

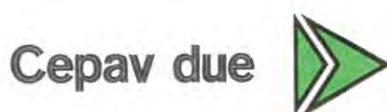
COMMITTENTE:



ALTA SORVEGLIANZA:



GENERAL CONTRACTOR:



### INFRASTRUTTURE FERROVIARIE STRATEGICHE DEFINITE DALLA LEGGE OBIETTIVO N. 443/01

LINEA A.V. /A.C. TORINO – VENEZIA      Tratta MILANO – VERONA  
Lotto funzionale Brescia-Verona

### PROGETTO ESECUTIVO

OV15 – MODIFICHE PIAZZALE FERALPI

OPERE CIVILI NUOVA VASCA TRATTAMENTO ACQUE

DEMOLIZIONI

RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE MURO CONTROTERRA LOCALE POMPE

GENERAL CONTRACTOR	DIRETTORE LAVORI
Consorzio <b>Cepav due</b>  Data: <u>06 OTT 2018</u>	Valido per costruzione  Data: _____
Consorzio Cepav due Il Direttore del Consorzio (Ing. J. Taranta)	

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA/DISCIPLINA	PROGR	REV
I N O R	1 1	E	E 2	C L	O V 1 5 C 0	0 0 6	A

PROGETTAZIONE						IL PROGETTISTA	
Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data		
A	Emissione	<i>[Signature]</i> ZAMPIERIN	01/10/18	<i>[Signature]</i> CARLI	01/10/18		
B							
C							

CIG. 751447334A

File: INOR11EE2CLOV15C0006A.docx



Progetto cofinanziato dalla Unione Europea

Stampato dal Service di plottaggio ITALFERR S.p.A. ALBA s.r.l.

CUP: F81H91000000008

**INDICE**

1.	GENERALITÀ .....	3
2.	NORMATIVA DI RIFERIMENTO .....	3
3.	MATERIALI: CARATTERISTICHE E PRESCRIZIONI .....	4
4.	CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA .....	7
5.	CRITERI DI CALCOLO .....	8
5.1.	CRITERI E DEFINIZIONE DELL'AZIONE SISMICA .....	8
5.2.	COMBINAZIONI PER LA VERIFICA AGLI SLU ED SLE.....	11
6.	DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO.....	12
7.	ANALISI DEI CARICHI .....	13
7.1.	PESO PROPRI E CARICHI PERMANENTI .....	13
7.2.	SPINTA DELLE TERRE .....	13
7.3.	AZIONI VARIABILI .....	14
7.4.	AZIONI SISMICHE .....	14
8.	MODELLAZIONE STRUTTURALE.....	15
9.	SOLLECITAZIONI ASTE E VERIFICHE.....	16
10.	VERIFICA CONNESSIONE CON LA STRUTTURA ESISTENTE.....	22



## 1. GENERALITÀ

Nel presente documento si riportano le verifiche strutturali della parete di chiusura della sala pompe esistente a ridosso della vasca DRL che verrà ricollocata a seguito delle modifiche del piazzale Feralpi interferenti con la futura galleria Lonato (BS).

La nuova parete da realizzarsi sarà collegata alla struttura esistente mediante opportuni inghisaggi; tale collegamento dovrà essere verificato prima della loro realizzazione previa verifica della capacità portante della struttura esistente stessa.

## 2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Le verifiche sono effettuate nello spirito del metodo semiprobabilistico agli Stati Limite, prendendo di riferimento le seguenti leggi, normative e circolari:

- **D. M. TT. del 14 gennaio 2008** – Approvazione delle Norme tecniche per le costruzioni; G.U. n. 29 del 04/02/2008.
- **CIRCOLARE 2 febbraio 2009**, n.617/C.S.LL.PP. “Istruzione per l’applicazione delle «Nuove norme tecniche per le costruzioni» di cui al decreto ministeriale 14 gennaio 2008.
- **UNI EN 1993-5:2007 (Eurocodice 3)**: “Progettazione delle strutture di acciaio - Parte 5: Pali e palancole”
- **UNI EN 1997-1:2013 (Eurocodice 7)**: “Progettazione geotecnica – Parte 1: Regole generali”
- **UNI EN 1998-5:2005 (Eurocodice 8)**: “Progettazione delle strutture per la resistenza sismica – Parte 5: Fondazioni, strutture di contenimento ed aspetti geotecnici”.

### 3. MATERIALI: CARATTERISTICHE E PRESCRIZIONI

#### CALCESTRUZZI

##### Struttura in elevazione:

Classe di resistenza	C32/40
Resistenza a compressione $R_{ck}$	40 N/mm <sup>2</sup>
Resistenza di calcolo $f_{cd}$	18.81 N/mm <sup>2</sup>
Classe di Esposizione	XC4/XA1
Classe di consistenza	S4
Dimensione max aggregato	25 mm
Rapporto max A/C	0.50
Contenuto minimo di cemento	340 kg/mc

##### Miscela per inghisaggi:

Ancorante chimico	Resina epossidica ad alte prestazioni per ferri di ripresa e ancoraggi pesanti tipo HIT-RE 500 V3
-------------------	---

Per le verifiche a Stato Limite di Esercizio, la tensione massima di compressione del calcestruzzo calcolata in Combinazione Caratteristica (Rara), deve rispettare la seguente limitazione (espr. 4.1.40 NTC2008):

$$\sigma_c < 0.60 f_{ck}$$

Per le verifiche a Stato Limite di Esercizio, la tensione massima di compressione del calcestruzzo calcolata in Combinazione Quasi Permanente, deve rispettare la seguente limitazione (espr. 4.1.41 NTC2008):

$$\sigma_c < 0.45 f_{ck}$$

ACCIAIAcciaio in Barre:

Tipo	B450 C
Limite di Snervamento 'f <sub>yk</sub> '	≥ 450 N/mm <sup>2</sup>
Limite di Rottura 'f <sub>tk</sub> '	≥ 540 N/mm <sup>2</sup>
Resistenza di calcolo 'f <sub>yd</sub> ' = f <sub>yk</sub> /γ <sub>s</sub>	= 450 / 1.15 = 391.30 N/mm <sup>2</sup>

Per le verifiche a Stato Limite di Esercizio, la tensione massima dell'acciaio calcolata in Combinazione Caratteristica (Rara), deve rispettare la seguente limitazione (espr. 4.1.42 NTC2008):

$$\sigma_s < 0.8 f_{yk} = 0.8 \times 450 = 360 \text{ N/mm}^2$$

COPRIFERRO

Ai fini di preservare le armature dai fenomeni di aggressione ambientale, dovrà essere previsto un idoneo copriferro; il suo valore, misurato tra la parete interna del cassero e la generatrice dell'armatura metallica più vicina, individua il 'copriferro nominale - c<sub>nom</sub>'.

Il valore di c<sub>nom</sub> è somma di due contributi: 'copriferro minimo - c<sub>min</sub>' e la 'tolleranza di posizionamento - h'. Risulta quindi:

$$c_{nom} = c_{min} + h$$

Il valore di 'h' può essere assunto pari ad almeno 5 mm.

Considerate le Classi di esposizione, si adotta:

$$\text{Strutture in opera: } c_{min} = 35 \text{ mm} \Rightarrow c_{nom} = 40 \text{ mm}$$

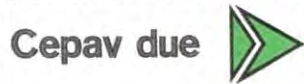
APERTURA LIMITE DELLE FESSURE

Il calcestruzzo utilizzato, ai sensi della Tab. 4.1.III della Norma, qualifica automaticamente la 'Condizione ambientale' come 'Ordinarie'.

Tale dato va inserito nella Tab. 4.1.IV della Norma. In tale Tabella va inoltre considerato che l'armatura è del tipo 'poco sensibile'.



GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



Doc. N.

Progetto  
INOR

Lotto  
11

Codifica Documento  
E E2 CL OV 15C 0 006

Rev.  
A

Foglio  
6 di 27

Conseguentemente a quanto sopra, per lo Stato Limite di apertura delle fessure si ha:

Gruppi di esigenza	Condizioni ambientali	Combinazione di azioni	$w_d$
B	Aggressive	frequente	$\leq w_2$
		quasi permanente	$\leq w_1$

Dal par. 4.1.2.2.4.1 della Norma si ha:

$$w_2 = 0.3 \text{ mm}$$

$$w_1 = 0.2 \text{ mm}$$

#### 4. CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA

I parametri geotecnici finalizzati al calcolo dell'opera in oggetto sono dedotti dalla relazione Geologica e Idrogeologica con indicazioni di carattere Geotecnico redatta dal Geologo Claudio Leoncini.

Da tale relazione è stata desunta la stratigrafia di progetto riportata nell'immagine seguente:

##### Area nuova vasca depuratore

Strato	Prof. (m da p.c.)	Litologia	$\phi$ (°)	$C_u$ (kPa)	$\gamma_{nat}$ (kN/m <sup>3</sup> )
1	0,0 – (7,2÷10,0)	Riparti antropici localmente a scendenti caratteristiche geomeccaniche	-	-	17-21
2	(7,2÷10,0) – decine di metri	Ghiaie, sabbie e ciottoli poligenici in abbondante matrice sabbiosa limosa addensati	38	-	19

$\phi$  = angolo di attrito,  $C_u$  = coesione non drenata,  $\gamma_{nat}$  = peso di volume del terreno

Tabella 6 - Modello geotecnico locale

Lo strato 1 dell'area vasca (terreno di riporto) non è stato parametrizzato a causa dell'estrema eterogeneità composizionale.

A favore di sicurezza, nel primo strato si è considerato un angolo di attrito pari a 23°; mentre per quanto riguarda la falda, le indicazioni riportate in tale relazione definisco che l'opera in oggetto risulta completamente fuori falda.

## 5. CRITERI DI CALCOLO

Le verifiche sono condotte, in osservanza al D.M. del 14.01.2008 “Norme tecniche per le costruzioni”, attraverso il metodo semiprobabilistico agli Stati Limite e anche per le azioni sismiche

### 5.1. Criteri e definizione dell'azione sismica

L'effetto dell'azione sismica di progetto sull'opera nel suo complesso deve rispettare gli stati limite ultimi e di esercizio definiti al § 3.2.1 (NTC), i cui requisiti di sicurezza sono indicati nel § 7.1 delle (NTC).

Il rispetto degli Stati Limite si considera conseguito quando nei confronti degli stati limite ultimi siano rispettate le indicazioni progettuali e costruttive riportate nel § 7 delle (NTC) e siano soddisfatte le verifiche relative allo Stato Limite di salvaguardia della Vita.

Per Stato Limite di salvaguardia della Vita (SLV) s'intende che l'opera a seguito del terremoto subisce rotture e crolli dei componenti non strutturali e impiantistici e significativi danni di componenti strutturali, cui si associa una perdita significativa di rigidità nei confronti delle azioni orizzontali; la costruzione conserva invece una parte della resistenza e rigidità per azioni verticali e un margine di sicurezza nei confronti del collasso per azioni sismiche orizzontali.

Gli stati limite ultimi sono individuati riferendosi alle prestazioni che l'opera da realizzarsi deve assolvere durante un evento sismico; per la funzione che l'opera deve espletare nella sua vita utile, è significativo calcolare lo Stato Limite di Salvaguardia della Vita (SLV) per lo stato limite ultimo.

Per la definizione dell'azione sismica, occorre definire il periodo di riferimento (PVR) in funzione dello stato limite considerato.

La vita nominale (VN) dell'opera è stata assunta pari a 50 anni;

La classe d'uso assunta è la II;

Dalla tabella Tab.2.4.II delle (NTC) è possibile risalire al valore del coefficiente d'uso ( $C_u$ ):

$$C_u = 1.0$$

Il periodo di riferimento ( $V_R$ ) per l'azione sismica, data la vita nominale e la classe d'uso vale:

$$V_R = V_N \cdot C_u = 50 \text{ anni}$$



I valori di probabilità di superamento nel periodo di riferimento (PVR), cui riferirsi per individuare l'azione sismica agente è:

$$PVR(SLV) = 10 \%$$

Il periodo di ritorno dell'azione sismica (TR) espresso in anni, vale:

$$TR(SLV) = 475 \text{ anni}$$

I parametri di definizione dell'azione sismica  $ag$ ,  $F_0$  e  $TC^*$  sono stati definiti assumendo il comune di Lonato del Garda per il calcolo dell'azione sismica.

### FASE 1. INDIVIDUAZIONE DELLA PERICOLOSITÀ DEL SITO

Ricerca per coordinate      LONGITUDINE: 10.4749      LATTITUDINE: 45.4657

Ricerca per comune      REGIONE: Lombardia      PROVINCIA: Brescia      COMUNE: Lonato

**Elaborazioni grafiche**

Grafici spettri di risposta

Variabilità dei parametri

**Elaborazioni numeriche**

Tabella parametri

**Nodi del reticolo intorno al sito**



**Reticolo di riferimento**

**Controllo sul reticolo**

- Sito esterno al reticolo
- Interpolazione su 3 nodi
- Interpolazione corretta

**Interpolazione:**  
superficie rigata



La "Ricerca per comune" utilizza le coordinate ISTAT del comune per identificare il sito. Si sottolinea che all'interno del territorio comunale le azioni sismiche possono essere significativamente diverse da quelle così individuate e si consiglia, quindi, la "Ricerca per coordinate".

INTRO
FASE 1
FASE 2
FASE 3

### FASE 2. SCELTA DELLA STRATEGIA DI PROGETTAZIONE

Vita nominale della costruzione (in anni) -  $V_N$   info

Coefficiente d'uso della costruzione -  $C_U$   info

Valori di progetto

Periodo di riferimento per la costruzione (in anni) -  $V_R$   info

Periodi di ritorno per la definizione dell'azione sismica (in anni) -  $T_R$   info

Stati limite di esercizio - SLE

SLO - $P_{VR} = 81\%$	<input type="text" value="30"/>
SLD - $P_{VR} = 63\%$	<input type="text" value="50"/>


Stati limite ultimi - SLU

SLV - $P_{VR} = 10\%$	<input type="text" value="475"/>
SLC - $P_{VR} = 5\%$	<input type="text" value="975"/>

Elaborazioni

- Grafici parametri azione
- Grafici spettri di risposta
- Tabella parametrizzazione

Strategia di progettazione



LEGENDA GRAFICO

- Strategia per costruzioni ordinarie
- Strategia scelta

Per l'opera in esame si sono pertanto ottenuti i seguenti parametri sismici a SLV:

$a_g = 0.156 \text{ g}$  accelerazione orizzontale massima del sito (al suolo)

$F_0 = 2.472$  valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale

$T_C^* = 0.272 \text{ s}$  periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

Da relazione geotecnica:

Categoria di sottosuolo tipo C

Da cui si ottiene:

Coefficiente di amplificazione stratigrafica ( $S_S$ ) = 1.47

Coefficiente di amplificazione stratigrafica ( $S_T$ ) = 1.00



## 5.2. Combinazioni per la verifica agli SLU ed SLE

Le combinazioni di carico agli stati limite considerate ai fini delle verifiche, sono stabilite in modo da garantire la sicurezza in conformità a quanto prescritto nel Cap. 2 delle (NTC).

Ai fini delle verifiche degli Stati Limite Ultimi si definiscono le seguenti combinazioni:

$$\text{Combinazione fondamentale SLU} \quad \Rightarrow \quad \gamma_{G1} \cdot G_1 + \gamma_{G2} \cdot G_2 + \gamma_{Q1} \cdot Q_{k1} + \sum_i \gamma_{Qi} \cdot \psi_{0i} \cdot Q_{ki}$$

Ai fini delle verifiche degli Stati Limite di Esercizio si definiscono le seguenti combinazioni:

$$\text{Rara} \quad \Rightarrow \quad G_1 + G_2 + Q_{k1} + \sum_i \psi_{0i} \cdot Q_{ki}$$

$$\text{Frequente} \quad \Rightarrow \quad G_1 + G_2 + \psi_{11} \cdot Q_{k1} + \sum_i \psi_{2i} \cdot Q_{ki}$$

$$\text{Quasi permanente} \quad \Rightarrow \quad G_1 + G_2 + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \sum_i \psi_{2i} \cdot Q_{ki}$$

Per la condizione sismica, impiegata per gli stati limite ultimi connessi all'azione sismica E:

$$\text{Combinazione fondamentale SLU} \quad \Rightarrow \quad E + G_1 + G_2 + \sum_i \psi_{2i} \cdot Q_{ki}$$

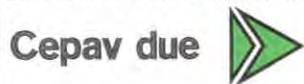
I valori del coefficiente  $\psi_{2i}$  sono quelli riportati nella tabella 5.1.VI e § 2.5.I della norma.

Di seguito si riportano le combinazioni adottate

	SLE-QP	SLE-F	SLE-R	SLU
1: PESO PROPRIO	1,0000	1,0000	1,0000	1,3000
2: SPINTA DELLE TERRE	1,0000	1,0000	1,0000	1,5000
3: VARIABILE	0,2000	0,7500	1,0000	1,3500
4: SISMA	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000



GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



Doc. N.

Progetto  
INOR

Lotto  
11

Codifica Documento  
E E2 CL OV 15C 0 006

Rev.  
A

Foglio  
12 di 27

## 6. DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO

La parete da ricostruire ha una larghezza in pianta di 6.0m e un'altezza 4.6m e uno spessore di 30 cm.

È stata condotta un'analisi agli Elementi Finiti della parete in esame, la quale sarà fissata alla struttura esistente mediante inghisaggi con resina epossidica; dal punto di vista del modello sui bordi è stato applicato un vincolo di semplice appoggio che non è in grado di trasmettere azioni flettenti.

## 7. ANALISI DEI CARICHI

### 7.1. Peso propri e carichi permanenti

Si considera un peso specifico per le parti strutturali pari a  $25 \text{ kN/m}^3$

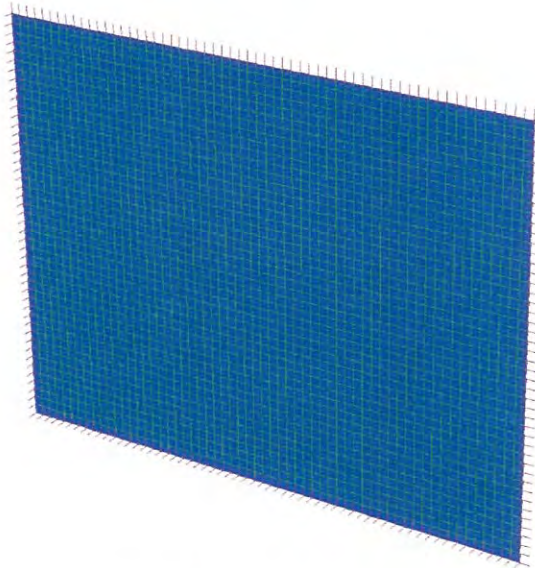


Figura 1 – peso proprio

### 7.2. Spinta delle terre

La spinta del terreno viene calcolata assumendo un coefficiente di spinta a riposo  $k_0 = (1 - \sin\phi)$  con  $\phi$  pari a  $23^\circ$  per i primi 7 m di terreno, per i restanti terreni è stato considerato un  $\phi$  pari a  $35^\circ$ , e un peso di volume del terreno pari a  $19 \text{ kN/m}^3$ .

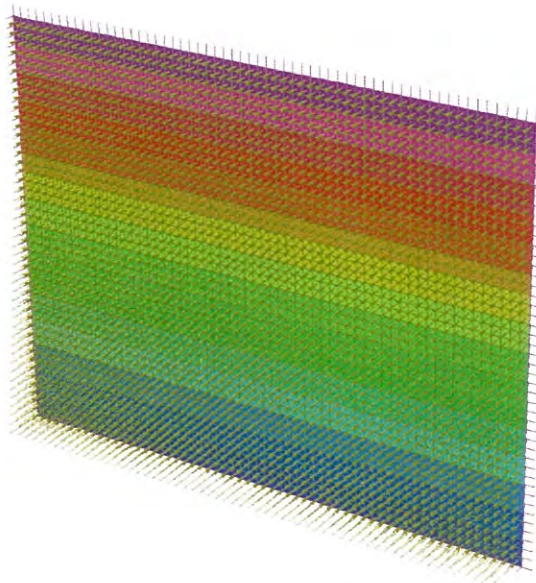
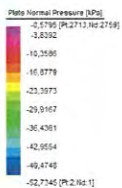


Figura 2 – Carichi applicati dovuti alle spinta delle terre



### 7.3. Azioni variabili

È stato considerato un carico in superficie di  $20 \text{ kN/m}^2$  moltiplicato per la spinta a riposo  $k_0 = (1 - \sin\phi)$ .

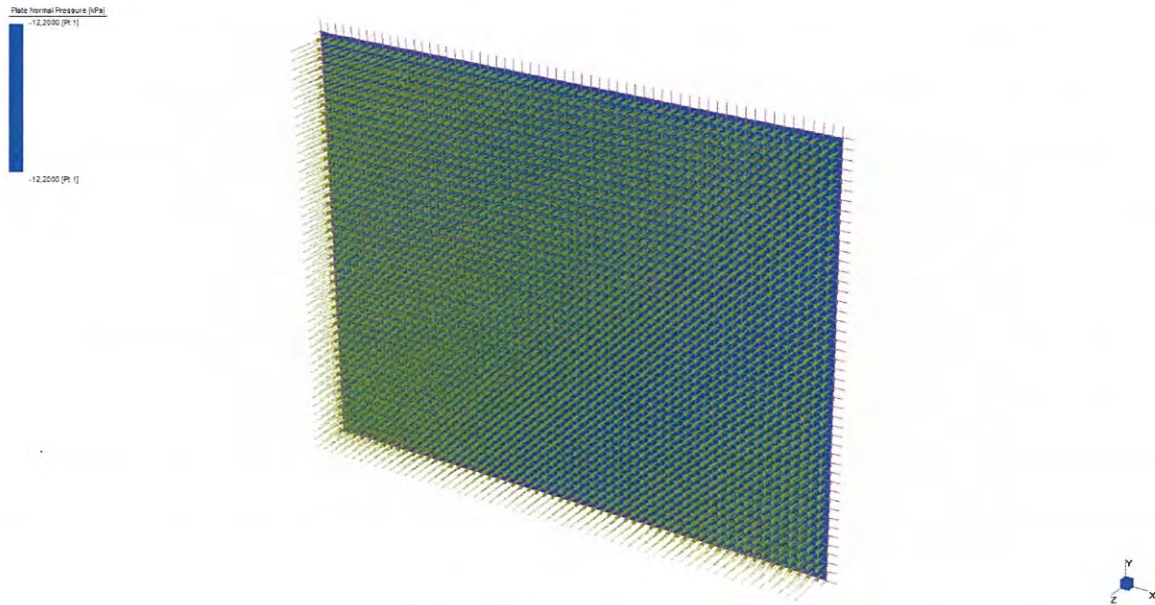


Figura 3 – Carichi applicati dovuti alle azioni variabili

### 7.4. Azioni sismiche

Per la valutazione dei parametri necessari alla determinazione delle azioni sismiche si rimanda al precedente paragrafo 5.

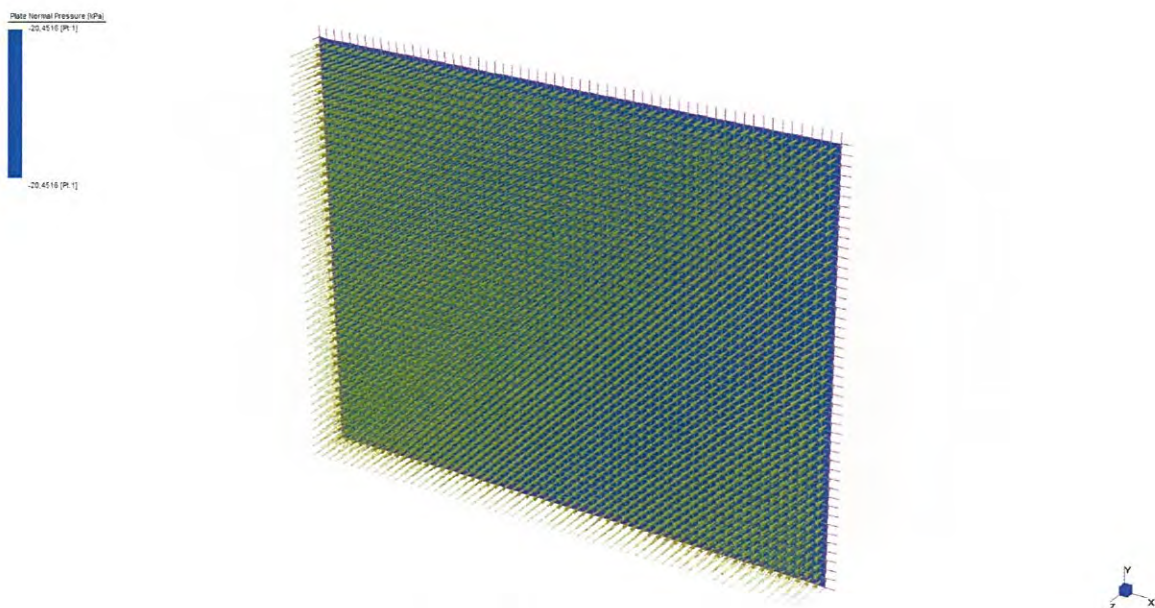


Figura 4 – Carichi applicati dovuti al sisma



## 8. MODELLO STRUTTURALE

### *Caratteristiche e affidabilità del codice di calcolo*

Relativamente alle opere in calcestruzzo armato in esame, per il calcolo delle sollecitazioni e per la verifica degli elementi si è fatto ricorso all'elaboratore elettronico utilizzando il seguente programma di calcolo:

Straus 7 prodotto dalla G+D Computing DOLMEN® distribuito ed assistito dalla HSH-Padova, con sede Via N. Tommaseo, 13 - 35131 Padova.

A supporto del programma è fornito un ampio manuale d'uso contenente fra l'altro una vasta serie di test di validazione sia su esempi classici di Scienza delle Costruzioni, sia su strutture particolarmente impegnative e reperibili nella bibliografia specializzata.

L'affidabilità del codice di calcolo è garantita dall'esistenza di un'ampia documentazione di supporto, come indicato nel paragrafo precedente. È possibile inoltre ottenere rappresentazioni grafiche di deformate e sollecitazioni della struttura. Al termine dell'elaborazione viene inoltre valutata la qualità della soluzione, in base all'uguaglianza del lavoro esterno e dell'energia di deformazione.

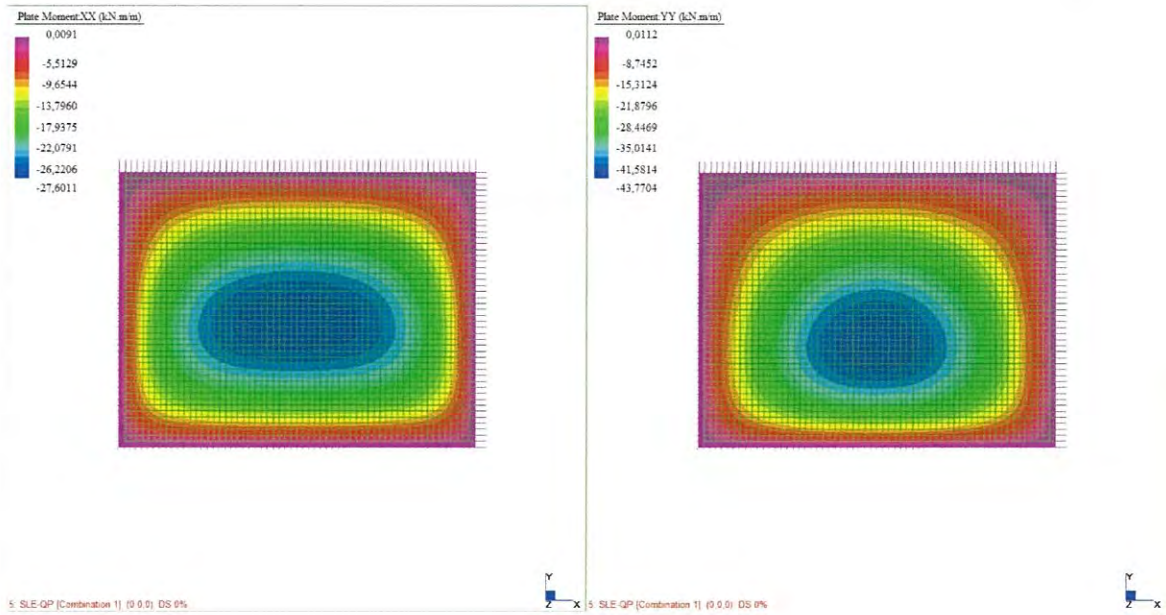
Doc. N.	Progetto INOR	Lotto 11	Codifica Documento E E2 CL OV 15C 0 006	Rev. A	Foglio 16 di 27
---------	------------------	-------------	--	-----------	--------------------

**9. SOLLECITAZIONI ASTE E VERIFICHE**

*SLE – Quasi Permanente*

*Mxx (orizzontale)*

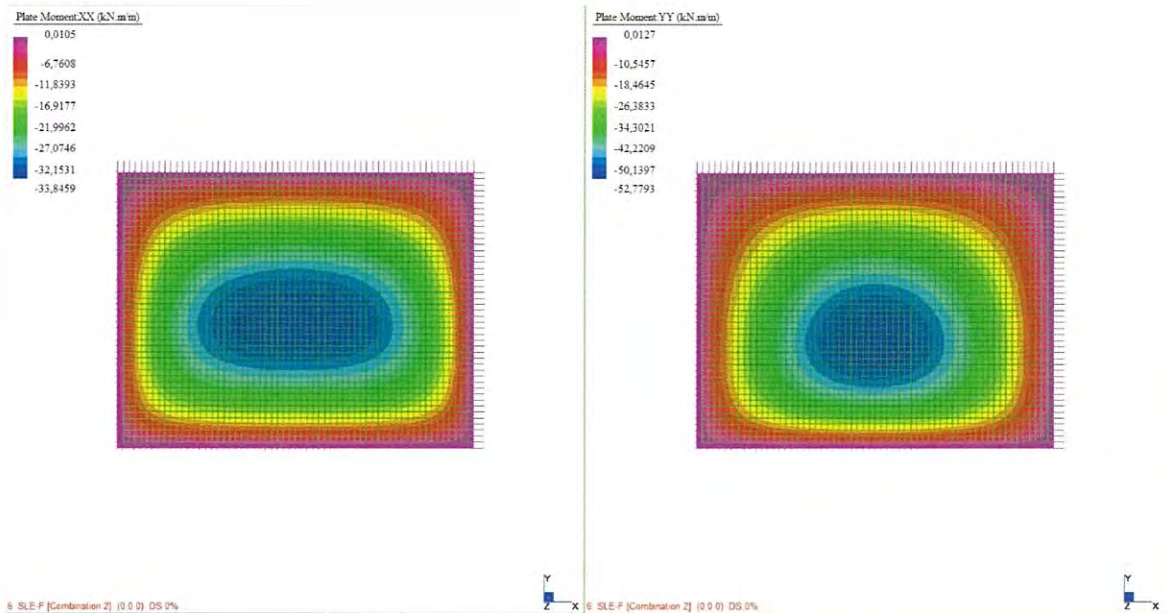
*Mxx (verticale)*



*SLE – Frequente*

*Mxx (orizzontale)*

*Mxx (verticale)*





Doc. N.

Progetto  
INOR

Lotto  
11

Codifica Documento  
E E2 CL OV 15C 0 006

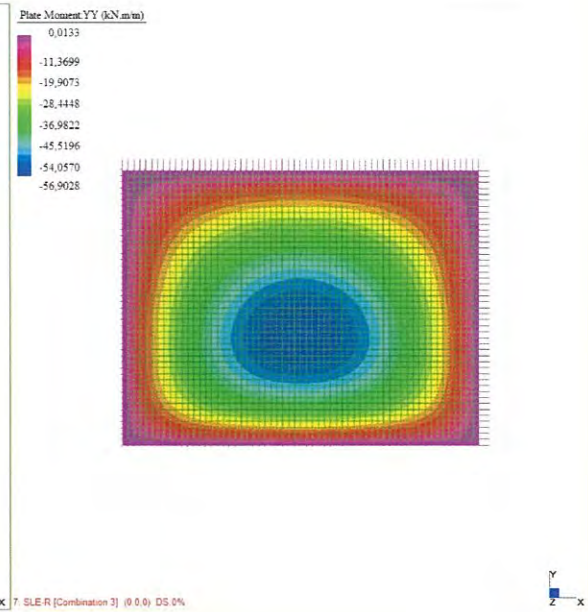
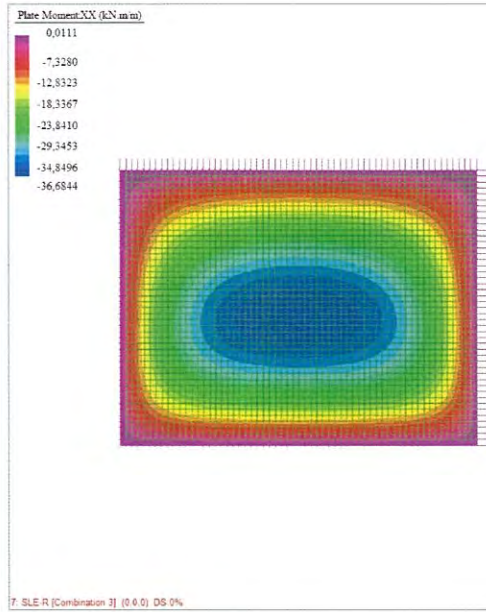
Rev.  
A

Foglio  
17 di 27

**SLE – Rara**

**Mxx (orizzontale)**

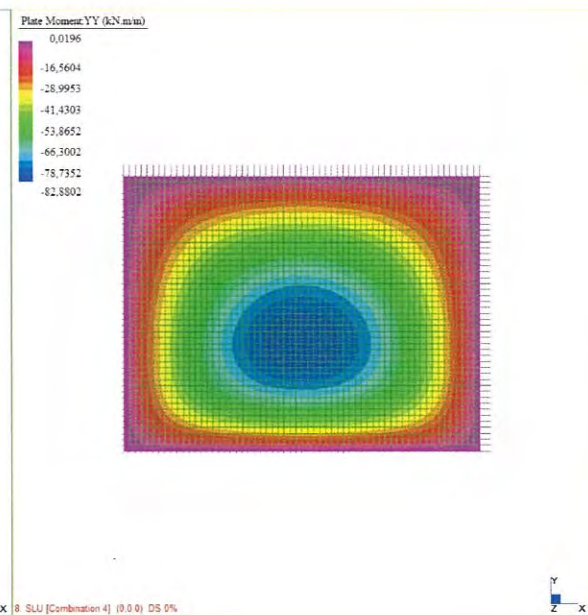
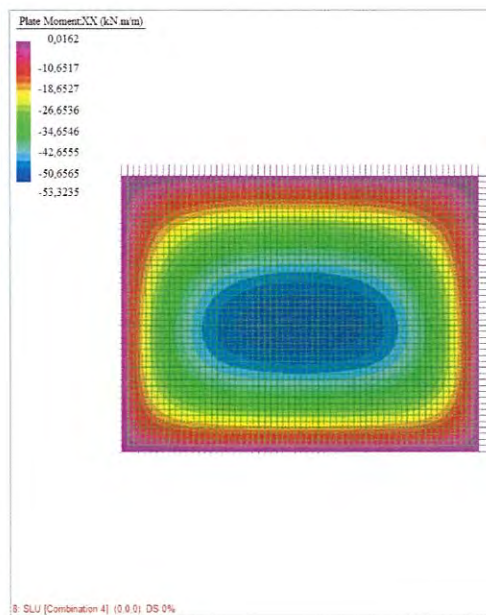
**Mxx (verticale)**



**SLU**

**Mxx (orizzontale)**

**Mxx (verticale)**





Doc. N.

Progetto  
INOR

Lotto  
11

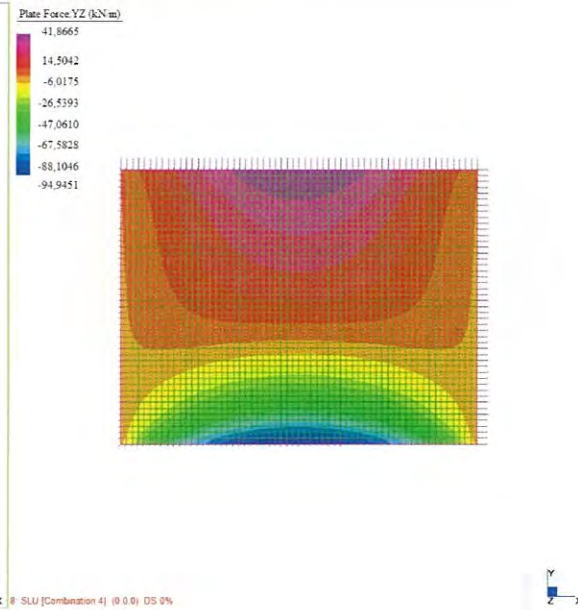
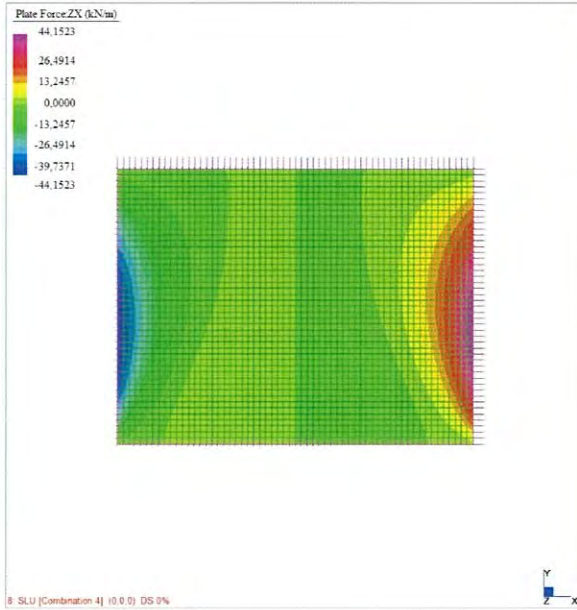
Codifica Documento  
E E2 CL OV 15C 0 006

Rev.  
A

Foglio  
18 di 27

*V<sub>xz</sub> (orizzontale)*

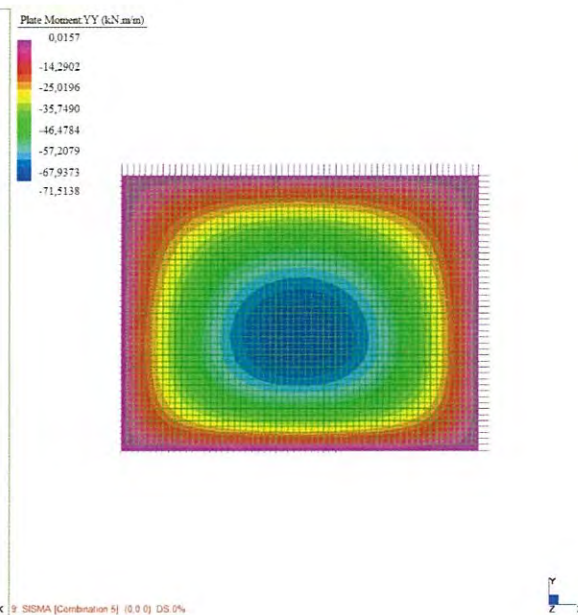
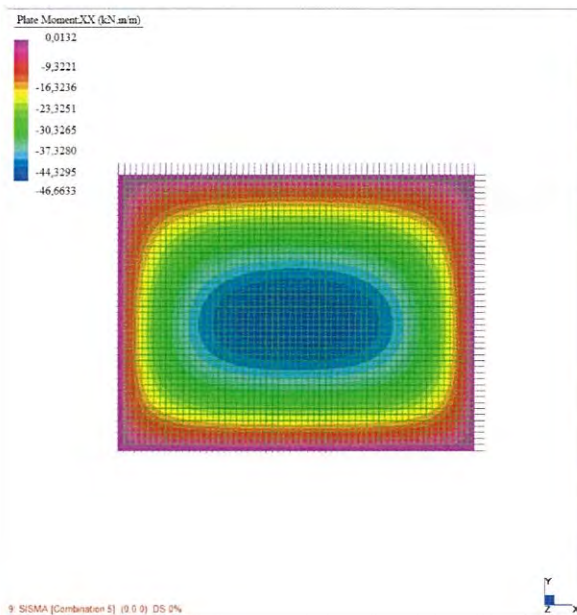
*V<sub>yz</sub> (verticale)*

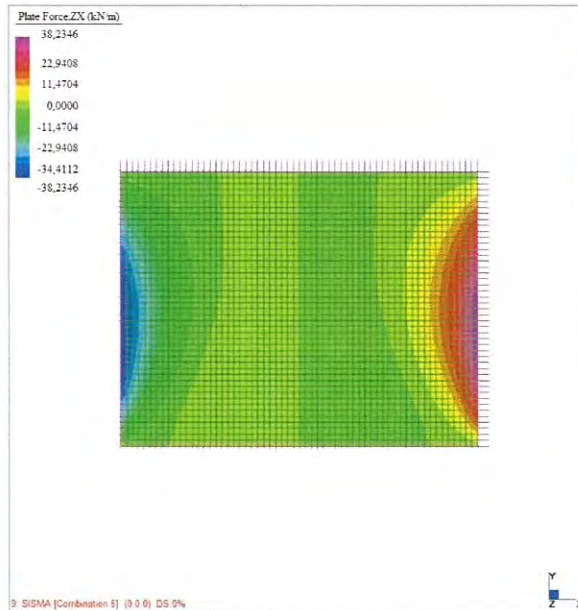
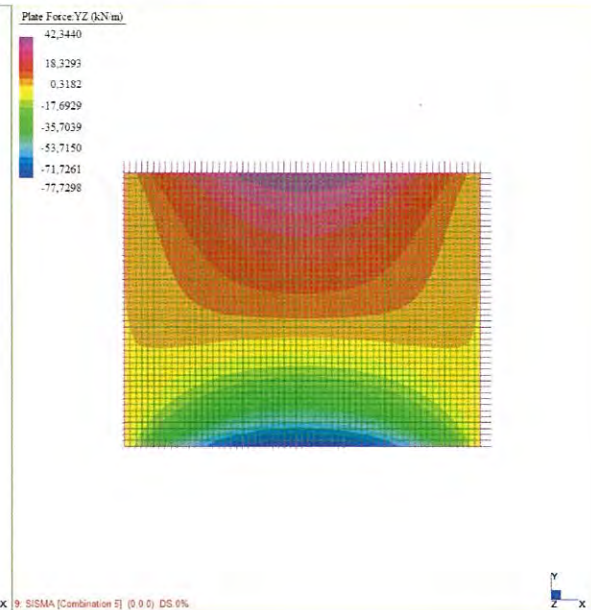


**SISMA**

*M<sub>xx</sub> (orizzontale)*

*M<sub>xx</sub> (verticale)*



$V_{xz}$  (orizzontale) $V_{yz}$  (verticale)

Riepilogando le sollecitazioni ottenute:

	Mxx [kNm/m]	Myy [kNm/m]	Vx [kN/m]	Vy [kN/m]
SLE-QP	28	44	-	-
SLE-F	34	53	-	-
SLE-R	37	57	-	-
SLU	54	83	45	95
SISMA	47	72	39	78

Il momento torcente è stato trascurato perché trascurabile ai fini del dimensionamento.



Doc. N.

Progetto  
INOR

Lotto  
11

Codifica Documento  
E E2 CL OV 15C 0 006

Rev.  
A

Foglio  
20 di 27

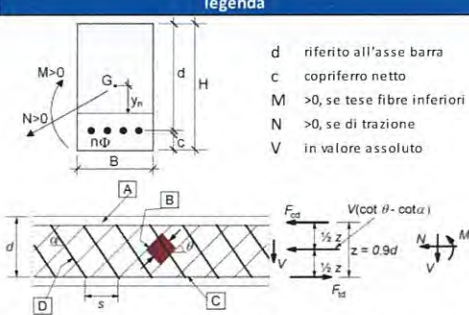
**Verifica armatura orizzontale e a taglio**

geometria				
sezione trasversale				
B	H	c	d	z
[cm]	[cm]	[cm]	[cm]	[cm]
100	30	5,9	23,4	21,1
armatura longitudinale				
nbarre	φ	d	Asl	
	[mm]	[cm]	[cm <sup>2</sup> ]	
5	14	6,6	7,70	
5	14	23,4	7,70	
armatura a taglio				
nbracci	φ	s	α	Asw
	[mm]	[cm]	[°]	[cm <sup>2</sup> ]
5	8	40	90	2,51

sollecitazioni e risultati		
SLE	SLU	
M <sub>Ek</sub> 37,00 [kNm]	M <sub>Ed</sub> 54,00 [kNm]	
N <sub>Ek</sub> 0 [kN]	N <sub>Ed</sub> 0 [kN]	
<b>tensioni e fessure</b>		
M <sub>dec</sub> 0,0 [kNm]	M <sub>Rd</sub> 76,5 [kNm]	
M <sub>cr</sub> 37,8 [kNm]	FS 1,42	
<b>taglio</b>		
y <sub>n</sub> -8,67 [cm]	V <sub>Rdc</sub> 117,9 [kN]	
σ <sub>c,min</sub> -5,6 [MPa]	non serve armatura a taglio	
σ <sub>s,min</sub> 3,6 [MPa]	V <sub>Rds</sub> 129,4 [kN]	
σ <sub>s,max</sub> 225,0 [MPa]	V <sub>Rdmax</sub> 633,9 [kN]	
k <sub>2</sub> 0,5	θ 21,8 [°]	
ε <sub>sm-ε<sub>cm</sub></sub> - [%]	<b>sezione duttile</b>	
S <sub>r,max</sub> - [cm]	ai 23,4 [cm]	
W <sub>k</sub> - [mm]		

verifica DM08	
tipo di rottura	2
1 lato acciaio	
2 lato cls - acciaio snervato	
3 lato cls - acciaio elastico	
4 sez. tot. compressa	
contributo Asl	scelta si
angolo θ	
scelta	imposto
θ <sub>imposto</sub>	21,8 [°]
θ <sub>calcolato</sub>	9,7 [°]
θ <sub>inf</sub>	21,8 [°]
θ <sub>sup</sub>	45 [°]

materiali			
calcestruzzo		acciaio	
R <sub>ck</sub>	35 [MPa]	f <sub>yk</sub>	450 [MPa]
f <sub>ck</sub>	29,1 [MPa]	γ <sub>s</sub>	1,15
γ <sub>c</sub>	1,5	f <sub>yd</sub>	391,3 [MPa]
α <sub>cc</sub>	0,85	E <sub>s</sub>	200000 [MPa]
f <sub>cd</sub>	16,5 [MPa]	ε <sub>uk</sub>	75 [%]
v	0,530		
ε <sub>c2</sub>	2,0 [%]	<b>valori limite</b>	
ε <sub>cu2</sub>	3,5 [%]	0,45 f <sub>ck</sub>	13,1 [MPa]
α <sub>e</sub>	15,0	0,8 f <sub>yk</sub>	360,0 [MPa]
k <sub>t</sub>	0,4	W <sub>k,lim</sub>	- [mm]
k <sub>1</sub>	0,8		
k <sub>3</sub>	3,4		
k <sub>4</sub>	0,425		

legenda	
	<p>d riferito all'asse barra</p> <p>c copriferro netto</p> <p>M &gt;0, se tese fibre inferiori</p> <p>N &gt;0, se di trazione</p> <p>V in valore assoluto</p>
	<p>α<sub>cc</sub> coeff. effetti a lungo termine</p> <p>v coeff. riduzione resistenza bielle</p> <p>α<sub>e</sub> = E<sub>s</sub>/E<sub>c</sub></p> <p>k<sub>t</sub> 0,6 azioni di breve durata</p> <p>0,4 azioni di lunga durata</p> <p>k<sub>1</sub> 0,8 barre aderenza migliorata</p> <p>1,6 barre lisce</p> <p>k<sub>2</sub> 0,5 flessione</p> <p>(σ<sub>1</sub>+σ<sub>2</sub>)/2σ<sub>1</sub> trazione eccentrica</p> <p>1 trazione pura</p> <p>k<sub>3</sub> 3,4</p> <p>k<sub>4</sub> 0,425</p> <p>σ &gt;0 se di trazione</p> <p>ai traslazione armatura longitudinale</p>

Le verifiche delle tensioni e delle aperture di fessure sono soddisfatte per la combinazione rara, pertanto si ritengono implicitamente soddisfatte le verifiche per le condizioni frequenti e quasi permanenti



Doc. N.

Progetto  
INOR

Lotto  
11

Codifica Documento  
E E2 CL OV 15C 0 006

Rev.  
A

Foglio  
21 di 27

**Verifica armatura verticale e a taglio**

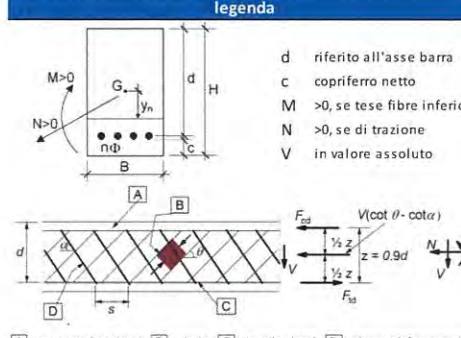
geometria				
sezione trasversale				
B	H	c	d	z
[cm]	[cm]	[cm]	[cm]	[cm]
100	30	5,9	23,1	20,8
armatura longitudinale				
nbarre	φ	d	A <sub>sl</sub>	
	[mm]	[cm]	[cm <sup>2</sup> ]	
5	20	6,9	15,71	
5	20	23,1	15,71	
armatura a taglio				
nbracci	φ	s	α	A <sub>sw</sub>
	[mm]	[cm]	[°]	[cm <sup>2</sup> ]
-	-	-	-	#####

sollecitazioni e risultati	
SLE	SLU
M <sub>Ek</sub>	57,00 [kNm]
N <sub>Ek</sub>	0 [kN]
tensioni e fessure	
M <sub>dec</sub>	0,0 [kNm]
M <sub>cr</sub>	40,0 [kNm]
γ <sub>n</sub>	-6,92 [cm]
σ <sub>c,min</sub>	-6,5 [MPa]
σ <sub>s,min</sub>	-14,2 [MPa]
σ <sub>s,max</sub>	180,7 [MPa]
k <sub>2</sub>	0,5
ε <sub>sm-ε<sub>cm</sub></sub>	0,55 [%]
S <sub>r,max</sub>	35,9 [cm]
w <sub>k</sub>	0,199 [mm]
M <sub>Ed</sub>	83,00 [kNm]
N <sub>Ed</sub>	0 [kN]
V <sub>Ed</sub>	95,00 [kN]
presso-flessione	
M <sub>Rd</sub>	134,2 [kNm]
FS	1,62
taglio	
V <sub>Rdc</sub>	144,7 [kN]
non serve armatura a taglio	
V <sub>Rds</sub>	##### [kN]
V <sub>Rdmax</sub>	##### [kN]
θ	30,0 [°]
sezione	#####
ai	23,1 [cm]

verifica DM08	
tipo di rottura	2
1	lato acciaio
2	lato cls - acciaio snervato
3	lato cls - acciaio elastico
4	sez. tot. compressa
contributo A <sub>sl</sub>	
scelta	si
angolo θ	
scelta	imposto
θ <sub>imposto</sub>	30 [°]
θ <sub>calcolato</sub>	##### [°]
θ <sub>inf</sub>	21,8 [°]
θ <sub>sup</sub>	45 [°]

materiali	
calcestruzzo	acciaio
R <sub>ck</sub>	35 [MPa]
f <sub>ck</sub>	29,1 [MPa]
γ <sub>c</sub>	1,5
α <sub>cc</sub>	0,85
f <sub>cd</sub>	16,5 [MPa]
v	0,530
ε <sub>c2</sub>	2,0 [%]
ε <sub>cu2</sub>	3,5 [%]
α <sub>e</sub>	15,0
k <sub>t</sub>	0,4
k <sub>1</sub>	0,8
k <sub>3</sub>	3,4
k <sub>4</sub>	0,425
σ	>0 se di trazione
ai	traslazione armatura longitudinale
f <sub>yk</sub>	450 [MPa]
γ <sub>s</sub>	1,15
f <sub>yd</sub>	391,3 [MPa]
E <sub>s</sub>	200000 [MPa]
ε <sub>uk</sub>	75 [%]
valori limite	
0,45 f <sub>ck</sub>	13,1 [MPa]
0,8 f <sub>yk</sub>	360,0 [MPa]
w <sub>k,lim</sub>	- [mm]

**legenda**



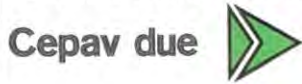
d riferito all'asse barra  
c copriferro netto  
M >0, se tese fibre inferiori  
N >0, se di trazione  
V in valore assoluto

α<sub>cc</sub> coeff. effetti a lungo termine  
v coeff. riduzione resistenza bielle  
α<sub>e</sub> =E<sub>s</sub>/E<sub>c</sub>  
k<sub>t</sub> 0,6 azioni di breve durata  
0,4 azioni di lunga durata  
k<sub>1</sub> 0,8 barre aderenza migliorata  
1,6 barre lisce  
k<sub>2</sub> 0,5 flessione  
(ε<sub>1</sub>+ε<sub>2</sub>)/2ε<sub>1</sub> trazione eccentrica  
1 trazione pura  
k<sub>3</sub> 3,4  
k<sub>4</sub> 0,425  
σ >0 se di trazione  
ai traslazione armatura longitudinale

A] - compression chord, B] - struts, C] - tensile chord, D] - shear reinforcement

Le verifiche delle tensioni e delle aperture di fessure sono soddisfatte per la combinazione rara, pertanto si ritengono implicitamente soddisfatte le verifiche per le condizioni frequenti e quasi permanenti

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



Doc. N.

Progetto  
INOR

Lotto  
11

Codifica Documento  
E E2 CL OV 15C 0 006

Rev.  
A

Foglio  
22 di 27

#### 10. VERIFICA CONNESSIONE CON LA STRUTTURA ESISTENTE

Per la verifica della connessione si è assunto, a favore di sicurezza una classe del calcestruzzo esistente pari a C20/25, debolmente armato e di spessore pari a 30 cm.

Si ribadisce che tali assunzioni dovranno essere verificate prima dell'installazione della connessione in esame.

Per quanto riguarda la verifica a taglio della sezione, le verifiche sono riportate nel paragrafo precedente ( $V_{sd} < V_{Rdc}$ )

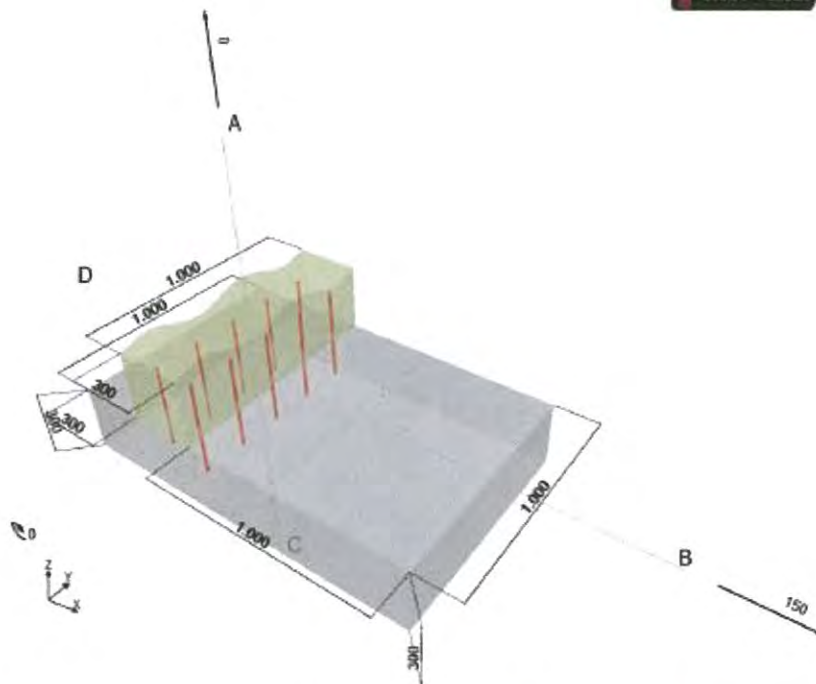
Doc. N.

Progetto  
INORLotto  
11Codifica Documento  
E E2 CL OV 15C 0 006Rev.  
AFoglio  
23 di 27

www.hilti.it

  
**Hilti PROFIS Rebar 2.4.11**

 Società:  
 Progettista:  
 Indirizzo:  
 Telefono/Fax: |  
 E-mail:

 Pagina: 1  
 Progetto:  
 Ancoraggio:  
 Data: A.D./09/aaaa
**Commenti del progettista**
 Standard di progettazione: EC2 / ETA  
 Applicazione tipo: Tutte le applicazioni/Parete su soiaio
**1. Carichi**

Carichi	
$M_d$	0,00 kNm/m
$N_d$	0,00 kN/m
$V_d$	150 kN/m

**Progettazione in caso di incendio**

Valutazione di resistenza al fuoco	Nessuna
------------------------------------	---------

**Progettazione a fatica**

Nessuno
---------

**Sismico**

Carichi sismici	Si
-----------------	----

**2. Perforazione & Temperatura**

<b>Perforazione</b>	
Condizione foro	Asciutto
Metodo di perforazione	Perforazione in roto-percussione
Supporto alla perforazione	Guida di perforazione
<b>Temperatura (EC2/ETA)</b>	
Durante l'installazione	da 5 °C a 40 °C
In esercizio	20 °C / 20 °C

**3. Materiale & Sicurezza**

<b>Struttura</b>	
Classe del calcestruzzo (struttura esistente)	C20/25
Resistenza caratteristica allo snervamento (struttura esistente)	450 N/mm <sup>2</sup>
Resistenza caratteristica allo snervamento (nuova struttura)	450 N/mm <sup>2</sup>





Doc. N.

Progetto  
INORLotto  
11Codifica Documento  
E E2 CL OV 15C 0 006Rev.  
AFoglio  
24 di 27

www.hilti.it


 Società:  
 Progettista:  
 Indirizzo:  
 Telefono/Fax: |  
 E-mail:

 Pagina: 2  
 Progetto:  
 Ancoraggio:  
 Data: A.D./09/aaaa
Parametri Eurocodice 2

$\alpha_{cc}$	1,00	EC2 3.1.6(1)
$\alpha_{ct}$	1,00	EC2 3.1.6(2)
$\alpha_{ct,bond}$	1,00	
$\epsilon_{ud}$	0,0200	Table C.1
$k_2$	0,850	EC2 6.5.4(4b)
$\nu'$	0,920	EC2 6.5.2(2)
$\rho_{max}$	0,0400	EC2 9.2.1.1
$\epsilon_{c2}$	$2,00 \cdot 10^{-3}$	Table 3.1
$\epsilon_{c2u}$	$3,50 \cdot 10^{-3}$	Table 3.1

Armatura post installata

<u>Numero strati</u>	
Numero strati superiori	1,00
Numero strati inferiori	1,00
<u>Parametri armatura superiore</u>	
Diametri superiori	12,0 mm
Interasse superiore	200 mm
Strato superiore 1: c	50,0 mm
Copriferro superiore 1	94,0 mm
Condizione aderenza massima	Buono
Armatura minima superiore	100 mm <sup>2</sup> /m
<u>Parametri armatura inferiore</u>	
Diametro inferiore	14,0 mm
Interasse inferiore	200 mm
Strato inferiore 1: c	50,0 mm
Copriferro inferiore 1	93,0 mm
Condizione aderenza inferiore	Buono
Armatura minima inferiore	100 mm <sup>2</sup> /m
<u>Altro:</u>	
Pressione trasversale	0,00 N/mm <sup>2</sup>
Copriferro per forza di trazione linea b	0,00 mm



www.hilti.it

 Società:  
 Progettista:  
 Indirizzo:  
 Telefono/Fax: |  
 E-mail:

 Pagina: 3  
 Progetto:  
 Ancoraggio:  
 Data: A.D./09/aaaa
**Soluzione selezionata**

	Dimensione barra	Diametro punta	Interasse ferri centro/centro	Distanza centro/superficie	Richiesto foro con trapano a rotopercolazione	Ancoraggio per snervamento della barra
Strati di armatura	$\Phi$ [mm]	D [mm]	s [mm]	$c_s$ [mm]	$t_{req}$ [mm]	$t_y$ [mm]
Superiore/sinistro	12,0	16,0	200	356	176	N/A
Inferiore/destra	14,0	18,0	200	1.057	231	479

**Accessori richiesti**

## Perforazione

- Trapano adatto
- Punta di diametro corretto

## Pulizia

- Compressore ad aria e accessori per rimuovere la polvere dal fondo del foro
- Scovolino di diametro corretto

## Installazione

- Dispenser con mixer
- Per installazioni profonde, necessario piston plug

**Analisi della sezioni**

Angolo del puntone	$\theta$	24,2 °	EC2 6.2.3
Braccio di leva interno	$z_1$	187 mm	
E' richiesta un'armatura a compressione?		No	

**Strato superiore**Input di progetto

Tensione di progetto all'ancorante	$F_E$	0,00 kN	EC2 9.2.1.4(2)
Armatura richiesta	$A_{s,req}$	0,00 mm <sup>2</sup> /m	
Armatura impostata	$\Phi = 12$ mm, $s = 200$ mm $\rightarrow A_{s,prov}$	565 mm <sup>2</sup> /m	
Tensione sulla barra	$\sigma_{sd} = F_E/A_{s,prov}$	0,00 N/mm <sup>2</sup>	
Ancorante utilizzato	Hilti HIT-RE 500 V3		

Lunghezza minima di ancoraggio

Lunghezza di ancoraggio di base (F <sub>yd</sub> )	$l_{b,req,fyd} = (\Phi/4) \cdot (f_{yd}/f_{td})$	587 mm	EC2 8.4.3
Coefficiente per la lunghezza minima	$f_{mult,min}$	1,00	ETA 16/0142
Lunghezza minima di ancoraggio	$l_{b,min} = f_{mult,min} \cdot \max(0,3l_{b,req,fyd}; 10\Phi; 100$ mm)	176 mm	EC2 and German Nationaler Anhang
Profondità di infissione	$l_{inf} = l_{bd}$	176 mm	

**Strato inferiore (zona tesa)**



Doc. N.

Progetto  
INORLotto  
11Codifica Documento  
E E2 CL OV 15C 0 006Rev.  
AFoglio  
26 di 27

Hilti PROFIS Rebar 2.4.11

www.hilti.it

Società:  
Progettista:  
Indirizzo:  
Telefono/Fax: |  
E-mail:

Pagina: 4  
Progetto:  
Ancoraggio:  
Data: A.D./09/aaaa

Input di progetto

Tensione di progetto all'ancorante	$F_E$	33,4 kN	EC2 9.2.1.4(2)
Armatura richiesta	$A_{s,reqd}$	371 mm <sup>2</sup> /m	
Armatura impostata	$\Phi = 14 \text{ mm}, s = 200 \text{ mm} \rightarrow A_{s,prov}$	770 mm <sup>2</sup> /m	
Tensione sulla barra	$\sigma_{sd} = F_E/A_{s,prov}$	217 N/mm <sup>2</sup>	
Ancorante utilizzato	Hilti HIT-RE 500 V3		

Ancoraggio di armature post-installate

Condizioni di aderenza	Buono $\rightarrow \eta_1$	1,00	EC2 8.4.3(2)
Tensione di aderenza	$f_{bd,p}$	2,30 N/mm <sup>2</sup>	ETA 16/0142
Lunghezza base di ancoraggio	$l_{b,reqd} = (\Phi/4) \cdot (\sigma_{sd}/f_{bd,p})$	330 mm	
Lunghezza di ancoraggio di base (F <sub>yd</sub> )	$l_{b,reqd,Fyd} = (\Phi/4) \cdot (f_{yd}/f_{bd,p})$	685 mm	
Coefficiente di lunghezza minima	$f_{mat,min}$	1,00	
Lunghezza minima d'ancoraggio	$l_{0,min} = f_{mat,min} \cdot \max(0,3l_{b,reqd,Fyd}; 10\Phi; 100 \text{ mm})$	205 mm	EC2 8.4.4(1) and German Nationaler Anhang
Metà Interasse	$c_d$	93,0 mm	EC2 8.4.4(1)
Influenza del copriferro / Interasse	$\alpha_2 = \{0,7 \leq 1 - 0,15[(c_d - \Phi)/\Phi] \leq 1,0\}$	0,700	
Armatura trasversale	$\Sigma A_{st} = \Phi^2 \cdot \pi/4 \cdot (1 + 0,7 \cdot l_{b,reqd}/s_c)$	0,00 mm <sup>2</sup>	
Min. armatura trasversale	$\Sigma A_{st,min} = (\text{EN } 1992-1-1, \text{ tabella } 8.2)$	0,00 mm <sup>2</sup>	
Fattore K	$K = (\text{EN } 1992-1-1, \text{ tabella } 8.2)$	0,0500	
Influenza dell'armatura trasversale	$\alpha_3 = \{0,7 \leq 1 - K(\Sigma A_{st} - \Sigma A_{st,min})/(\Phi^2 \pi/4) \leq 1,0\}$	1,00	EC2 8.4.4(1)
Pressione trasversale	$p$	0,00 N/mm <sup>2</sup>	
Influenza della pressione trasversale	$\alpha_5 = \{0,7 \leq 1 - 0,04p \leq 1,0\}$	1,00	
Lunghezza di ancoraggio di progetto	$l_{bd} = \max(\alpha_1 l_{b,reqd}; l_{0,min})$	231 mm	

Definizione della profondità di infissione

Lunghezza di ancoraggio effettiva	$l_{bd}$	231 mm
Profondità di infissione	$l_{inst} = l_{bd}$	231 mm

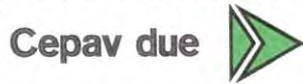
Note

Questo dimensionamento riguarda solamente il trasferimento locale dei carichi dall'armatura post-installata all'interfaccia tra il nuovo getto e il calcestruzzo esistente. Prima di eseguire il getto, tale superficie di interfaccia deve essere irruvidita. Si assume che, se richiesta, sia presente un'opportuna armatura trasversale nell'area di ancoraggio.

Si dovrà verificare la corrispondenza dei dati inseriti e dei risultati con la situazione reale effettiva e la loro plausibilità!  
PROFIS Rebar (c) 2009 Hilti AG, FL-9494 Schaan Hilti è un marchio registrato di Hilti AG, Schaan



GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



Doc. N.

Progetto  
INOR

Lotto  
11

Codifica Documento  
E E2 CL OV 15C 0 006

Rev.  
A

Foglio  
27 di 27

[www.hilti.it](http://www.hilti.it)



Società:

Progettista:

Indirizzo:

Telefono/Fax: |

E-mail:

Pagina:

Progetto:

Ancoraggio:

Data:

5

A.D./09/aaaa

La capacità portante a taglio della sezione deve essere dimensionata separatamente.

L'installazione deve essere effettuata in conformità con l'approvazione!

La lista accessori in questo report è solo per informazione dell'utente. In ogni caso, le istruzioni di posa fornite con il prodotto devono essere rispettate per garantire una corretta installazione.

I requisiti minimi di rinforzo non sono verificati dal software