIFICATA**

**OPERE CONNESSE ALLA SICUREZZA** Vasche  
interrate per riserva idrica - Relazione di calcolo della  
platea di fondazione

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA7L	00	D10	CL OC0100 001	A	21 di 21

## 8 INCIDENZE

Soletta inferiore serbatoio

$i = 140 \text{ kg/m}^3$