

PROGETTO DI:

COSTRUZIONE DI VASCHE PER ACCUMULO ACQUA POTABILE E LOCALE TECNICO
MONOBLOCCO PREFABBRICATI IN C.A. PER INSTALLAZIONE FUORI TERRA

CANTIERE:

COMUNE DI ARONA (NO)
LOCALITA' MONTRIGNASCO

OGGETTO:

**RELAZIONE DI CALCOLO E DISEGNI STRUTTURALI
DEGLI ELEMENTI PREFABBRICATI**

IL PROGETTISTA E CALCOLATORE STRUTTURALE:

Ing. Stefano LUCCHI

DATA:

25.10.2022

GAZEBO SpA

47043 Gatteo (FC) / Via Molino Vecchio, 9
Tel. 0541.818060 / Fax 0541.818542
Fax Amministrazione 0541.804197
www.gazebo.it / e-mail:gazebo@gazebo.it

C.F. / P.IVA 00186680401 - R.E.A. n. 91519
N. Iscr. Reg. Imprese Forlì Cesena 00186680401
Capitale Sociale € 106.605,00 i.v.



VASCA 1017x 250 x 250(H) FUORI TERRA

RELAZIONE TECNICA ILLUSTRATIVA

Per i coefficienti si è fatto riferimento alle tabelle del Santarella.

Per le verifiche si fa riferimento alla normativa D.M. 17/01/2018.

Per quanto riguarda la parete maggiore si fa presente che lo schema considerato è quello più aderente alla realtà, visto che la copertura superiore è solo appoggiata e l'appoggio superiore è data dal puntone/tirante, per cui lo schema più attendibile è incastro alla base e appoggio vicino alla sommità.

Si fa inoltre presente che vengono verificate le situazioni limite più gravose delle vasche fornite.

TIRANTE

VERIFICA A PAGINA 24, COMPRESO SALDATURA

VERIFICA PIASTRA SALDATURA D'ANCORAGGIO A PAGINA 24-25

LE ARMATURE CHE COLLEGANO LA PIASTRA ALLA VASCA, HANNO SOLO UNA FUNZIONE DI SICUREZZA, IN QUANTO LA VERIFICA AL PUNZONAMENTO DELLA STESSA VIENE ESEGUITO SENZA TENERE CONTO DEL LORO APPORTO (FRA L'ALTRO SONO LE ARMATURA RESISTENTE A FLESSIONE DELLA LESENA).

1.1 INTRODUZIONE

La presente relazione viene redatta a corredo del progetto strutturale relativo alla realizzazione di una vasca prefabbricata in calcestruzzo armato con caratteristiche geometriche e di posa in opera standard.

La vasca presenta pianta rettangolare di dimensioni in pianta, esterne:

- 10,17 x 2,50 mt.,
- altezza totale delle pareti pari a mt. 2,50,
- spessore delle pareti verticali variabile da mt. 0,10 a mt. 0,14,
- spessore della soletta di fondo pari a mt. 0,12
- nervature di irrigidimento con dimensioni in pianta pari a 20/54 x 23/27

L'intero manufatto verrà realizzato con struttura portante in calcestruzzo armato, prodotto nello stabilimento della ditta Gazebo s.p.a. nel Comune di Gatteo (FC).

Il manufatto deve essere posato su almeno 20 centimetri di getto armato, con doppia rete elettrosaldata diametro 8 e maglia 20x20, prevedendo almeno 3 cm di sabbia sopra di esso, per evitare il contatto tra le due superfici in c.a., considerando pure una bonifica con materiale inerte rullato per raggiungere una quota di terreno utile portante.

La verifica della struttura viene eseguito col metodo degli stati limite, mediante analisi statica lineare, attraverso un procedimento di calcolo manuale.

Per quanto riguarda la verifica sismica si fa riferimento alla normativa D.M. 17/01/2018.

Relazione di calcolo vasca in c.a. 250x1017xh250
pag. 1

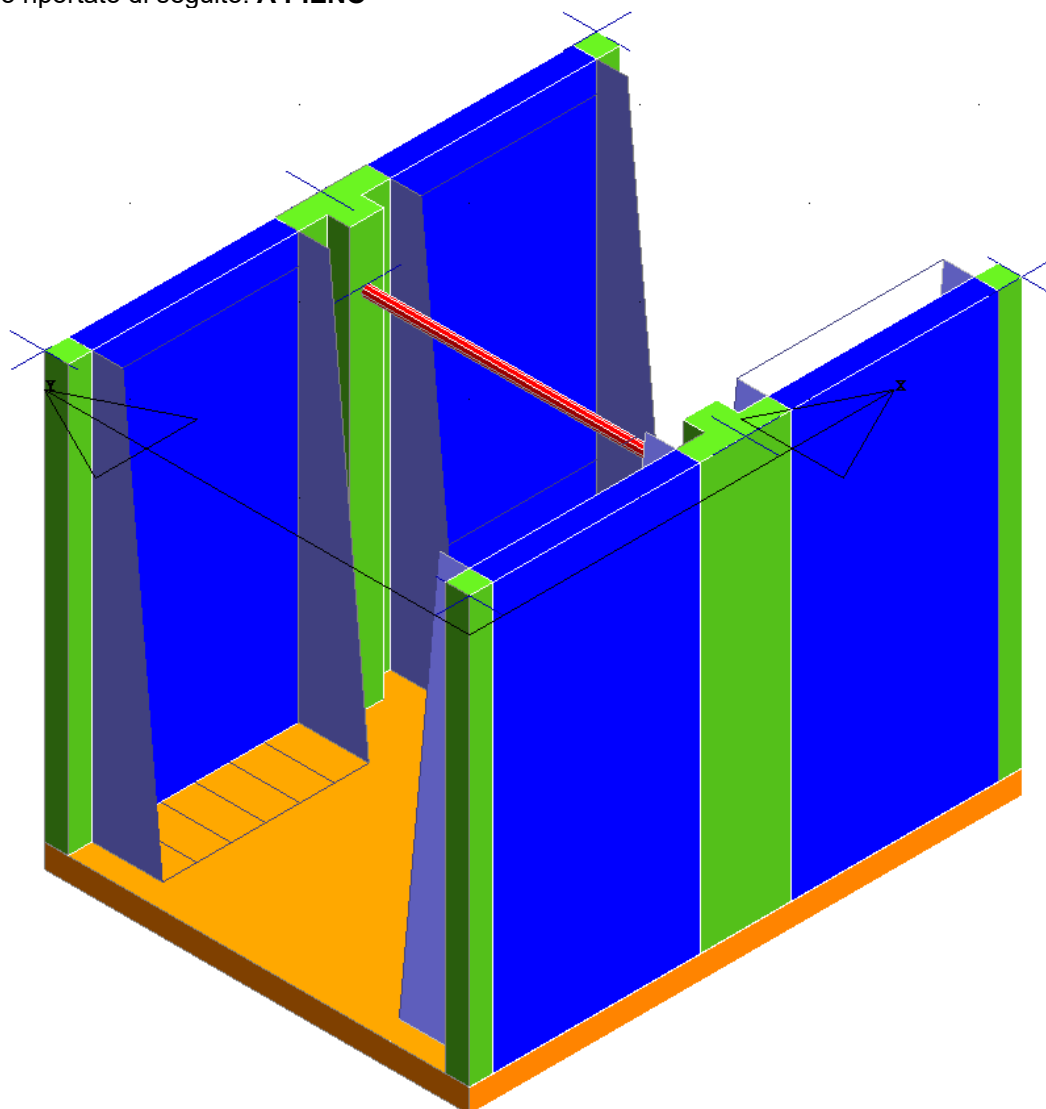
GAZEBO SpA

47043 Gatteo (FC) / Via Molino Vecchio, 9
Tel. 0541.818060 / Fax 0541.818542
Fax Amministrazione 0541.804197
www.gazebo.it / e-mail:gazebo@gazebo.it

C.F. / P.IVA 00186680401 - R.E.A. n. 91519
N. Iscr. Reg. Imprese Forlì Cesena 00186680401
Capitale Sociale € 106.605,00 i.v.



Vedasi modello riportato di seguito: **A PIENO**



La verifica avviene considerando un tirante d'acqua di mt. **2,20**.

La vasca è verificata nelle due condizioni limite:

- "A pieno" considerando **la spinta dell'acqua, la spinta sismica e lo sloshing effect**.

Per quanto concerne le verifiche di resistenza allo SLU si è proceduto ad una valutazione di tipo sezionale tenendo conto del comportamento non lineare dei materiali.

Per le verifiche agli SLE è stata considerata pure la verifica alla fessurazione.

Per quanto concerne la vasca le condizioni di carico previste comprendono, con riferimento al fattore di partecipazione all'azione sismica:

- 1) peso proprio – fattore di partecipazione 1
- 2) carichi permanenti – fattore di partecipazione 1
- 3) carichi accidentali – fattore di partecipazione 0
- 4) condizioni sismiche (si considera l'acqua come corpo rigido, vista la modestia dell'opera).
- 5) Si tiene conto dello sloshing effect considerando la $Se(g)$ massima al T_B e non quella corrispondente al periodo proprio della struttura, che è inferiore a T_B

Relazione di calcolo vasca in c.a. 250x1017xh250
pag. 2

GAZEBO SpA

47043 Gatteo (FC) / Via Molino Vecchio, 9
Tel. 0541.818060 / Fax 0541.818542
Fax Amministrazione 0541.804197
www.gazebo.it / e-mail:gazebo@gazebo.it

C.F. / P.IVA 00186680401 - R.E.A. n. 91519
N. Iscr. Reg. Imprese Forlì Cesena 00186680401
Capitale Sociale € 106.605,00 i.v.



NORMATIVA TECNICA DI RIFERIMENTO

I metodi di calcolo e i dati sulle azioni sollecitanti le strutture sono stati assunti nel rispetto della normativa in vigore regolante la materia; in particolare si è fatto riferimento alla legislazione sotto indicata:

a1) Legge 05.11.1971 n.ro 1086

"Norme per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio armato normale e precompresso e a struttura metallica.

a2) Norme CNR - UNI 10012 / 67

"Ipotesi di carico sulle costruzioni"

a3) D.M. 03.10.1978

"Criteri generali per la verifica della sicurezza delle costruzioni , dei carichi e dei sovraccarichi"

a4) Circolare L.L.P.P. 09.11.1978 n.ro 18591

"Istruzioni relative ai carichi, sovraccarichi ed ai criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni"

a5) Legge 02.02.1974 n.ro 64

"Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche"

a6) Circolare L.L.P.P. 30.06.1980 n.ro 20244

"Istruzioni relative alle norme tecniche di cui al D.M. 26.03.1980"

a7) Norma CNR 10025/84

"Istruzioni per il progetto, l'esecuzione ed il controllo delle strutture prefabbricate in conglomerato cementizio e per le strutture costituite con sistemi industrializzati"

a8) D.M. LL.PP. 3 dicembre 1987

"Norme tecniche per la progettazione, esecuzione e collaudo delle costruzioni prefabbricate"

a9) D.M. 11.03.1988

"Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii e delle opere di fondazione"

a10) D.M. LL. PP. 14.02.92

a11) D.M. 16.01.96

a12) Norma CNR 10025/98

"Istruzioni per il progetto, l'esecuzione ed il controllo delle strutture prefabbricate in conglomerato cementizio e per le strutture costruite con sistemi industrializzati". Eurocodice 2: "Progettazione delle strutture cementizie", parte 1-1: "Regole generali e regole per gli edifici", parte 1-3: "Regole generali – Elementi e strutture prefabbricate di calcestruzzo".

a13) D.P.R. 380 del 05.06.2001

"Testo Unico sull'edilizia"

a14) Art. 20 Legge 31/08 del 28.02.2008

a15) D.M. 21 del 21.10.2003

a16) D.M. 17.01.2018

a17) CIRCOLARE 7/19

Relazione di calcolo vasca in c.a. 250x1017xh250
pag. 3

DEFINIZIONE DELL'AZIONE SISMICA DI BASE

Allo stato attuale la pericolosità sismica su reticolo di riferimento nell'intervallo di riferimento è fornita dai dati pubblicati dal Ministero.

L'azione sismica viene definita in relazione ad un periodo di riferimento V_r e la probabilità di superamento.

Parametri della struttura:

Classe d'uso **II**

Vita V_n **50**

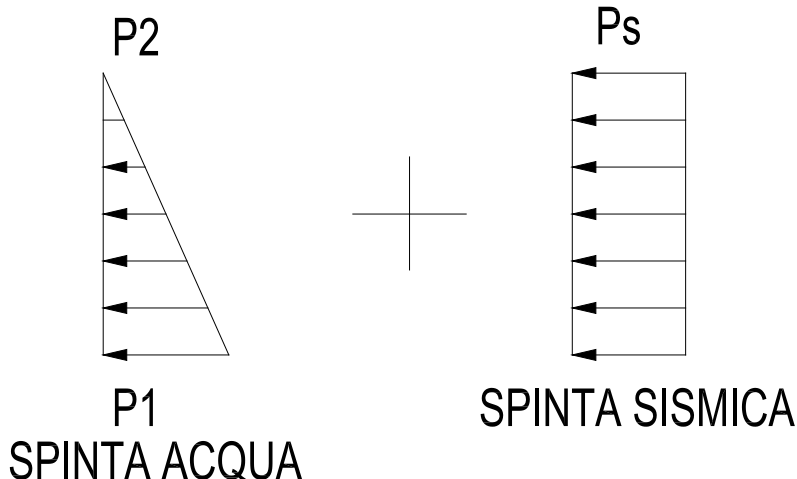
Tipo di suolo presunto **B**

Categoria topografica **T1**

Dall'analisi del sito risulta, considerando un terreno di classe B, opera ordinaria con vita nominale 50 anni e classe d'uso II, q: coefficiente di struttura pari a 1, accelerazione sismica = $0,039 \times 1,20 \times 1,00 \times 2,68 = 0,126$ g allo SLV e $0,019 \times 1,20 \times 1,00 \times 2,557 = 0,059$ allo SLD (si considera 0,812g e 0,354g a favore di sicurezza).

VERIFICHE VASCA "A PIENO"

Carichi:



$$P_1 = 1020 \times 2,20 = 2.250 \text{ Kg/m}$$

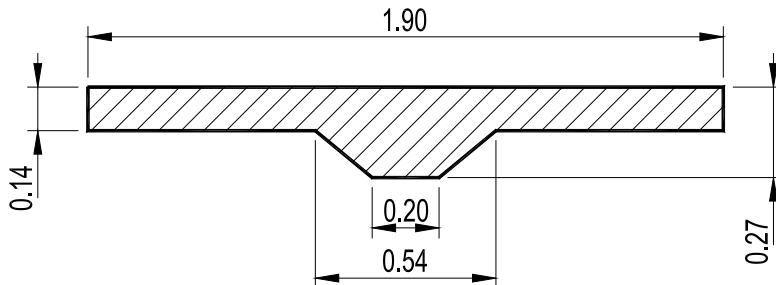
$$P_2 = 0 \text{ Kg/m}$$

$$P_s = (\text{acqua} + \text{peso proprio pareti}) 1.020 \times 2,20 \times 0,812\text{g/g} + (0,12 \times 2,4 + 0,37 \times 0,13 \times 2,4/1,9) \times 2.500 \times 0,812 = 2.525 \text{ Kg/m (stato limite ultimo)}$$

$$P_s = (\text{acqua} + \text{peso proprio pareti}) 1.020 \times 2,20 \times 0,354\text{g/g} + (0,12 \times 2,4 + 0,37 \times 0,13 \times 2,4/1,9) \times 2.500 \times 0,354 = 1.100 \text{ Kg/m (stato limite di danno)}$$

- analisi dei carichi e schema di calcolo parete 1017 x 250 -

Come sezione resistente consideriamo questo schema:



considerando la presenza di pilastri irrigidenti, così che il calcolo è stato previsto su singoli campi di lastra caricata ortogonalmente al proprio piano, e non sulla intera lunghezza della parete.

- caratteristiche di sollecitazione -

I carichi agenti sulla parete producono, nella struttura schematizzata dalla piastra incastrata su tre lati e libera sul quarto, i seguenti valori di massima sollecitazione:

momento d'incastro al piede della parete:

$$M_{slv} = (- 2.250 \times 1,78^2 / 15 - 2.525 \times 1,78^2 / 8) \times 1,90 = - 2.900 \text{ Kgm / m}$$

(perm. 1.120 + sism. 2.350 Kgm / m)

$$M_u \text{ asismico} = (- 2.250 \times 1,98^2 / 15) \times 1,90 \times 1,50 = 1.700 \text{ kgm/m} < 2.900 \text{ kgm/m}$$

$$M_{sld} = (- 2.250 \times 1,78^2 / 15 - 1.100 \times 1,78^2 / 8) \times 1,90 = - 2.050 \text{ Kgm/m}$$

(si considera a favore di sicurezza perm. 1.120 + sism. 1.900)

momento centrale massimo incastro sul fondo:

$$M_{x^{\circ}slv} = (2.250 \times 1,78^2 \times 0,026 + 2.525 \times 1,78^2 / 15) \times 1,90 = 1.400 \text{ Kgm / m}$$

(perm. 435 + sism. 1.255 Kgm / m)

$$M_{x^{\circ}sld} = (2.250 \times 1,78^2 \times 0,026 + 1.100 \times 1,78^2 / 15) \times 1,90 = 800 \text{ Kgm / m}$$

momento centrale massimo considerando l'appoggio al fondo :

$$M_{x^{\circ}slv} = (2.250 \times 1,78^2 \times 0,065 + 2.525 \times 1,78^2 / 8) \times 1,90 = 2.780 \text{ Kgm / m}$$

(A favore di sicurezza si adotta perm. 2.195 + sism. 2.150 Kgm / m)

$$M_{x^{\circ}sld} = (2.250 \times 1,78^2 \times 0,065 + 1.100 \times 1,78^2 / 8) \times 1,90 = 2.000 \text{ Kgm / m}$$

(a favore di sicurezza si considera perm. 2.195 + sism. 2.150 Kgm / m)

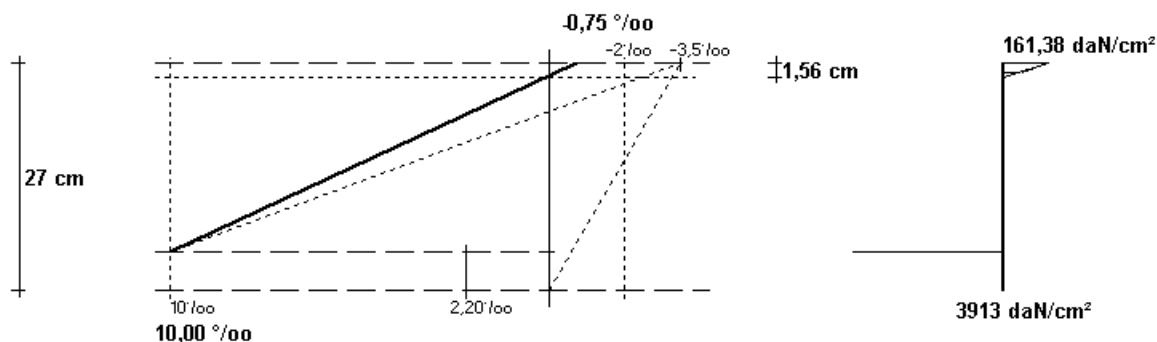
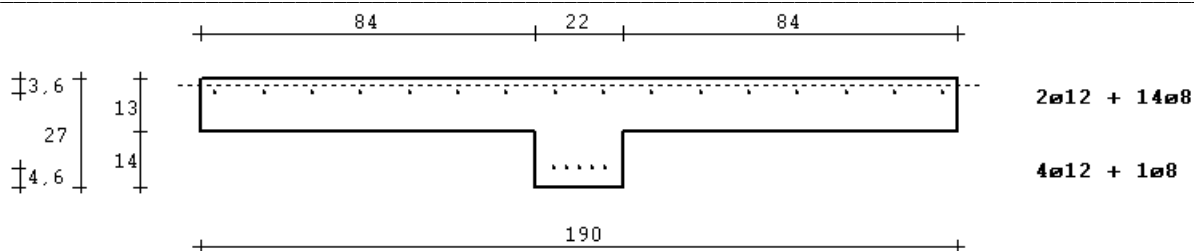
Si considera a favore di sicurezza la sezione armata con 14 ferri diametro 8 anzichè 18 ferri diametro 8

- verifica delle sezioni -

acc. : $f_{yk} = 4500 \text{ daN/cm}^2$ $f_{yd} = f_{yk} / 1,15 = 3913 \text{ daN/cm}^2$ coeff.car. Perm.: 1,00
cls. : $R_{ck} = 600 \text{ daN/cm}^2$ $0,85 \times f_{cd} = 0,85 \times 0,83 \times R_{ck} / 1,60 = 265 \text{ daN/cm}^2$ coeff.car. Acc.: 1,00

Sollecitazioni : **M.perm. = 1120 daNm**
M.acc. = 2350 daNm (SLU) 1900 (SLE)

M.d. = 1120 x 1,00 + 2350 x 1,00 = 3470 daNm **M.slu. = 5007 daNm**



Grado di aggressività ambientale : moderatamente aggressivo (b)

STATO LIMITE DI TENSIONI DI ESERCIZIO

Azioni	Q.acc.	M[daNm]	$\sigma_{f.f.}$ [daN/cm ²]	$\sigma_{c.t}$ [daN/cm ²]	$\sigma_{c.c}$ [daN/cm ²]
RARA		3020	2849		38,84 < 253,98 = (0,60 fck)
FREQUENTE (0,7)		2450		42,76	18,50 < 190,48 = (0,45 fck)
QUASI PERM. (0,6)		2260		39,44	17,07 < 190,48 = (0,45 fck)

Tensione di Trazione CLS : 1.2 fctm = 49,66 (sez.non fessurata)

Tensione di Trazione ACC : 0.7 f_{yk} = 3150 (sez. fessurata)

Relazione di calcolo vasca in c.a. 250x1017xh250
pag. 6

GAZEBO SpA

47043 Gatteo (FC) / Via Molino Vecchio, 9
Tel. 0541.818060 / Fax 0541.818542
Fax Amministrazione 0541.804197
www.gazebo.it / e-mail:gazebo@gazebo.it

C.F. / P.IVA 00186680401 - R.E.A. n. 91519
N. Iscr. Reg. Imprese Forlì Cesena 00186680401
Capitale Sociale € 106.605,00 i.v.



STATO LIMITE DI FESSURAZIONE

			$E_{sm} \times S_{rm}$	=	$W_m \times 1,70$	=	W_k	(mm)
Azione	FREQUENTE	(0,7) :	$0,00044 \times 117,01$	=	0,05		0,09	< 0,20
Azione	QUASI PERMANENTE	(0,6) :	$0,00041 \times 117,01$	=	0,05		0,08	< 0,10

Azioni di Calcolo (M)

Rare	:	1120 +	1900 x 1,0	=	3020 daNm
Frequenti	:	1120 +	1900 x 0,7	=	2450 daNm
Quasi Perm.:	:	1120 +	1900 x 0,6	=	2260 daNm

Sezione non fessurata - Tensione di trazione cls

$W_{xinf} = 5730 \text{ cm}^3$

Rare	:	3020 x 100 /	5730	=	52,70 daN/cm ²
Frequenti	:	2450 x 100 /	5730	=	42,76 daN/cm ²
Quasi Perm.:	:	2260 x 100 /	5730	=	39,44 daN/cm ²

STATO LIMITE DI FESSURAZIONE

$S_{rm} = 2 \times (c+s/10) + k_2 k_3 \phi / r_o = 11,70 \text{ cm}$

$c = 4,0 \text{ cm}$

$s = 3,2 \text{ cm}$

$k_2 = 0.4$

$k_3 = 0.125$

$\phi = 1,1 \text{ cm}$

$r_o = A_s / A_{ceff} = 0,019$

$A_s = 5,03 \text{ cm}^2$

$A_{ceff} = 271 \text{ cm}^2$

$E_{sm} = \sigma_s / E_s \times (1 - \beta_1 \beta_2 (f_{cfm} / \sigma_{tmax})^2)$

$\beta_1 = 1,0$

$\beta_2 = 1,0$ (rare)
 $= 0,5$ (frequenti/q.perm.)

$E_s = 2100000 \text{ daN/cm}^2$

$f_{cfm} = 1.2 f_{ctm} = 1.2 \times 41,38 = 49,66 \text{ daN/cm}^2$

$f_{ctm} = 0.27 \times (R_{ck})^{2/3} = 4,138 \text{ daN/mm}^2$

$\sigma_s = 2849 \text{ daN/cm}^2$ (rare)
 $= 2312 \text{ daN/cm}^2$ (frequenti)
 $= 2132 \text{ daN/cm}^2$ (quasi perm.)

$\sigma_{tmax} = 52,70 \text{ daN/cm}^2$ (rare)
 $= 42,76 \text{ daN/cm}^2$ (frequenti)
 $= 39,44 \text{ daN/cm}^2$ (quasi perm.)

distanza tra fessure

ricoprimento armature

distanza tra barre < 14 ϕ

coeff. aderenza CLS

coeff. diagramma tensioni

diametro medio arm.tesa

incidenza armatura

Acciaio teso

Area efficace CLS teso

deformazione unitaria media ($\geq 0,4 \sigma_s / E_s$)

coeff. aderenza CLS-Acciaio

coeff. tipo sollecitazione

modulo elastico acciaio

resistenza media trazione CLS (flessione)

resistenza media trazione CLS

trazione max acciaio - sez. fessurata

trazione max cls - sez. non fessurata

$E_{sm} = 2849 / 2100000 \times (1 - 1,0 (49,66 / 52,70)^2)$	=	0,00054	(rare)
$E_{sm} = 2312 / 2100000 \times (1 - 0,5 (49,66 / 42,76)^2)$	=	0,00044	(frequenti)
$E_{sm} = 2132 / 2100000 \times (1 - 0,5 (49,66 / 39,44)^2)$	=	0,00041	(quasi perm.)

Relazione di calcolo vasca in c.a. 250x1017xh250
pag. 7

GAZEBO SpA

47043 Gatteo (FC) / Via Molino Vecchio, 9
Tel. 0541.818060 / Fax 0541.818542
Fax Amministrazione 0541.804197
www.gazebo.it / e-mail: gazebo@gazebo.it

C.F. / P.IVA 00186680401 - R.E.A. n. 91519
N. Iscr. Reg. Imprese Forlì Cesena 00186680401
Capitale Sociale € 106.605,00 i.v.

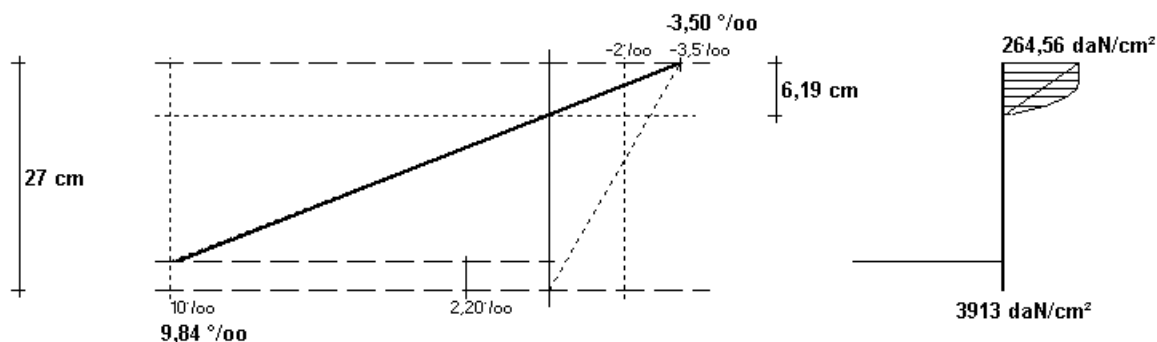
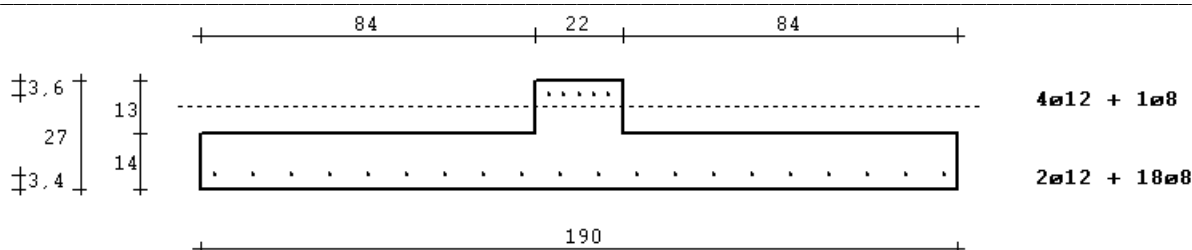


acc. : $f_{yk} = 4500 \text{ daN/cm}^2$ $f_{yd} = f_{yk} / 1,15 = 3913 \text{ daN/cm}^2$ coeff.car. Perm.: 1,40
cls. : $R_{ck} = 600 \text{ daN/cm}^2$ $0,85 \times f_{cd} = 0,85 \times 0,83 \times R_{ck} / 1,60 = 265 \text{ daN/cm}^2$ coeff.car. Acc.: 1,50

Sollecitazioni : **M.perm. = 2195 daNm**
M.acc. = 2150 daNm

M.d. = $2195 \times 1,00 + 2150 \times 1,00 = 4345 \text{ daNm}$

M.slu. = 9127 daNm



Grado di aggressività ambientale : moderatamente aggressivo (b)

STATO LIMITE DI TENSIONI DI ESERCIZIO

Azioni	Q.acc.	M[daNm]	$\sigma_{f.f.}$ [daN/cm ²]	$\sigma_{c.t}$ [daN/cm ²]	$\sigma_{c.c}$ [daN/cm ²]
RARA		4345	1937		122,83 < 253,98 = (0,60 fck)
FREQUENTE (0,7)		3700		49,56	24,83 < 190,48 = (0,45 fck)
QUASI PERM. (0,6)		3485		46,68	23,39 < 190,48 = (0,45 fck)

Tensione di Trazione CLS : 1.2 fctm = 49,66 (sez.non fessurata)

Tensione di Trazione ACC : 0.7 f_{yk} = 3150 (sez. fessurata)

Relazione di calcolo vasca in c.a. 250x1017xh250
pag. 8

GAZEBO SpA

47043 Gatteo (FC) / Via Molino Vecchio, 9
Tel. 0541.818060 / Fax 0541.818542
Fax Amministrazione 0541.804197
www.gazebo.it / e-mail:gazebo@gazebo.it

C.F. / P.IVA 00186680401 - R.E.A. n. 91519
N. Iscr. Reg. Imprese Forlì Cesena 00186680401
Capitale Sociale € 106.605,00 i.v.



STATO LIMITE DI FESSURAZIONE

			$E_{sm} \times S_{rm}$	=	$W_m \times 1,70$	=	W_k	(mm)
Azione	FREQUENTE	(0,7) :	$0,00039 \times 139,76$	=	0,05		0,09	< 0,20
Azione	QUASI PERMANENTE	(0,6) :	$0,00032 \times 139,76$	=	0,04		0,08	< 0,10

Azioni di Calcolo (M)

Rare	:	2195 +	$2150 \times 1,0$	=	4345	daNm
Frequenti	:	2195 +	$2150 \times 0,7$	=	3700	daNm
Quasi Perm.:	:	2195 +	$2150 \times 0,6$	=	3485	daNm

Sezione non fessurata - Tensione di trazione cls

$W_{xinf} = 7466 \text{ cm}^3$

Rare	:	4345×100	/	7466	=	58,20	daN/cm ²
Frequenti	:	3700×100	/	7466	=	49,56	daN/cm ²
Quasi Perm.:	:	3485×100	/	7466	=	46,68	daN/cm ²

STATO LIMITE DI FESSURAZIONE

$S_{rm} = 2 \times (c+s/10) + k_2 k_3 \phi / r_o = 13,98 \text{ cm}$

$c = 3,0 \text{ cm}$

$s = 9,6 \text{ cm}$

$k_2 = 0.4$

$k_3 = 0.125$

$\phi = 0,8 \text{ cm}$

$r_o = A_s / A_{ceff} = 0,007$

$A_s = 11,31 \text{ cm}^2$

$A_{ceff} = 1710 \text{ cm}^2$

$E_{sm} = \sigma_s / E_s \times (1 - \beta_1 \beta_2 (f_{cfm} / \sigma_{tmax})^2)$

$\beta_1 = 1,0$

$\beta_2 = 1,0$ (rare)
 $= 0,5$ (frequenti/q.perm.)

$E_s = 2100000 \text{ daN/cm}^2$

$f_{cfm} = 1.2 f_{ctm} = 1.2 \times 41,38 = 49,66 \text{ daN/cm}^2$

$f_{ctm} = 0.27 \times (R_{ck})^{2/3} = 4,138 \text{ daN/mm}^2$

$\sigma_s = 1937 \text{ daN/cm}^2$ (rare)
 $= 1650 \text{ daN/cm}^2$ (frequenti)
 $= 1554 \text{ daN/cm}^2$ (quasi perm.)

$\sigma_{tmax} = 58,20 \text{ daN/cm}^2$ (rare)
 $= 49,56 \text{ daN/cm}^2$ (frequenti)
 $= 46,68 \text{ daN/cm}^2$ (quasi perm.)

distanza tra fessure

ricoprimento armature

distanza tra barre < 14 ϕ

coeff. aderenza CLS

coeff. diagramma tensioni

diametro medio arm.tesa

incidenza armatura

Acciaio teso

Area efficace CLS teso

deformazione unitaria media ($\geq 0,4 \sigma_s / E_s$)

coeff. aderenza CLS-Acciaio

coeff. tipo sollecitazione

modulo elastico acciaio

resistenza media trazione CLS (flessione)

resistenza media trazione CLS

trazione max acciaio - sez. fessurata

trazione max cls - sez. non fessurata

$E_{sm} = 1937 / 2100000 \times (1 - 1,0 (49,66 / 58,20)^2)$	=	0,00037	(rare)
$E_{sm} = 1650 / 2100000 \times (1 - 0,5 (49,66 / 49,56)^2)$	=	0,00039	(frequenti)
$E_{sm} = 1554 / 2100000 \times (1 - 0,5 (49,66 / 46,68)^2)$	=	0,00032	(quasi perm.)

Relazione di calcolo vasca in c.a. 250x1017xh250
pag. 9

GAZEBO SpA

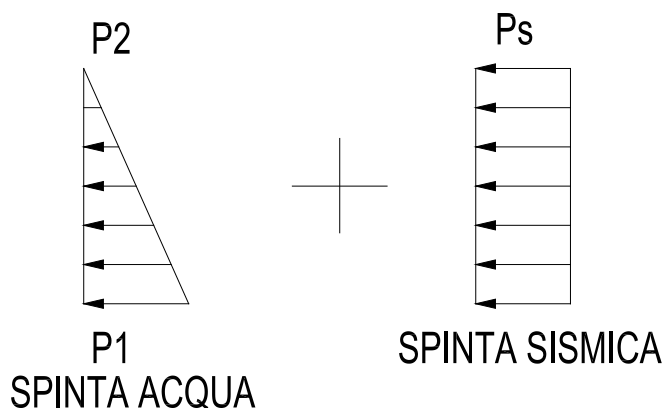
47043 Gatteo (FC) / Via Molino Vecchio, 9
Tel. 0541.818060 / Fax 0541.818542
Fax Amministrazione 0541.804197
www.gazebo.it / e-mail: gazebo@gazebo.it

C.F. / P.IVA 00186680401 - R.E.A. n. 91519
N. Iscr. Reg. Imprese Forlì Cesena 00186680401
Capitale Sociale € 106.605,00 i.v.



- analisi dei carichi e schema di calcolo parete 250 x 250/ 1,90 x 2,50 zone fra le lesene sollecitazione orizzontale -

Poiché il rapporto tra la lunghezza delle pareti e l'altezza del carico ($2,50/2,20 = 1,14$) è inferiore a 3, si adotta lo schema di calcolo della piastra incastrata su tre lati e libera sul quarto.



- forze di inerzia verticali, trascurabili ai fini della presente verifica e comunque tali da produrre in combinazione con le forze orizzontali di cui sopra una sollecitazione di pressoflessione con conseguente riduzione delle tensioni indotte dalla sola sollecitazione di flessione dovuta alle forze orizzontali.

$$P_1 = 1020 \times 2,20 = 2.250 \text{ Kg/m}$$

$$P_2 = 0 \text{ Kg/m}$$

$$P_s = 1020 \times 2,20 \times 0,812 \text{g/g} + (0,12 \times 2,4) \times 2.500 \times 0,812 \\ = 2.410 \text{ Kg/m (stato limite ultimo)}$$

$$P_s = 1020 \times 2,20 \times 0,354 \text{g/g} + (0,12 \times 2,4) \times 2.500 \times 0,354 \\ = 1.050 \text{ Kg/m (stato limite di danno)}$$

- caratteristiche di sollecitazione -

I carichi agenti sulla parete producono, nella struttura schematizzata dalla piastra incastrata su tre lati e libera sul quarto, i seguenti valori di massima sollecitazione:

momento d'incastro al piede della parete (verticale):

$$M_{yi} = - 2.250 \times 2,20^2 / 21 - 2.410 \times 2,20^2 / 18 = 1.160$$

(605 perm. e 730 var.) Kgm / m

$$M_u = - 2.250 \times 2,20^2 / 21 \times 1,50 = 780 \text{ kgm/m} < 1.160 \text{ kgm/m}$$

momento d'incastro laterale (orizzontale):

$$M_{xi} = - 2.250 \times 2,20^2 / 18 - 2.410 \times 2,20^2 / 16 = 1.335$$

(605 perm. e 730 var.) Kgm / m

$$M_D = - 2.250 \times 2,20^2 / 18 - 1.050 \times 2,20^2 / 16 = 920 \text{ Kgm/m}$$

$$M_u = - 2.250 \times 2,20^2 / 18 \times 1,50 = 910 \text{ kgm/m} < 1.335 \text{ kgm/m}$$

Cosiderando lo schema a lastra con appoggio al contorno

momento centrale massimo in entrambe le direzioni:

$$M_{x^o} = 2.250/2 \times 2,20^2 / 22 + 2.410 \times 2,20^2 / 22 = 780 \text{ Kgm / m}$$

$$M_u = - 2.250 \times 2,20^2 / 22 \times 1,50 = 740 \text{ kgm/m} < 780 \text{ kgm/m}$$

(A favore di sicurezza si considera 530 perm. e 340 var.) Kgm / m

- verifica delle sezioni -

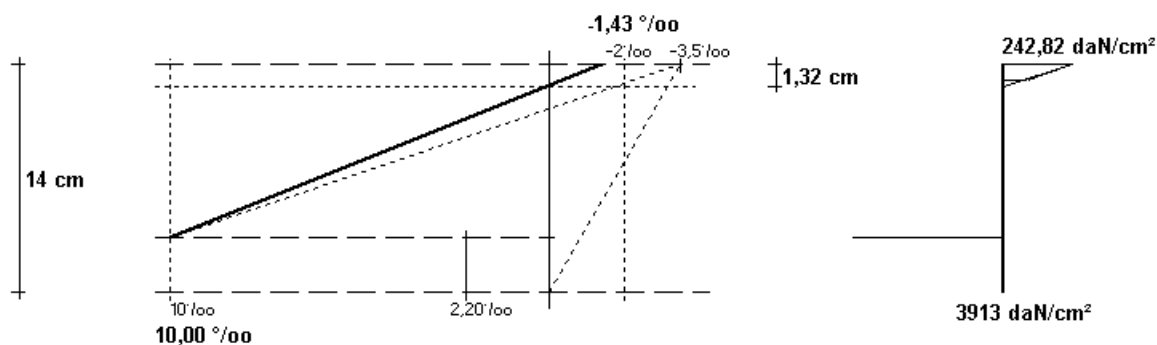
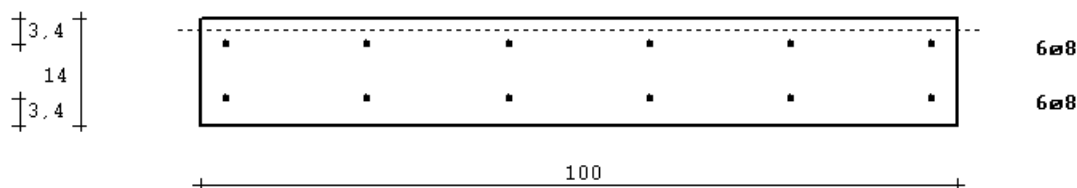
Momento d'incastro laterale e sul fondo

acc. : $f_{yk} = 4500 \text{ daN/cm}^2$ $f_{yd} = f_{yk} / 1,15 = 3913 \text{ daN/cm}^2$ coeff.car. Perm.: 1,00
cls. : $R_{ck} = 600 \text{ daN/cm}^2$ $0,85 \times f_{cd} = 0,85 \times 0,83 \times R_{ck} / 1,60 = 265 \text{ daN/cm}^2$ coeff.car. Acc.: 1,00

Sollecitazioni : **M.perm. = 605 daNm**
M.acc. = 730 daNm

M.d. = 605 x 1,00 + 730 x 1,00 = 1335 daNm

M.slu. = 1588 daNm



Grado di aggressività ambientale : moderatamente aggressivo (b)

STATO LIMITE DI TENSIONI DI ESERCIZIO

Azioni	Q.acc.	M[daNm]	$\sigma_{f.}$ [daN/cm²]	$\sigma_{c.t}$ [daN/cm²]	$\sigma_{c.c}$ [daN/cm²]
RARA		1335		38,87	38,87 < 253,98 = (0,60 fck)
FREQUENTE (0,2)		751		21,87	21,87 < 190,48 = (0,45 fck)
QUASI PERM. (0,1)		678		19,74	19,74 < 190,48 = (0,45 fck)

Tensione di Trazione CLS : 1.2 fctm = 49,66 (sez.non fessurata)

Tensione di Trazione ACC : 0.7 f_{yk} = 3150 (sez. fessurata)

Relazione di calcolo vasca in c.a. 250x1017xh250
pag. 12

GAZEBO SpA

47043 Gatteo (FC) / Via Molino Vecchio, 9
Tel. 0541.818060 / Fax 0541.818542
Fax Amministrazione 0541.804197
www.gazebo.it / e-mail:gazebo@gazebo.it

C.F. / P.IVA 00186680401 - R.E.A. n. 91519
N. Iscr. Reg. Imprese Forlì Cesena 00186680401
Capitale Sociale € 106.605,00 i.v.



STATO LIMITE DI FESSURAZIONE

			$E_{sm} \times S_{rm}$	$= W_m \times 1,70 = W_k$	(mm)
Azione	FREQUENTE	(0,2) :	negativo		< 0,20
Azione	QUASI PERMANENTE	(0,1) :	negativo		< 0,10

Azioni di Calcolo (M)

Rare	:	605 +	730 x 1,0 =	1335 daNm
Frequenti	:	605 +	730 x 0,2 =	751 daNm
Quasi Perm.:	:	605 +	730 x 0,1 =	678 daNm

Sezione non fessurata - Tensione di trazione cls

$$W_{xinf} = 3434 \text{ cm}^3$$

Rare	:	1335 x 100 /	3434 =	38,87 daN/cm ²
Frequenti	:	751 x 100 /	3434 =	21,87 daN/cm ²
Quasi Perm.:	:	678 x 100 /	3434 =	19,74 daN/cm ²

STATO LIMITE DI FESSURAZIONE

$$S_{rm} = 2 \times (c+s/10) + k_2 k_3 \phi / r_o = 16,26 \text{ cm}$$

distanza tra fessure

$$c = 3,0 \text{ cm}$$

ricoprimento armature

$$s = 11,2 \text{ cm}$$

distanza tra barre < 14 ϕ

$$k_2 = 0.4$$

coeff. aderenza CLS

$$k_3 = 0.125$$

coeff. diagramma tensioni

$$\phi = 0,8 \text{ cm}$$

diametro medio arm.tesa

$$r_o = A_s / A_{ceff} = 0,005$$

incidenza armatura

$$A_s = 3,02 \text{ cm}^2$$

Acciaio teso

$$A_{ceff} = 605 \text{ cm}^2$$

Area efficace CLS teso

$$E_{sm} = \sigma.s / E_s \times (1 - \beta_1 \beta_2 (f_{cfm} / \sigma.t_{max})^2)$$

deformazione unitaria media ($\geq 0,4 \sigma.s / E_s$)

$$\beta_1 = 1,0$$

coeff. aderenza CLS-Acciaio

$$\beta_2 = 1,0 \text{ (rare)} \\ = 0,5 \text{ (frequenti/q.perm.)}$$

coeff. tipo sollecitazione

$$E_s = 2100000 \text{ daN/cm}^2$$

modulo elastico acciaio

$$f_{cfm} = 1.2 f_{ctm} = 1.2 \times 41,38 = 49,66 \text{ daN/cm}^2$$

resistenza media trazione CLS (flessione)

$$f_{ctm} = 0.27 \times (R_{ck})^{2/3} = 4,138 \text{ daN/mm}^2$$

resistenza media trazione CLS

$$\sigma.s = 4481 \text{ daN/cm}^2 \text{ (rare)} \\ = 2521 \text{ daN/cm}^2 \text{ (frequenti)} \\ = 2276 \text{ daN/cm}^2 \text{ (quasi perm.)}$$

trazione max acciaio - sez. fessurata

$$\sigma.t_{max} = 38,87 \text{ daN/cm}^2 \text{ (rare)} \\ = 21,87 \text{ daN/cm}^2 \text{ (frequenti)} \\ = 19,74 \text{ daN/cm}^2 \text{ (quasi perm.)}$$

trazione max cls - sez. non fessurata

$E_{sm} = 4481 / 2100000 \times (1 - 1,0 (49,66 / 38,87)^2)$	= negativo	(rare)
$E_{sm} = 2521 / 2100000 \times (1 - 0,5 (49,66 / 21,87)^2)$	= negativo	(frequenti)
$E_{sm} = 2276 / 2100000 \times (1 - 0,5 (49,66 / 19,74)^2)$	= negativo	(quasi perm.)

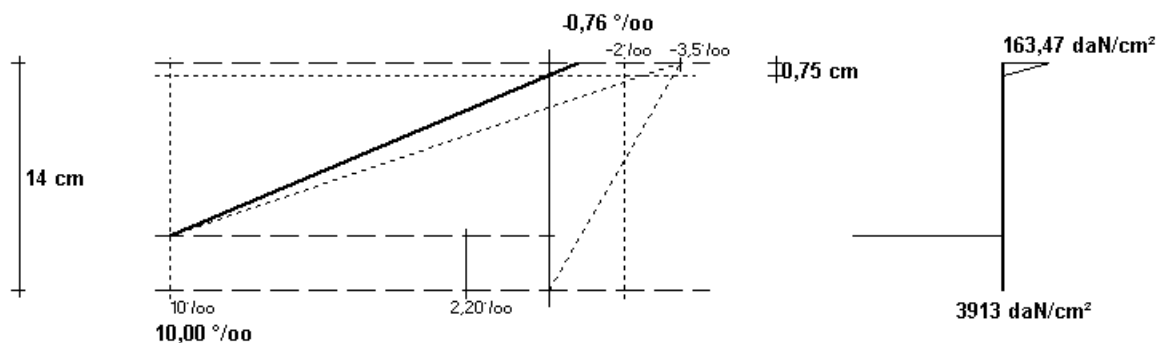
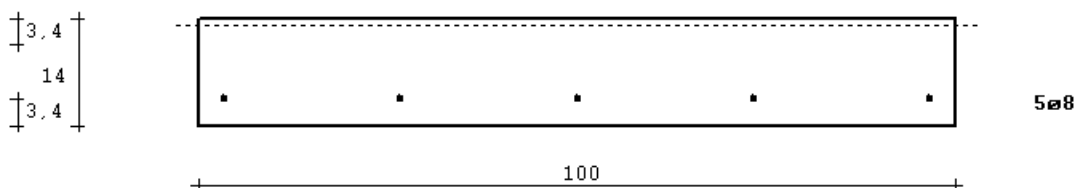
Mezzeria

acc. : $f_{yk} = 4500 \text{ daN/cm}^2$ $f_{yd} = f_{yk} / 1,15 = 3913 \text{ daN/cm}^2$ coeff.car. Perm.: 1,30
cls. : $R_{ck} = 600 \text{ daN/cm}^2$ $0,85 \times f_{cd} = 0,85 \times 0,83 \times R_{ck} / 1,60 = 265 \text{ daN/cm}^2$ coeff.car. Acc.: 1,35

Sollecitazioni : **M.perm. = 530 daNm**
M.acc. = 340 daNm

M.d. = $530 \times 1,00 + 340 \times 1,00 = 870 \text{ daNm}$

M.slu. = 1213 daNm



Grado di aggressività ambientale : moderatamente aggressivo (b)

STATO LIMITE DI TENSIONI DI ESERCIZIO

Azioni	Q.acc.	M[daNm]	$\sigma_{f.f.}$ [daN/cm ²]	$\sigma_{c.t}$ [daN/cm ²]	$\sigma_{c.c}$ [daN/cm ²]
RARA		870		25,74	26,44 < 253,98 = (0,60 fck)
FREQUENTE (0,7)		768		22,72	23,34 < 190,48 = (0,45 fck)
QUASI PERM. (0,6)		734		21,71	22,31 < 190,48 = (0,45 fck)

Tensione di Trazione CLS : $1,2 f_{ctm} = 49,66$ (sez.non fessurata)

Tensione di Trazione ACC : $0,7 f_{yk} = 3150$ (sez. fessurata)

Relazione di calcolo vasca in c.a. 250x1017xh250
pag. 14

GAZEBO SpA

47043 Gatteo (FC) / Via Molino Vecchio, 9
Tel. 0541.818060 / Fax 0541.818542
Fax Amministrazione 0541.804197
www.gazebo.it / e-mail:gazebo@gazebo.it

C.F. / P.IVA 00186680401 - R.E.A. n. 91519
N. Iscr. Reg. Imprese Forlì Cesena 00186680401
Capitale Sociale € 106.605,00 i.v.



STATO LIMITE DI FESSURAZIONE

			$E_{sm} \times S_{rm}$	=	$W_m \times 1,70$	=	W_k	(mm)
Azione	FREQUENTE	(0,7) :	$0,00060 \times 162,61$	=	0,10		0,16	< 0,20
Azione	QUASI PERMANENTE	(0,6) :	$0,00057 \times 162,61$	=	0,09		0,16	> 0,10

Azioni di Calcolo (M)

Rare	:	530 +	340 x 1,0	=	870 daNm
Frequenti	:	530 +	340 x 0,7	=	768 daNm
Quasi Perm.:	:	530 +	340 x 0,6	=	734 daNm

Sezione non fessurata - Tensione di trazione cls

$$W_{xinf} = 3380 \text{ cm}^3$$

Rare	:	870 x 100 /	3380	=	25,74 daN/cm ²
Frequenti	:	768 x 100 /	3380	=	22,72 daN/cm ²
Quasi Perm.:	:	734 x 100 /	3380	=	21,71 daN/cm ²

STATO LIMITE DI FESSURAZIONE

$$S_{rm} = 2 \times (c+s/10) + k_2 k_3 \phi / r_o = 16,26 \text{ cm}$$

distanza tra fessure

$$c = 3,0 \text{ cm}$$

ricoprimento armature

$$s = 11,2 \text{ cm}$$

distanza tra barre < 14 ϕ

$$k_2 = 0.4$$

coeff. aderenza CLS

$$k_3 = 0.125$$

coeff. diagramma tensioni

$$\phi = 0,8 \text{ cm}$$

diametro medio arm.tesa

$$r_o = A_s / A_{ceff} = 0,005$$

incidenza armatura

$$A_s = 2,51 \text{ cm}^2$$

Acciaio teso

$$A_{ceff} = 504 \text{ cm}^2$$

Area efficace CLS teso

$$E_{sm} = \sigma_s / E_s \times (1 - \beta_1 \beta_2 (f_{cfm} / \sigma_{tmax})^2)$$

deformazione unitaria media ($\geq 0,4 \sigma_s / E_s$)

$$\beta_1 = 1,0$$

coeff. aderenza CLS-Acciaio

$$\beta_2 = 1,0 \text{ (rare)} \\ = 0,5 \text{ (frequenti/q.perm.)}$$

coeff. tipo sollecitazione

$$E_s = 2100000 \text{ daN/cm}^2$$

modulo elastico acciaio

$$f_{cfm} = 1.2 f_{ctm} = 1.2 \times 41,38 = 49,66 \text{ daN/cm}^2$$

resistenza media trazione CLS (flessione)

$$f_{ctm} = 0.27 \times (R_{ck})^{2/3} = 4,138 \text{ daN/mm}^2$$

resistenza media trazione CLS

$$\sigma_s = 3541 \text{ daN/cm}^2 \text{ (rare)} \\ = 3126 \text{ daN/cm}^2 \text{ (frequenti)} \\ = 2988 \text{ daN/cm}^2 \text{ (quasi perm.)}$$

trazione max acciaio - sez. fessurata

$$\sigma_{tmax} = 25,74 \text{ daN/cm}^2 \text{ (rare)} \\ = 22,72 \text{ daN/cm}^2 \text{ (frequenti)} \\ = 21,71 \text{ daN/cm}^2 \text{ (quasi perm.)}$$

trazione max cls - sez. non fessurata

$E_{sm} = 3541 / 2100000 \times (1 - 1,0 (49,66 / 25,74)^2)$	= negativo	(rare)
$E_{sm} = 3126 / 2100000 \times (1 - 0,5 (49,66 / 22,72)^2)$	= negativo	(frequenti)
$E_{sm} = 2988 / 2100000 \times (1 - 0,5 (49,66 / 21,71)^2)$	= negativo	(quasi perm.)

I ferri interni sono interrotti ad un metro dall'incastro sul fondo, in quanto il momento cambia verso a 0,55 metri rispetto alla mezzeria del fondo, cioè a circa 60 centimetri dalla partenza dei ferri dal fondo, per cui considerando una lunghezza di ancoraggio pari a 40 centimetri > 40 volte il diametro, il ricoprimento è sufficiente.

Per quanto riguarda la soletta di fondo, viene omessa la verifica, in quanto le sollecitazioni di bordo sono le stesse delle pareti e l'armatura la stessa, a parità di spessore.

VERIFICA TIRANTE

Tubo da 2 pollici con cartella spessore di 2.0 mm in acciaio inox S275

$$N = (2.250 \times 1,78/10 + 2.525 \times 1,78 \times 0,375) \times 1,90 = 3.960 \text{ daN}$$

$$N_r = A \times 2.750/1,05 = (\pi(6,00^2 - 5,60^2)/4 \times 4.200/1,05) = 9.150 \text{ daN a trazione}$$

$$N_r > N$$

Verifica saldatura

Saldatura spessore 6mm, verificata secondo metodo semplificato:

$$F_R = 2\pi \times 3,00 \times 0,6 \times 2750 / (1,73 \times 0,85 \times 1,25) = 17.800 \text{ daN} \gg 3.960 \text{ daN}$$

Freccia massima

$$f = (2.250 + 2.525) \times 1,90 \times 1,78^4 / (185 \times E \times J) = 0,004 \text{ cm (molto modesta)} \text{ e } 0,05 \text{ cm parete corta}$$

$$J = 22 \times 27^3/12 = 36.000 \text{ cm}^4$$

VERIFICA PUNZONAMENTO ANCORAGGIO PUNTONE - PIASTRA

La presenza di una piastra saldata al puntone fa sì che la superficie resistente sia pari ad un perimetro pari a 68 cm e un'altezza utile della sezione pari a 20 cm di dimensioni in pianta pari a 210 x 135 mm, con perimetro pari a $(21+13,5) \times 2 = 69 \text{ mm} > 68 \text{ mm}$

$$N = ((2.250 \times 1,78/10 + 2.525 \times 1,78 \times 0,375) \times 1,90 = 3.960 \text{ daN} = 39,60 \text{ KN}$$

$$V_{Rd} = 0,18k(100 \cdot \rho \cdot f_{ck})^{1/3} / 1,5 \cdot b_w d > v_{min} \cdot b_w d$$

$$K = 2,00$$

$$v_{min} = 0,035 \times k^{3/2} \times f_{ck}^{1/2} = 0,70 \text{ MPa}$$

$$\rho = A_s / b_w d = 3,75 / (68 \times 20) = 0,0027$$

$$f_{ck} = 50 \text{ MPa}$$

$$0,60 \times b_w d < 0,70 \times b_w d$$

$$b_w d = 68 \times 20 = 1.360 \text{ cm}^2 = 136.000 \text{ mm}^2$$

$$V_{Rd} = 136.000 \times 0,70 = 95.200 \text{ N} = 95,20 \text{ KN}$$

$$V_{Ed} = 39,60 \text{ KN}$$

$$V_{Rd} > V_E$$

VERIFICA A TAGLIO

TAGLIO PARETE 10,17 X 2,50 MASSIMO (LATO LUNGO A VASCA VUOTA)

$$T_d = (2.250 \times 1,78 \times 0,4) \times 1,00 + (2.525 \times 1,78 \times 0,625) \times 1,00 \times 1,90 = 8.380 \text{ daN}$$

$$V_{Rd} = (0,18 \times k \times (100 \times r_1 \times f_{ck})^{0,33} / \gamma_c + 0,15 \times \sigma_{cp}) \times b_w \times d > (v_{min} + 0,15 \times \sigma_{cp}) \times b_w \times d$$

con

$$k = 1 + (200/d)^{0,5} = 2,40 \text{ (si adotta uguale a 2)}$$

$$v_{min} = 0,035k^{1,5}f_{ck}^{0,5} = 0,67$$

e dove

d è l'altezza utile della sezione = 105 mm

$r_1 = A_{sl} / (b_w \times d)$ è il rapporto geometrico di armatura longitudinale ($\leq 0,02$) =

$$= (1 \times 0,5 + 1,13 \times 4) \times 100 / (1900 \times 105) = 0,003;$$

$\sigma_{cp} = N_{Ed} / A_c$ è la tensione media di compressione nella sezione ($\leq 0,2 f_{cd}$);

b_w è la larghezza minima della sezione = 1900 mm

$$V_{Rd} = 11.800 \text{ daN} > 8.380 \text{ daN}$$

TAGLIO PARETE 2,50 X 2,50 MASSIMO (LATO CORTO A VASCA VUOTA)

$T_d = ((2.250 \times 2,50/2) \times 1,00 + (2.525 \times 2,50) \times 1,00)) \times 2,50 = 23.000 \text{ daN}$, che è pari a :

$23.000/(2,50 \times 3) = 3.065 \text{ daN/m}$

$V_{Rd} = (0,18 \times k \times (100 \times r_1 \times f_{ck})^{0,33} / \gamma_c) \times b_w \times d > v_{min} \times b_w \times d$
con

$k = 1 + (200/d)^{0,5} = 2,40$ (si adotta uguale a 2)

$v_{min} = 0,035 k^{1,5} f_{ck}^{0,5} = 0,70$

e dove

d è l'altezza utile della sezione = 105 mm

$r_1 = A_{sl} / (b_w \times d)$ è il rapporto geometrico di armatura longitudinale ($\leq 0,02$) = $(10 \times 0,5) \times 100 / (1000 \times 105) = 0,005$;

$\sigma_{cp} = N_{Ed} / A_c$ è la tensione media di compressione nella sezione ($\leq 0,2 f_{cd}$);

b_w è la larghezza minima della sezione = 1000 mm

$V_{Rd} = 7.520 \text{ daN} > 0,7 \times 1000 \times 105/10 = 7.350 \text{ daN} > 3.065 \text{ daN}$

Lastra di fondo

La lastra di fondo, nelle condizioni considerate precedentemente, è poco sollecitata per i seguenti motivi:

La sollecitazione trasferita è analoga a quella corrispondente alle pareti, ma si smorza in breve spazio (50/60 cm), in quanto lato lungo della lastra. Non è stata allegata la verifica, perché il fondello in tali punti è armato come la parete e presenta le stesse dimensioni; a 50 centimetri circa la sollecitazione flessionale, praticamente si dimezza e diventa di entità inferiore a 1040 daNm/m: in tali punti l'armatura del fondo è pari ad almeno 7 \varnothing 8 al metro e la verifica avviene come il centro della parete, a favore di sicurezza.

Si fa presente che a vasca piena il fondo è praticamente scarico, visto che la spinta dell'acqua è compensata dalla spinta della terra

Verifica ancoraggi per sollevamento

Portata richiesta: 10.000 daN, in quanto la vasca pesa 25.000 daN, e sono presenti 4 ancoraggi: la portata richiesta è pari a $25.000 \times 1,60 = 40.000$ daN (**1,60 coefficiente di amplificazione dinamico**).

Aggancio supportato da una barra lunga 2,40 metri totale e diametro 20, come indicato dal fornitore dell'aggancio.

Portata pari a : $3.141 \times 4500 \times 2$ (numero bracci)/ $\gamma_c = 18.850$ daN > 10.000 daN

dove $\gamma_c = 1,50$

Lunghezza di ancoraggio necessaria: $(f_{yd} \times \Phi) / 4 f_{bd} = 450 \times 2 / 4 \times 4 = 56$ cm < 118 centimetri previsti

4 N/mm² è l' f_{bd} di un calcestruzzo classe 50/60.

E' previsto il sollevamento tramite bilancino, (per cui non esiste alcun sforzo di taglio), oppure con un angolazione minore di 15° rispetto alla verticale.

Lo sforzo di in orizzontale corrisponde a $10000 \times \tan 14,5^\circ = 2.586$ kg ed è supportato dal puntone tirante presente in vasca la cui resistenza a sforzo normale è a pari a:

$$N_r = A \times 2.750 / 1,05 = X(\pi(6,00^2 - 5,60^2) / 4 \times 2.750 / 1,05) = 6.380 \text{ daN} = 63,80 \text{ KN}$$

$$i = (J/A)^{1/2} = ((6,00^2 + 5,60^2) / 16)^{0,5} = 2,06 \text{ cm}$$

$$\lambda = 1,08^{1/2} = 1,04$$

$$\Phi = 0,5 \times (1 + 0,21(\lambda - 0,2) + \lambda^2) = 1,12$$

$$X = 1 / (1,12 + (1,12^2 - 1,08)^{0,5}) = 0,66$$

$$N_r > N$$

CABINA 750x 250 x 250(H) FUORI TERRA

RELAZIONE TECNICA ILLUSTRATIVA

Per i coefficienti si è fatto riferimento alle tabelle del Santarella.

Per le verifiche si fa riferimento alla normativa D.M. 17/01/2018.

Per quanto riguarda la parete maggiore si fa presente che lo schema considerato è quello più aderente alla realtà, visto che la copertura superiore è solo appoggiata e l'appoggio superiore è data dal puntone/tirante, per cui lo schema più attendibile è incastro alla base e appoggio vicino alla sommità.

Si fa inoltre presente che vengono verificate le situazioni limite più gravose delle vasche fornite.

TIRANTE

VERIFICA A PAGINA 24, COMPRESO SALDATURA

VERIFICA PIASTRA SALDATURA D'ANCORAGGIO A PAGINA 24-25

LE ARMATURE CHE COLLEGANO LA PIASTRA ALLA VASCA, HANNO SOLO UNA FUNZIONE DI SICUREZZA, IN QUANTO LA VERIFICA AL PUNZONAMENTO DELLA STESSA VIENE ESEGUITO SENZA TENERE CONTO DEL LORO APPORTO (FRA L'ALTRO SONO LE ARMATURA RESISTENTE A FLESSIONE DELLA LESENA).

1.1 INTRODUZIONE

La presente relazione viene redatta a corredo del progetto strutturale relativo alla realizzazione di una vasca prefabbricata in calcestruzzo armato con caratteristiche geometriche e di posa in opera standard.

La vasca presenta pianta rettangolare di dimensioni in pianta, esterne:

- 7,50 × 2,50 mt.,
- altezza totale delle pareti pari a mt. 2,50,
- spessore delle pareti verticali variabile da mt. 0,10 a mt. 0,14,
- spessore della soletta di fondo pari a mt. 0,12
- nervature di irrigidimento con dimensioni in pianta pari a 20/54 x 23/27

L'intero manufatto verrà realizzato con struttura portante in calcestruzzo armato, prodotto nello stabilimento della ditta Gazebo s.p.a. nel Comune di Gatteo (FC).

Il manufatto deve essere posato su almeno 20 centimetri di getto armato, con doppia rete elettrosaldata diametro 8 e maglia 20x20, prevedendo almeno 3 cm di sabbia sopra di esso, per evitare il contatto tra le due superfici in c.a., considerando pure una bonifica con materiale inerte rullato per raggiungere una quota di terreno utile portante.

La verifica della struttura viene eseguito col metodo degli stati limite, mediante analisi statica lineare, attraverso un procedimento di calcolo manuale.

Per quanto riguarda la verifica sismica si fa riferimento alla normativa D.M. 17/01/2018.

Relazione di calcolo vasca in c.a. 250x750xh250
pag. 1

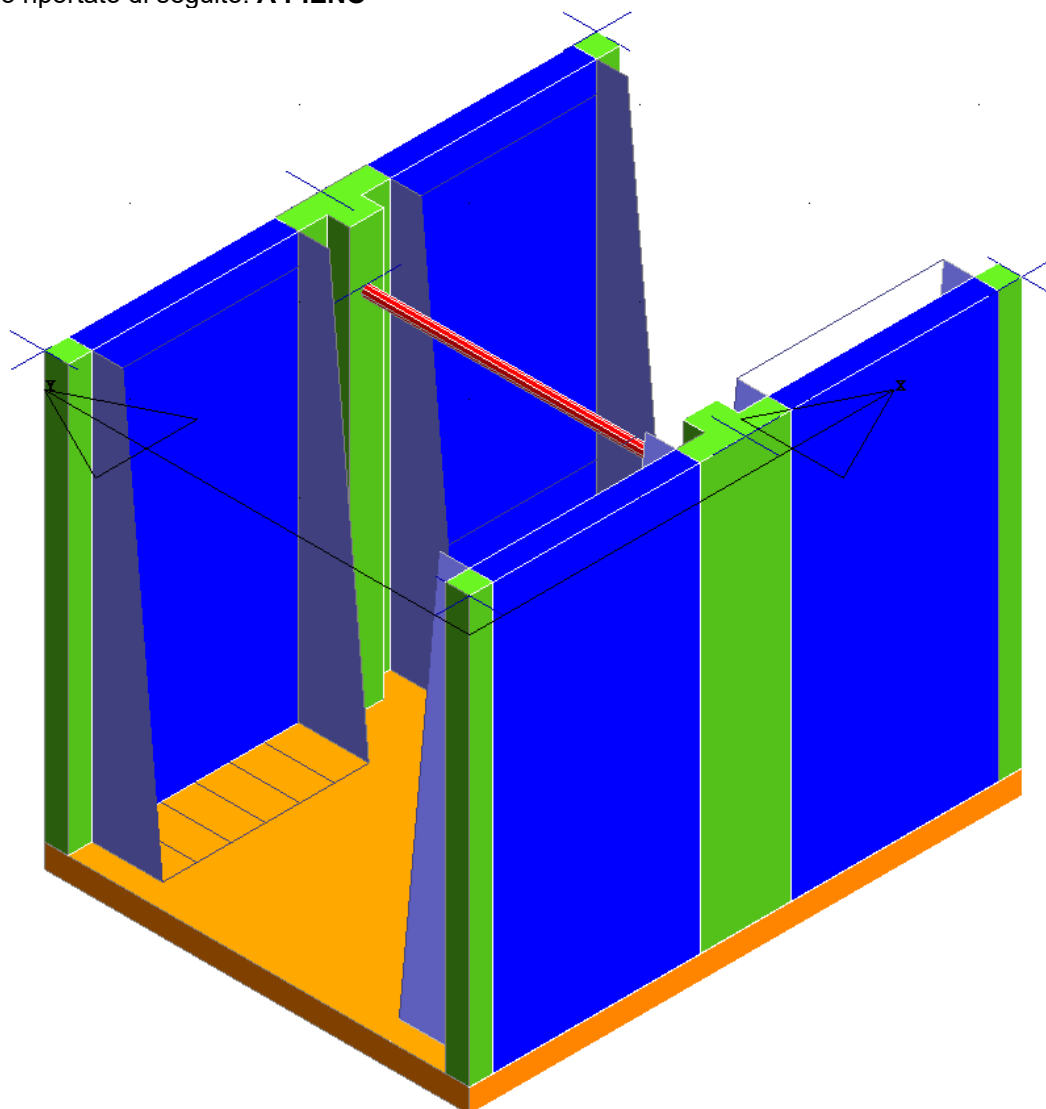
GAZEBO SpA

47043 Gatteo (FC) / Via Molino Vecchio, 9
Tel. 0541.818060 / Fax 0541.818542
Fax Amministrazione 0541.804197
www.gazebo.it / e-mail:gazebo@gazebo.it

C.F. / P.IVA 00186680401 - R.E.A. n. 91519
N. Iscr. Reg. Imprese Forlì Cesena 00186680401
Capitale Sociale € 106.605,00 i.v.



Vedasi modello riportato di seguito: **A PIENO**



La verifica avviene considerando un tirante d'acqua di mt. **2,20**.

La vasca è verificata nelle due condizioni limite:

- "A pieno" considerando **la spinta dell'acqua, la spinta sismica e lo sloshing effect**.

Per quanto concerne le verifiche di resistenza allo SLU si è proceduto ad una valutazione di tipo sezionale tenendo conto del comportamento non lineare dei materiali.

Per le verifiche agli SLE è stata considerata pure la verifica alla fessurazione.

Per quanto concerne la vasca le condizioni di carico previste comprendono, con riferimento al fattore di partecipazione all'azione sismica:

- 1) peso proprio – fattore di partecipazione 1
- 2) carichi permanenti – fattore di partecipazione 1
- 3) carichi accidentali – fattore di partecipazione 0
- 4) condizioni sismiche (si considera l'acqua come corpo rigido, vista la modestia dell'opera).
- 5) Si tiene conto dello sloshing effect considerando la $Se(g)$ massima al T_B e non quella corrispondente al periodo proprio della struttura, che è inferiore a T_B

NORMATIVA TECNICA DI RIFERIMENTO

I metodi di calcolo e i dati sulle azioni sollecitanti le strutture sono stati assunti nel rispetto della normativa in vigore regolante la materia; in particolare si è fatto riferimento alla legislazione sotto indicata:

a1) Legge 05.11.1971 n.ro 1086

"Norme per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio armato normale e precompresso e a struttura metallica.

a2) Norme CNR - UNI 10012 / 67

"Ipotesi di carico sulle costruzioni"

a3) D.M. 03.10.1978

"Criteri generali per la verifica della sicurezza delle costruzioni , dei carichi e dei sovraccarichi"

a4) Circolare L.L.P.P. 09.11.1978 n.ro 18591

"Istruzioni relative ai carichi, sovraccarichi ed ai criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni"

a5) Legge 02.02.1974 n.ro 64

"Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche"

a6) Circolare L.L.P.P. 30.06.1980 n.ro 20244

"Istruzioni relative alle norme tecniche di cui al D.M. 26.03.1980"

a7) Norma CNR 10025/84

"Istruzioni per il progetto, l'esecuzione ed il controllo delle strutture prefabbricate in conglomerato cementizio e per le strutture costituite con sistemi industrializzati"

a8) D.M. LL.PP. 3 dicembre 1987

"Norme tecniche per la progettazione, esecuzione e collaudo delle costruzioni prefabbricate"

a9) D.M. 11.03.1988

"Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii e delle opere di fondazione"

a10) D.M. LL. PP. 14.02.92

a11) D.M. 16.01.96

a12) Norma CNR 10025/98

"Istruzioni per il progetto, l'esecuzione ed il controllo delle strutture prefabbricate in conglomerato cementizio e per le strutture costruite con sistemi industrializzati". Eurocodice 2: "Progettazione delle strutture cementizie", parte 1-1: "Regole generali e regole per gli edifici", parte 1-3: "Regole generali – Elementi e strutture prefabbricate di calcestruzzo".

a13) D.P.R. 380 del 05.06.2001

"Testo Unico sull'edilizia"

a14) Art. 20 Legge 31/08 del 28.02.2008

a15) D.M. 21 del 21.10.2003

a16) D.M. 17.01.2018

a17) CIRCOLARE 7/19

Relazione di calcolo vasca in c.a. 250x750xh250
pag. 3

DEFINIZIONE DELL'AZIONE SISMICA DI BASE

Allo stato attuale la pericolosità sismica su reticolo di riferimento nell'intervallo di riferimento è fornita dai dati pubblicati dal Ministero.

L'azione sismica viene definita in relazione ad un periodo di riferimento V_r e la probabilità di superamento.

Parametri della struttura:

Classe d'uso **II**

Vita V_n **50**

Tipo di suolo presunto **B**

Categoria topografica **T1**

Dall'analisi del sito risulta, considerando un terreno di classe B, opera ordinaria con vita nominale 50 anni e classe d'uso II, q: coefficiente di struttura pari a 1, accelerazione sismica = $0,039 \times 1,20 \times 1,00 \times 2,68 = 0,126$ g allo SLV e $0,019 \times 1,20 \times 1,00 \times 2,557 = 0,059$ allo SLD (si considera 0,812g e 0,354g a favore di sicurezza).

VERIFICHE VASCA "A PIENO"



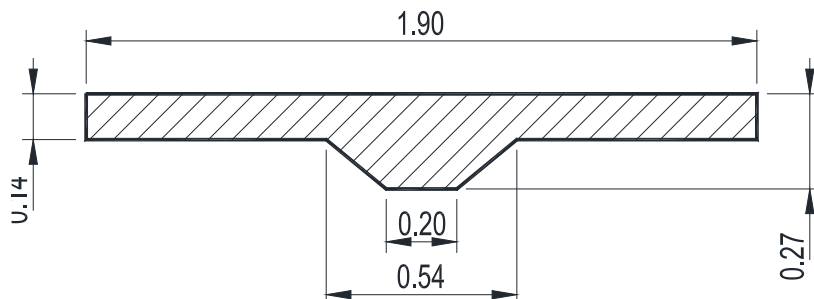
$$P_s = (2.500 \times 0,12) \times 1,200 \times (1,00 \times 0,039 \times 2,680 \text{ g/g}) = 100 \text{ Kg/mq (stato limite ultimo)}$$

$$P_s = (2.500 \times 0,12) \times 1,200 \times (1,00 \times 0,019 \times 2,557 \text{ g/g}) = 40 \text{ Kg/m (stato limite di danno)}$$

$$P_1 = 0; P_2 = 0; \text{ carichi stradali} = 0$$

analisi dei carichi e schema di calcolo parete 750 × 250 -

Come sezione resistente consideriamo questo schema:



considerando la presenza di pilastri irrigidenti, così che il calcolo è stato previsto su singoli campi di lastra caricata ortogonalmente al proprio piano, e non sulla intera lunghezza della parete, secondo lo schema appoggio incastro, con luce pari alla distanza fra i due puntoni.

c) forze di inerzia verticali, trascurabili ai fini della presente verifica e comunque tali da produrre in combinazione con le forze orizzontali di cui sopra una sollecitazione di pressoflessione con conseguente riduzione delle tensioni indotte dalla sola sollecitazione di flessione dovuta alle forze orizzontali.

- caratteristiche di sollecitazione -

I carichi agenti sulla parete producono, nella struttura schematizzata ad incastro e appoggio, i seguenti valori di massima sollecitazione:

M_u = momento massimo stato ultimo asismico

M_{us} = momento massimo stato ultimo sismico

M_{es} = momento massimo stato esercizio sismico (SLD)

Momento d'incastro al piede della parete:

$$M_{us} = (-100 \times 1,98^2 / 8) \times 1,90 = -100 \text{ Kgm}$$

$$M_{es} = (-40 \times 1,98^2 / 8) \times 1,90 = -40 \text{ Kgm}$$

(nella verifica si adotta perm. 2.640 + var. 1.860 kgm con coefficiente moltiplicativo.)

Momento centrale massimo:

$$M_{us} = (100 \times 2,30^2 / 15) \times 1,90 = 70 \text{ Kgm / m}$$

$$M_{es} = (40 \times 2,30^2 / 15) \times 1,90 = 30 \text{ Kgm / m}$$

(si considera perm. 1.370 + var. 1.860 al netto del coefficiente moltiplicativo)

Freccia massima

$$f = (100) \times 1,90 \times 1,98^4 / (185 \times E \times J) = 0,002 \text{ cm (molto modesta)}$$

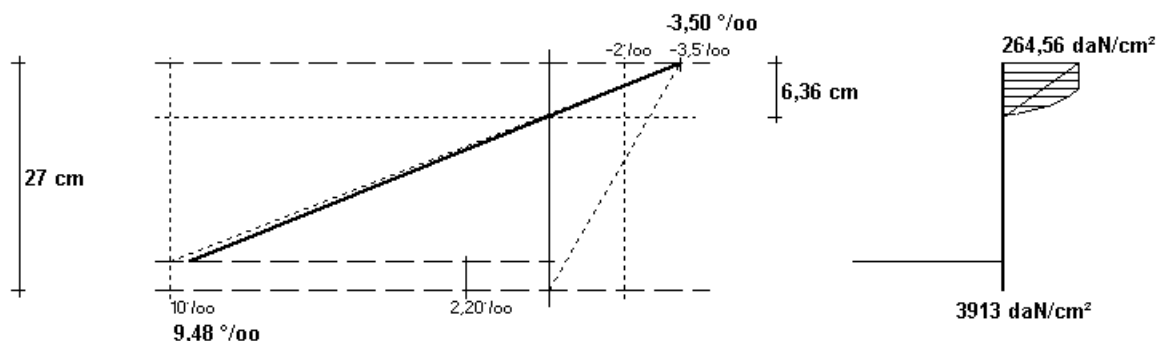
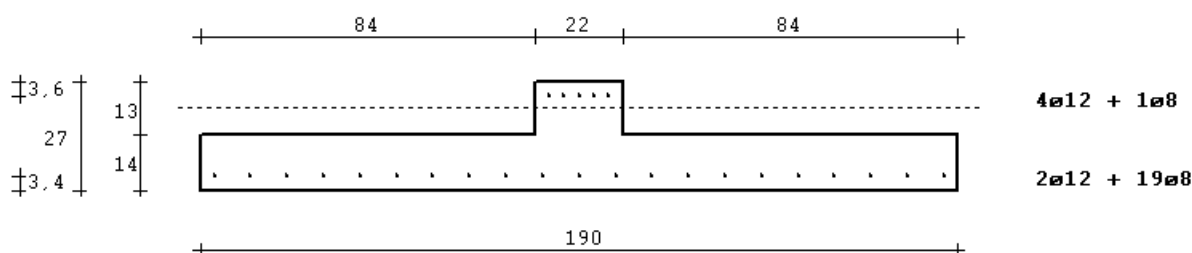
$$J = 22 \times 27^3 / 12 = 36.000 \text{ cm}^4$$

acc. : $f_{yk} = 4500 \text{ daN/cm}^2$ $f_{yd} = f_{yk} / 1,15 = 3913 \text{ daN/cm}^2$ coeff.car. Perm.: 1,30
cls. : $R_{ck} = 600 \text{ daN/cm}^2$ $0,85 \times f_{cd} = 0,85 \times 0,83 \times R_{ck} / 1,60 = 265 \text{ daN/cm}^2$ coeff.car. Acc.: 1,35

Sollecitazioni : **M.perm. = 2640 daNm**
M.acc. = 1860 daNm

M.d. = $2640 \times 1,30 + 1860 \times 1,35 = 5943 \text{ daNm}$

M.slu. = 9525 daNm



Grado di aggressività ambientale : moderatamente aggressivo (b)

STATO LIMITE DI TENSIONI DI ESERCIZIO

Azioni	Q.acc.	M[daNm]	$\sigma.f. [\text{daN/cm}^2]$	$\sigma.c.t [\text{daN/cm}^2]$	$\sigma.c.c [\text{daN/cm}^2]$
RARA		4500	1925		$125,84 < 253,98 = (0,60 f_{ck})$
FREQUENTE (0,7)		3942	1686		$110,23 < 190,48 = (0,45 f_{ck})$
QUASI PERM. (0,6)		3756		49,62	$25,00 < 190,48 = (0,45 f_{ck})$

Tensione di Trazione CLS : 1.2 f_{ctm} = 49,66 (sez.non fessurata)

Tensione di Trazione ACC : 0.7 f_{yk} = 3150 (sez. fessurata)

Relazione di calcolo vasca in c.a. 250x750xh250
pag. 6

GAZEBO SpA

47043 Gatteo (FC) / Via Molino Vecchio, 9
Tel. 0541.818060 / Fax 0541.818542
Fax Amministrazione 0541.804197
www.gazebo.it / e-mail:gazebo@gazebo.it

C.F. / P.IVA 00186680401 - R.E.A. n. 91519
N. Iscr. Reg. Imprese Forlì Cesena 00186680401
Capitale Sociale € 106.605,00 i.v.



STATO LIMITE DI FESSURAZIONE

			$E_{sm} \times S_{rm}$	=	$W_m \times 1,70$	=	W_k	(mm)
Azione	FREQUENTE	(0,7) :	$0,00044 \times 136,23$	=	0,06		0,10	< 0,20
Azione	QUASI PERMANENTE	(0,6) :	$0,00038 \times 136,23$	=	0,05		0,09	< 0,10

Azioni di Calcolo (M)

Rare	:	2640 +	1860 x 1,0	=	4500 daNm
Frequenti	:	2640 +	1860 x 0,7	=	3942 daNm
Quasi Perm.:	:	2640 +	1860 x 0,6	=	3756 daNm

Sezione non fessurata - Tensione di trazione cls

$$W_{xinf} = 7569 \text{ cm}^3$$

Rare	:	4500 x 100 /	7569	=	59,45 daN/cm ²
Frequenti	:	3942 x 100 /	7569	=	52,08 daN/cm ²
Quasi Perm.:	:	3756 x 100 /	7569	=	49,62 daN/cm ²

STATO LIMITE DI FESSURAZIONE

$$S_{rm} = 2 \times (c+s/10) + k_2 k_3 \phi / r_o = 13,62 \text{ cm}$$

distanza tra fessure

$$c = 3,0 \text{ cm}$$

ricoprimento armature

$$s = 9,2 \text{ cm}$$

distanza tra barre < 14 ϕ

$$k_2 = 0.4$$

coeff. aderenza CLS

$$k_3 = 0.125$$

coeff. diagramma tensioni

$$\phi = 0,8 \text{ cm}$$

diametro medio arm.tesa

$$r_o = A_s / A_{ceff} = 0,007$$

incidenza armatura

$$A_s = 11,81 \text{ cm}^2$$

Acciaio teso

$$A_{ceff} = 1710 \text{ cm}^2$$

Area efficace CLS teso

$$E_{sm} = \sigma.s / E_s \times (1 - \beta_1 \beta_2 (f_{cfm} / \sigma.t_{max})^2)$$

deformazione unitaria media ($\geq 0,4 \sigma.s / E_s$)

$$\beta_1 = 1,0$$

coeff. aderenza CLS-Acciaio

$$\beta_2 = 1,0 \text{ (rare)} \\ = 0,5 \text{ (frequenti/q.perm.)}$$

coeff. tipo sollecitazione

$$E_s = 2100000 \text{ daN/cm}^2$$

modulo elastico acciaio

$$f_{cfm} = 1.2 f_{ctm} = 1.2 \times 41,38 = 49,66 \text{ daN/cm}^2$$

resistenza media trazione CLS (flessione)

$$f_{ctm} = 0.27 \times (R_{ck})^{2/3} = 4,138 \text{ daN/mm}^2$$

resistenza media trazione CLS

$$\sigma.s = 1925 \text{ daN/cm}^2 \text{ (rare)} \\ = 1686 \text{ daN/cm}^2 \text{ (frequenti)} \\ = 1607 \text{ daN/cm}^2 \text{ (quasi perm.)}$$

trazione max acciaio - sez. fessurata

$$\sigma.t_{max} = 59,45 \text{ daN/cm}^2 \text{ (rare)} \\ = 52,08 \text{ daN/cm}^2 \text{ (frequenti)} \\ = 49,62 \text{ daN/cm}^2 \text{ (quasi perm.)}$$

trazione max cls - sez. non fessurata

$E_{sm} = 1925/2100000 \times (1 - 1,0 (49,66/59,45)^2)$	= 0,00037	(rare)
$E_{sm} = 1686/2100000 \times (1 - 0,5 (49,66/52,08)^2)$	= 0,00044	(frequenti)
$E_{sm} = 1607/2100000 \times (1 - 0,5 (49,66/49,62)^2)$	= 0,00038	(quasi perm.)

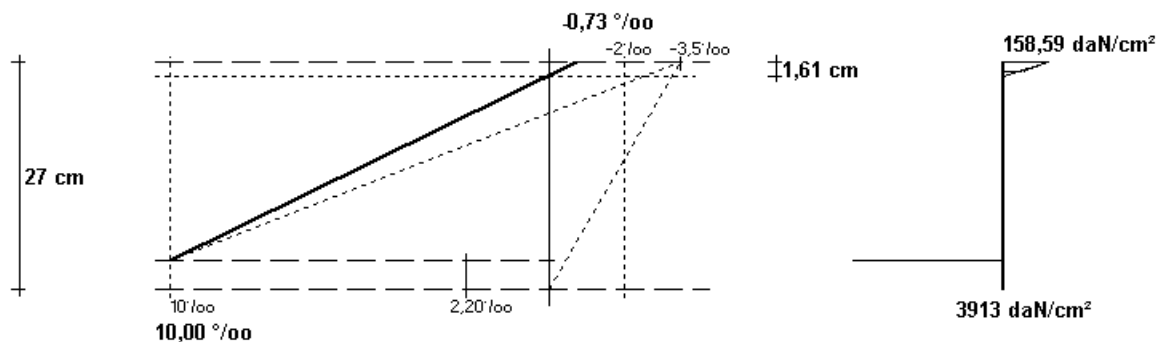
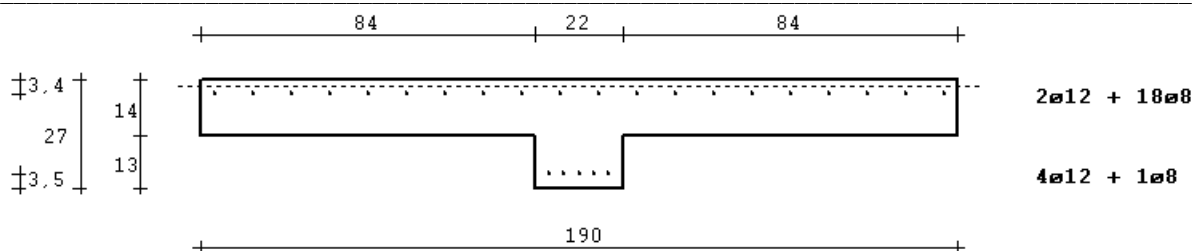
Si considera a favore di sicurezza la sezione armata con 14 ferri diametro 8 anzichè 19 ferri diametro 8

acc. : $f_{yk} = 4500 \text{ daN/cm}^2$ $f_{yd} = f_{yk} / 1,15 = 3913 \text{ daN/cm}^2$ coeff.car. Perm.: 1,50
cls. : $R_{ck} = 600 \text{ daN/cm}^2$ $0,85 \times f_{cd} = 0,85 \times 0,83 \times R_{ck} / 1,60 = 265 \text{ daN/cm}^2$ coeff.car. Acc.: 1,35

Sollecitazioni : **M.perm. = 1370 daNm**
M.acc. = 1860 daNm

M.d. = $1370 \times 1,30 + 1860 \times 1,35 = 4292 \text{ daNm}$

M.slu. = 5022 daNm



Grado di aggressività ambientale : moderatamente aggressivo (b)

STATO LIMITE DI TENSIONI DI ESERCIZIO

Azioni	Q.acc.	M[daNm]	$\sigma_{f.}$ [daN/cm ²]	$\sigma_{c.t.}$ [daN/cm ²]	$\sigma_{c.c.}$ [daN/cm ²]
RARA		3230	2906		37,93 < 253,98 = (0,60 fck)
FREQUENTE (0,6)		2486		39,85	18,02 < 190,48 = (0,45 fck)
QUASI PERM. (0,4)		2114		33,88	15,32 < 190,48 = (0,45 fck)

Tensione di Trazione CLS : 1.2 fctm = 49,66 (sez.non fessurata)

Tensione di Trazione ACC : 0.7 f_{yk} = 3150 (sez. fessurata)

Relazione di calcolo vasca in c.a. 250x750xh250
pag. 8

GAZEBO SpA

47043 Gatteo (FC) / Via Molino Vecchio, 9
Tel. 0541.818060 / Fax 0541.818542
Fax Amministrazione 0541.804197
www.gazebo.it / e-mail:gazebo@gazebo.it

C.F. / P.IVA 00186680401 - R.E.A. n. 91519
N. Iscr. Reg. Imprese Forlì Cesena 00186680401
Capitale Sociale € 106.605,00 i.v.



STATO LIMITE DI FESSURAZIONE

			$E_{sm} \times S_{rm}$	=	$W_m \times 1,70$	=	W_k	(mm)
Azione	FREQUENTE	(0,6) :	0,00024 x 93,46	=	0,02		0,04	< 0,20
Azione	QUASI PERMANENTE	(0,4) :	negativo					< 0,10

Azioni di Calcolo (M)

Rare	:	1370 +	1860 x 1,0	=	3230 daNm
Frequenti	:	1370 +	1860 x 0,6	=	2486 daNm
Quasi Perm.:	:	1370 +	1860 x 0,4	=	2114 daNm

Sezione non fessurata - Tensione di trazione cls

$$W_{xinf} = 6239 \text{ cm}^3$$

Rare	:	3230 x 100 /	6239	=	51,77 daN/cm ²
Frequenti	:	2486 x 100 /	6239	=	39,85 daN/cm ²
Quasi Perm.:	:	2114 x 100 /	6239	=	33,88 daN/cm ²

STATO LIMITE DI FESSURAZIONE

$$S_{rm} = 2 \times (c+s/10) + k_2 k_3 \phi / r_o = 9,35 \text{ cm}$$

distanza tra fessure

$$c = 3,0 \text{ cm}$$

ricoprimento armature

$$s = 3,8 \text{ cm}$$

distanza tra barre < 14 ϕ

$$k_2 = 0.4$$

coeff. aderenza CLS

$$k_3 = 0.125$$

coeff. diagramma tensioni

$$\phi = 1,1 \text{ cm}$$

diametro medio arm.tesa

$$r_o = A_s / A_{ceff} = 0,020$$

incidenza armatura

$$A_s = 5,03 \text{ cm}^2$$

Acciaio teso

$$A_{ceff} = 246 \text{ cm}^2$$

Area efficace CLS teso

$$E_{sm} = \sigma_s / E_s \times (1 - \beta_1 \beta_2 (f_{cfm} / \sigma_{tmax})^2)$$

deformazione unitaria media ($\geq 0,4 \sigma_s / E_s$)

$$\beta_1 = 1,0$$

coeff. aderenza CLS-Acciaio

$$\beta_2 = 1,0 \text{ (rare)} \\ = 0,5 \text{ (frequenti/q.perm.)}$$

coeff. tipo sollecitazione

$$E_s = 2100000 \text{ daN/cm}^2$$

modulo elastico acciaio

$$f_{cfm} = 1.2 f_{ctm} = 1.2 \times 41,38 = 49,66 \text{ daN/cm}^2$$

resistenza media trazione CLS (flessione)

$$f_{ctm} = 0.27 \times (R_{ck})^{2/3} = 4,138 \text{ daN/mm}^2$$

resistenza media trazione CLS

$$\sigma_s = 2906 \text{ daN/cm}^2 \text{ (rare)} \\ = 2237 \text{ daN/cm}^2 \text{ (frequenti)} \\ = 1902 \text{ daN/cm}^2 \text{ (quasi perm.)}$$

trazione max acciaio - sez. fessurata

$$\sigma_{tmax} = 51,77 \text{ daN/cm}^2 \text{ (rare)} \\ = 39,85 \text{ daN/cm}^2 \text{ (frequenti)} \\ = 33,88 \text{ daN/cm}^2 \text{ (quasi perm.)}$$

trazione max cls - sez. non fessurata

$E_{sm} = 2906/2100000 \times (1 - 1,0 (49,66/51,77)^2)$	= 0,00055	(rare)
$E_{sm} = 2237/2100000 \times (1 - 0,5 (49,66/39,85)^2)$	= 0,00024	(frequenti)
$E_{sm} = 1902/2100000 \times (1 - 0,5 (49,66/33,88)^2)$	= negativo	(quasi perm.)

- analisi dei carichi e schema di calcolo parete 250 x 250 -

Poiché il rapporto tra la lunghezza delle pareti e l'altezza del carico ($2,50/2,20 = 1,14$) è inferiore a 3, si adotta lo schema di calcolo della piastra incastrata su tre lati e libera sul quarto.

Si considera

$$\beta_m = 1$$

Coefficiente moltiplicativo per carichi accidentali stradali pari a 0,00 (capitolo 3.2.4)

Coefficienti moltiplicativi carichi permanenti e accidentali per verifica allo SLU:
1,30 permanente e 1,35 accidentale stradale (tabella 5.1.V)



$$P_s = (2.500 \times 0,12) \times 1,200 \times (1,00 \times 0,039 \times 2,680g/g) = 100 \text{ Kg/mq (stato limite ultimo)}$$

$$P_s = (2.500 \times 0,12) \times 1,200 \times (1,00 \times 0,019 \times 2,557g/g) = 40 \text{ Kg/m (stato limite di danno)}$$

$$P_1 = 0; P_2 = 0; \text{ carichi stradali} = 0$$

- caratteristiche di sollecitazione -

I carichi agenti sulla parete producono, nella struttura schematizzata dalla piastra incastrata su tre lati e libera sul quarto, i seguenti valori di massima sollecitazione:

momento Massimo: momento d'incastro laterale:

$$M_{us} = - 100 \times 2,40^2 / 16,5 = - 40 \text{ kgm/m}$$

$$M_{es} = - 40 \times 2,40^2 / 16,5 = - 16 \text{ kgm/m}$$

(a favore di sicurezza si adotta 530 perm. e 340 var.) Kg / m

Relazione di calcolo vasca in c.a. 250x750xh250
pag. 10

GAZEBO SpA

47043 Gatteo (FC) / Via Molino Vecchio, 9
Tel. 0541.818060 / Fax 0541.818542
Fax Amministrazione 0541.804197
www.gazebo.it / e-mail: gazebo@gazebo.it

C.F. / P.IVA 00186680401 - R.E.A. n. 91519
N. Iscr. Reg. Imprese Forlì Cesena 00186680401
Capitale Sociale € 106.605,00 i.v.



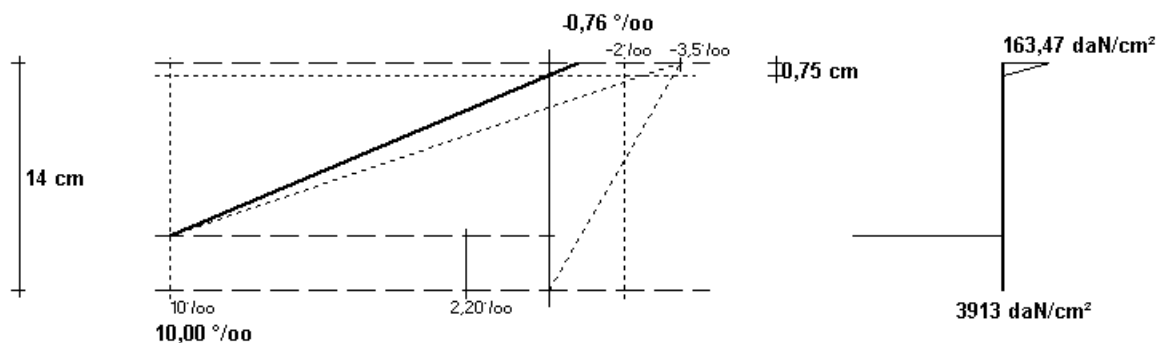
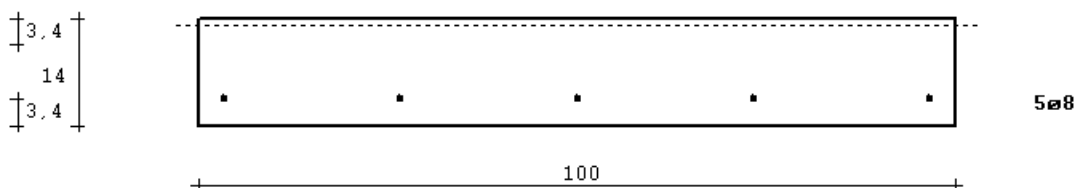
Mezzeria/incastri

acc. : $f_{yk} = 4500 \text{ daN/cm}^2$ $f_{yd} = f_{yk} / 1,15 = 3913 \text{ daN/cm}^2$ coeff.car. Perm.: 1,30
cls. : $R_{ck} = 600 \text{ daN/cm}^2$ $0,85 \times f_{cd} = 0,85 \times 0,83 \times R_{ck} / 1,60 = 265 \text{ daN/cm}^2$ coeff.car. Acc.: 1,35

Sollecitazioni : **M.perm. = 530 daNm**
M.acc. = 340 daNm

M.d. = $530 \times 1,00 + 340 \times 1,00 = 870 \text{ daNm}$

M.slu. = 1213 daNm



Grado di aggressività ambientale : moderatamente aggressivo (b)

STATO LIMITE DI TENSIONI DI ESERCIZIO

Azioni	Q.acc.	M[daNm]	$\sigma.f. [\text{daN/cm}^2]$	$\sigma.c.t [\text{daN/cm}^2]$	$\sigma.c.c [\text{daN/cm}^2]$
RARA		870		25,74	$26,44 < 253,98 = (0,60 f_{ck})$
FREQUENTE (0,7)		768		22,72	$23,34 < 190,48 = (0,45 f_{ck})$
QUASI PERM. (0,6)		734		21,71	$22,31 < 190,48 = (0,45 f_{ck})$

Tensione di Trazione CLS : $1,2 f_{ctm} = 49,66$ (sez.non fessurata)

Tensione di Trazione ACC : $0,7 f_{yk} = 3150$ (sez. fessurata)

Relazione di calcolo vasca in c.a. 250x750xh250
pag. 11

GAZEBO SpA

47043 Gatteo (FC) / Via Molino Vecchio, 9
Tel. 0541.818060 / Fax 0541.818542
Fax Amministrazione 0541.804197
www.gazebo.it / e-mail:gazebo@gazebo.it

C.F. / P.IVA 00186680401 - R.E.A. n. 91519
N. Iscr. Reg. Imprese Forlì Cesena 00186680401
Capitale Sociale € 106.605,00 i.v.



STATO LIMITE DI FESSURAZIONE

			$E_{sm} \times S_{rm}$	=	$W_m \times 1,70$	=	W_k	(mm)
Azione	FREQUENTE	(0,7) :	$0,00060 \times 162,61$	=	0,10		0,16	< 0,20
Azione	QUASI PERMANENTE	(0,6) :	$0,00057 \times 162,61$	=	0,09		0,16	> 0,10

Azioni di Calcolo (M)

Rare	:	530 +	340 x 1,0	=	870 daNm
Frequenti	:	530 +	340 x 0,7	=	768 daNm
Quasi Perm.:	:	530 +	340 x 0,6	=	734 daNm

Sezione non fessurata - Tensione di trazione cls

$W_{xinf} = 3380 \text{ cm}^3$

Rare	:	870 x 100 /	3380	=	25,74 daN/cm ²
Frequenti	:	768 x 100 /	3380	=	22,72 daN/cm ²
Quasi Perm.:	:	734 x 100 /	3380	=	21,71 daN/cm ²

STATO LIMITE DI FESSURAZIONE

$S_{rm} = 2 \times (c+s/10) + k_2 k_3 \phi / r_o = 16,26 \text{ cm}$

distanza tra fessure

$c = 3,0 \text{ cm}$

ricoprimento armature

$s = 11,2 \text{ cm}$

distanza tra barre < 14 ϕ

$k_2 = 0.4$

coeff. aderenza CLS

$k_3 = 0.125$

coeff. diagramma tensioni

$\phi = 0,8 \text{ cm}$

diametro medio arm.tesa

$r_o = A_s / A_{ceff} = 0,005$

incidenza armatura

$A_s = 2,51 \text{ cm}^2$

Acciaio teso

$A_{ceff} = 504 \text{ cm}^2$

Area efficace CLS teso

$E_{sm} = \sigma.s / E_s \times (1 - \beta_1 \beta_2 (f_{cfm} / \sigma.t_{max})^2)$

deformazione unitaria media ($\geq 0,4 \sigma.s / E_s$)

$\beta_1 = 1,0$

coeff. aderenza CLS-Acciaio

$\beta_2 = 1,0$ (rare)
 $= 0,5$ (frequenti/q.perm.)

coeff. tipo sollecitazione

$E_s = 2100000 \text{ daN/cm}^2$

modulo elastico acciaio

$f_{cfm} = 1.2 f_{ctm} = 1.2 \times 41,38 = 49,66 \text{ daN/cm}^2$

resistenza media trazione CLS (flessione)

$f_{ctm} = 0.27 \times (R_{ck})^{2/3} = 4,138 \text{ daN/mm}^2$

resistenza media trazione CLS

$\sigma.s = 3541 \text{ daN/cm}^2$ (rare)
 $= 3126 \text{ daN/cm}^2$ (frequenti)
 $= 2988 \text{ daN/cm}^2$ (quasi perm.)

trazione max acciaio - sez. fessurata

$\sigma.t_{max} = 25,74 \text{ daN/cm}^2$ (rare)
 $= 22,72 \text{ daN/cm}^2$ (frequenti)
 $= 21,71 \text{ daN/cm}^2$ (quasi perm.)

trazione max cls - sez. non fessurata

$E_{sm} = 3541 / 2100000 \times (1 - 1,0 (49,66 / 25,74)^2) = \text{negativo}$ (rare)

$E_{sm} = 3126 / 2100000 \times (1 - 0,5 (49,66 / 22,72)^2) = \text{negativo}$ (frequenti)

$E_{sm} = 2988 / 2100000 \times (1 - 0,5 (49,66 / 21,71)^2) = \text{negativo}$ (quasi perm.)

Relazione di calcolo vasca in c.a. 250x750xh250
pag. 12

GAZEBO SpA

47043 Gatteo (FC) / Via Molino Vecchio, 9
Tel. 0541.818060 / Fax 0541.818542
Fax Amministrazione 0541.804197
www.gazebo.it / e-mail: gazebo@gazebo.it

C.F. / P.IVA 00186680401 - R.E.A. n. 91519
N. Iscr. Reg. Imprese Forlì Cesena 00186680401
Capitale Sociale € 106.605,00 i.v.



VERIFICA PUNTONE

Tubo da 2 pollici con cartella spessore di 3,0 mm in acciaio inox AISI 304

$$N^- = (100 \times 2,30 \times 0,375) \times 1,00 \times 1,90 = 250 \text{ daN}$$

$$N_r = A \times 2.750/1,05 = X(\pi(6,00^2 - 5,40^2)/4 \times 2.750/1,05) = 9.010 \text{ daN} = 90,10 \text{ KN}$$

$$i = (J/A)^{1/2} = ((6,00^2 + 5,32^2)/16)^{0,5} = 1,9 \text{ cm}$$

$$\lambda = 1,10^{1/2} = 1,05$$

$$N_r > N^-$$

VERIFICA PUNZONAMENTO ANCORAGGIO PUNTONE

La presenza di una piastra saldata al puntone fa sì che la superficie resistente sia pari ad un perimetro pari a 68 cm e un'altezza utile della sezione pari a 20 cm

$$N^- = 2,50 \text{ KN}$$

$$V_{Rd} = 0,18k(100 \cdot \rho \cdot f_{ck})^{1/3} / 1,5 \cdot b_w d > v_{min} \cdot b_w d$$

$$K = 2,00$$

$$v_{min} = 0,035 \times k^{3/2} \times f_{ck}^{1/2} = 0,70 \text{ MPa}$$

$$\rho = A_s / b_w d = 3,75 / (68 \times 20) = 0,0027$$

$$f_{ck} = 50 \text{ MPa}$$

$$0,60 \times b_w d < 0,70 \times b_w d$$

$$b_w d = 68 \times 20 = 1.360 \text{ cmq} = 136.000 \text{ mmq}$$

$$V_{Rd} = 136.000 \times 0,70 = 95.200 \text{ N} = 95,20 \text{ KN}$$

$$V_{Ed} = 2,50 \text{ KN}$$

$$V_{Rd} > V_E$$

VERIFICA A TAGLIO

TAGLIO PARETE 7,50 X 2,50 MASSIMO (LATO LUNGO A VASCA VUOTA)

$$SLU T_d = (100 \times 2,30 \times 0,625) \times 1,00 \times 1,90 = 300 \text{ daN}$$

$$SLU > SLV$$

$$V_{Rsd} = 0,9 \times d \times A_{sw}/s \times f_{yd} \times \cotg\Theta = 11.300 \text{ daN}$$

$$V_{Rcd} = 0,9 \times d \times b_w \times 0,5 \times f_{cd} \times \cotg\Theta / (1 + \cotg^2\Theta) = 16.500 \text{ daN}$$

$$V_{Rd} = \min (V_{Rsd}, V_{Rcd})$$

Con

Sono previste staffe diametro 8 con passo pari a 15 centimetri.

$$\cotg\Theta = 2$$

$$s = 15 \text{ cm}$$

$$A_{sw} = 1 \text{ cmq}$$

e dove

d è l'altezza utile della sezione = 240 mm

b_w è la larghezza minima della sezione = 230 mm

Risulta:

$$V_{Rd} = 11.300 \text{ daN} > 300 \text{ daN}$$

TAGLIO PARETE 2,50 X 2,50 MASSIMO (LATO CORTO A VASCA VUOTA)

$$T_d = (100 \times 2,40) \times 2,40 = 600 \text{ daN, che è pari a :}$$

$$600 / (2,50 \times 3) = 90 \text{ daN/m}$$

$$V_{Rd} = (0,18 \times k \times (100 \times r_1 \times f_{ck})^{0,33} / \gamma_c) \times b_w \times d > v_{min} \times b_w \times d$$

con

$$k = 1 + (200/d)^{0,5} = 2,40 \text{ (si adotta uguale a 2)}$$

$$v_{min} = 0,035 k^{1,5} f_{ck}^{0,5} = 0,67$$

e dove

d è l'altezza utile della sezione = 105 mm

r₁ = A_{sl} / (b_w × d) è il rapporto geometrico di armatura longitudinale (≤ 0,02);

σ_{cp} = N_{Ed} / A_c è la tensione media di compressione nella sezione (≤ 0,2 f_{cd});

b_w è la larghezza minima della sezione = 1000 mm

$$V_{Rd} = 7.520 \text{ daN} > 0,67 \times 1000 \times 105 / 10 = 7.035 \text{ daN} > 90 \text{ daN}$$

Lastra di fondo

La lastra di fondo, nelle condizioni considerate precedentemente, è poco sollecitata per i seguenti motivi:

La sollecitazione trasferita è analoga a quella corrispondente alle pareti, ma si smorza in breve spazio (50/60 cm), praticamente si dimezza e diventa di entità inferiore a 1020 daNm/m: in tali punti l'armatura del fondo è pari 10 \varnothing 8 al metro per parte e la verifica avviene come il centro della parete, a favore di sicurezza.

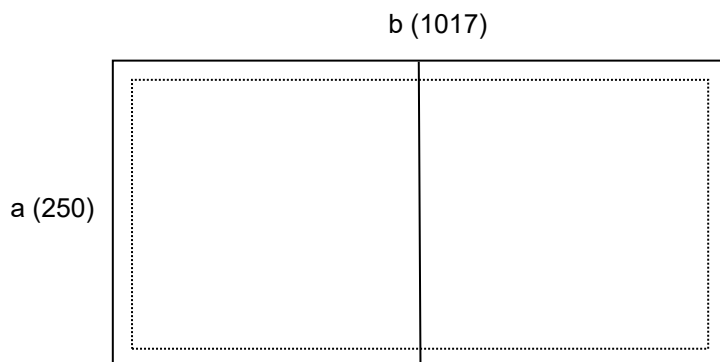
CALCOLO COPERTURA 1017× 250 × 16(H)

COPERTURA CARRABILE in C.A. [spessore=16 cm.]

Analisi dei carichi:

• Permanente	450 Kg./mq.
• Accidentale	2.000 Kg./mq.
Peso Totale	2.450 Kg./mq.

LASTRA APPOGGIATA DIVISA IN DUE PARTI (625 + 392) SU 3 LATI



$$M_x = 2.450 \times \frac{2.40^2}{8,5} = 1.660 \text{ Kgm/m (305 perm e 1.355 acc.)}$$

*Relazione di calcolo copertura 1017 x 250 x h16
pag. 1*

GAZEBO SpA

47043 Gatteo (FC) / Via Molino Vecchio, 9
Tel. 0541.818060 / Fax 0541.818542
Fax Amministrazione 0541.804197
www.gazebo.it / e-mail:gazebo@gazebo.it

C.F. / P.IVA 00186680401 - R.E.A. n. 91519
N. Iscr. Reg. Imprese Forlì Cesena 00186680401
Capitale Sociale € 106.605,00 i.v.

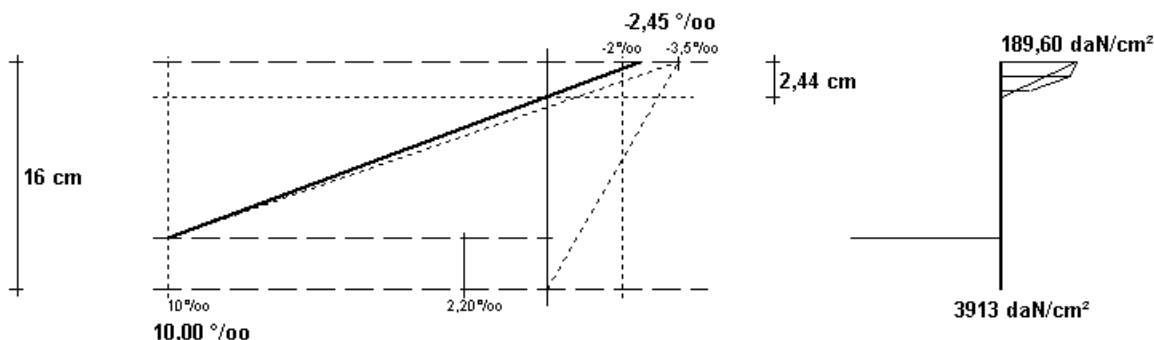
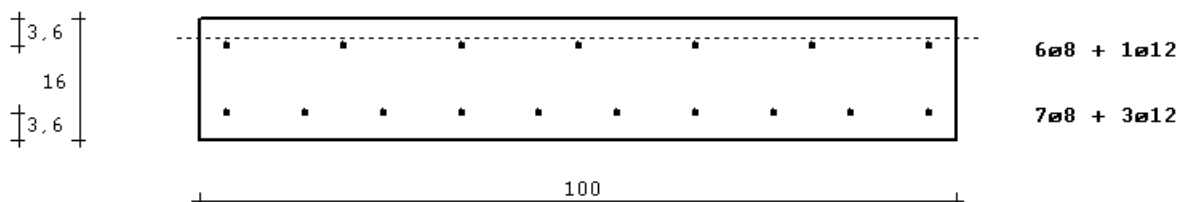


acc. : $f_{yk} = 4500 \text{ daN/cm}^2$ $f_{yd} = f_{yk} / 1,15 = 3913 \text{ daN/cm}^2$ coeff.car. Perm.:1,40
cls. : $R_{ck} = 400 \text{ daN/cm}^2$ $0,85 \times f_{cd} = 0,85 \times 0,83 \times R_{ck} / 1,60 = 190 \text{ daN/cm}^2$ coeff.car. Acc. :1,50

Sollecitazioni : **M.perm. = 305 daNm**
M.acc. = 1355 daNm

M.d. = $305 \times 1,30 + 1355 \times 1,50 = 2399 \text{ daNm}$

M.slu. = 3351 daNm



Grado di aggressività ambientale : moderatamente aggressivo (b)

STATO LIMITE DI TENSIONI DI ESERCIZIO

Azioni	Q.acc.	M[daNm]	$\sigma.f. [\text{daN/cm}^2]$	$\sigma.c.t [\text{daN/cm}^2]$	$\sigma.c.c [\text{daN/cm}^2]$
RARA		1660		35,12	$36,04 < 182,02 = (0,60 f_{ck})$
FREQUENTE (0,7)		1254		26,52	$27,21 < 136,51 = (0,45 f_{ck})$
QUASI PERM. (0,6)		1118		23,65	$24,27 < 136,51 = (0,45 f_{ck})$

Tensione di Trazione CLS : $1.2 f_{ctm} = 39,77$ (sez.non fessurata)

Tensione di Trazione ACC : $0.7 f_{yk} = 3150$ (sez. fessurata)

STATO LIMITE DI FESSURAZIONE

			$E_{sm} \times S_{rm} = W_m \times 1,70 = W_k$	(mm)
Azione	FREQUENTE	(0,7) :	$0,00032 \times 148,08 = 0,05$	$0,08 < 0,20$
Azione	QUASI PERMANENTE	(0,6) :	$0,00028 \times 148,08 = 0,04$	$0,07 < 0,10$

Relazione di calcolo copertura 1017 x 250 x h16
pag. 2

GAZEBO SpA

47043 Gatteo (FC) / Via Molino Vecchio, 9
Tel. 0541.818060 / Fax 0541.818542
Fax Amministrazione 0541.804197
www.gazebo.it / e-mail:gazebo@gazebo.it

C.F. / P.IVA 00186680401 - R.E.A. n. 91519
N. Iscr. Reg. Imprese Forlì Cesena 00186680401
Capitale Sociale € 106.605,00 i.v.



Azioni di Calcolo (M)

Rare	:	305 +	1355 x 1,0	=	1660 daNm
Frequenti	:	305 +	1355 x 0,7	=	1254 daNm
Quasi Perm.:	:	305 +	1355 x 0,6	=	1118 daNm

Sezione non fessurata - Tensione di trazione cls

$$W_{xinf} = 4727 \text{ cm}^3$$

Rare	:	1660 x 100	/	4727	=	35,12 daN/cm ²
Frequenti	:	1254 x 100	/	4727	=	26,53 daN/cm ²
Quasi Perm.:	:	1118 x 100	/	4727	=	23,65 daN/cm ²

STATO LIMITE DI FESSURAZIONE

$$s_{rm} = 2 \times (c+s/10) + k_2 k_3 \phi / r_o = 14,81 \text{ cm}$$

$$c = 3,1 \text{ cm}$$

$$s = 10,3 \text{ cm}$$

$$k_2 = 0.4$$

$$k_3 = 0.125$$

$$\phi = 0,9 \text{ cm}$$

$$r_o = A_s / A_{ceff} = 0,007$$

$$A_s = 6,91 \text{ cm}^2$$

$$A_{ceff} = 990 \text{ cm}^2$$

distanza tra fessure

ricoprimento armature

distanza tra barre < 14 ϕ

coeff. aderenza CLS

coeff. diagramma tensioni

diametro medio arm.tesa

incidenza armatura

Acciaio teso

Area efficace CLS teso

$$E_{sm} = \sigma_s / E_s \times (1 - \beta_1 \beta_2 (f_{cfm} / \sigma_{tmax})^2)$$

$$\text{deformazione unitaria media } (\geq 0,4 \sigma_s / E_s)$$

$$\beta_1 = 1,0$$

coeff. aderenza CLS-Acciaio

$$\beta_2 = 1,0 \text{ (rare)} \\ = 0,5 \text{ (frequenti/q.perm.)}$$

coeff. tipo sollecitazione

$$E_s = 2100000 \text{ daN/cm}^2$$

modulo elastico acciaio

$$f_{cfm} = 1.2 f_{ctm} = 1.2 \times 33,14 = 39,77 \text{ daN/cm}^2$$

resistenza media trazione CLS (flessione)

$$f_{ctm} = 0.27 \times (R_{ck})^{2/3} = 3,314 \text{ daN/mm}^2$$

resistenza media trazione CLS

$$\sigma_s = 2191 \text{ daN/cm}^2 \text{ (rare)} \\ = 1655 \text{ daN/cm}^2 \text{ (frequenti)} \\ = 1476 \text{ daN/cm}^2 \text{ (quasi perm.)}$$

trazione max acciaio - sez. fessurata

$$\sigma_{tmax} = 35,12 \text{ daN/cm}^2 \text{ (rare)} \\ = 26,53 \text{ daN/cm}^2 \text{ (frequenti)} \\ = 23,65 \text{ daN/cm}^2 \text{ (quasi perm.)}$$

trazione max cls - sez. non fessurata

$$E_{sm} = 2191/2100000 \times (1 - 1,0 (39,77/35,12)^2) = 0,00042 \text{ (rare)}$$

$$E_{sm} = 1655/2100000 \times (1 - 0,5 (39,77/26,53)^2) = 0,00032 \text{ (frequenti)}$$

$$E_{sm} = 1476/2100000 \times (1 - 0,5 (39,77/23,65)^2) = 0,00028 \text{ (quasi perm.)}$$

Relazione di calcolo copertura 1017 x 250 x h16

pag. 3

GAZEBO SpA

47043 Gatteo (FC) / Via Molino Vecchio, 9
Tel. 0541.818060 / Fax 0541.818542
Fax Amministrazione 0541.804197
www.gazebo.it / e-mail:gazebo@gazebo.it

C.F. / P.IVA 00186680401 - R.E.A. n. 91519
N. Iscr. Reg. Imprese Forlì Cesena 00186680401
Capitale Sociale € 106.605,00 i.v.



CALCOLO
COPERTURA 750 × 250 × 16

COPERTURA CARRABILE in C.A. [spessore=16 cm.]

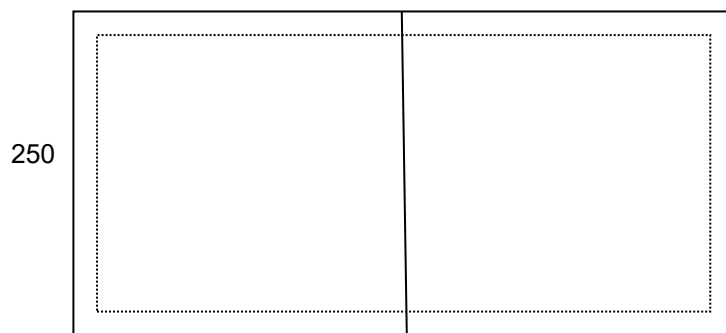
Analisi dei carichi:

- Peso proprio 400 Kg/mq
- accidentale 2000 Kg /mq
- Totale 2400 Kg/mq

SCHEMA DI CALCOLO:

PIASTRA RETTANGOLARE APOGGIATA SU N.RO 3 LATI (LASTRA DIVISA IN DUE)

750 (375+375)



SFORZI MASSIMI IN MEZZERIA

$$M_x = 2400 \times 2,42^2 / 9,5 = 1.740 \text{ Kg/m}$$

$$M_y = 2400 \times 2,42^2 / 26 = 635 \text{ Kg/m}$$

Relazione di calcolo copertura 250 x 750 x h16
pag. 1

GAZEBO SpA

47043 Gatteo (FC) / Via Molino Vecchio, 9
Tel. 0541.818060 / Fax 0541.818542
Fax Amministrazione 0541.804197
www.gazebo.it / e-mail:gazebo@gazebo.it

C.F. / P.IVA 00186680401 - R.E.A. n. 91519
N. Iscr. Reg. Imprese Forlì Cesena 00186680401
Capitale Sociale € 106.605,00 i.v.

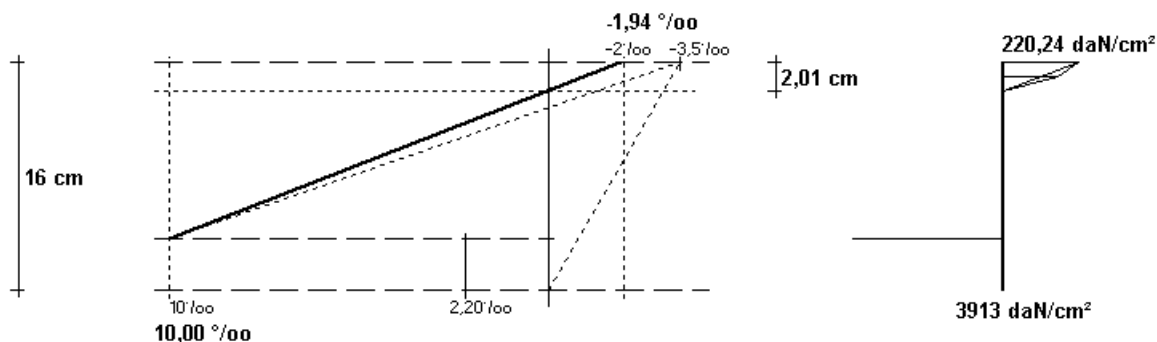
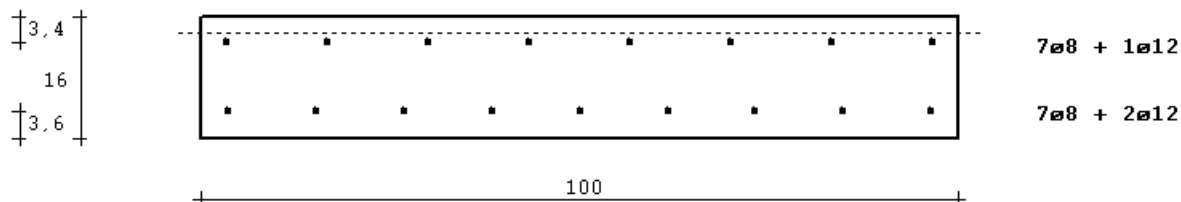


acc. : $f_{yk} = 4500 \text{ daN/cm}^2$ $f_{yd} = f_{yk} / 1,15 = 3913 \text{ daN/cm}^2$ coeff.car. Perm.:1,30
cls. : $R_{ck} = 500 \text{ daN/cm}^2$ $0,85 \times f_{cd} = 0,85 \times 0,83 \times R_{ck} / 1,60 = 220 \text{ daN/cm}^2$ coeff.car. Acc.:1,50

Sollecitazioni : **M.perm. = 240 daNm**
M.acc. = 1500 daNm

M.d. = $240 \times 1,30 + 1500 \times 1,50 = 2562 \text{ daNm}$

M.slu. = 2955 daNm



Grado di aggressività ambientale : moderatamente aggressivo (b)

STATO LIMITE DI TENSIONI DI ESERCIZIO

Azioni	Q.acc.	M[daNm]	$\sigma.f. [\text{daN/cm}^2]$	$\sigma.c.t [\text{daN/cm}^2]$	$\sigma.c.c [\text{daN/cm}^2]$
RARA		1740		37,17	37,49 < 211,65 = (0,60 fck)
FREQUENTE (0,7)		1290		27,56	27,80 < 158,74 = (0,45 fck)
QUASI PERM. (0,6)		1140		24,35	24,57 < 158,74 = (0,45 fck)

Tensione di Trazione CLS : $1,2 f_{ctm} = 43,97$ (sez.non fessurata)

Tensione di Trazione ACC : $0,7 f_{yk} = 3150$ (sez. fessurata)

STATO LIMITE DI FESSURAZIONE

			$E_{sm} \times S_{rm} = W_m \times 1,70 = W_k$	(mm)
Azione	FREQUENTE	(0,7) :	negativo	< 0,20
Azione	QUASI PERMANENTE	(0,6) :	negativo	< 0,10

Relazione di calcolo copertura 250 x 750 x h16
pag. 2

GAZEBO SpA

47043 Gatteo (FC) / Via Molino Vecchio, 9
Tel. 0541.818060 / Fax 0541.818542
Fax Amministrazione 0541.804197
www.gazebo.it / e-mail:gazebo@gazebo.it

C.F. / P.IVA 00186680401 - R.E.A. n. 91519
N. Iscr. Reg. Imprese Forlì Cesena 00186680401
Capitale Sociale € 106.605,00 i.v.



Azioni di Calcolo (M)

Rare	:	240 +	1500 x 1,0	=	1740 daNm
Frequenti	:	240 +	1500 x 0,7	=	1290 daNm
Quasi Perm.:	:	240 +	1500 x 0,6	=	1140 daNm

Sezione non fessurata - Tensione di trazione cls

$$W_{xinf} = 4681 \text{ cm}^3$$

Rare	:	1740 x 100 /	4681	=	37,17 daN/cm ²
Frequenti	:	1290 x 100 /	4681	=	27,56 daN/cm ²
Quasi Perm.:	:	1140 x 100 /	4681	=	24,35 daN/cm ²

STATO LIMITE DI FESSURAZIONE

$$s_{rm} = 2 \times (c+s/10) + k_2 k_3 \phi / r_o = 16,33 \text{ cm}$$

distanza tra fessure

$$c = 3,1 \text{ cm}$$

ricoprimento armature

$$s = 11,6 \text{ cm}$$

distanza tra barre < 14 ϕ

$$k_2 = 0.4$$

coeff. aderenza CLS

$$k_3 = 0.125$$

coeff. diagramma tensioni

$$\phi = 0,9 \text{ cm}$$

diametro medio arm.tesa

$$r_o = A_s / A_{ceff} = 0,006$$

incidenza armatura

$$A_s = 5,78 \text{ cm}^2$$

Acciaio teso

$$A_{ceff} = 990 \text{ cm}^2$$

Area efficace CLS teso

$$E_{sm} = \sigma_s / E_s \times (1 - \beta_1 \beta_2 (f_{cfm} / \sigma_{tmax})^2)$$

deformazione unitaria media ($\geq 0,4 \sigma_s / E_s$)

$$\beta_1 = 1,0$$

coeff. aderenza CLS-Acciaio

$$\beta_2 = 1,0 \text{ (rare)} \\ = 0,5 \text{ (frequenti/q.perm.)}$$

coeff. tipo sollecitazione

$$E_s = 2100000 \text{ daN/cm}^2$$

modulo elastico acciaio

$$f_{cfm} = 1.2 f_{ctm} = 1.2 \times 36,64 = 43,97 \text{ daN/cm}^2$$

resistenza media trazione CLS (flessione)

$$f_{ctm} = 0.27 \times (R_{ck})^{2/3} = 3,664 \text{ daN/mm}^2$$

resistenza media trazione CLS

$$\sigma_s = 2722 \text{ daN/cm}^2 \text{ (rare)} \\ = 2018 \text{ daN/cm}^2 \text{ (frequenti)} \\ = 1783 \text{ daN/cm}^2 \text{ (quasi perm.)}$$

trazione max acciaio - sez. fessurata

$$\sigma_{tmax} = 37,17 \text{ daN/cm}^2 \text{ (rare)} \\ = 27,56 \text{ daN/cm}^2 \text{ (frequenti)} \\ = 24,35 \text{ daN/cm}^2 \text{ (quasi perm.)}$$

trazione max cls - sez. non fessurata

$$E_{sm} = 2722 / 2100000 \times (1 - 1,0 (43,97 / 37,17)^2) = \text{negativo} \text{ (rare)}$$

$$E_{sm} = 2018 / 2100000 \times (1 - 0,5 (43,97 / 27,56)^2) = \text{negativo} \text{ (frequenti)}$$

$$E_{sm} = 1783 / 2100000 \times (1 - 0,5 (43,97 / 24,35)^2) = \text{negativo} \text{ (quasi perm.)}$$

Relazione di calcolo copertura 250 x 750 x h16

pag. 3

GAZEBO SpA

47043 Gatteo (FC) / Via Molino Vecchio, 9
Tel. 0541.818060 / Fax 0541.818542
Fax Amministrazione 0541.804197
www.gazebo.it / e-mail: gazebo@gazebo.it

C.F. / P.IVA 00186680401 - R.E.A. n. 91519
N. Iscr. Reg. Imprese Forlì Cesena 00186680401
Capitale Sociale € 106.605,00 i.v.

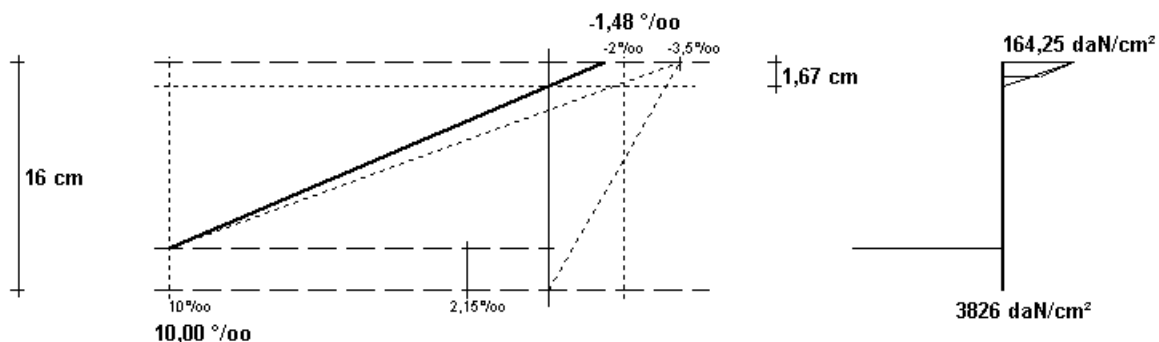
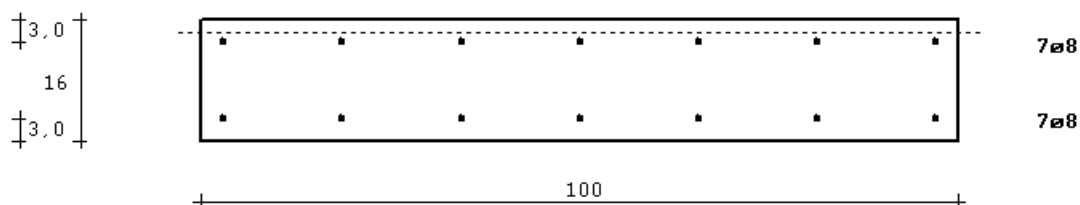


acc. : $f_{yk} = 4400 \text{ daN/cm}^2$ $f_{yd} = f_{yk} / 1,15 = 3826 \text{ daN/cm}^2$ coeff.car. Perm.:1,30
cls. : $R_{ck} = 400 \text{ daN/cm}^2$ $0,85 \times f_{cd} = 0,85 \times 0,83 \times R_{ck} / 1,60 = 176 \text{ daN/cm}^2$ coeff.car. Acc.:1,50

Sollecitazioni : **M.perm. = 90 daNm**
M.acc. = 545 daNm

M.d. = $90 \times 1,30 + 545 \times 1,50 = 934 \text{ daNm}$

M.slu. = 1858 daNm



Grado di aggressività ambientale : moderatamente aggressivo (b)

STATO LIMITE DI TENSIONI DI ESERCIZIO

Azioni	Q.acc.	M[daNm]	$\sigma.f. [\text{daN/cm}^2]$	$\sigma.c.t [\text{daN/cm}^2]$	$\sigma.c.c [\text{daN/cm}^2]$
RARA		635		13,81	$13,81 < 169,32 = (0,60 f_{ck})$
FREQUENTE (0,7)		472		10,26	$10,26 < 126,99 = (0,45 f_{ck})$
QUASI PERM. (0,3)		254		5,52	$5,52 < 126,99 = (0,45 f_{ck})$

Tensione di Trazione CLS : $1.2 f_{ctm} = 37,90$ (sez.non fessurata)

Tensione di Trazione ACC : $0.7 f_{yk} = 3080$ (sez. fessurata)

STATO LIMITE DI FESSURAZIONE

			$E_{sm} \times S_{rm}$	=	$W_m \times 1,70 = W_k$	(mm)
Azione	FREQUENTE	(0,7) :	$0,00021 \times 151,05 =$	$0,03$	$0,06 < 0,20$	
Azione	QUASI PERMANENTE	(0,3) :	$0,00012 \times 151,05 =$	$0,02$	$0,03 < 0,10$	

Relazione di calcolo copertura 250 x 750 x h16
pag. 4

GAZEBO SpA

47043 Gatteo (FC) / Via Molino Vecchio, 9
Tel. 0541.818060 / Fax 0541.818542
Fax Amministrazione 0541.804197
www.gazebo.it / e-mail:gazebo@gazebo.it

C.F. / P.IVA 00186680401 - R.E.A. n. 91519
N. Iscr. Reg. Imprese Forlì Cesena 00186680401
Capitale Sociale € 106.605,00 i.v.



Azioni di Calcolo (M)

Rare	:	90 +	545 x 1,0	=	635 daNm
Frequenti	:	90 +	545 x 0,7	=	472 daNm
Quasi Perm.:	:	90 +	545 x 0,3	=	254 daNm

Sezione non fessurata - Tensione di trazione cls

$$W_{xinf} = 4597 \text{ cm}^3$$

Rare	:	635 x 100 /	4597	=	13,81 daN/cm ²
Frequenti	:	472 x 100 /	4597	=	10,27 daN/cm ²
Quasi Perm.:	:	254 x 100 /	4597	=	5,53 daN/cm ²

STATO LIMITE DI FESSURAZIONE

$$S_{rm} = 2 \times (c+s/10) + k_2 k_3 \phi / r_o = 15,10 \text{ cm}$$

distanza tra fessure

$$c = 2,6 \text{ cm}$$

ricoprimento armature

$$s = 11,2 \text{ cm}$$

distanza tra barre < 14 ϕ

$$k_2 = 0.4$$

coeff. aderenza CLS

$$k_3 = 0.125$$

coeff. diagramma tensioni

$$\phi = 0,8 \text{ cm}$$

diametro medio arm.tesa

$$r_o = A_s / A_{ceff} = 0,005$$

incidenza armatura

$$A_s = 3,52 \text{ cm}^2$$

Acciaio teso

$$A_{ceff} = 674 \text{ cm}^2$$

Area efficace CLS teso

$$E_{sm} = \sigma_s / E_s \times (1 - \beta_1 \beta_2 (f_{cfm} / \sigma_{tmax})^2)$$

deformazione unitaria media ($\geq 0,4 \sigma_s / E_s$)

$$\beta_1 = 1,0$$

coeff. aderenza Cls-Acciaio

$$\beta_2 = 1,0 \text{ (rare)}$$

$$= 0,5 \text{ (frequenti/q.perm.)}$$

coeff. tipo sollecitazione

$$E_s = 2100000 \text{ daN/cm}^2$$

modulo elastico acciaio

$$f_{cfm} = 1.2 f_{ctm} = 1.2 \times 31,58 = 37,90 \text{ daN/cm}^2$$

resistenza media trazione CLS (flessione)

$$f_{ctm} = 0.27 \times (R_{ck})^{2/3} = 3,158 \text{ daN/mm}^2$$

resistenza media trazione CLS

$$\sigma_s = 1516 \text{ daN/cm}^2 \text{ (rare)}$$

$$= 1127 \text{ daN/cm}^2 \text{ (frequenti)}$$

$$= 607 \text{ daN/cm}^2 \text{ (quasi perm.)}$$

trazione max acciaio - sez. fessurata

$$\sigma_{tmax} = 13,81 \text{ daN/cm}^2 \text{ (rare)}$$

$$= 10,27 \text{ daN/cm}^2 \text{ (frequenti)}$$

$$= 5,53 \text{ daN/cm}^2 \text{ (quasi perm.)}$$

trazione max cls - sez. non fessurata

$$E_{sm} = 1516 / 2100000 \times (1 - 1,0 (37,90 / 13,81)^2) = 0,00029 \text{ (rare)}$$

$$E_{sm} = 1127 / 2100000 \times (1 - 0,5 (37,90 / 10,27)^2) = 0,00021 \text{ (frequenti)}$$

$$E_{sm} = 607 / 2100000 \times (1 - 0,5 (37,90 / 5,53)^2) = 0,00012 \text{ (quasi perm.)}$$

Relazione di calcolo copertura 250 x 750 x h16

pag. 5

GAZEBO SpA

47043 Gatteo (FC) / Via Molino Vecchio, 9
Tel. 0541.818060 / Fax 0541.818542
Fax Amministrazione 0541.804197
www.gazebo.it / e-mail: gazebo@gazebo.it

C.F. / P.IVA 00186680401 - R.E.A. n. 91519
N. Iscr. Reg. Imprese Forlì Cesena 00186680401
Capitale Sociale € 106.605,00 i.v.



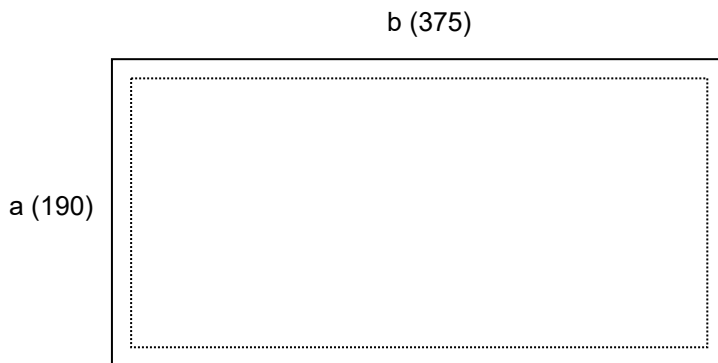
CALCOLO COPERTURA 375 × 190 × 16(H)

COPERTURA PEDONABILE in C.A. [spessore=16 cm.]

Analisi dei carichi:

• Permanente	400
• Accidentale	200
Peso Totale	600 Kg./mq.

LASTRA APPOGGIATA SUI 4 LATI



$$\frac{b}{a} = 1,30$$

$$M_x = 600 \times \frac{1,90^2}{8} = 270 \text{ Kg/m} \quad (\text{A favore di sicurezza si adotta } 180 \text{ kgm p.p. e } 180 \text{ kgm portato})$$

$$T = 600 \times 1,90/2 = 570 \text{ kg/m} \quad (\text{molto basso})$$

Relazione di calcolo copertura in c.a. 190x375xh16
pag. 1

GAZEBO SpA

47043 Gatteo (FC) / Via Molino Vecchio, 9
Tel. 0541.818060 / Fax 0541.818542
Fax Amministrazione 0541.804197
www.gazebo.it / e-mail:gazebo@gazebo.it

C.F. / P.IVA 00186680401 - R.E.A. n. 91519
N. Iscr. Reg. Imprese Forlì Cesena 00186680401
Capitale Sociale € 106.605,00 i.v.



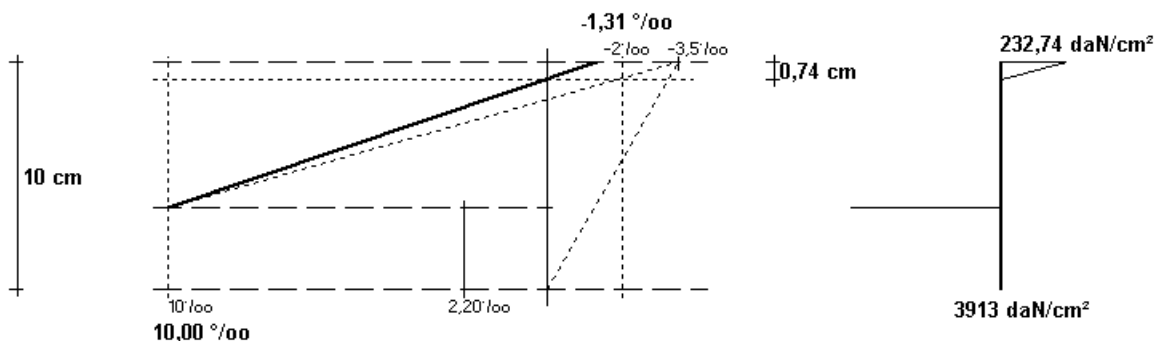
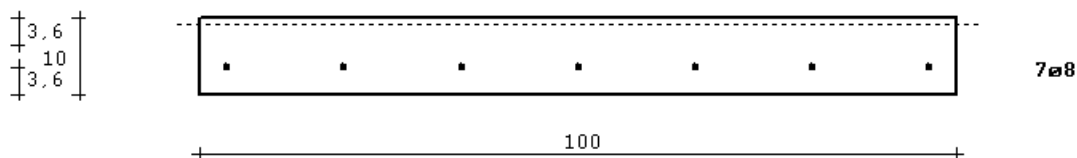
Si considera la lastra di spessore 10 centimetri a favore di sicurezza

acc. : $f_{yk} = 4500 \text{ daN/cm}^2$ $f_{yd} = f_{yk} / 1,15 = 3913 \text{ daN/cm}^2$ coeff.car. Perm.: 1,30
cls. : $R_{ck} = 600 \text{ daN/cm}^2$ $0,85 \times f_{cd} = 0,85 \times 0,83 \times R_{ck} / 1,60 = 265 \text{ daN/cm}^2$ coeff.car. Acc.: 1,50

Sollecitazioni : **M.perm. = 180 daNm**
M.acc. = 180 daNm

M.d. = 180 x 1,30 + 180 x 1,50 = 504 daNm

M.slu. = 840 daNm



Grado di aggressività ambientale : moderatamente aggressivo (b)

STATO LIMITE DI TENSIONI DI ESERCIZIO

Azioni	Q.acc.	M[daNm]	$\sigma.f. [\text{daN/cm}^2]$	$\sigma.c.t [\text{daN/cm}^2]$	$\sigma.c.c [\text{daN/cm}^2]$
RARA		360		21,05	21,65 < 253,98 = (0,60 fck)
FREQUENTE (0,7)		306		17,89	18,40 < 190,48 = (0,45 fck)
QUASI PERM. (0,6)		288		16,84	17,32 < 190,48 = (0,45 fck)

Tensione di Trazione CLS : 1.2 fctm = 49,66 (sez. non fessurata)

Tensione di Trazione ACC : 0.7 f_{yk} = 3150 (sez. fessurata)

Relazione di calcolo copertura in c.a. 190x375xh16
pag. 2

GAZEBO SpA

47043 Gatteo (FC) / Via Molino Vecchio, 9
Tel. 0541.818060 / Fax 0541.818542
Fax Amministrazione 0541.804197
www.gazebo.it / e-mail: gazebo@gazebo.it

C.F. / P.IVA 00186680401 - R.E.A. n. 91519
N. Iscr. Reg. Imprese Forlì Cesena 00186680401
Capitale Sociale € 106.605,00 i.v.



STATO LIMITE DI FESSURAZIONE

			$E_{sm} \times S_{rm}$	$= W_m \times 1,70 = W_k$	(mm)
Azione	FREQUENTE	(0,7) :	negativo		< 0,20
Azione	QUASI PERMANENTE	(0,6) :	negativo		< 0,10

Azioni di Calcolo (M)

Rare	:	180 +	180 x 1,0 =	360 daNm
Frequenti	:	180 +	180 x 0,7 =	306 daNm
Quasi Perm.:	:	180 +	180 x 0,6 =	288 daNm

Sezione non fessurata - Tensione di trazione cls

$W_{xinf} = 1710 \text{ cm}^3$

Rare	:	360 x 100 /	1710 =	21,05 daN/cm ²
Frequenti	:	306 x 100 /	1710 =	17,89 daN/cm ²
Quasi Perm.:	:	288 x 100 /	1710 =	16,84 daN/cm ²

STATO LIMITE DI FESSURAZIONE

$$S_{rm} = 2 \times (c+s/10) + k_2 k_3 \phi / r_o = 16,84 \text{ cm}$$

distanza tra fessure

$$c = 3,2 \text{ cm}$$

ricoprimento armature

$$s = 11,2 \text{ cm}$$

distanza tra barre < 14 ϕ

$$k_2 = 0.4$$

coeff. aderenza CLS

$$k_3 = 0.125$$

coeff. diagramma tensioni

$$\phi = 0,8 \text{ cm}$$

diametro medio arm.tesa

$$r_o = A_s / A_{ceff} = 0,005$$

incidenza armatura

$$A_s = 3,52 \text{ cm}^2$$

Acciaio teso

$$A_{ceff} = 721 \text{ cm}^2$$

Area efficace CLS teso

$$E_{sm} = \sigma.s / E_s \times (1 - \beta_1 \beta_2 (f_{cfm} / \sigma.t_{max})^2)$$

deformazione unitaria media ($\geq 0,4 \sigma.s / E_s$)

$$\beta_1 = 1,0$$

coeff. aderenza CLS-Acciaio

$$\beta_2 = 1,0 \text{ (rare)} \\ = 0,5 \text{ (frequenti/q.perm.)}$$

coeff. tipo sollecitazione

$$E_s = 2100000 \text{ daN/cm}^2$$

modulo elastico acciaio

$$f_{cfm} = 1.2 f_{ctm} = 1.2 \times 41,38 = 49,66 \text{ daN/cm}^2$$

resistenza media trazione CLS (flessione)

$$f_{ctm} = 0.27 \times (R_{ck})^{2/3} = 4,138 \text{ daN/mm}^2$$

resistenza media trazione CLS

$$\sigma.s = 1798 \text{ daN/cm}^2 \text{ (rare)} \\ = 1528 \text{ daN/cm}^2 \text{ (frequenti)} \\ = 1438 \text{ daN/cm}^2 \text{ (quasi perm.)}$$

trazione max acciaio - sez. fessurata

$$\sigma.t_{max} = 21,05 \text{ daN/cm}^2 \text{ (rare)} \\ = 17,89 \text{ daN/cm}^2 \text{ (frequenti)} \\ = 16,84 \text{ daN/cm}^2 \text{ (quasi perm.)}$$

trazione max cls - sez. non fessurata

$$E_{sm} = 1798 / 2100000 \times (1 - 1,0 (49,66 / 21,05)^2) = \text{negativo} \text{ (rare)}$$

$$E_{sm} = 1528 / 2100000 \times (1 - 0,5 (49,66 / 17,89)^2) = \text{negativo} \text{ (frequenti)}$$

$$E_{sm} = 1438 / 2100000 \times (1 - 0,5 (49,66 / 16,84)^2) = \text{negativo} \text{ (quasi perm.)}$$

Relazione di calcolo copertura in c.a. 190x375xh16

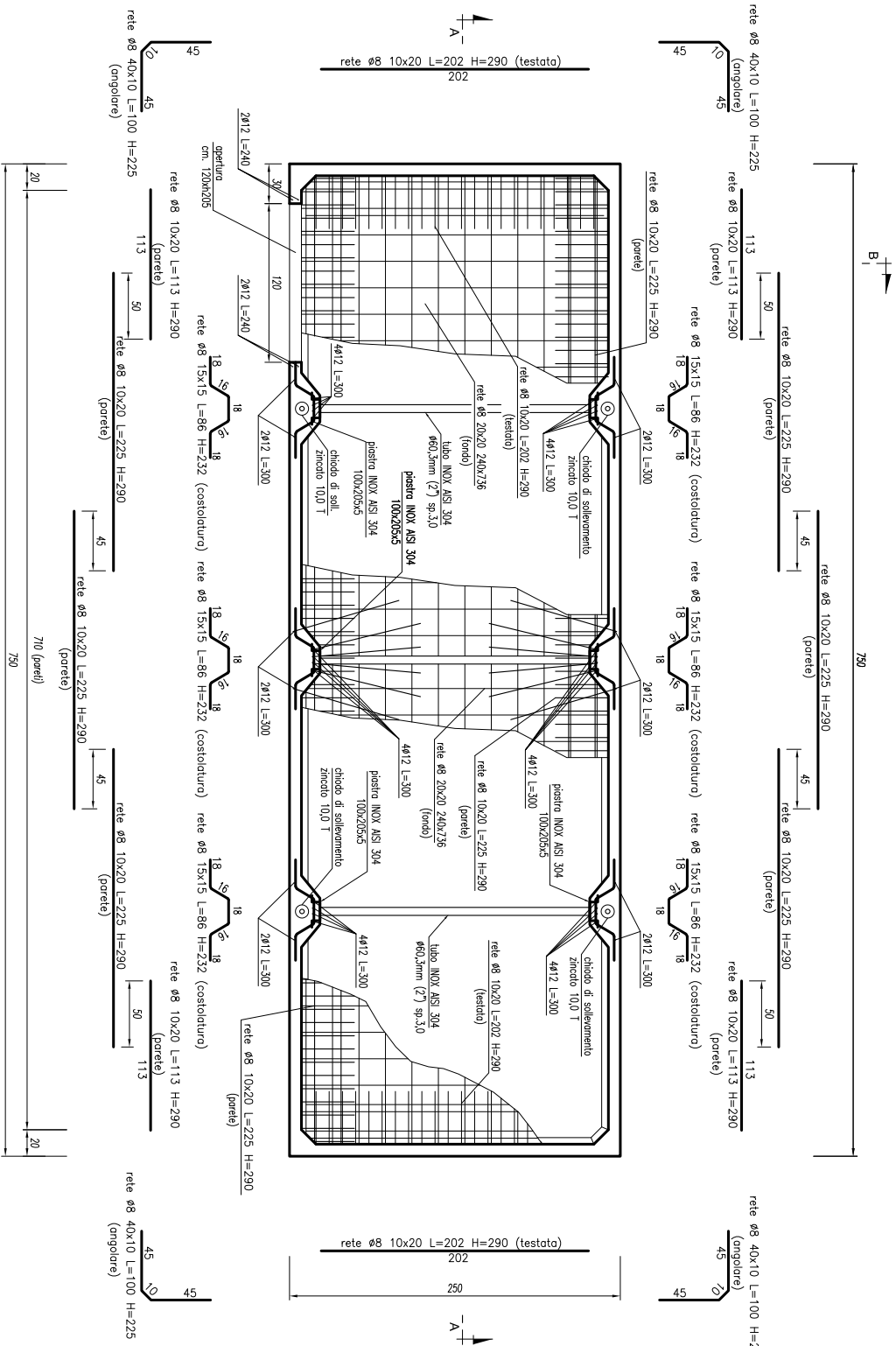
pag. 3

GAZEBO SpA

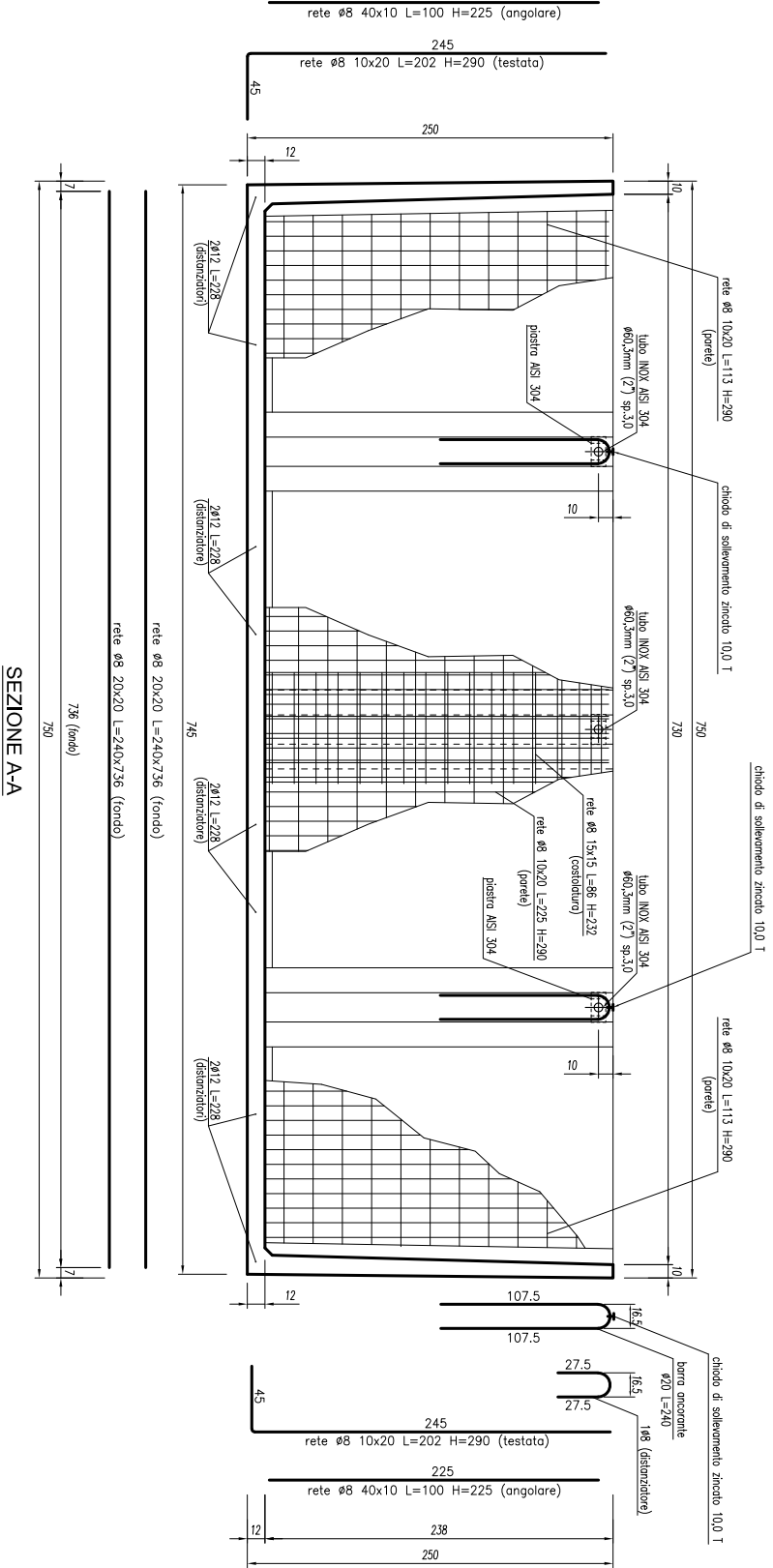
47043 Gatteo (FC) / Via Molino Vecchio, 9
Tel. 0541.818060 / Fax 0541.818542
Fax Amministrazione 0541.804197
www.gazebo.it / e-mail: gazebo@gazebo.it

C.F. / P.IVA 00186680401 - R.E.A. n. 91519
N. Iscr. Reg. Imprese Forlì Cesena 00186680401
Capitale Sociale € 106.605,00 i.v.

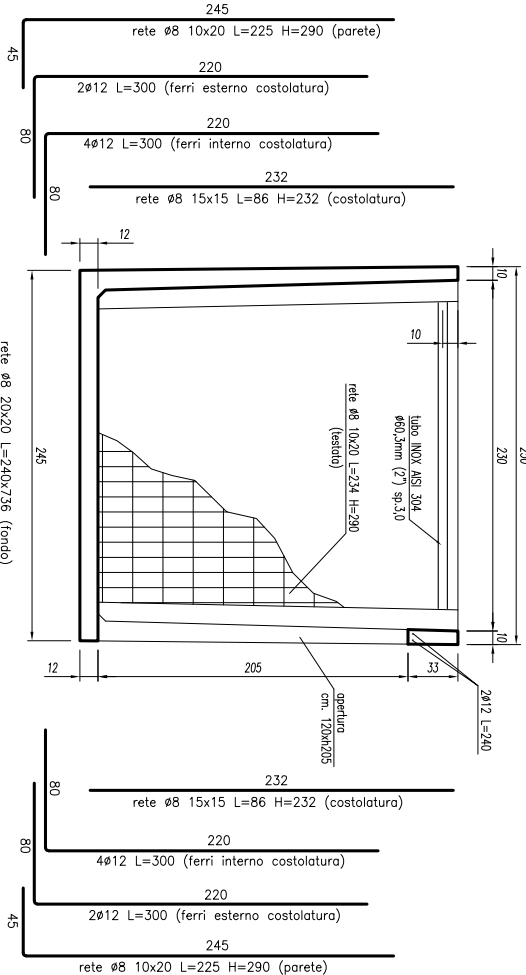





PIANTA



SEZIONE A-A



SEZIONE B-B



S.p.A.

Via Molino Vecchio, 9 - Gatteo (FC) Tel.0541/818060-fax 818542

PROPRIETÀ RISERVATA: Questo disegno non potrà essere riprodotto o reso noto a terzi
che non siano espressamente autorizzati dalla GAZEBO S.p.A. si riserva in caso di trasgressione di agire a termini di legge.

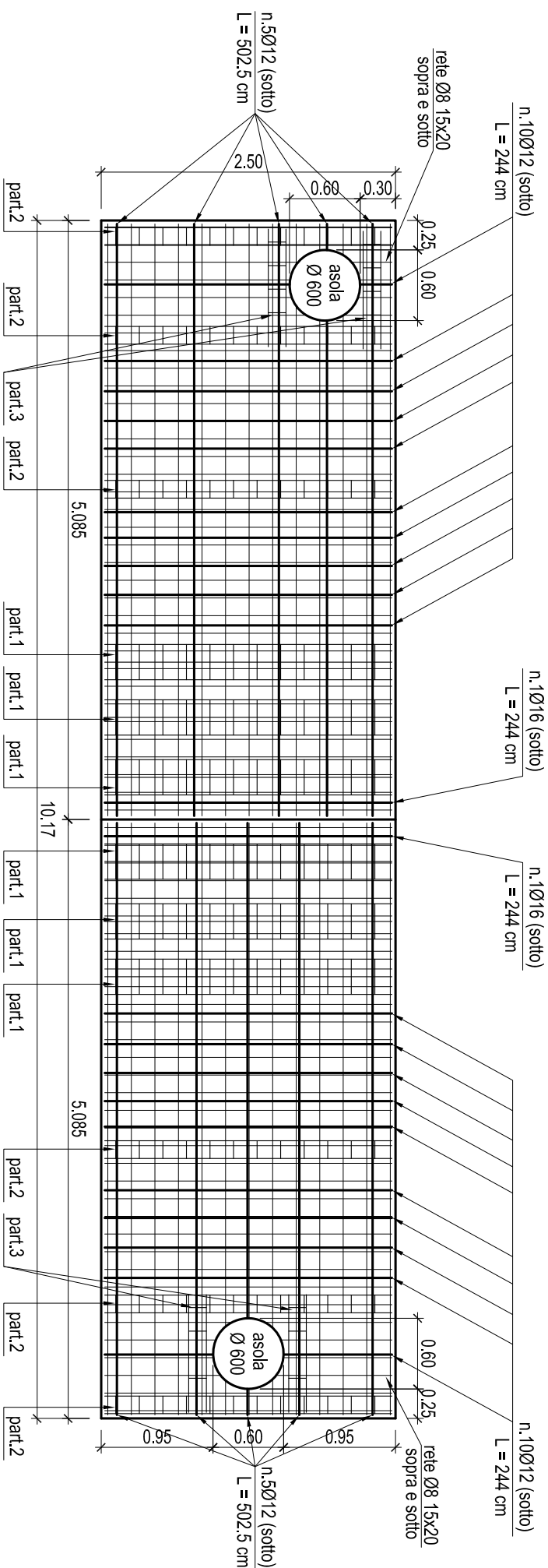
Calcestruzzo	Classe C50/60
Copifero	35 mm
Rei elettrosaldati	B450C
Tondini	B450C
Ganci	P=10,0 ton.
Plastre	Acciaio inox AISI304
Puntoni	Acciaio inox AISI304

Oggetto: LOCALE

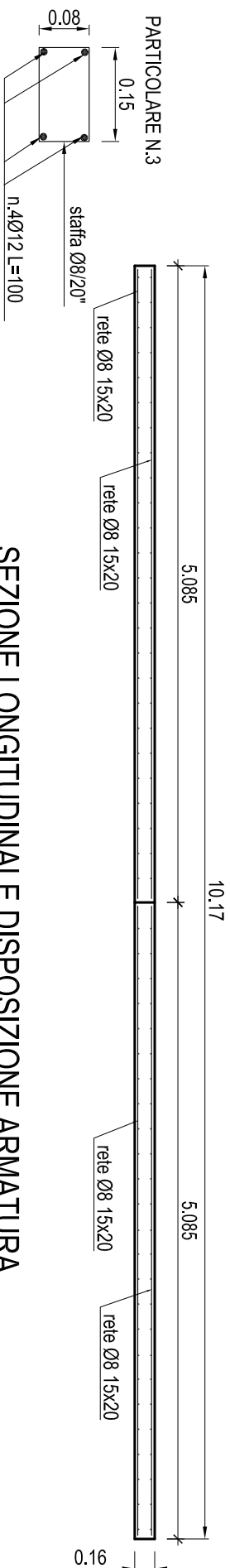
Armatura interna in acciaio per vasca monoblocco prefabbricata in C.A.

dim. est. cm 250 x 750 x h250

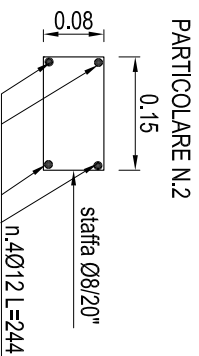
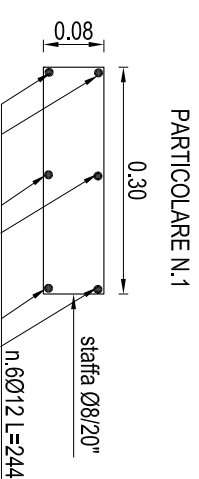
Scala 1:50




PIANTA DISPOSIZIONE ARMATURA

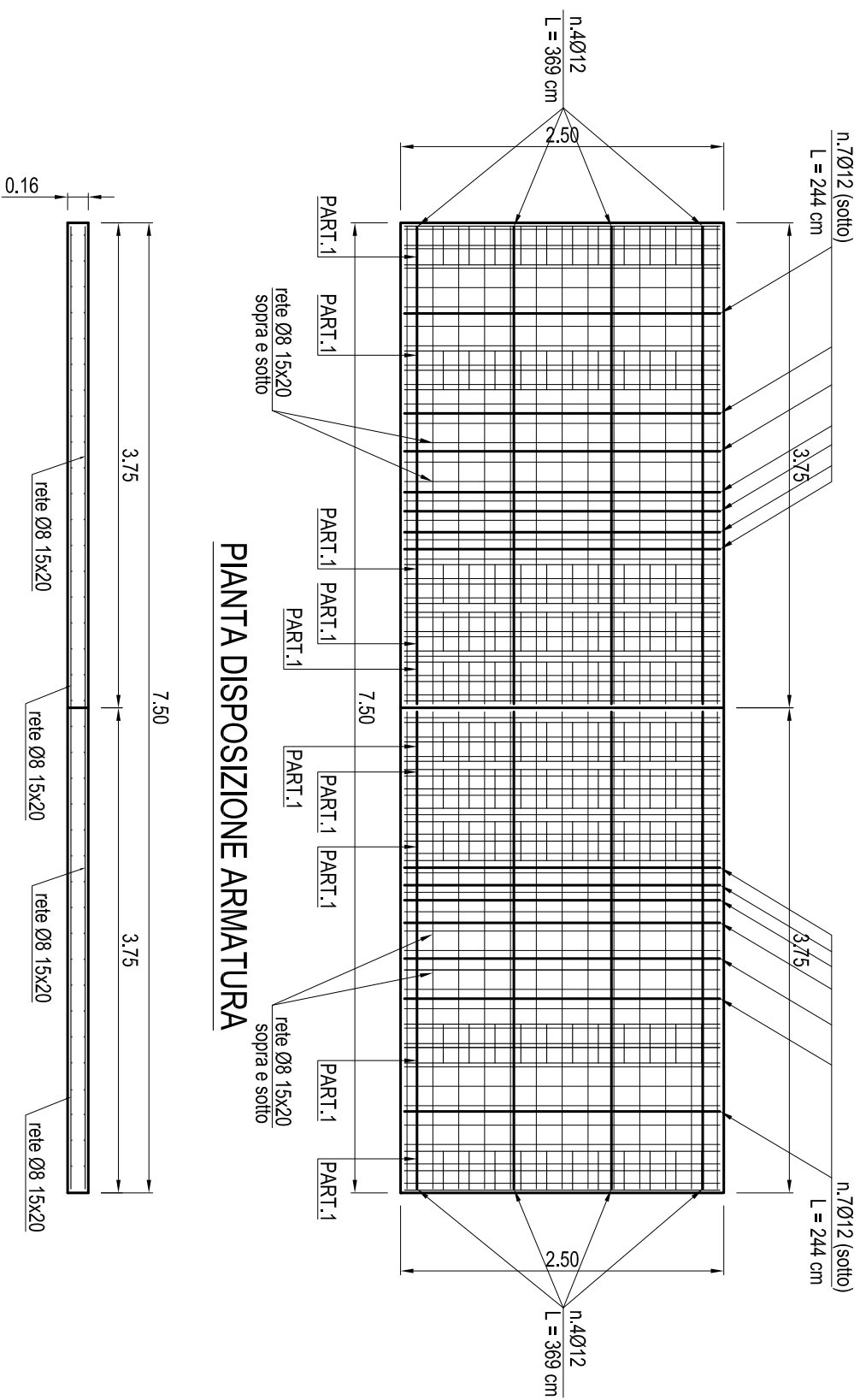


SEZIONE LONGITUDINALE DISPOSIZIONE ARMATURA

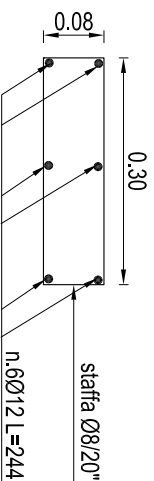


 <p>S.p.A.</p>	<p>Progettazione e costruzione impianti di trattamento acque di scarico civili, industriali e di allevamenti</p>	<p>Oggetto: Armatura copertura in C.A. Dim.est.: cm. 1017(508.5+508.5) x 250 x 16</p>
<p>Via Molino, 9 - Gatteo (FC) Tel.0541/818060-fax 818542</p> <p>PROPRIETÀ: RISERVATA: Questo disegno non potrà essere riprodotto o reso noto a terzi o dille concorrenti senza la nostra autorizzazione.</p> <p>La GAZEBO S.p.A. si riserva in caso di trasgressione di agire a termini di legge.</p>		

scala 1:50



PARTICOLARE N.1



PIANTA DISPOSIZIONE ARMATURA

SEZIONE LONGITUDINALE DISPOSIZIONE ARMATURA



S.p.A.

Progettazione e costruzione impianti di trattamento
acque di scarico civili, industriali e di allevamenti

Via Molino, 9 - Gatteo (FC) Tel.0541/818060-fax 818542

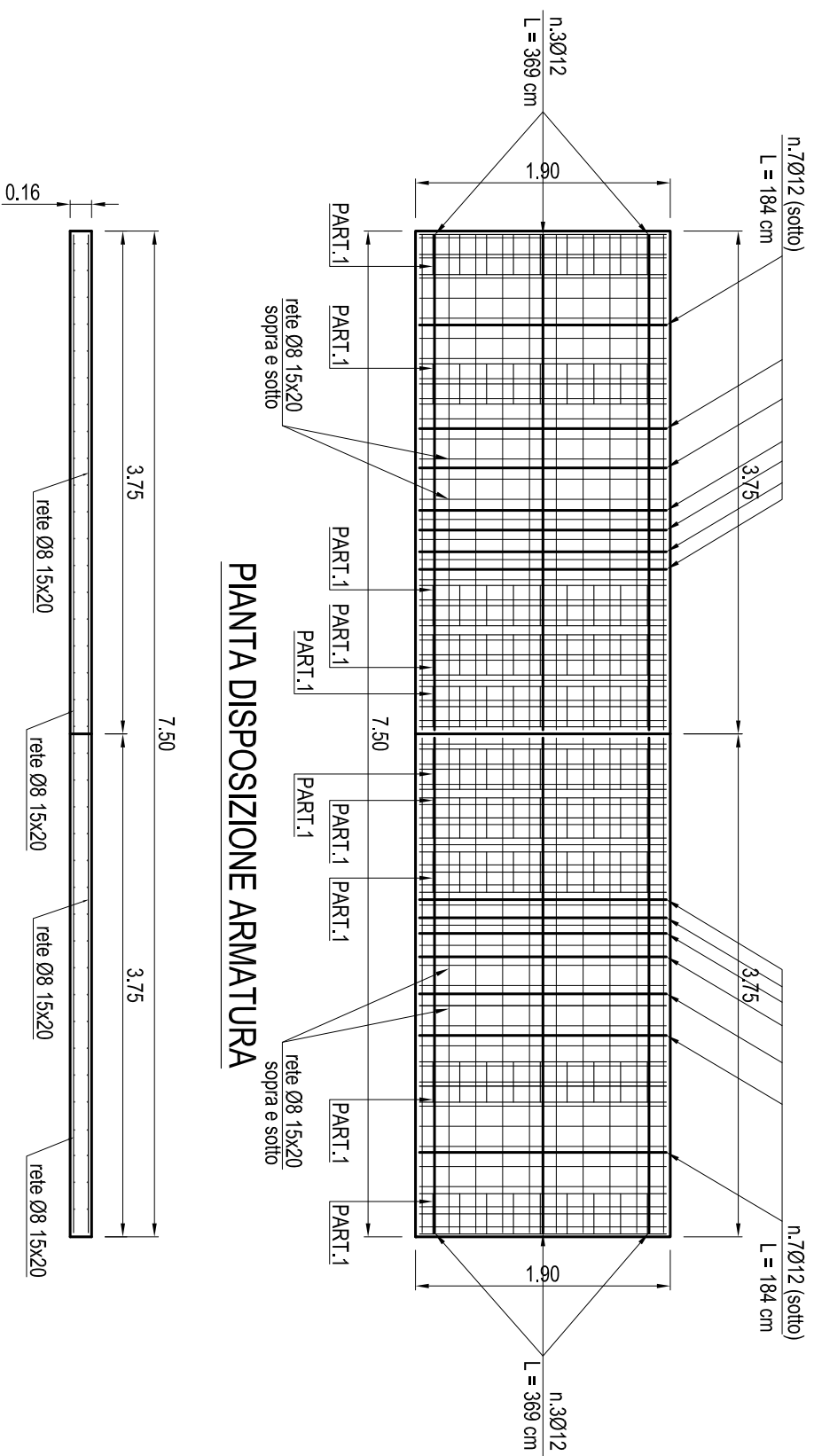
PROPRIETÀ RISERVATA: Questo disegno non potrà essere riprodotto o reso noto a terzi
o altre concorrenti senza la nostra autorizzazione.
La GAZEBO S.p.A. si riserva in caso di trasgressione di agire a termini di legge.

Oggetto:

Armatura copertura in C.A.

Dim.est.: cm. 750(375+375) x 250 x 16

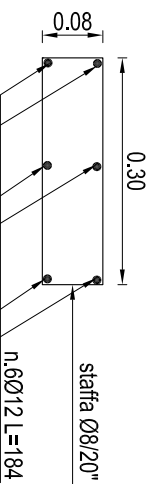
scala 1:50



PIANTA DISPOSIZIONE ARMATURA

SEZIONE LONGITUDINALE DISPOSIZIONE ARMATURA

PARTICOLARE N.1



S.p.A.

Progettazione e costruzione impianti di trattamento
acque di scarico civili, industriali e di allevamenti

Via Molino, 9 - Gatteo (FC) Tel.0541/818060-fax 818542

PROPRIETÀ RISERVATA: Questo disegno non potrà essere riprodotto o reso noto a terzi
o dille concorrenti senza la nostra autorizzazione.
La GAZEBO S.p.A. si riserva in caso di trasgressione di agire a termini di legge.

Oggetto:

Armatura copertura in C.A.

Dim.est.: cm. 750(375+375) x 190 x 16

scala 1:50