

LAVORO:	CABINA PREFABBRICATA IN C.C.A.
COMMITTENTE:	FONDERIA F.A.M.
LOCALITA':	FAENZA - Granarolo Faentino via Pasolini 38
PRODUTTORE:	PREFABBRICATI SANTERNO s.r.l. FORLI', via Budrione, 14 tel. 0543.781779

CABINA MONOBLOCCO 6.00 x 2.48 m

RELAZIONE ILLUSTRATIVA

SINTESI DEL PERCORSO PROGETTUALE	pag. 3
CONDIZIONI D'USO E LIVELLI DI SICUREZZA	pag. 3
DESCRIZIONE GENERALE E CRITERI GENERALI DI PROGETTO	pag. 3

RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE

AZIONI DI PROGETTO SULLA COSTRUZIONE	pag. 4
PARAMETRI DI RIFERIMENTO PER L'AZIONE SISMICA	pag. 4
COMBINAZIONI DI CARICO	pag. 4
VERIFICA PARETI	pag. 5
VERIFICA COLLEGAMENTI	pag. 6
VERIFICA SOLAIO COPERTURA	pag. 7
VERIFICA SOLETTA INTERMEDIA	pag. 7
VERIFICA VASCA DI FONDAZIONE	pag. 8

RELAZIONE SUI MATERIALI pag. 10

NORMATIVA DI RIFERIMENTO pag. 10

PIANO DI MANUTENZIONE DELLA PARTE STRUTTURALE pag. 11

RELAZIONE GEOTECNICA e SULLE FONDAZIONI pag. 12

ALLEGATI: CERTIFICAZIONI MARCATURA CE

il progettista delle strutture

Forli, 04.07.2022

RELAZIONE ILLUSTRATIVA

SINTESI DEL PERCORSO PROGETTUALE

Il presente intervento consiste nella realizzazione di un manufatto prefabbricato ad uso cabina elettrica costituita da pareti in c.c.a. collegate fra loro mediante inserti metallici a secco in modo da creare una struttura scatolare, completata dalla soletta di copertura, anch'essa in c.c.a. La pavimentazione è sopraelevata rispetto alla fondazione in modo da consentire il posizionamento delle necessarie canalizzazioni. La struttura è considerata a PARETI ESTESE DEBOLMENTE ARMATE secondo 7.4.3.1. Per il manufatto in oggetto si deroga dalle limitazioni geometriche di cui al p.to 7.4.6.1.4

CONDIZIONI D'USO E LIVELLI DI SICUREZZA DELLA COSTRUZIONE

Il manufatto, per la destinazione d'uso cui è soggetto, si configura come CORPO TECNICO, in quanto la permanenza di persone all'interno è limitata al tempo necessario per effettuate manutenzioni e/o riparazioni dei macchinari. Le azioni esterne cui è soggetto il corpo di fabbrica sono quelle tipiche dei fabbricati: vento, neve e sisma mentre quelle interne sono relative ai sovraccarichi dei macchinari. Gli elementi prefabbricati sono prodotti in stabilimento seguendo un percorso controllato da un organismo notificato che ha rilasciato il certificato CE di controllo della produzione in fabbrica n.

0407-CPR-303(IG-171-2009) che attesta il rispetto di quanto previsto al p.to 11.1.A) delle NTC - 2018

DESCRIZIONE GENERALE E CRITERI GENERALI DI PROGETTAZIONE, ANALISI, VERIFICA

Il manufatto è costituito da pannelli prefabbricati di parete collegati fra loro alle estremità, in modo da formare una struttura con comportamento scatolare, anche per la presenza delle solette di copertura, anch'esse fissate alle estremità sul bordo superiore dei pannelli di parete. La fondazione è costituita da una vasca prefabbricata monoblocco in calcestruzzo con relativa pavimentazione sopraelevata che poggia sul perimetro delle pareti verticali della vasca.

DIMENSIONI:	Lunghezza: B =	6.00 m	
	Larghezza: D =	2.48 m	
	Altezza: H =	2.60 m	
ELEMENTI:	Pareti perimetrali di spessore s =	9	cm
	Pavimento spessore s =	11	cm
	Soletta di copertura spessore s =	9	cm

RELAZIONE DI CALCOLO

AZIONI DI PROGETTO SULLA COSTRUZIONE

Le azioni sulla costruzione sono quelle della neve, del vento e quelle sismiche, determinate in accordo con le NTC del 18.01.2018. Non vengono prese in considerazione azioni speciali

CARICHI E SOVRACCARICHI

Peso proprio solaio copertura sp. cm	9	=	2.00 kN/mq
Peso proprio pareti in C.A.V. sp. cm	9	=	2.25 kN/mq
Sovraccarico accidentale in copertura	1.50 x 0.8	=	1.20 kN/mq
Sovraccarico accidentale soletta intermedia		=	4.00 kN/mq

AZIONE DEL VENTO

$V_r = V_{bo} * C_a * C_r =$	25	m/s	$z = 2.6$	m	
$C_a =$	1	per $a_s < a_0$			
$C_a = 1 + k_s (a_s/a_0 - 1) =$	0.5548	per $a_0 < a_s < 1500$ m			$C_r = 1$
Zona 2	$V_{bo} = 25$	m/s	$a_0 = 750$	m	$K_s = 0.45$
Categoria esposizione:II		$K_r = 0.19$	$z_0 = 0.05$	m	$z_{min} = 4$
Altitudine s.l.m. $a_s =$	8	m			

Classe di rugosità del terreno: D

$$C_e = K_r^2 \times C_t \times \ln(z/z_0) \times [7 + C_t \times \ln(z/z_0)] = 1.80 \quad \text{con } C_p = C_d = 1$$

$$q_r = 1/2 \times \rho \times V^2 r = 390.63 \quad \text{N/mq} \quad \text{con } \rho = 1.25 \text{ kg/mc}$$

$$\text{Pressione del vento: } p = q_r \times C_e \times C_d \times C_p = 0.70 \quad \text{kN/mq}$$

AZIONE SISMICA - MODELLAZIONE STRUTTURALE (p.to 7.2.6. NTC 2018)

L'azione sismica di progetto per le verifiche viene determinata con riferimento allo spettro relativo alla località in esame con probabilità di superamento dell'evento nel periodo di riferimento $P_{Vr} = 10\%$, probabilità cui riferirsi per individuare l'azione sismica agente allo Stato Limite di Salvaguardia (SLV).

Il modello adottato per la struttura è tridimensionale e rappresenta in modo adeguato la struttura.

Il fabbricato è doppiamente simmetrico, ad un piano e non si producono forze d'inerzia verticali a causa di azioni sismiche. Tutte le pareti verticali contribuiscono alla rigidezza ed alla resistenza del sistema strutturale. La copertura è costituita da pannelli prefabbricati rigidi nel proprio piano orizzontale

Le azioni sismiche sono modellate direttamente attraverso forze statiche equivalenti, ricavate dalle schema predisposto dal Min. LL.PP. attraverso la procedura SPETTRI-NTC ver. 1.0.3

L'azione sismica viene individuata attraverso una ANALISI STATICA LINEARE (p.to 7.3.3.2)

considerando lo spettro di risposta sul tratto rettilineo e utilizzando i parametri relativi al sito.

La struttura è da considerarsi a PARETI ESTESE DEBOLMENTE ARMATE poiché le pareti sono caratterizzate da un'estensione a buona parte del perimetro della pianta strutturale e sono dotate di idonei provvedimenti per garantire la continuità strutturale così da produrre un efficace comportamento scatolare. Inoltre, nella direzione orizzontale di interesse, la struttura ha un periodo fondamentale non superiore a T_c (p.to 7.4.3.1. NTC 2018).

Periodo del modo principale di vibrare della struttura in direzione di minima inerzia:

$$T_1 = 2 \times \sqrt{d} = 0.0128 \quad \text{sec}$$

dove d è lo spostamento laterale elastico del punto più alto dell'edificio, espresso in metri, nella combinazione di carichi sismici applicata nella direzione orizzontale di minor rigidezza.

Considerando l'azione orizzontale inerziale sismica della copertura F_c si ha:

$$d = m \times g \times h^3 / 3 \times E \times J_{\min} = 0.000041 \quad \text{m} \quad \text{con } J_{\min} = 0.2288 \quad \text{m}^4$$

$$\text{Periodo che corrisponde al primo tratto a velocità costante dello spettro: } T_C = C_c \times T^*c = 0.657$$

$$\text{con } T^*c = 0.276 \quad \text{e } C_c = 1.25 \times (T^*c)^{-0.5} = 2.3793$$

è pertanto verificato che $T_1 \leq T_C$

Il calcolo viene eseguito determinando le caratteristiche di sollecitazione sismiche attraverso gli spettri di risposta rappresentativi delle componenti delle azioni sismiche di progetto per il generico sito del territorio nazionale. La resistenza alle azioni orizzontali è affidata alle pareti verticali, considerando la condizione più gravosa fra azione sismica ed azione del vento senza considerare la sovrapposizione di questi effetti. La presenza di altri edifici nelle vicinanze è comunque a distanza tale da rispettare quanto previsto al p.to 7.2.1 NTC-2018

PARAMETRI DI RIFERIMENTO PER L'AZIONE SISMICA:

Vita nominale dell'edificio: 50 anni

Classe d'uso: II - costruzioni con normali affollamenti

Coefficiente d'uso C_u : 1

Categoria del sottosuolo: C - Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati

Classe di duttilità: analisi non dissipativa con $q = 1$

Fattore di comportamento $q = 1$

Lo spettro di risposta di progetto delle componenti orizzontali è definito dalla seguente espressione:

$$S_d(T) = a_g \times S \times F_o / q = 0.702 \quad \text{g} \quad \text{con } S = S_s \times S_T = 1.398$$

$$S_s \text{ (coefficiente di amplificazione stratigrafica)} = 1.398$$

$$S_T \text{ (coefficiente di amplificazione topografica)} = 1$$

$$F_o \text{ (fattore che quantifica l'amplificazione spettrale)} = 2.451$$

$$a_g \text{ (accelerazione orizzontale su un sito rigido)} = 0.205 \quad \text{g}$$

COMBINAZIONI DI CARICO

Le combinazioni di carico da prendere in esame sono quelle dedotte dal D.M. 17.01.18

1 - COMBINAZIONE FONDAMENTALE IN ASSENZA DI SISMA (SLU)

$$\gamma G1 \times G1 + \gamma G2 \times G2 + \gamma Q1 \times Qk1 + \sum_{(i=2:n)} \gamma Qi \times \Psi 0i \times Qki$$

con: $\gamma G1 = 1.3$

$$\gamma G2 = 1.5$$

$$\gamma Q1 = 1.5$$

$$\Psi 0i = 0.6$$

per azione vento

$$\Psi 0i = 0.5$$

per azione neve fino a quota 1000 m

2 - COMBINAZIONE SISMICA PER SLU E SLE CONNESSI ALL'AZIONE SISMICA "E"

$$E + G1 + G2 + \sum_{(i=1:n)} \Psi 2i \times Qki$$

Gli effetti dell'azione sismica E sono valutati tenendo conto delle masse associate ai seguenti carichi:

$$G1 + G2 + \sum_{(i=1:n)} \Psi 2i \times Qki$$

con: $\Psi 2i = 0.0$

per azione vento

$$\Psi 2i = 0.0$$

per azione neve fino a quota 1000 m

In questo caso gli effetti dell'azione sismica sono stati valutati per i soli carichi permanenti

VERIFICA PARETI

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE DELLA CABINA

Pareti longitudinali n°	2	Pareti trasversali n°	2
Dimensioni lastre copertura		Bc = 6.05 m	Dc = 2.53 m
Spessore vasca di fondazione		HF = 0.09 m	
Dimensioni vasca di fondazione		BF = 6.05 m	DF = 2.53 m

CARICHI VERTICALI

Peso proprio copertura	=	39.80 kN
Carico accidentale copertura	=	27.55 kN
Peso proprio pareti longitudinali (singola)	=	24.13 kN
Peso proprio pareti trasversali (singola)	=	18.86 kN
Peso proprio pavimento	=	50.79 kN
Peso vasca fondazione	=	44.77 kN
Carico accidentale soletta intermedia	=	89.28 kN

AZIONI SISMICHE

$$F_c = 21.50 \text{ kN}$$

Azione orizzontale inerziale per copertura

$$F_p = 46.46 \text{ kN}$$

Azione orizzontale inerziale per pareti

$$F_{\text{max}} = 67.96 \text{ kN}$$

Azione orizzontale inerziale totale al piede

$$M_s = 116.31 \text{ kNm}$$

Azione sismica al piede

AZIONI DOVUTE AL VENTO

Si considera una distribuzione costante di pressione p = 0.70 kN/mq

$$T_v = 10.97 \text{ kN}$$

Azione tagliante totale al piede

$$M_v = 14.26 \text{ kNm}$$

Azione flettente totale

L'azione sismica è superiore a quella del vento

VERIFICA A PRESSOFLESSIONE

Si verifica che per tutte le pareti, la forza normale di compressione non ecceda il 40% della resistenza massima a compressione della sezione di solo calcestruzzo (p.to 7.4.4.5.1 NTC 2018).

La forza verticale totale al piede delle pareti vale N = 153.33 kN

Si ricava che $N / (B \times s) = 0.10 \text{ N/mm}^2 < 0.4 \text{ sc} = 4.80 \text{ N/mm}^2$

Inoltre la verifica di resistenza (SLU) si esegue controllando che (p.to 4.1.2.3.4.2 NTC 2018):

$$MR_d = MR_d(N_{Ed}) \geq Med \quad \text{dove}$$

MRd è il valore del momento resistente corrispondente a Ned

N_{Ed} è il valore di calcolo dello sforzo normale - cautelativamente pari a 0

M_{Ed} è il valore di calcolo della componente flettente dell'azione

Si effettua una verifica con comportamento elastico dei materiali imponendo nei diagrammi costitutivi per il calcestruzzo $\epsilon_{c2} = \epsilon_{c2} = 0.2\%$ e per l'acciaio $\epsilon_{yd} = 0.186\%$

Per la singola parete longitudinale: Med = 58.15 kNm

L'armatura è data da doppia rete Ø 5 / 15 X 15" con Af = A'f = 1.31 cmq/m

Dati sezione		Dati materiali			
b =	9 cm	f _{cd} =	12.0 MPa		
h =	600 cm	e _{cu} =	0.20%		
c =	2 cm	e _{c2} =	0.20%	d =	598 cm
A' _s =	0.57 cm ²	f _{yd} =	391.3 MPa		
A _s =	3.33 cm ²	e _{yd} =	0.186%		
Sollecitazioni di progetto		Momento resistente			
N _{Ed} =	0 kN	M _{Rd} =	4500.4 kNm		
M _{Ed} =	58.15 kNm	x =	89.00 cm		
Posizione dell'asse neutro					
Risultante tensioni sezione					
N _c =	-778.6 kN	N' _s =	-22.3 kN	N _s =	800.8 kN
N _c +N' _s +N _s =	0.0 kN				

Rapporto Mrd / Med = 77.39 > 1

Per la singola parete trasversale: Med = 58.15 kNm

L'armatura è data da doppia rete Ø 5 / 15 X 15" con Af = A'f = 1.31 cmq/m

Dati sezione		Dati materiali			
b =	9 cm	f _{cd} =	12.0 MPa		
h =	248 cm	e _{cu} =	0.20%		
c =	2 cm	e _{c2} =	0.20%	d =	246 cm
A' _s =	0.23 cm ²	f _{yd} =	391.3 MPa		
A _s =	1.37 cm ²	e _{yd} =	0.186%		
Sollecitazioni di progetto		Momento resistente			
N _{Ed} =	0 kN	M _{Rd} =	761.02 kNm		
M _{Ed} =	58 kNm	x =	36.63 cm		
Posizione dell'asse neutro					
Risultante tensioni sezione					
N _c =	-320.4 kN	N' _s =	-8.9 kN	N _s =	329.3 kN
N _c +N' _s +N _s =	0.0 kN				

Rapporto Mrd / Med = 13.09 > 1

VERIFICA QUANTITATIVO DI ARMATURA

Il rapporto di armatura orizzontale e verticale è maggiore dello 0.2% (p.to 7.4.6.2.4 NTC 2018) e la quantità di armatura messa in opera è minore di quella minima necessaria per il calcestruzzo armato. Inoltre la quantità media di acciaio è pari circa a 0.3 kN/mc = 30 kg/mc (p.to 4.1.11 NTC 2018)

VERIFICA STABILITA'

Si considera la singola parete soggetta al carico verticale della copertura e vincolata sui 4 lati; pertanto la lunghezza libera di inflessione è pari all'altezza della parete stessa ($\beta = 1$)

N_{ed} = 83.51 kN carico verticale per la parete longitudinale

$\lambda_{lim} = 25 / \sqrt{\gamma} = 195$ con $\gamma = N_{ed} / (A_c * f_{cd}) = 0.0165$

poiché $\lambda = l_0 / i = 100 < \lambda_{lim}$ non si considera l'instabilità fuori dal piano (4.1.2.3.9.2)

VERIFICA A TAGLIO

Si verifica la sezione rettangolare di base soggetta ad uno sforzo di taglio V_{ed} amplificato di un fattore

$(q+1)/2 = 1.25$ per cui $V_{ed} = 21.24$ kN
 $\sigma_c = 0.10$ N/mm² < $\sigma_{clim} = f_{cd} - 2 \sqrt{f^2 c_{2t1d} + f_{cd} \cdot f_{ct1d}} = 12.13$ N/mm²
 $f_{ct1d} = 0.85 f_{ctd} = 1.16$ N/mm² $f_{cvd} = \sqrt{f^2 c_{2t1d} + \sigma_c \cdot f_{ct1d}} = 1.21$ N/mm²
 Il taglio resistente valutato come indicato al p.to 4.1.11.1 risulta:
 $V_{rd} = f_{cvd} \cdot b \cdot a / 1.5 = 180.60$ kN Rapporto $V_{rd} / V_{ed} = 8.50 > 1$

VERIFICA COLLEGAMENTI

1) CONNESSIONI AL PIEDE (parete-soletta)

Azione orizzontale sismica (considerando 2 pareti parallele): $V_{ed} = 33.98$ kN
 Il fissaggio parete-soletta viene realizzato mediante 1+1 fi 6/15" res. ultima = 5.8 kN/ciascuno
 (si considerano solo i lati lunghi con 80 collegamenti)
 Resistenza totale del collegamento $V_{rd} = 466.13$ kN
 Rapporto $V_{rd} / V_{ed} = 13.72 > 1$

2) CONNESSIONI PARETE-PARETE

Le pareti sono connesse fra loro in corrispondenza degli angoli della cabina mediante 2 fissaggi per cui non sono pertanto possibili movimenti reciproci fra le pareti.

Tale circostanza avvalorata lo schema di scatola rigida assunto per il calcolo.

Azione orizzontale sismica totale al piede: $F_{max} = 67.96$ kN

Si inseriscono n° 2 viti filettate M 12 testa ancora in ogni incrocio tra le pareti

Resistenza a taglio di ogni profilo: $V_{rd} = 11.00$ kN

Totale connessioni: 8 Taglio agente su ciascuna barra $V_{si} = 8.50$ kN

Rapporto $V_{rd} / V_{si} = 1.29 > 1$

3) COLLEGAMENTO PARETE-COPERTURA

Azione orizzontale sismica in copertura: $F_c = 21.50$ kN viene incrementata del 30% secondo quanto previsto al p.to 7.4.4.4.1

Si inseriscono n° 4 tasselli Fischer FBN-M12 con resistenza a taglio $V_{ri} = 14.3$ kN

Resistenza totale dei collegamenti $V_{rd} = 57.20$ kN

Rapporto $V_{rd} / F_c = 3.46 > 1$

VERIFICA SOLAIO COPERTURA

Si considera uno schema di trave su due appoggi di luce $l = 2.39$ m

$M_{sed} = 3.14$ kNm/m Armatura inferiore = 1 Ø 6/ 15 x 15" = 1.88 cm²/m

$M_{rd} = 4.99$ kNm/m Armatura superiore = 1 Ø 5/ 15 x 15" = 1.31 cm²/m

$M_{rd} / M_{sed} = 1.59 > 1$

Titolo: soletta copertura

N° strati barre 2 Zoom

N°	b [cm]	h [cm]	N°	As [cm ²]	d [cm]
1	100	8	1	1.88	6
			2	1.31	2

Rettan.re Trapezi
 a T Circolare
 Rettangoli Coord.

Sollecitazioni S.L.U. Metodo n
 N_{Ed} 0 kN
 M_{Ed} 0 kNm
 M_{yEd} 0

P.to applicazione N
 Centro Baricentro cls
 Coord.[cm] xN 0 yN 0

Tipo rottura Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

Metodo di calcolo
 S.L.U.+ S.L.U.-
 Metodo n

Tipo flessione
 Retta Deviata

Calcola MRd Dominio M-N
 L_0 0 cm Col. modello

Precompresso

Materiali
 B450C C32/40
 ϵ_{su} 67.5 ‰ ϵ_{c2} 2 ‰
 f_{yd} 391.3 N/mm² ϵ_{cu} 3.5 ‰
 E_s 200,000 N/mm² f_{cd} 18.13 N/mm²
 E_s/E_c 15 f_{cc}/f_{cd} 0.8
 ϵ_{syd} 1.957 ‰ $\sigma_{c,adm}$ 12.25 N/mm²
 $\sigma_{s,adm}$ 255 N/mm² τ_{co} 0.7333

M_{xRd} 4.997 kNm
 σ_c -18.13 N/mm²
 σ_s 391.3 N/mm²
 ϵ_c 3.5 ‰
 ϵ_s 21.23 ‰
 d 6 cm
 x 0.849 x/d 0.1415

VERIFICA PAVIMENTAZIONE

1) Verifica alle estremità:

Si considera lo schema di trave incastrata alle estremità con luce $l = 2.3$ m

$M_{sd} = 4.22$ kNm/m

Verifica sezione $B = 100$ cm, $H = 12$ cm, $c = 2$ cm

$M_{rd} = 8.23$ kNm/m

Armatura superiore = armatura inferiore = $1 \text{ } \varnothing 6/15 \times 15 = 1.88$ cmq/m uscenti dalla parete

$M_{rd} / M_{sd} = 1.95 > 1$

Titolo: soletta pavimento-incastro

N° strati barre Zoom

N°	b [cm]	h [cm]
1	100	12

N°	As [cm²]	d [cm]
1	1.88	3
2	1.88	9

Tipo Sezione
 Rettan.re Trapezi
 a T Circolare
 Rettangoli Coord.

Sollecitazioni
 S.L.U. Metodo n

P.to applicazione N
 Centro Baricentro cls
 Coord.[cm] xN yN

Materiali
B450C **C32/40**
 ϵ_{su} 67.5 ‰ ϵ_{c2} 2 ‰
 f_{yd} 391.3 N/mm² ϵ_{cu} 3.5 ‰
 E_s 200,000 N/mm² f_{cd} 18.13
 E_s/E_c 15 f_{cc}/f_{cd} 0.8
 ϵ_{syd} 1.957 ‰ $\sigma_{c,adm}$ 12.25
 $\sigma_{s,adm}$ 255 N/mm² τ_{co} 0.7333
 τ_{c1} 2.114

Tipo rottura
 Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

M_{xRd} 8.213 kN m

σ_c -18.13 N/mm²
 σ_s 391.3 N/mm²
 ϵ_c 3.5 ‰
 ϵ_s 28 ‰
 d 9 cm
 x 1 x/d 0.1111
 δ 0.7

Metodo di calcolo
 S.L.U.+ S.L.U.-
 Metodo n

Tipo flessione
 Retta Deviata

N° rett. 100
 Calcola MRd Dominio M-N
 L_0 0 cm Col. modello
 Precompresso

2) Verifica in mezzeria:

Si considera lo schema di trave incastrata alle estremità con luce $l = 2.3$ m

$M_{sd} = 2.11$ kNm/m

Verifica sezione $B = 100$ cm, $H = 12$ cm, $c = 2$ cm

$M_{rd} = 7.71$ kNm/m

$A_f = 1 \text{ } \varnothing 6/15 \times 15 = 1.88$ cmq/m

$A'_f = 1 \text{ } \varnothing 5/15 \times 15 = 1.31$ cmq/m

$M_{rd} / M_{sd} = 3.65 > 1$

Titolo: soletta pavimento-mezzeria

N° strati barre Zoom

N°	b [cm]	h [cm]
1	100	12

N°	As [cm²]	d [cm]
1	1.88	9
2	1.31	3

Tipo Sezione
 Rettan.re Trapezi
 a T Circolare
 Rettangoli Coord.

Sollecitazioni
 S.L.U. Metodo n

P.to applicazione N
 Centro Baricentro cls
 Coord.[cm] xN yN

Materiali
B450C **C32/40**
 ϵ_{su} 67.5 ‰ ϵ_{c2} 2 ‰
 f_{yd} 391.3 N/mm² ϵ_{cu} 3.5 ‰
 E_s 200,000 N/mm² f_{cd} 18.13
 E_s/E_c 15 f_{cc}/f_{cd} 0.8
 ϵ_{syd} 1.957 ‰ $\sigma_{c,adm}$ 12.25
 $\sigma_{s,adm}$ 255 N/mm² τ_{co} 0.7333
 τ_{c1} 2.114

Tipo rottura
 Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

M_{xRd} 7.715 kN m

σ_c -18.13 N/mm²
 σ_s 391.3 N/mm²
 ϵ_c 3.5 ‰
 ϵ_s 33.67 ‰
 d 9 cm
 x 0.847 x/d 0.09416
 δ 0.7

Metodo di calcolo
 S.L.U.+ S.L.U.-
 Metodo n

Tipo flessione
 Retta Deviata

N° rett. 100
 Calcola MRd Dominio M-N
 L_0 0 cm Col. modello
 Precompresso

VERIFICA VASCA DI FONDAZIONE

Si determina la massima tensione sul terreno considerando i carichi verticali massimi ed il massimo momento flettente agente nella direzione di minore rigidezza della platea. Ai sensi del p.to 2.6.1 delle NTC 2018 si utilizzano i coefficienti parziali A1 dell'approccio 2 come da tabella 2.6.1

$$N_{max} = 338.18 \text{ kN} \quad N_{min} = 221.35 \text{ kN}$$

$$M_{max} = 116.31 \text{ kNm}$$

1) Verifica tensioni sul terreno:

$$\sigma_{t \min} = -N_{min} / A - M_{max} / W_{min} = -0.32 \text{ Kg/cm}^2 \quad A = 15.31 \text{ mq}$$

$$\sigma_{t \max} = -N_{max} / A - M_{max} / W_{min} = -0.40 \text{ Kg/cm}^2 \quad W_{min} = 6.45 \text{ mc}$$

Per la verifica delle armature metalliche si considera la tensione media sul terreno considerando una striscia di 1 mt di larghezza con schema di trave incastrata alle estremità, tenendo conto del peso proprio della platea.

2) Verifica in mezzera:

Si considera lo schema di trave incastrata alle estremità con luce $l = 2.2 \text{ m}$
 $M_{sd} = 6.73 \text{ KNm/m}$ Verifica sezione $B = 100 \text{ cm}$, $H = 9 \text{ cm}$, $c = 2 \text{ cm}$
 $M_{rd} = 9.98 \text{ kNm/m}$

$$A_f \text{ (armatura superiore): rete } 20" \times 20" \text{ } \varnothing 8 + 1 \text{ } \varnothing 12 / 100" = 3.63 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$A'_f \text{ (armatura inferiore): rete } 15" \times 15" \text{ } \varnothing 6 = 1.88 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$M_{rd} / M_{sd} = 1.48 > 1$$

Titolo: soletta vasca

N° strati barre 2 Zoom

N°	b [cm]	h [cm]	N°	As [cm²]	d [cm]
1	100	9	1	3.63	7
			2	1.88	2

Tipo Sezione
 Rettan.re Trapezi
 a T Circolare
 Rettangoli Coord.

Sollecitazioni
 S.L.U. Metodo n

N_{Ed} 0 kN
 M_{xEd} 0 kNm
 M_{yEd} 0 kNm

P.to applicazione N
 Centro Baricentro cls
 Coord.[cm] xN 0 yN 0

Tipo rottura
 Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

Metodo di calcolo
 S.L.U.+ S.L.U.-
 Metodo n

Tipo flessione
 Retta Deviata

N° rett. 100

Calcola MRd Dominio M-N

L₀ 0 cm Col. modello

Precompresso

Materiali

B450C C32/40

ϵ_{su} 67.5 ‰ ϵ_{c2} 2 ‰
 f_{yd} 391.3 N/mm² ϵ_{cu} 3.5 ‰
 E_s 200,000 N/mm² f_{cd} 18.13 ‰
 E_s/E_c 15 f_{cc}/f_{cd} 0.8 ?
 ϵ_{syd} 1.957 ‰ $\sigma_{c,adm}$ 12.25 N/mm²
 $\sigma_{s,adm}$ 255 N/mm² τ_{co} 0.7333
 τ_{c1} 2.114

M_{xRd} 9.984 kNm

σ_c -18.13 N/mm²
 σ_s 391.3 N/mm²
 ϵ_c 3.5 ‰
 ϵ_s 14.32 ‰
 d 7 cm
 x 1.375 x/d 0.1964
 δ 0.7

3) Verifica alle estremità

Si considera lo schema di trave incastrata alle estremità con luce $l = 2.2 \text{ m}$
 $M_{sd} = 13.46 \text{ KNm/m}$ Verifica sezione $B = 100 \text{ cm}$, $H = 9 \text{ cm}$, $c = 2 \text{ cm}$
 $M_{rd} = 18.14 \text{ kNm/m}$

$$A_f \text{ (armatura inferiore): doppia rete } 15" \times 15" \text{ } \varnothing 6 + 1 \text{ } \varnothing 12/30" = 7.52 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$A'_f \text{ (armatura superiore): rete } 15" \times 15" \text{ } \varnothing 6 + \text{rete } 20" \times 20" \text{ } \varnothing 8 = 4.38 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$M_{rd} / M_{sd} = 1.35 > 1$$

Titolo: soletta vasca-verifica estremità

N° strati barre 2 Zoom

N°	b [cm]	h [cm]	N°	As [cm²]	d [cm]
1	100	9	1	7.52	7
			2	4.38	2

Tipo Sezione
 Rettan.re Trapezi
 a T Circolare
 Rettangoli Coord.

Sollecitazioni S.L.U. Metodo n		P.to applicazione N <input checked="" type="radio"/> Centro <input type="radio"/> Baricentro cls <input type="radio"/> Coord.[cm] xN 0 yN 0		
N _{Ed} 0 0 kN M _{xEd} 0 0 kNm M _{yEd} 0 0	Tipo rottura Lato calcestruzzo - Acciaio snervato		Metodo di calcolo <input checked="" type="radio"/> S.L.U.+ <input type="radio"/> S.L.U.- <input checked="" type="radio"/> Metodo n	
Materiali B450C C32/40 E _{su} 67.5 ‰ E _{c2} 2 ‰ f _{yd} 391.3 N/mm ² E _{cu} 3.5 ‰ E _s 200.000 N/mm ² f _{cd} 18.13 E _s /E _c 15 f _{cc} /f _{cd} 0.8 ? E _{syd} 1.957 ‰ σ _{c,adm} 12.25 σ _{s,adm} 255 N/mm ² τ _{co} 0.7333 τ _{c1} 2.114		M _{xRd} 18.14 kN m σ _c -18.13 N/mm ² σ _s 391.3 N/mm ² ε _c 3.5 ‰ ε _s 8.737 ‰ d 7 cm x 2.002 x/d 0.286 δ 0.7975	Tipo flessione <input checked="" type="radio"/> Retta <input type="radio"/> Deviata N* rett. 100 Calcola MRd Dominio M-N L ₀ 0 cm Col. modello <input type="checkbox"/> Precompresso	

RELAZIONE SUI MATERIALI

CALCESTRUZZO PER ELEMENTI PREFABBRICATI

Classe di resistenza: C 40 /50
 Classe di consistenza: S5 - abbassamento oltre 210 mm
 Classe di esposizione: XC4 - Calcestruzzo ciclicamente bagnato e asciutto
 Diametro massimo inerte: D_{max} = 10 mm

I controlli statistici sulle caratteristiche di resistenza meccaniche dei calcestruzzi sono documentati dai registri di produzione secondo quanto previsto dal D.M. 17.01.18

Per le pareti debolmente armate le tensioni di compressione massime per combinazione rara devono risultare inferiori al valore: $\sigma_c = 0.3 f_{ck} = 12 \text{ MPa}$ (p.to 4.1.11.1 NTC 2018)

Resistenza di calcolo a compressione $f_{cd} = 22.67 \text{ N/mm}^2$

Resistenza di calcolo a trazione $f_{ctd} = 1.37 \text{ N/mm}^2$

ACCIAIO IN BARRE

Acciaio di vari diametri in barre ad aderenza migliorata tipo B 450 C

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

$f_{tk} = 540 \text{ N/mm}^2$

$f_{yd} = f_{yk} / \gamma_s = 450 / 1.15 = 391.3 \text{ N/mm}^2$

ACCIAIO IN RETE ELETTRISALDATA

Acciaio di vari diametri in barre ad aderenza migliorata tipo B 450 A

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

$f_{tk} = 540 \text{ N/mm}^2$

$f_{yd} = f_{yk} / \gamma_s = 450 / 1.15 = 391.3 \text{ N/mm}^2$

INSERTERIE PER COLLEGAMENTI

Si utilizzano porzioni di profili tipo "channel bars" con 2 pioli di ancoraggio ciascuno tali da consentire una portata del collegamento con la vite di 11 kN per trazione/taglio. Le viti di fissaggio a testa ad ancora saranno in acciaio di classe 4.6. Profili e le viti di fissaggio sono di produzione controllata e certificata. I tasselli meccanici utilizzati per i fissaggi sono prodotti da ditte certificate e sono disponibili a catalogo. Le boccole utilizzate hanno portata stampigliata e vengono accoppiate con barre almeno di classe 4.6

NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Le normative di riferimento adottate sono le seguenti:

D.P.R. 380/01 - Testo unico delle disposizioni legislative e regolamentari in materia edilizia

D.M. 17.01.18 - Aggiornamento delle Norme tecniche per le costruzioni

PIANO DI MANUTENZIONE DELLA PARTE STRUTTURALE DELL'OPERA

PRESCRIZIONI PER L'USO

I componenti prefabbricati sono dimensionati in base ai carichi e alle ipotesi di carico indicate in RELAZIONE DI CALCOLO, in cui sono indicati anche i requisiti dei singoli prodotti, le caratteristiche meccaniche delle sezioni, i momenti di servizio, i moduli di calcolo utilizzati per le verifiche delle strutture. Le pareti possono manifestare, in relazione alla tipologia impiegata ed al tipo di esposizione, deformazioni di carattere ciclico che si vanno a sommare a quelle dovute alla produzione ed al montaggio; tali deformazioni aggiuntive sono causate dall'aumento di temperatura della facciata esterna per irraggiamento e la loro entità è direttamente proporzionale alle dimensioni del pannello.

Nei manufatti con funzione di sostegno o vincolo nei confronti di altri elementi sono previste inserterie metalliche in acciaio zincato i cui tassi di lavoro sono sempre inferiori ai limiti indicati dal produttore.

MANUTENZIONE

Per le pareti esterne e comunque per i manufatti esposti agli agenti atmosferici è consigliabile prevedere una opportuna protezione che ne renda la superficie impermeabile all'acqua. I trattamenti produttivi superficiali che rimangono esclusi dalla fornitura della ditta PREFABBRICATI SANTERNO, se non espressamente richiesti, devono essere mantenuti in stato di costante efficienza e pertanto è opportuno verificarne con cadenza regolare la condizione di usura anche per evitare la formazione di muffe che potrebbero portare ad attacchi batteriologici della struttura del calcestruzzo. Il presente programma di manutenzione dovrà essere attuato dall'utilizzatore affinché siano garantite e rimangano inalterate nel tempo le caratteristiche prestazionali degli elementi.

OGNI ANNO:

- ispezionare a vista il manufatto controllando specialmente l'efficienza delle impermeabilizzazioni
- verificare l'esistenza di eventuali punti di innesco di fenomeni corrosivi

OGNI 5 ANNI:

- ispezionare lo stato generale della struttura verificando la eventuale presenza di fenomeni corrosivi nei ritegni e negli inserti metallici e/o di fenomeni fessurativi negli elementi in calcestruzzo
- verificare a vista eventuali anomalie dello stato deformativo

OGNI 10 ANNI:

- effettuare la pulizia generale della struttura, rilevare eventuali stati fessurativi, controllare eventuali scheggiature o distacchi di calcestruzzo in prossimità dei vincoli, controllare ed eventualmente ripristinare i sistemi di protezione e finitura (impermeabilizzazioni, scarichi, verniciature, ecc), misurare le eventuali deformazioni degli elementi, rilevare lo stato di carbonatazione del calcestruzzo
- effettuare una ispezione a campione per verificare se situazioni anormali abbiano deteriorato le caratteristiche geometriche e funzionali delle inserterie metalliche di collegamento

Le osservazioni eseguite durante le ispezioni periodiche devono essere registrate dalla proprietà su apposito quaderno che deve essere custodito a disposizione per eventuali verifiche più approfondite.

Nei casi in cui dalle visite periodiche emergano elementi anormali tali da far temere degni delle caratteristiche prestazionali dei manufatti, occorre richiedere la verifica strutturale da parte di un tecnico qualificato. LE MANUTENZIONI SONO A TOTALE CURA E CARICO DELL'UTILIZZATORE

TOLLERANZE DEGLI ELEMENTI PREFABBRICATI

Le tolleranze rappresentano le variazioni dimensionali rispetto ai valori nominali delle effettive dimensioni geometriche dei manufatti e delle coordinate del loro posizionamento nell'insieme strutturale

I valori adottati sono i seguenti:

TOLLERANZE DI PRODUZIONE: (misure in mm):

- Lunghezza "l" e larghezza "h" = $10 \pm L/1000$ con L = dimensione massima
- Rettilinearità "ε" in ogni piano = $L / 500$

TOLLERANZE DI MONTAGGIO: (misure in mm)

- Planarità dei pannelli = $L / 300$ della luce verticale

Le tolleranze indicate si riferiscono all'elemento a riposo, non sottoposto cioè a carichi di nessuna natura. La messa in esercizio degli elementi può indurre deformazioni che non sono più da considerare come tolleranze ma che derivano da carichi applicati.

DURABILTA'

Nei riguardi della durabilità si fa riferimento alla UNI EN 206-1 e UNI EN 11104.

I copriferri minimi sono quelli previsti dalle norme tecniche in vigore. Non sono presi in considerazione gli effetti che possono provenire da ambienti chimici aggressivi, contatti dei fabbricati con gas o soluzioni di prodotti acidi o sali solfatici o gli effetti di aggressioni fisiche come abrasioni, azioni gelo-disgelo o penetrazioni di acqua; infatti tali tipi di aggressioni devono essere trattati di volta in volta in maniera specifica a seconda del tipo di ambiente, intervenendo sulla composizione dei calcestruzzi o adottando idonei rivestimenti protettivi per i manufatti prodotti.

RELAZIONE GEOTECNICA e SULLE FONDAZIONI

Il presente intervento consiste nella realizzazione di manufatti prefabbricati ad uso corpo tecnico.

Le dimensioni sono tali da poterlo ritenere di modesta entità strutturale; i carichi trasmessi sul terreno sono di entità molto modesta. Sarà predisposto un piano di sottofondo in calcestruzzo magro di spessore tale da superare lo strato di terreno vegetale su cui poggiare la vasca prefabbricata. Nelle verifiche si adottano i parametri corrispondenti ad un terreno di categoria "C"

I terreni sono di tipo LIMOSO ARGILLOSO

E' stata stimata una portanza di esercizio di 1.2 daN/cm²

Sarà cura della direzione lavori durante gli scavi identificare la quota idonea e conseguentemente effettuare i necessari riempimenti di calcestruzzo magro fino alla quota di posa della vasca prefabbricata

il progettista delle strutture

ATTESTATO IDENTIFICATIVO DEI PRODOTTI

N. 303

Il controllo di produzione in fabbrica, di cui al certificato n. 0407-CPR-303 (IG-171-2009) rev. 8,
include nello scopo i prodotti da costruzione

PRODOTTI PREFABBRICATI IN CALCESTRUZZO

identificati di seguito

immessi sul mercato da

PREFABBRICATI SANTERNO S.r.l.

Via Budrione, 14 - 47122 FORLÌ (FC) - Italia

e prodotti nello stabilimento

Via Budrione, 14 - 47122 FORLÌ (FC) - Italia

Bellaria-Igea Marina - Italia, 28 aprile 2021

Valido fino al: 27 aprile 2024

Il Direttore Tecnico

(Dott. Ing. Giuseppe Persano Adorno)



Revisione n. 0

L'Amministratore Delegato

(Dott. Arch. Sara Lorenza Giordano)



Firmato digitalmente da SARA LORENZA GIORDANO

Il presente documento è composto da n. 2 pagine.

Questo documento è valido solo in combinazione con il certificato di conformità del controllo della produzione in fabbrica n. 0407-CPR-303 (IG-171-2009) rev. 8 all'interno dello scopo del Regolamento 305/2011/UE e ha lo scopo di identificare i prodotti oggetto del controllo di produzione in fabbrica certificato.

L'originale del presente documento è costituito da un documento informatico firmato digitalmente ai sensi della Legislazione Italiana applicabile.

Pagina 1 di 2

DENOMINAZIONE PRODOTTO	METODO*	REQUISITI DEL CONTROLLO DI PRODUZIONE IN FABBRICA (FPC)
Muro di fondazione	3	EN 14991: 2007
Plinto		
Solai e coperture standard Tipo soletta sp. cm. 7; 8; 12; 16 Tipo Tardozi sp. cm 12 Tipo soletta alleggerita con polistirolo sp. cm 24 Tipo soletta alleggerita con laterite sp. cm 20 Solaio di calpestio "Soletta intermedia" sp. cm 9; 12 Solaio Tipo "Nuovo" Tegolo π	3a e 3b	EN 13224:2011
Lastre tipo L	3a e 3b	EN 14992:2007+A1:2012
Lastre tipo N	3a e 3b	

(*) Metodo 1 = Dichiarazione dei dati geometrici e delle proprietà dei materiali (vedere ZA 3.2) della norma di prodotto).

Metodo 2 = Dichiarazione dei valori delle proprietà del prodotto (vedere ZA 3.3 della norma di prodotto).

Metodo 3 (3a-3b) = Dichiarazione di conformità alle specifiche di progetto date dal cliente o in accordo con gli ordini del cliente (vedere ZA 3.4 e, ove applicabile, ZA 3.5 della norma di prodotto).

**CERTIFICATO DI CONFORMITÀ DEL CONTROLLO
DELLA PRODUZIONE IN FABBRICA**
*CERTIFICATE OF CONFORMITY
OF THE FACTORY PRODUCTION CONTROL*

0407-CPR-303 (IG-171-2009)

In conformità al Regolamento 305/2011/UE del Parlamento Europeo e del Consiglio del 9 marzo 2011 (Regolamento Prodotti da Costruzione o CPR), questo certificato si applica ai prodotti da costruzione

In compliance with Regulation 305/2011/EU of the European Parliament and of the Council of 9 March 2011 (the Construction Products Regulation or CPR), this certificate applies to the construction product

PRODOTTI PREFABBRICATI IN CALCESTRUZZO
PRECAST CONCRETE PRODUCTS

Elementi nervati per solai (metodi 3a e 3b) / Ribbed floor elements (methods 3a e 3b)

Elementi da fondazione (metodo 3) / Foundation elements (method 3)

Elementi da parete (metodo 3a e 3b) / Wall elements (methods 3a e 3b)

immessi sul mercato da
placed on the market by

PREFABBRICATI SANTERNO S.r.l.
Via Budrione, 14 - 47122 FORLÌ (FC) - Italia

e prodotti nello stabilimento
and produced in the manufacturing plant

Via Budrione, 14 - 47122 FORLÌ (FC) - Italia

Questo certificato attesta che tutte le disposizioni riguardanti la valutazione e la verifica della costanza della prestazione descritte nell'allegato ZA delle norme

This certificate attests that all provisions concerning the assessment and verification of constancy of performance described in Annex ZA of the standards

EN 13224:2011, EN 14991:2007, EN 14992:2007+A1:2012

nell'ambito del sistema 2+ sono applicate e che
under system 2+ are applied and that

il controllo della produzione in fabbrica

soddisfa tutti i requisiti prescritti per queste prestazioni

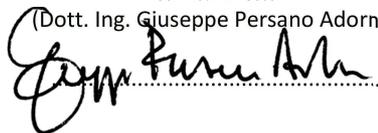
the factory production control fulfils all the prescribed requirements for these performances

Bellaria-Igea Marina - Italia, 28 aprile 2021
Bellaria-Igea Marina - Italy, 28 April 2021

(1) Revisionato per aggiornamento editoriale e riduzione scopo di certificazione
(1) Revised by editorial update and reduction purpose of certification

Il Direttore Tecnico
Technical Director

(Dott. Ing. Giuseppe Persano Adorno)



Revisione n. / *Revision No.* 8⁽¹⁾

L'Amministratore Delegato
Chief Executive Officer

(Dott. Arch. Sara Lorenza Giordano)



Firmato digitalmente da SARA LORENZA GIORDANO

Il presente documento è composto da n. 1 pagina (in formato bilingue (italiano e inglese), in caso di dubbio è valida la versione in lingua italiana), è stato emesso la prima volta in data 3 dicembre 2009 e rimarrà valido sino a che i metodi di prova e/o i requisiti del controllo della produzione in fabbrica, inclusi nella norma armonizzata utilizzata per valutare le prestazioni delle caratteristiche essenziali dichiarate, non cambino e il prodotto da costruzione e le condizioni di produzione in fabbrica non subiscano modifiche significative, salvo provvedimenti di sospensione o di revoca da parte dell'Istituto Giordano.

L'originale del presente documento è costituito da un documento informatico firmato digitalmente ai sensi della Legislazione Italiana applicabile.

This document is made up of 1 page (in a bilingual format (Italian and English), in case of dispute the only valid version is the Italian one), was first issued on 3 December 2009 and will remain valid as long as the test methods and/or factory production control requirements included in the harmonised standard used to assess the performances of the declared essential characteristics, do not change, and the construction product, and the manufacturing conditions in the plant are not modified significantly, unless suspended or withdrawn by Istituto Giordano. The original of this document consists of an electronic document digitally signed pursuant to the applicable Italian Legislation.

Pagina 1 di 1 / Page 1 of 1