

COMMITTENTE:



ALTA SORVEGLIANZA:



GENERAL CONTRACTOR:



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

**TRATTA A.V. /A.C. TERZO VALICO DEI GIOVI PROGETTO ESECUTIVO**

**NUOVA VIABILITA' TRATTA VIA CHIARAVAGNA – VIA BORZOLI PARTE STRADALE  
 RELAZIONE DIMENSIONAMENTO FABBRICATO CABINA**

GENERAL CONTRACTOR	DIRETTORE DEI LAVORI
Consorzio <b>Cociv</b> Ing. G. Guagnozzi	

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC.	OPERA/DISCIPLINA	PROGR.	REV.
I G 5 1	0 1	E	C V	R H	N V 0 2 0 0	0 0 2	A

Progettazione :

Rev	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Progettista Integratore	Data	IL PROGETTISTA
A00	Prima emissione	Vega Eng. <i>[Signature]</i>	25/06/2012	Ing. F. Colla <i>[Signature]</i>	27/06/2012	E. Pagani <i>[Signature]</i>	29/06/2012	Ing. E. Ghislandi

n. Elab.: \_\_\_\_\_ File: IG51-01-E-CV-RH-NV-02-00-002-A00.DOC



<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 
	<p>IG51-01-E-CV-RH-NV-02-00-002-A00.DOC</p> <p style="text-align: right;">Foglio 3 di 28</p>

## INDICE

INDICE.....	3
1.   PREMESSA .....	4
2.   RIFERIMENTI NORMATIVI .....	7
3.   CARATTERIZZAZIONE DEL TERRENO.....	8
4.   CARATTERIZZAZIONE SISMICA DEL SITO .....	8
5.   MATERIALI IMPIEGATI .....	9
6.   ANALISI DEI CARICHI.....	11
6.1.   Pesi propri.....	11
6.2.   Carichi permanenti.....	11
6.3.   Carichi accidentali.....	11
6.4.   Azione sismica.....	11
7.   FONDAZIONE CABINA .....	12
7.1.   Verifiche SLU di tipo geotecnico.....	12
7.2.   Verifiche di tipo strutturale .....	15
7.2.1.   Verifiche agli SLU.....	15
7.2.2.   Verifiche agli SLE .....	19

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 
	IG51-01-E-CV-RH-NV-02-00-002-A00.DOC <div style="float: right;">Foglio 4 di 28</div>

## 1. PREMESSA

La presente relazione riguarda il calcolo della soletta di fondazione della cabina impianti della galleria lato Borzoli.

La cabina è realizzata mediante elementi prefabbricati in c.a. Le pareti esterne sono costituite da pannelli aventi spessore 16 cm, mentre quelle divisorie interne dei locali tecnici sono realizzate con pannelli di spessore 12 cm, salvo quella che delimita il locale G.E. che è realizzata con pannelli di spessore pari a 16 cm per soddisfare il requisito REI 120. La copertura è costituita da elementi prefabbricati in c.a. alleggeriti aventi spessore totale pari a 25 cm.

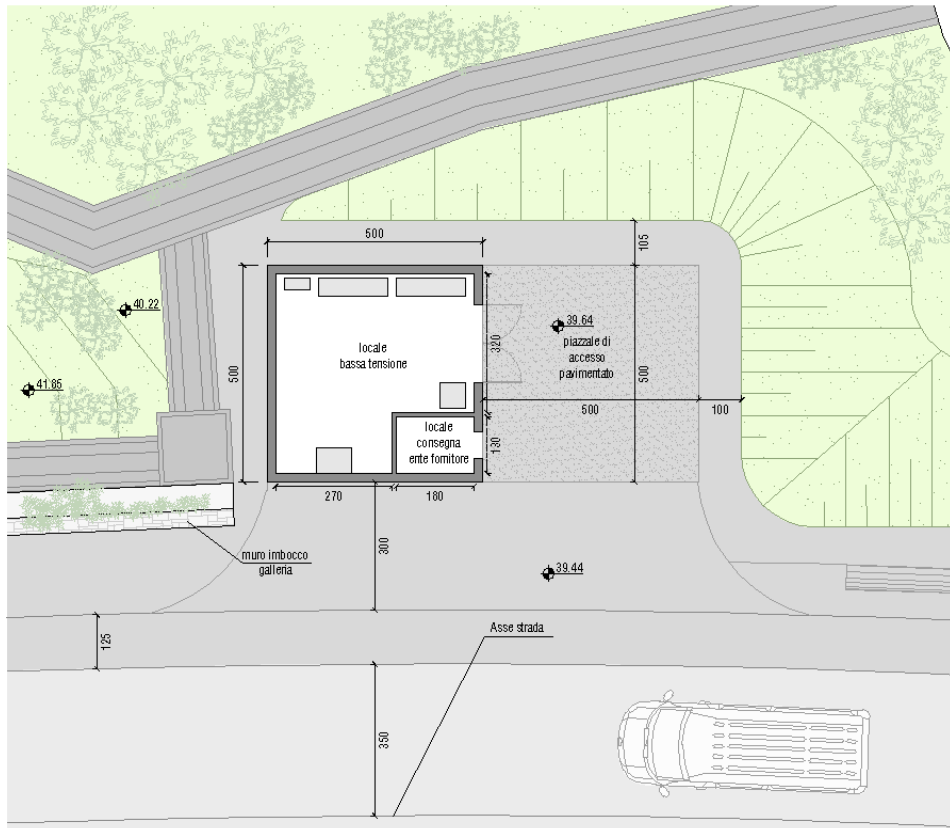
La fondazione è costituita da una soletta in c.a. di spessore pari a 30 cm, armata nelle due direzioni ortogonali principali di dimensioni in pianta di 5.60 x 5.60, spessore 30 cm che accoglie l'intera struttura superiore; l'appoggio e la connessione degli elementi scatolari e dei pannelli di parete sarà realizzata secondo i dettagli propri del prefabbricatore.

La struttura di elevazione è costituita da pannelli portanti prefabbricati in c.a. organizzati per costituire un edificio scatolare con pannelli interconnessi portanti la copertura e che costituiscono anche i setti di irrigidimento nelle due direzioni principali in caso di sisma.

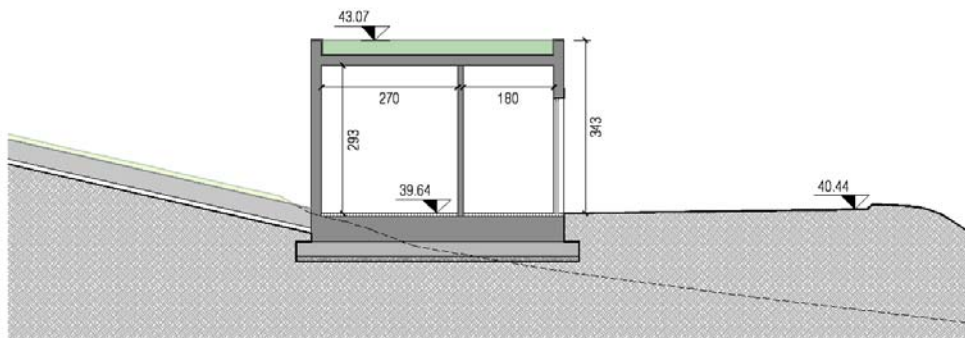
Il dimensionamento di queste strutture farà riferimento ai dettagli del produttore prescelto il quale ha l'onere di svilupparne i giustificativi con apposito calcolo o con riferimento a tipologie di serie dichiarata già approvate.

Le dimensioni indicate sulle tavole di progetto definitivo fanno riferimento alla prassi corrente per edifici di questo tipo e dimensioni ubicati nell'area in esame e sono così costituite: pannelli perimetrali spessore 16 cm, pannelli interni spessore 12 cm salvo ove sono necessarie dimensioni maggiori per ragioni di resistenza al fuoco.

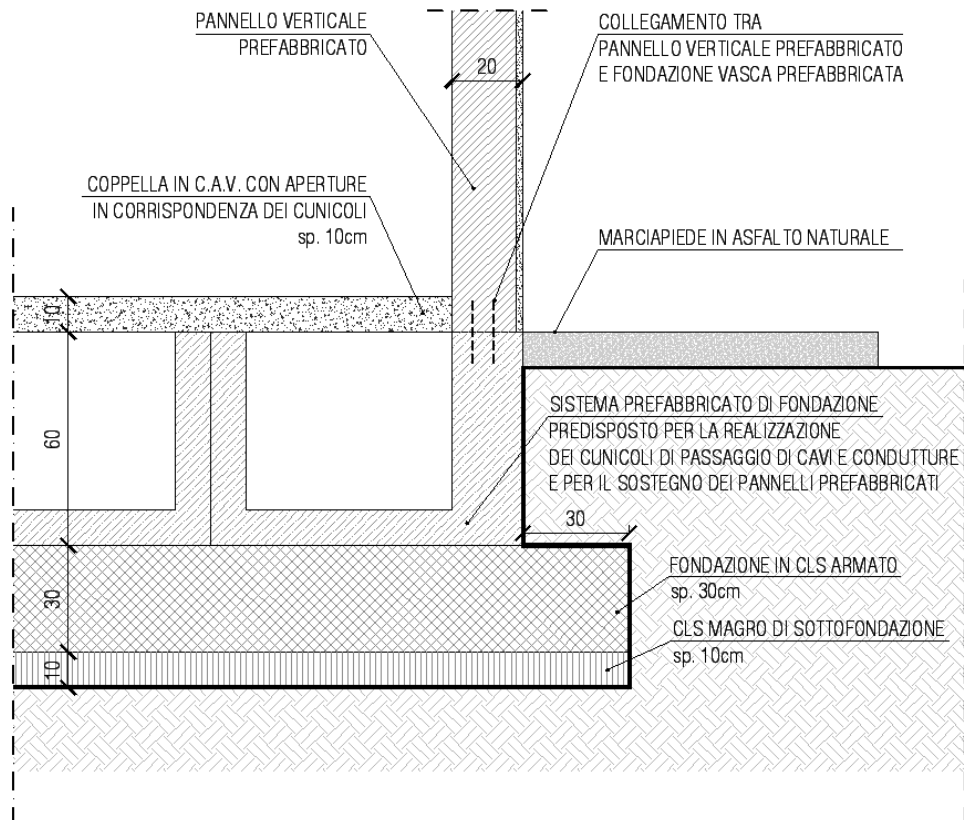
Per quanto riguarda i giunti fra elementi strutturali prefabbricati, dovranno prevedere elementi di connessione adatti alla categoria sismica indicata nel seguito (ad esempio perni, squadrette in acciaio o, giunti ad umido, etc.) in conformità alla normativa vigente ed all'uso dell'edificio.



PIANTA CABINA ELETTRICA scala 1:100



SEZIONE A-A scala 1:100



<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 
	<p>IG51-01-E-CV-RH-NV-02-00-002-A00.DOC</p> <p style="text-align: right;">Foglio 7 di 28</p>

## 2. RIFERIMENTI NORMATIVI

Per il calcolo e per le verifiche delle opere strutturali si è fatto riferimento alle seguenti norme:

Legge 5 Novembre 1971 N° 1086 – “Norme per la disciplina delle opere in calcestruzzo cementizio, normale e precompresso ed a struttura metallica”;

D.M. LL.PP. 9 Gennaio 1996 - “Norme tecniche per il calcolo, l’esecuzione ed il collaudo delle strutture in cemento armato, normale e precompresso e per le strutture metalliche”;

Circolare LL.PP. 15 Ottobre 1996 n° 252 AA.GG./S.T.C. – “Istruzioni per l’applicazione delle «Norme tecniche per il calcolo, l’esecuzione ed il collaudo delle strutture in cemento armato, normale e precompresso e per le strutture metalliche» di cui al D.M. 9.01.1996”;

Legge 2 Febbraio 1974 n.64: “Provvedimenti per le costruzioni, con particolari prescrizioni per le zone sismiche”;

D.M. LL.PP. 16 Gennaio 1996 - “Norme tecniche per le costruzioni in zona sismica”;

Circolare LL.PP. 10 Aprile, n° 65/AA.GG. – “Istruzioni per l’applicazione delle «Norme tecniche per le costruzioni in zona sismica» di cui al D.M. 16.01.1996”;

D.M. 16 Gennaio 1996 - “Norme tecniche relative ai criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi”;

Circolare LL.PP. 4 Luglio 1996 n° 156 AA.GG./S.T.C. – “Istruzioni per l’applicazione delle «Norme tecniche relative ai criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi» di cui al D.M. 16.01.1996”;

Decreto Ministero dei LL.PP. 4 Maggio 1990 – “Aggiornamento delle norme tecniche per la progettazione, l’esecuzione ed il collaudo dei ponti stradali”;

Circolare Ministero LL.PP. N. 34233 (Pers. Cons. Sup. Serv. Tecnico Centrale, 25 febbraio 1991) – “Istruzioni relative alla normativa tecnica dei ponti stradali”.

### 3. CARATTERIZZAZIONE DEL TERRENO

Di seguito sono riportati i parametri geotecnici utilizzati per il calcolo delle tensioni scaricate in fondazione.

Tipo di terreno	$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\varphi$	C [kPa]	E [MPa]	H strato [m]
Argilla limosa	18-19	20°-22°	0-10	10-20	2.0-2.5
Argille di Ortovero	19-20	21°-23°	15-25	25-40	2.5-3.0
Argille marnose	20-21	23°-25°	20-40	50-70	-

### 4. CARATTERIZZAZIONE SISMICA DEL SITO

Con la D.G.R. 19/11/10, n. 1362, pubblicata sul Bollettino Ufficiale della Regione Liguria (B.U.R.L.) n. 50 del 15/12/10, parte II, è stata approvata la nuova classificazione sismica (che ha sostituito la precedente di cui alla D.G.R. 24/10/08, n. 1308), entrata in vigore il 1° gennaio 2011.

Secondo la nuova classificazione, il territorio della Provincia di Genova risulta ripartito tra le zone 3 (n. 63 Comuni) e 4 (n. 3 Comuni). Per il solo Comune di Genova, è prevista un'ulteriore partizione territoriale, a livello di Unità Urbanistica, con zone 3 (n. 11 Unità Urbanistiche) e zone 4 (n. 61 Unità Urbanistiche). L'immagine seguente mostra la partizione territoriale del solo comune di Genova. Si può osservare come il sito, ove sono previste le opere in progetto, si trova all'interno dell'Unità Urbanistica 10 classificata in Zona 4, cioè di sismicità molto bassa.

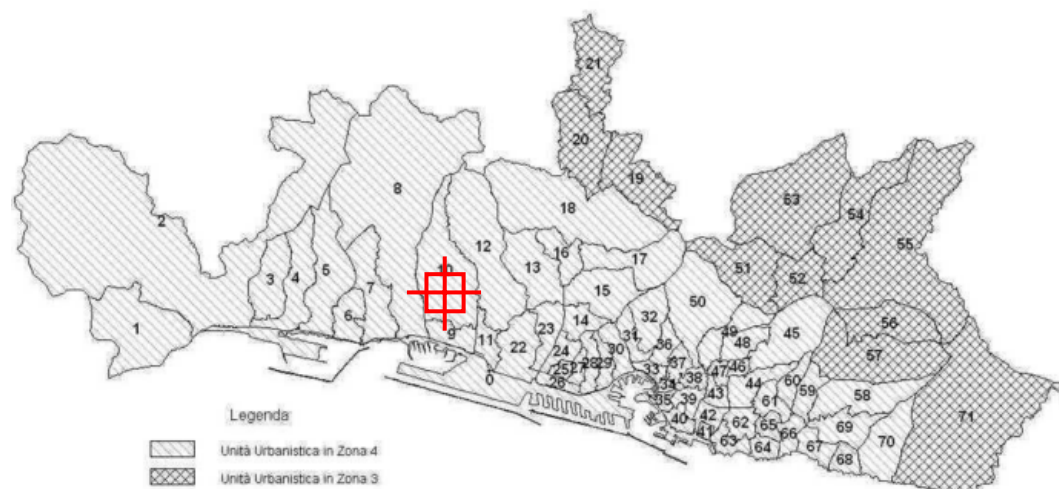


Figura 4.1 Classificazione sismica del Comune di Genova, suddiviso in Unità Urbanistiche (D.G.R. n. 1362/10).



GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG51-01-E-CV-RH-NV-02-00-002-A00.DOC <span style="float: right;">Foglio 9 di 28</span>

Le verifiche sono state eseguite secondo le norme tecniche di cui al DM 15 Gennaio 1996 e relative circolari applicative. Per la zona sismica 4 non è fornito un valore del grado di sismicità. Considerando che l'azione sismica secondo il DM '08 risulta più gravosa rispetto a quella valutata facendo riferimento al DM '96, si assume cautelativamente un valore del grado di sismicità S pari a 6 che corrisponde alla Zona 3. Il coefficiente di intensità sismica C risulta pertanto pari a

$$C = \frac{S-2}{100} = 0.04$$

Inoltre, data l'importanza dell'opera pubblica in progetto, a favore di sicurezza, si considera un coefficiente di struttura  $\beta$  pari a 1.2. Di conseguenza l'accelerazione al suolo sarà pari a 0.048g.

## 5. MATERIALI IMPIEGATI

Per gli elementi strutturali in cemento armato è previsto l'impiego dei seguenti materiali:

Calcestruzzo  $R_{ck} = 15 \text{ N/mm}^2$  per le opere di sottofondazione.

Calcestruzzo  $R_{ck} = 30 \text{ N/mm}^2$  per le opere di fondazione

*Parametri caratteristici del materiale:*

$$\begin{aligned} f_{ck} &= 25 \text{ N/mm}^2 \\ R_{ck} &= 30 \text{ N/mm}^2 \\ \gamma_c &= 1,6 \\ \alpha_{cc} &= 0.85 \quad (\text{effetti dei carichi di lunga durata}) \\ f_{cd} &= 13.28 \text{ N/mm}^2 \\ f_{ctm} &= 2.61 \text{ N/mm}^2 \\ E_{cm} &= 31220 \text{ N/mm}^2 \\ \varepsilon_{cu} &= 3,5\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \sigma_{c,adm} &= 9.75 \text{ N/mm}^2 \\ \tau_{c0} &= 0.6 \text{ N/mm}^2 \\ \tau_{c1} &= 1.829 \text{ N/mm}^2 \end{aligned}$$

Acciaio per armatura ad aderenza migliorata **FeB44k**

*Parametri caratteristici del materiale:*

$$\begin{aligned} f_{yk} &= 430 \text{ N/mm}^2 \\ f_{tk} &= 540 \text{ N/mm}^2 \\ \gamma_s &= 1,15 \\ E_s &= 200000 \text{ N/mm}^2 \\ f_{yd} &= 373.9 \text{ N/mm}^2 \\ \varepsilon_{su} &= 10\% \\ \varepsilon_{syd} &= 1,87\% \end{aligned}$$

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	
	IG51-01-E-CV-RH-NV-02-00-002-A00.DOC	Foglio 10 di 28

$$\sigma_{s,adm} = 255 \text{ N/mm}^2$$

Le verifiche sono condotte nei riguardi degli stati limite ultimi e degli stati limite di esercizio (verifiche a fessurazione).

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 
	IG51-01-E-CV-RH-NV-02-00-002-A00.DOC <span style="float: right;">Foglio 11 di 28</span>

## 6. ANALISI DEI CARICHI

### 6.1. Pesi propri

Nelle analisi sono stati utilizzati i seguenti carichi di peso proprio:

- Peso proprio fondazione:  $25 \text{ kN/m}^3 \times 0.3 \text{ m} = 7.5 \text{ kN/m}^2$
- Peso proprio pareti cls sp. 16 cm:  $25 \text{ kN/m}^3 \times 0.16 \text{ m} = 4.0 \text{ kN/m}^2$
- Peso proprio pareti cls sp. 12 cm:  $25 \text{ kN/m}^3 \times 0.12 \text{ m} = 3.0 \text{ kN/m}^2$
- Peso proprio copertura in cls:  $25 \text{ kN/m}^3 \times 0.22 \text{ m} = 5.5 \text{ kN/m}^2$

### 6.2. Carichi permanenti

Il carico permanente è dato dal peso della pavimentazione all'interno delle cabine necessaria alla realizzazione dei cunicoli impiantistici. Si assume il seguente valore:

- peso proprio pavimentazione:  $25 \text{ kN/m}^3 \times 0.3 \text{ m} = 7.5 \text{ kN/m}^2$

### 6.3. Carichi accidentali

Il carico accidentale comprensivo di tutte le dotazioni impiantistiche previste all'interno dei locali delle cabine è assunto come carico uniformemente distribuito pari a:

$$q = 5 \text{ kN/m}^2$$

### 6.4. Azione sismica

Come precedentemente detto, sono state assunte come forze sismiche per il dimensionamento quelle determinate ponendo il coefficiente di intensità sismica  $C$  pari a 0.048 ( $S=6$ , zona di terza categoria,  $\beta=1.2$ ). Le spinte delle terre in condizioni pseudo statiche e le forze di inerzia delle masse sono quindi calcolate secondo il DM 96.

## 7. FONDAZIONE CABINA

### 7.1. Verifiche SLU di tipo geotecnico

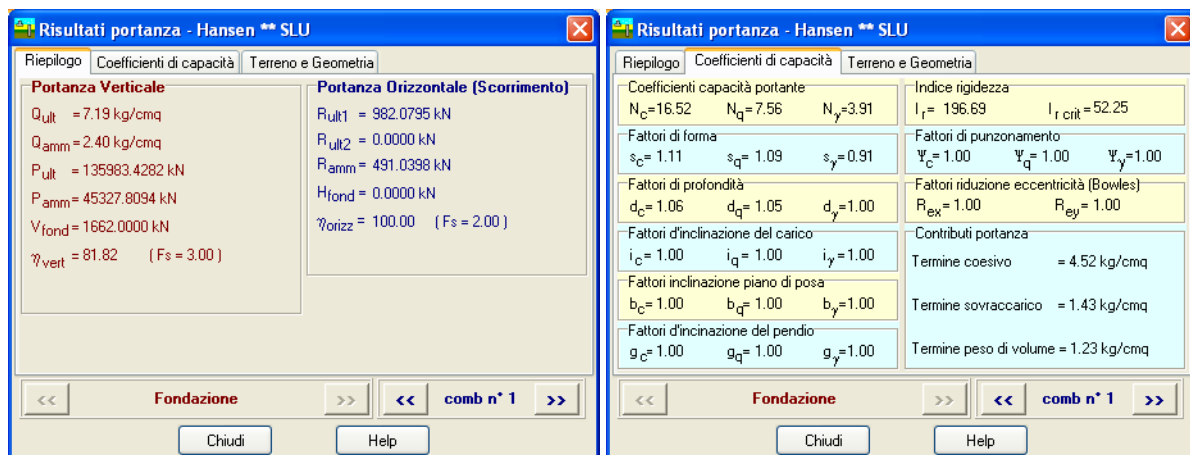
La verifica viene effettuata nei confronti dello stato limite di collasso per carico limite dell'insieme fondazione-terreno.

La capacità portante del terreno viene valutata con il metodo di Hansen.

I parametri geotecnici, relativi ai primi tre metri di profondità dal piano campagna sono stati desunti dalla relazione geotecnica come precedentemente riportato.

L'azione totale verticale per la combinazione fondamentale il valore dell'azione assiale in fondazione è pari a

$$N = 1662.6 \text{ kN}$$



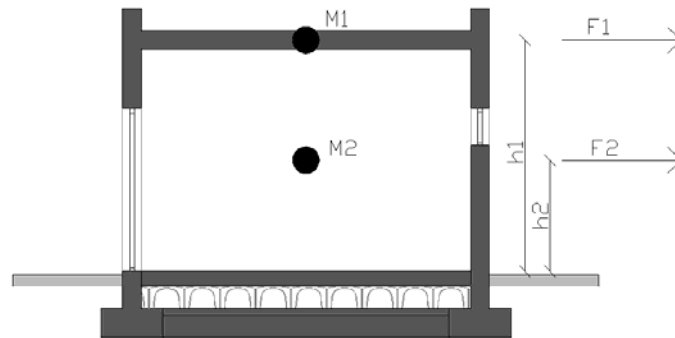
Risultati portanza - Hansen ** SLU	
Riepilogo	
<b>Portanza Verticale</b>	<b>Portanza Orizzontale (Scorrimento)</b>
$Q_{ult} = 7.19 \text{ kg/cmq}$	$R_{ult1} = 982.0795 \text{ kN}$
$Q_{amm} = 2.40 \text{ kg/cmq}$	$R_{ult2} = 0.0000 \text{ kN}$
$P_{ult} = 135983.4282 \text{ kN}$	$R_{amm} = 491.0398 \text{ kN}$
$P_{amm} = 45327.8094 \text{ kN}$	$H_{fond} = 0.0000 \text{ kN}$
$V_{fond} = 1662.0000 \text{ kN}$	$\eta_{orizz} = 100.00 \quad (F_s = 2.00)$
$\eta_{vert} = 81.82 \quad (F_s = 3.00)$	

Risultati portanza - Hansen ** SLU	
Riepilogo	
<b>Coefficienti capacità portante</b>	<b>Indice rigidità</b>
$N_c = 16.52 \quad N_q = 7.56 \quad N_\gamma = 3.91$	$I_r = 196.69 \quad I_{r \text{ crit}} = 52.25$
<b>Fattori di forma</b>	<b>Fattori di punzonamento</b>
$s_c = 1.11 \quad s_q = 1.09 \quad s_\gamma = 0.91$	$\Psi_c = 1.00 \quad \Psi_q = 1.00 \quad \Psi_\gamma = 1.00$
<b>Fattori di profondità</b>	<b>Fattori riduzione eccentricità (Bowles)</b>
$d_c = 1.06 \quad d_q = 1.05 \quad d_\gamma = 1.00$	$R_{ex} = 1.00 \quad R_{ey} = 1.00$
<b>Fattori d'inclinazione del carico</b>	<b>Contributi portanza</b>
$i_c = 1.00 \quad i_q = 1.00 \quad i_\gamma = 1.00$	Termine coesivo = 4.52 kg/cmq
<b>Fattori inclinazione piano di posa</b>	Termine sovraccarico = 1.43 kg/cmq
$b_c = 1.00 \quad b_q = 1.00 \quad b_\gamma = 1.00$	Termine peso di volume = 1.23 kg/cmq
<b>Fattori d'incisione del pendio</b>	
$g_c = 1.00 \quad g_q = 1.00 \quad g_\gamma = 1.00$	

L'azione sismica viene trattata attraverso un'analisi lineare statica al fine di determinare le sollecitazioni ad essa associate in fondazione (momento flettente ed azione assiale). Data la geometria della fondazione si considera il sisma agente nella direzione più gravosa che è quella secondo il lato corto della stessa.

Si considera il seguente schema di calcolo:



M1 = massa della copertura = 17.25 t

M2 = massa delle pareti = 30.87 t

h1 = 4.20 m

h2 = 2.10 m

Si utilizza la seguente espressione per la determinazione delle forze agenti associate alle masse:

$$F_i = \frac{F_h \cdot h_i \cdot W_i}{\sum h_j \cdot W_j}$$

Dove:

$$F_h = 0.048 \cdot (172.5 + 308.7) = 23.1 \text{ kN}$$

da cui si ottiene:

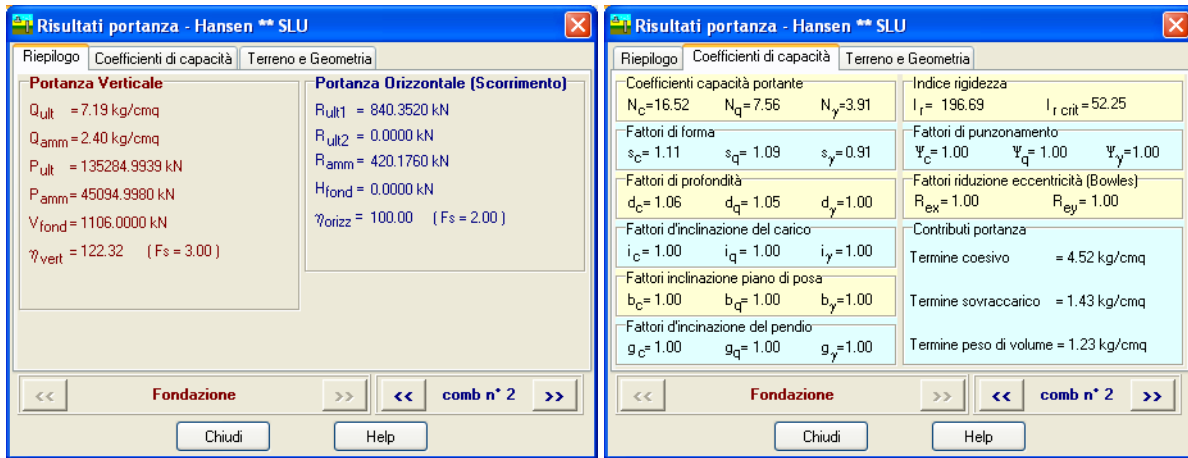
$$F_1 = 18.05 \text{ kN}$$

$$F_2 = 5.04 \text{ kN}$$

Tali forze orizzontali, associate ai carichi verticali concomitanti producono alla base della fondazione le seguenti azioni:

$$N = 1106 \text{ kN}$$

$$M = 86.4 \text{ kNm}$$



**Risultati portanza - Hansen \*\* SLU**

Riepilogo Coefficienti di capacità Terreno e Geometria

**Portanza Verticale**

$Q_{ult} = 7.19 \text{ kg/cmq}$   
 $Q_{amm} = 2.40 \text{ kg/cmq}$   
 $P_{ult} = 135284.9939 \text{ kN}$   
 $P_{amm} = 45094.9980 \text{ kN}$   
 $V_{fond} = 1106.0000 \text{ kN}$   
 $\gamma_{vert} = 122.32 \quad (Fs = 3.00)$

**Portanza Orizzontale (Scorrimento)**

$R_{ult1} = 840.3520 \text{ kN}$   
 $R_{ult2} = 0.0000 \text{ kN}$   
 $R_{amm} = 420.1760 \text{ kN}$   
 $H_{fond} = 0.0000 \text{ kN}$   
 $\gamma_{orizz} = 100.00 \quad (Fs = 2.00)$

Fondazione comb n° 2 Chiudi Help

---

**Risultati portanza - Hansen \*\* SLU**

Riepilogo Coefficienti di capacità Terreno e Geometria

Coefficienti capacità portante  
 $N_c = 16.52 \quad N_q = 7.56 \quad N_\gamma = 3.91$

Indice rigidità  
 $I_r = 196.69 \quad I_{r\text{ crit}} = 52.25$

Fattori di forma  
 $s_c = 1.11 \quad s_q = 1.09 \quad s_\gamma = 0.91$

Fattori di punzonamento  
 $\psi_c = 1.00 \quad \psi_q = 1.00 \quad \psi_\gamma = 1.00$

Fattori di profondità  
 $d_c = 1.06 \quad d_q = 1.05 \quad d_\gamma = 1.00$

Fattori riduzione eccentricità (Bowles)  
 $R_{ex} = 1.00 \quad R_{ey} = 1.00$

Fattori d'inclinazione del carico  
 $i_c = 1.00 \quad i_q = 1.00 \quad i_\gamma = 1.00$

Contributi portanza  
 Termine coesivo = 4.52 kg/cmq  
 Termine sovraccarico = 1.43 kg/cmq  
 Termine peso di volume = 1.23 kg/cmq

Fattori inclinazione piano di posa  
 $b_c = 1.00 \quad b_q = 1.00 \quad b_\gamma = 1.00$

Fattori d'inclinazione del pendio  
 $g_c = 1.00 \quad g_q = 1.00 \quad g_\gamma = 1.00$

Fondazione comb n° 2 Chiudi Help

Le verifiche geotecniche risultano pertanto verificate

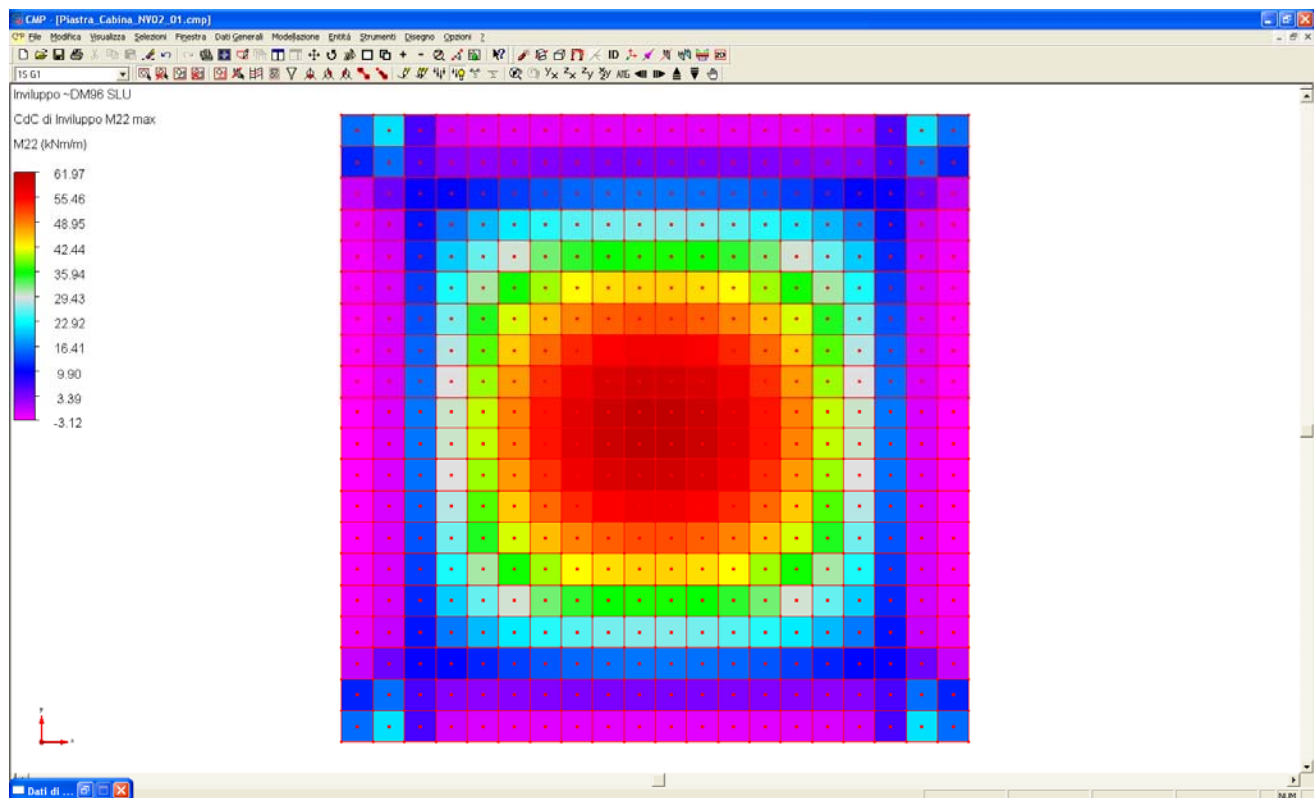
## 7.2. Verifiche di tipo strutturale

### 7.2.1. Verifiche agli SLU

Per le verifiche di tipo strutturale si prende in esame la fondazione della struttura, considerata appoggiata in corrispondenza delle pareti e sottoposta al carico relativo alle pressioni generate dai carichi permanenti, dai carichi permanenti portati e dai sovraccarichi accidentali.

Viene realizzato un semplice modello di una piastra costituita da elementi plate con il programma CMP 26.00

Dall'analisi si evince che i momenti nelle due direzioni ortogonali sono rappresentati nelle seguenti figure:

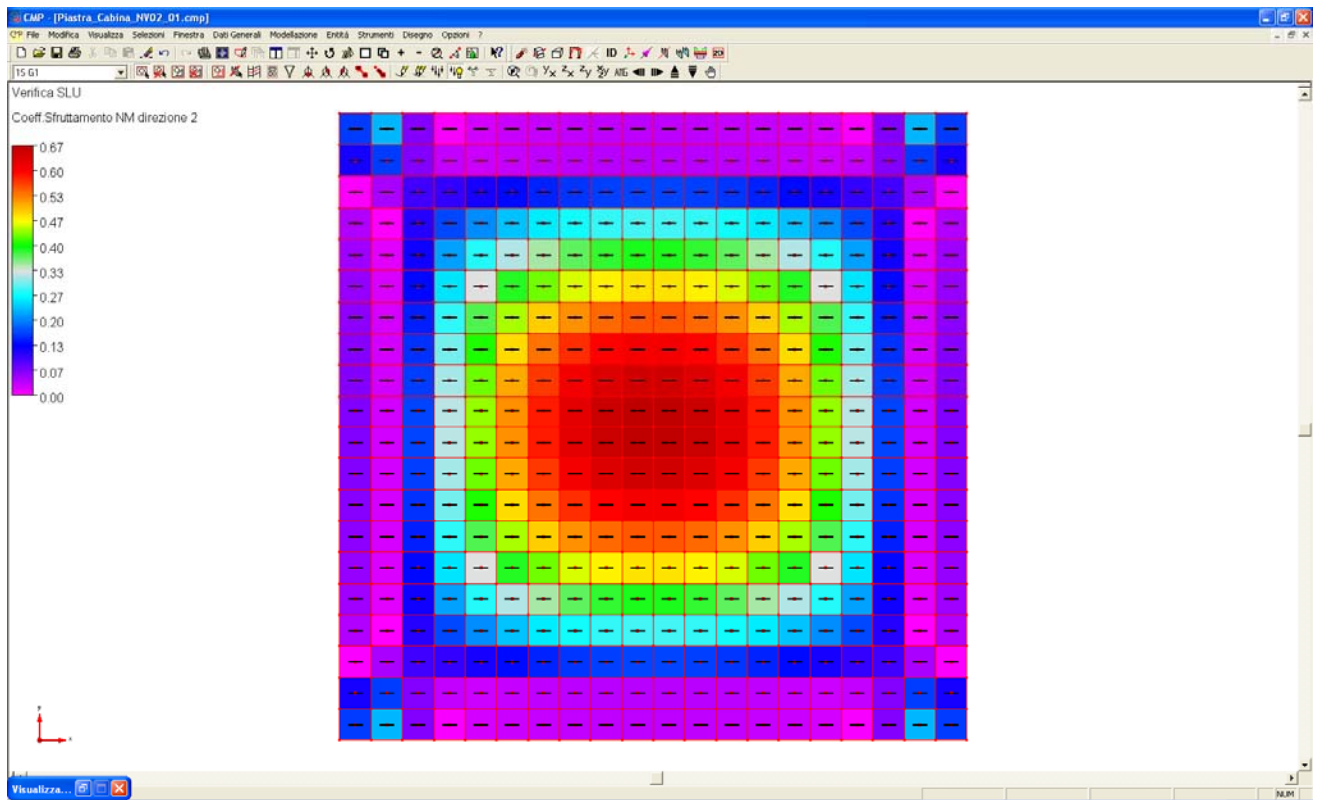


*Momenti flettenti che tendono le fibre superiori*

Si dispone la seguente armatura:

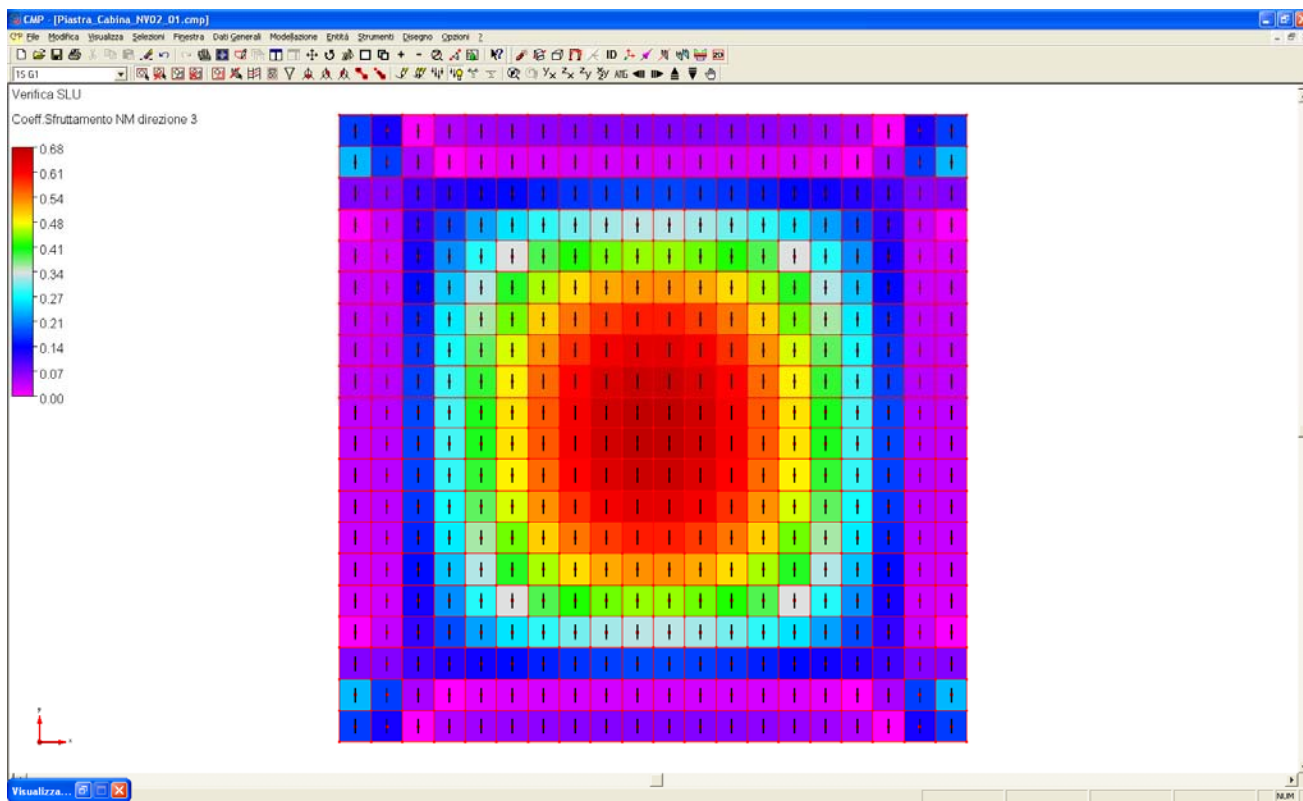
Direzione lato (Y) : 1 $\Phi$ 16/20 inf.	1 $\Phi$ 16/20 sup.	copriferro 48 mm
Direzione lato (X) : 1 $\Phi$ 16/20 inf.	1 $\Phi$ 16/20 sup.	copriferro 56 mm

Nelle figure sotto riportate sono mostrate le verifiche per due sezioni di larghezza unitarie nelle due direzioni ortogonali soggette a momento massimo.



*Tasso di sfruttamento della sezione in direzione 2*





*Tasso di sfruttamento della sezione in direzione 3*

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG51-01-E-CV-RH-NV-02-00-002-A00.DOC
	Foglio 18 di 28

## Sintesi numerica delle verifiche SLU

### Verifica per elementi in c.a.

Significato dei parametri per le verifiche a pressoflessione di elementi in c.a.:

n°Shell = Numero dello shell interessato dalla verifica

Dir = Direzione locale rispetto cui si esegue la verifica

N = Forza Normale per unità di larghezza di verifica

M = Momento Flettente per unità di larghezza di verifica

CoeffMN = indica il coefficiente di sfruttamento a flessione e sforzo normale; data la coppia di sollecitazione per unità di larghezza **N**, **M**, da intendersi come N22, M22 per la direzione 2 e N33 e M33 per la direzione 3, si definisce coefficiente di sfruttamento il seguente rapporto (con il pedice "r" sono indicati i valori di resistenza ultimi):

$$\text{CoeffMN} = \frac{N}{N_r} = \frac{M}{M_r}$$

Un asterisco a fianco di un record individua le verifiche non soddisfatte (CoeffMN>1).

CoeffMN3>1 o CoeffQ12>1 o CoeffQ13>1 o CoeffN23>1).

### Verifica Shell di Resistenza "~Fless.CA SLU"

**Tipo Verifica:** SLU (Normativa Italiana 9/1/96)

Set Inviluppo di Verifica utilizzato: "~DM96"

Gruppo di Selezione su cui agisce la verifica: **~C.A.**

Resistenza di calcolo a trazione e compressione per SLU:

ID Materiale	Nome materiale	fd a Trazione (N/mm <sup>2</sup> )	fd a Compressione (N/mm <sup>2</sup> )
n.18	Cls C25/30	0	15.625
n.26	B450C	391.304	391.304

### Descrizione Risultati Verifiche

Valori per spessore shell: 30 cm

Armatura di estradosso: Ø16/20"

Armatura di intradosso: Ø16/20"

n°Shell	Dir	N(kN/m)	M(kNm/m)	CoeffMN
191	3	0.00	61.97	0.68

Armatura di estradosso: Ø16/20"

Armatura di intradosso: Ø16/20"

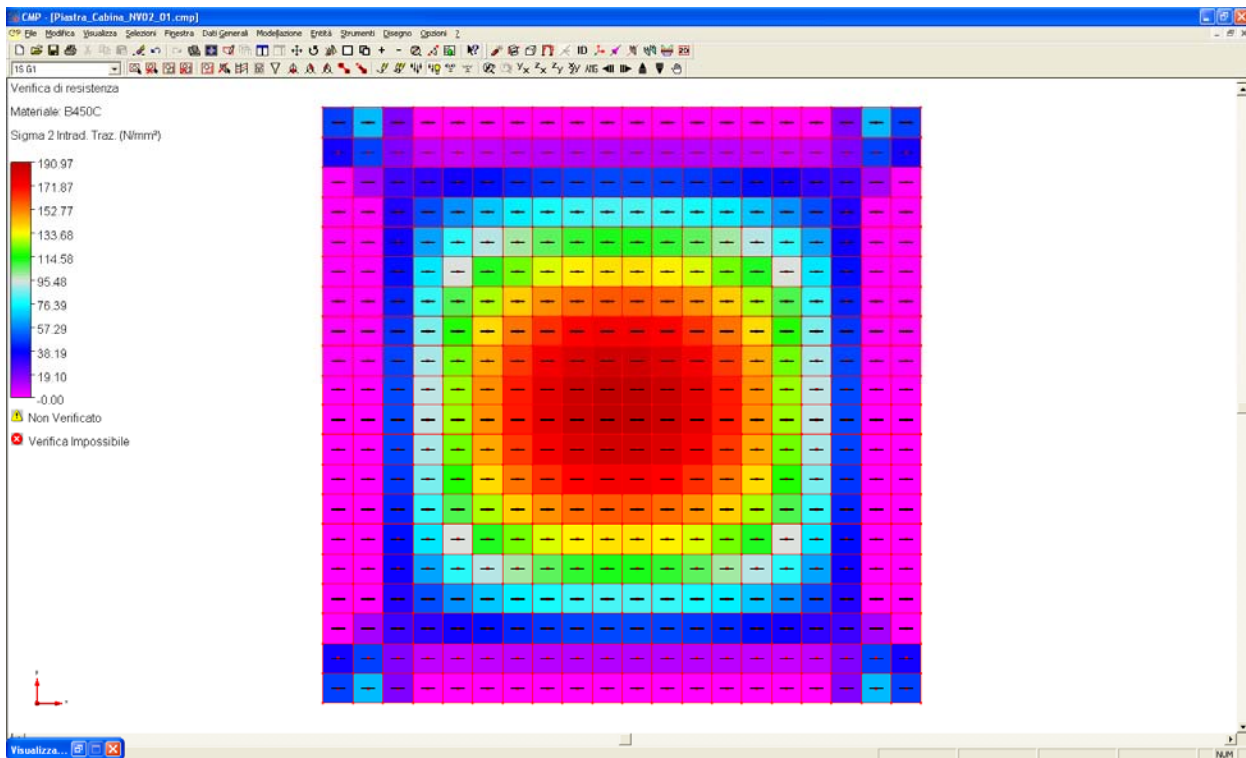
n°Shell	Dir	N(kN/m)	M(kNm/m)	CoeffMN
191	2	0.00	61.97	0.67

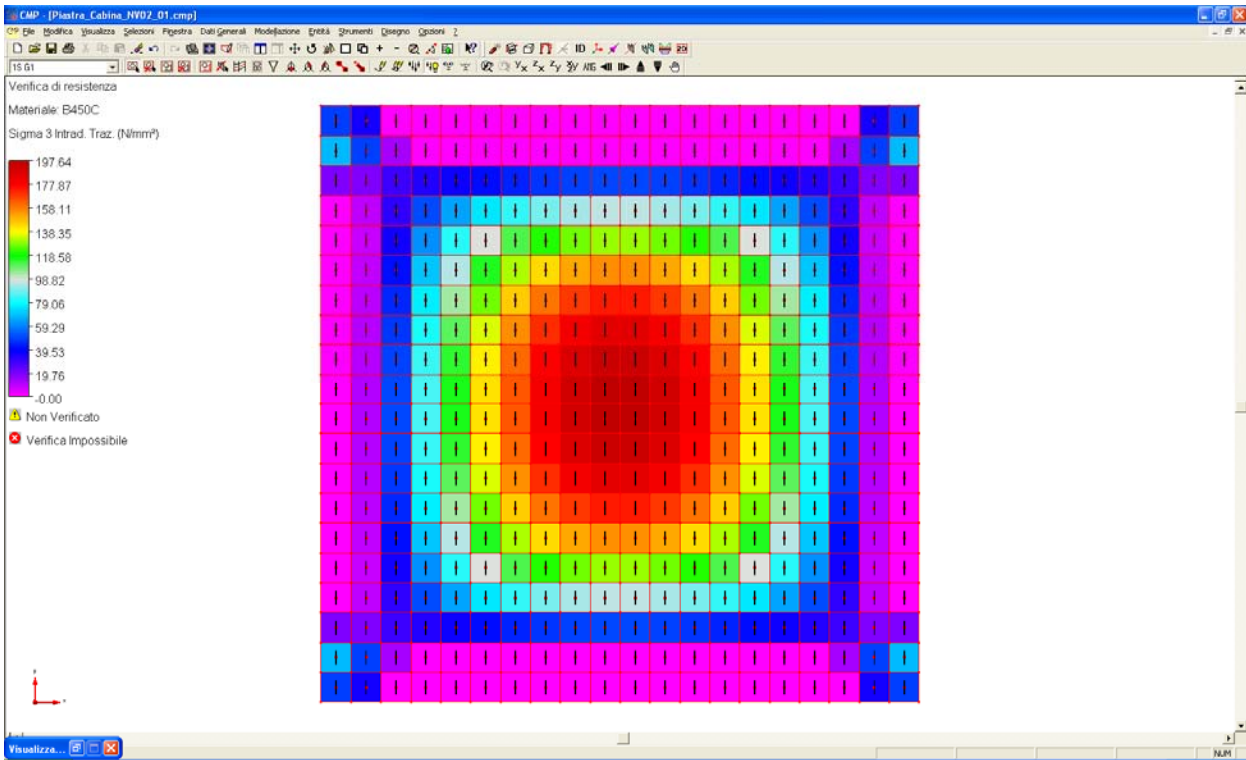
### 7.2.2. Verifiche agli SLE

Con riferimento alle combinazioni agli stati limite di esercizio, si ottengono le sollecitazioni globali di seguito riportate:

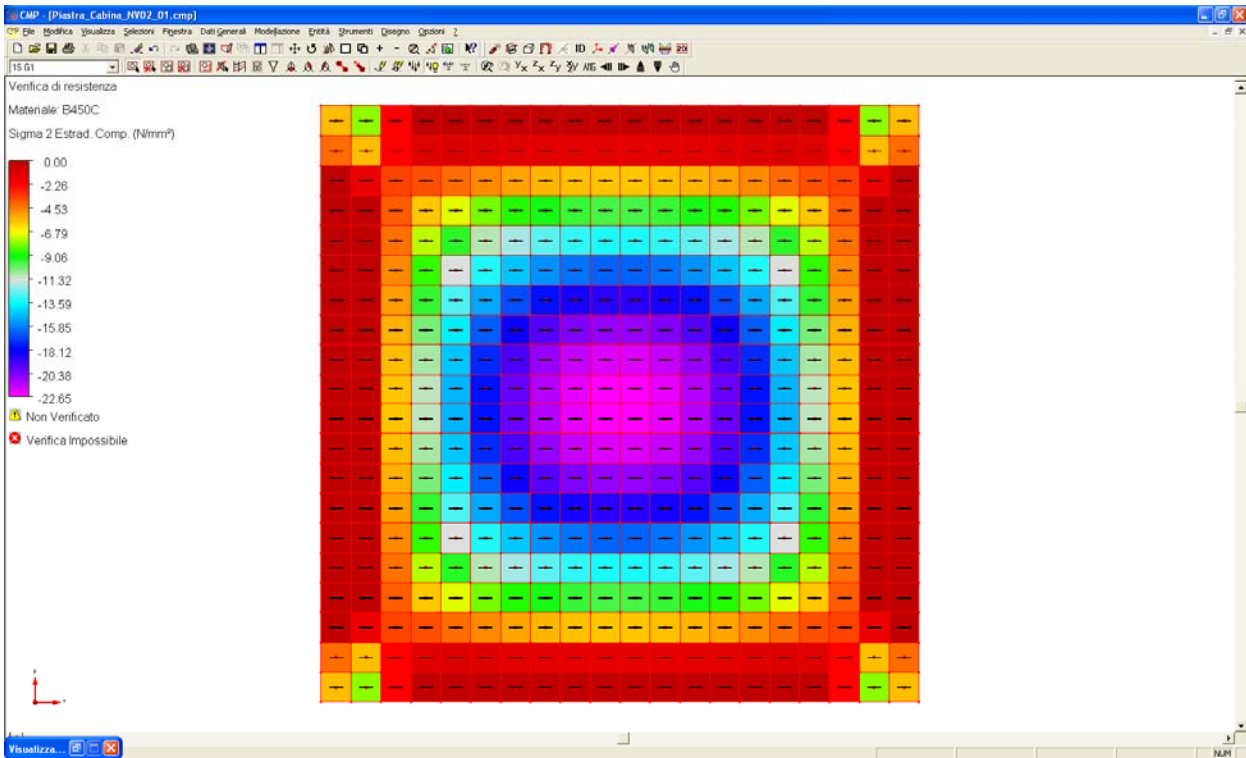
#### Combinazione rara

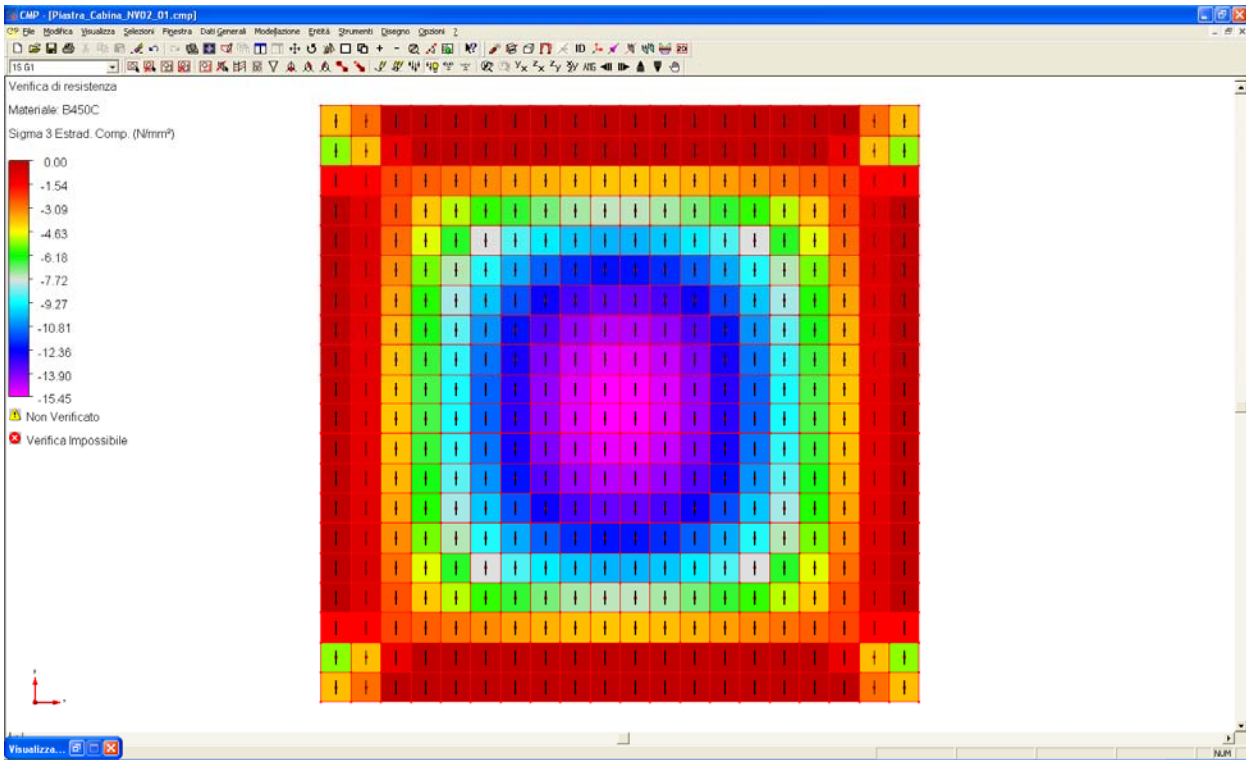
Tensioni nell'acciaio (tensioni di trazione)





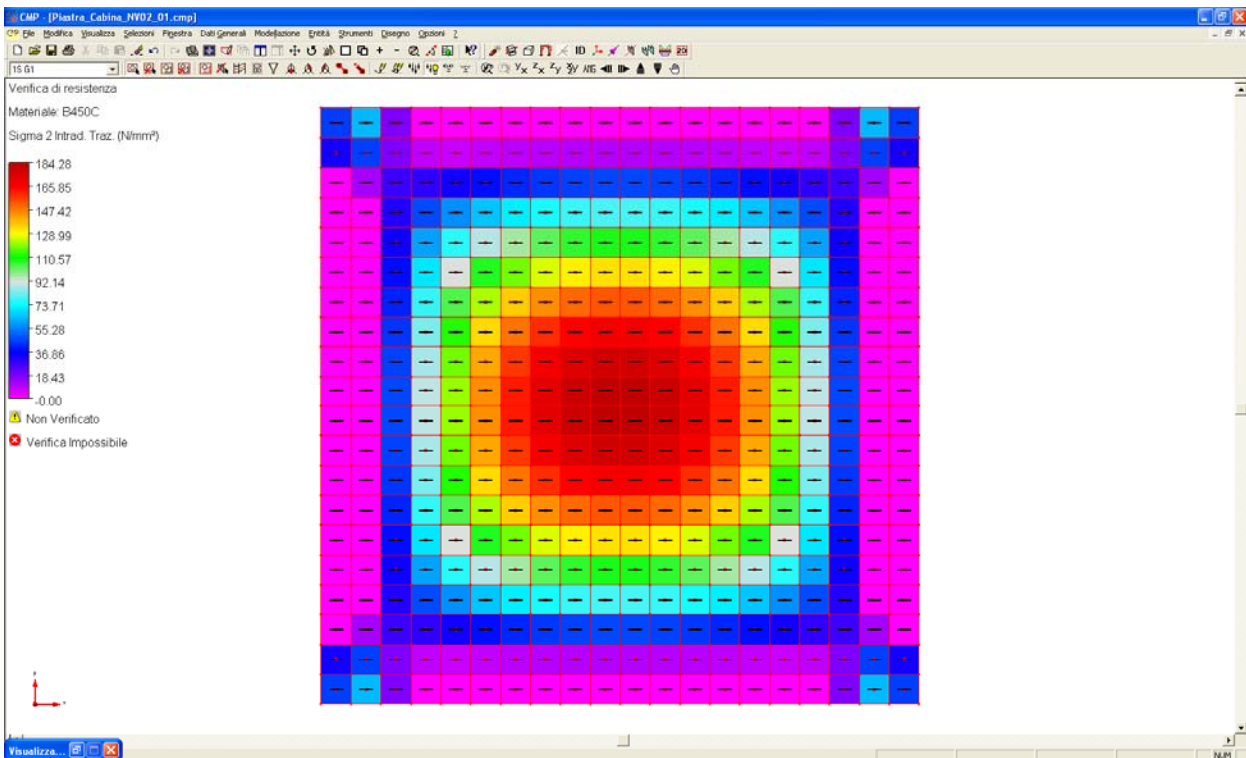
Tensioni nel cls (tensioni di compressione)

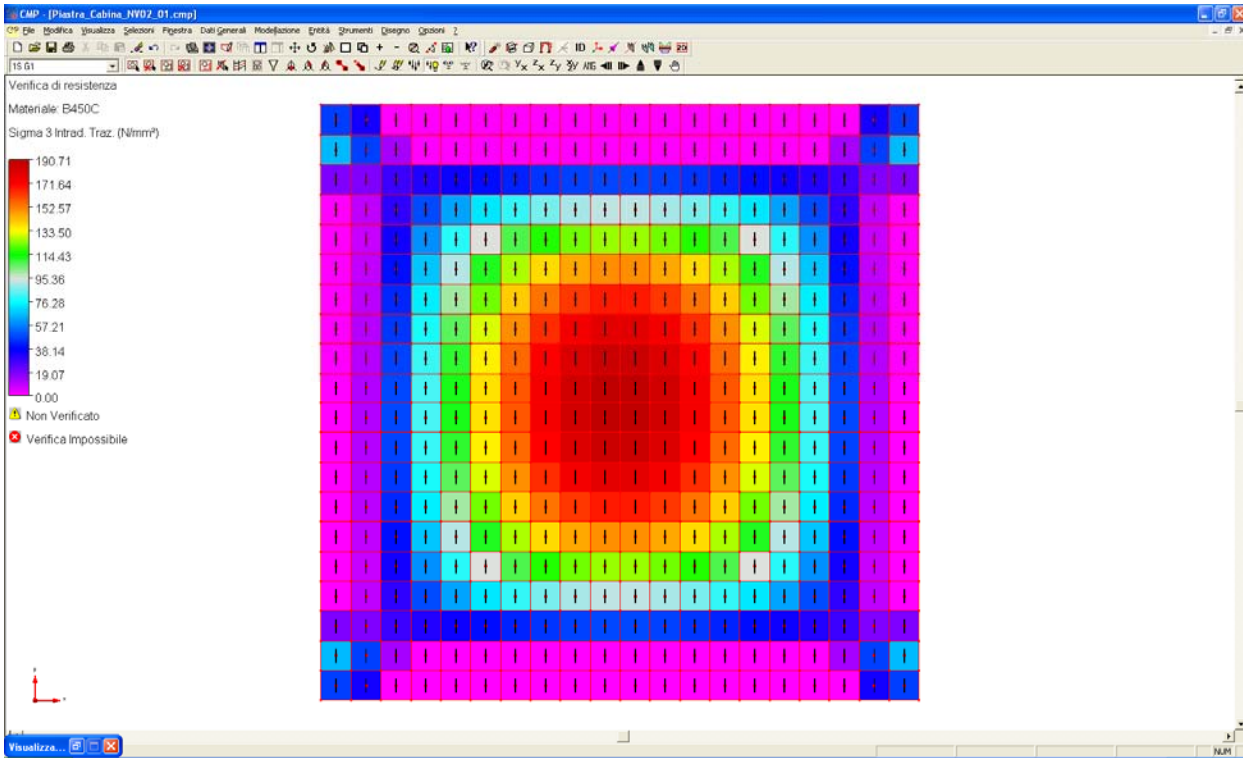




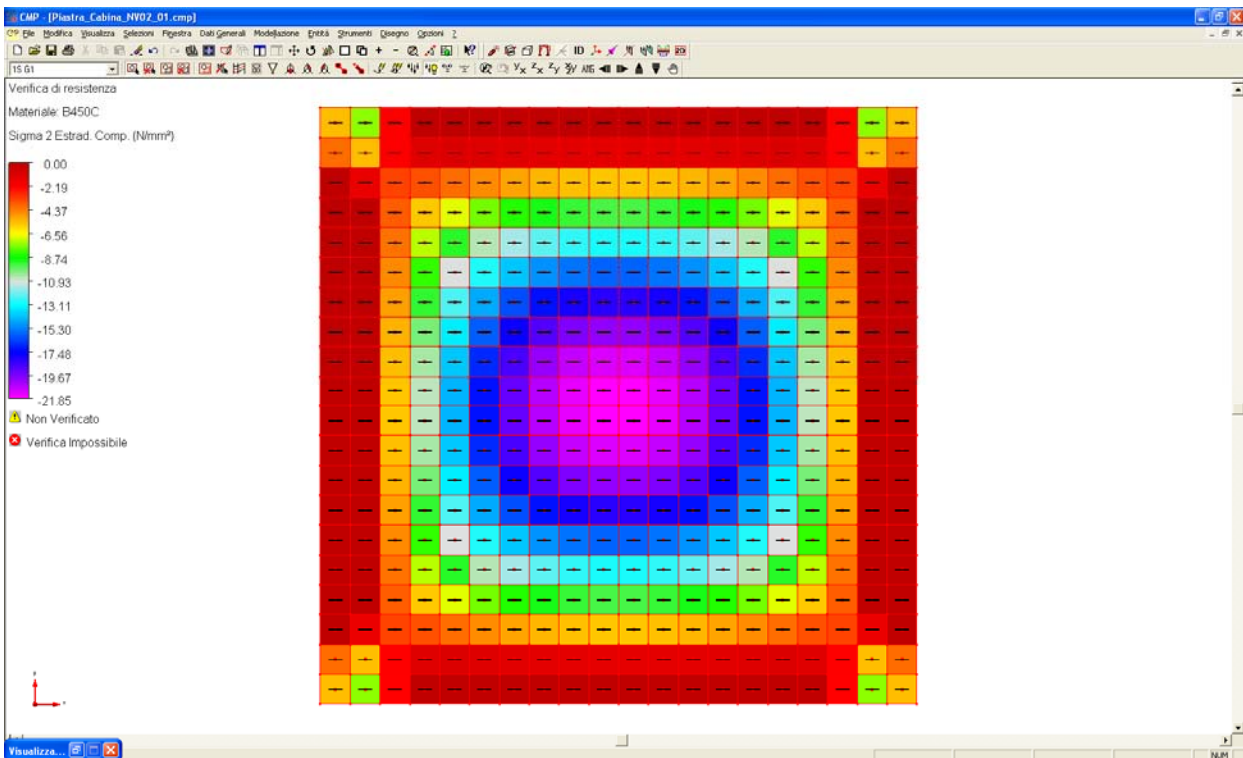
## Combinazione quasi permanente

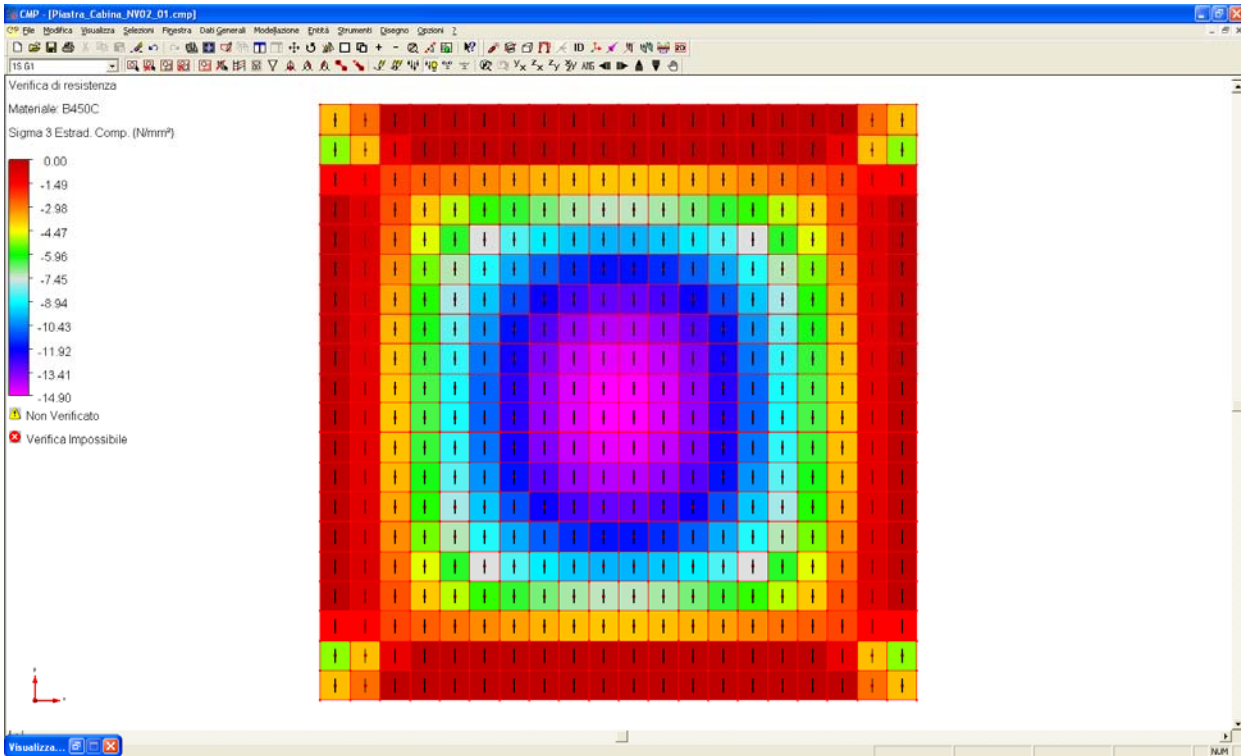
Tensioni nell'acciaio (tensioni di trazione)





### Tensioni nel cls (tensioni di compressione)





Le verifiche delle tensioni in esercizio risultano pertanto soddisfatte.

Si considerano di seguito le verifiche a fessurazione per la fondazione.

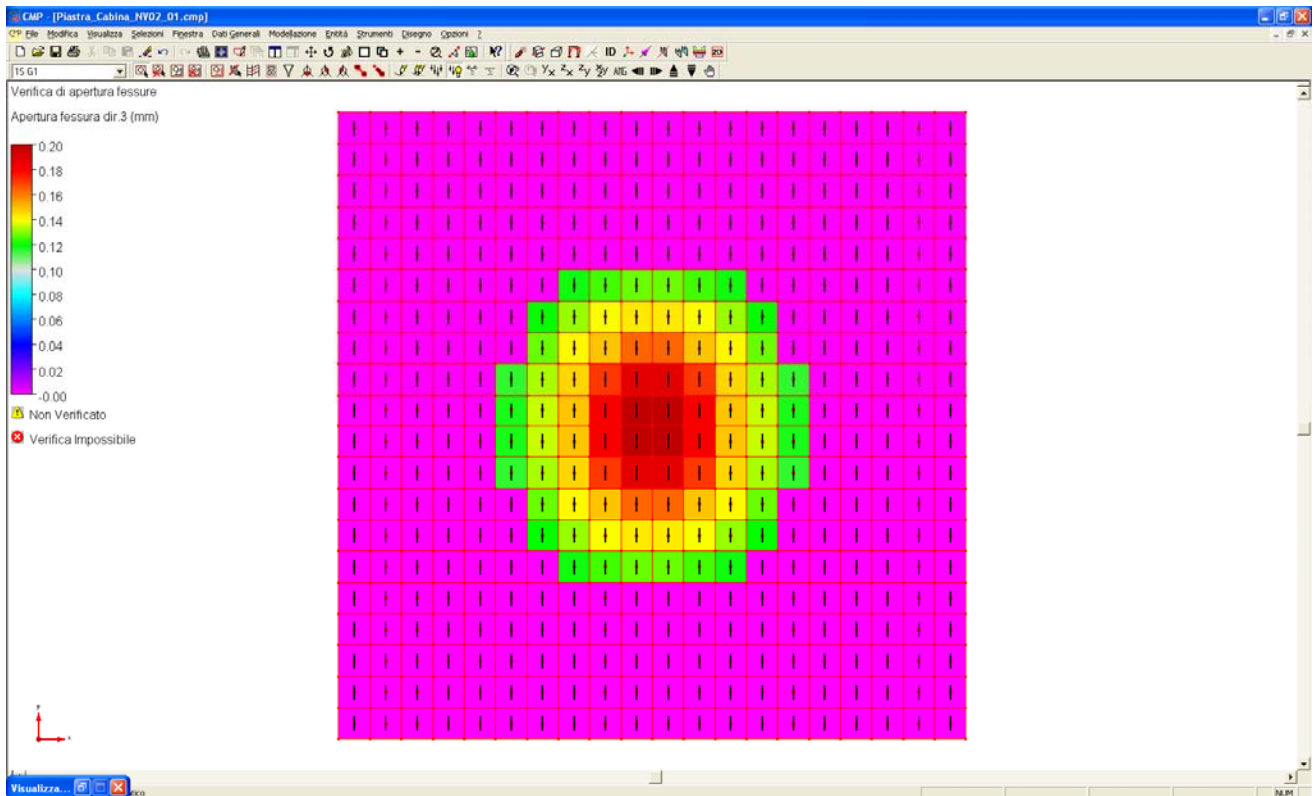
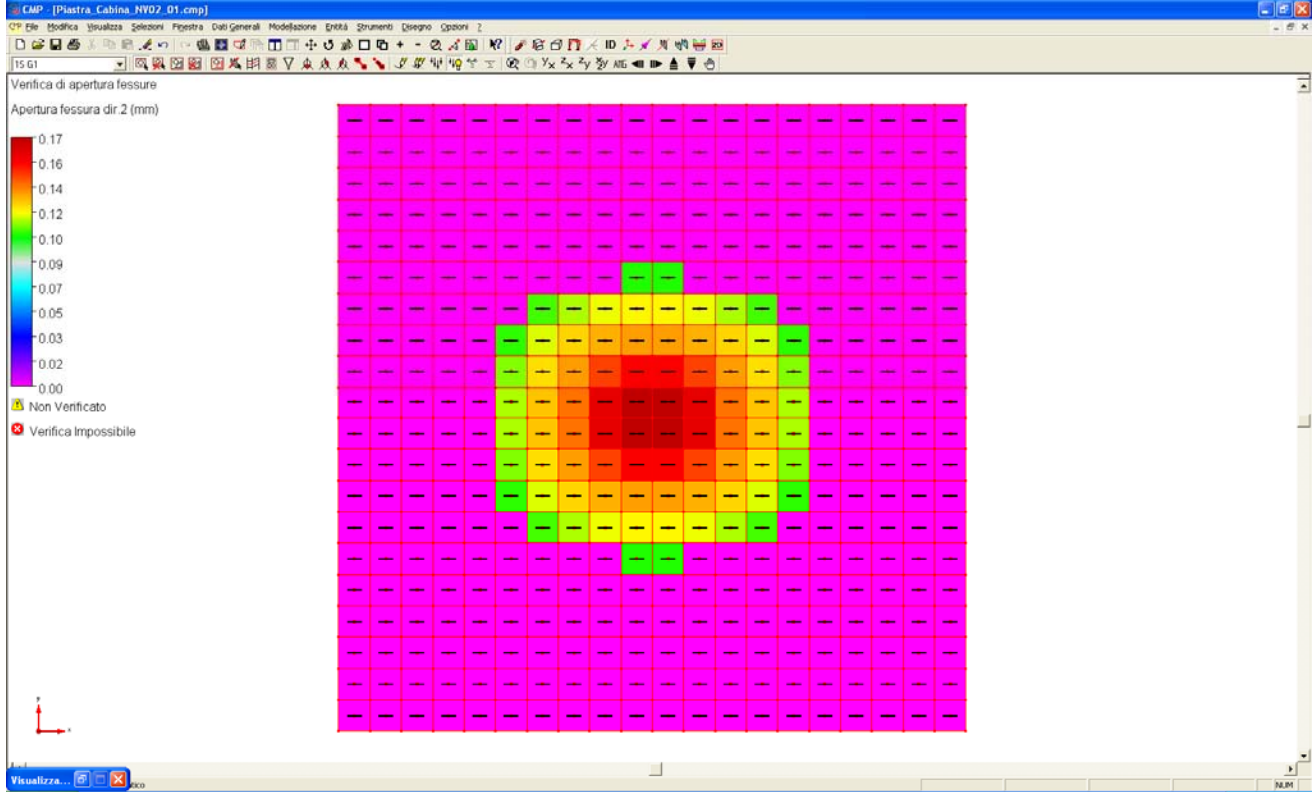
In particolare si fa riferimento alla combinazione frequente e a quella quasi permanente. Essendo la fondazione permanentemente in contatto con il terreno, in accordo con le normative adottate, si considera una classe di esposizione XC2, corrispondente a una condizione ambientale ordinaria.

Pertanto, l'ampiezza massima ammissibile delle fessure risulta:

- Combinazioni frequenti:  $w = 0.4 \text{ mm}$
- Combinazioni quasi permanenti:  $w = 0.3 \text{ mm}$

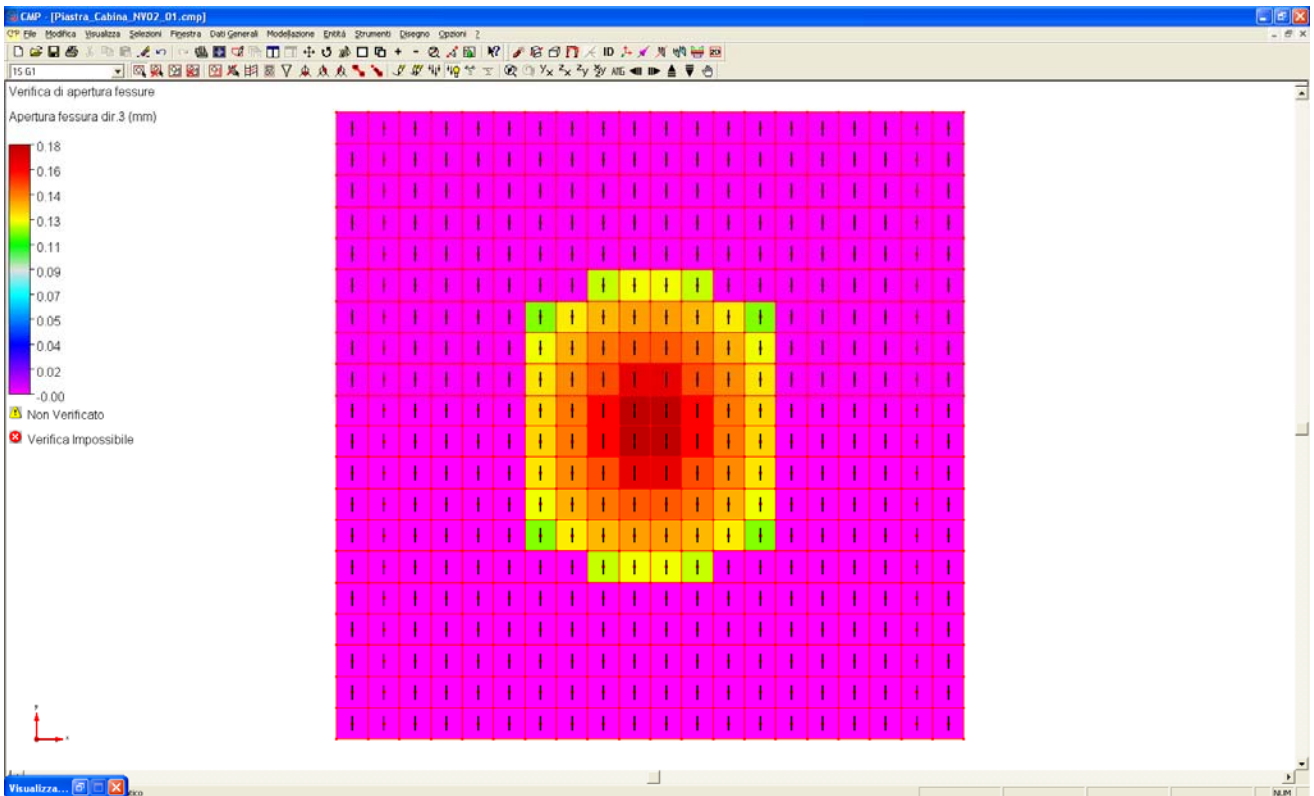
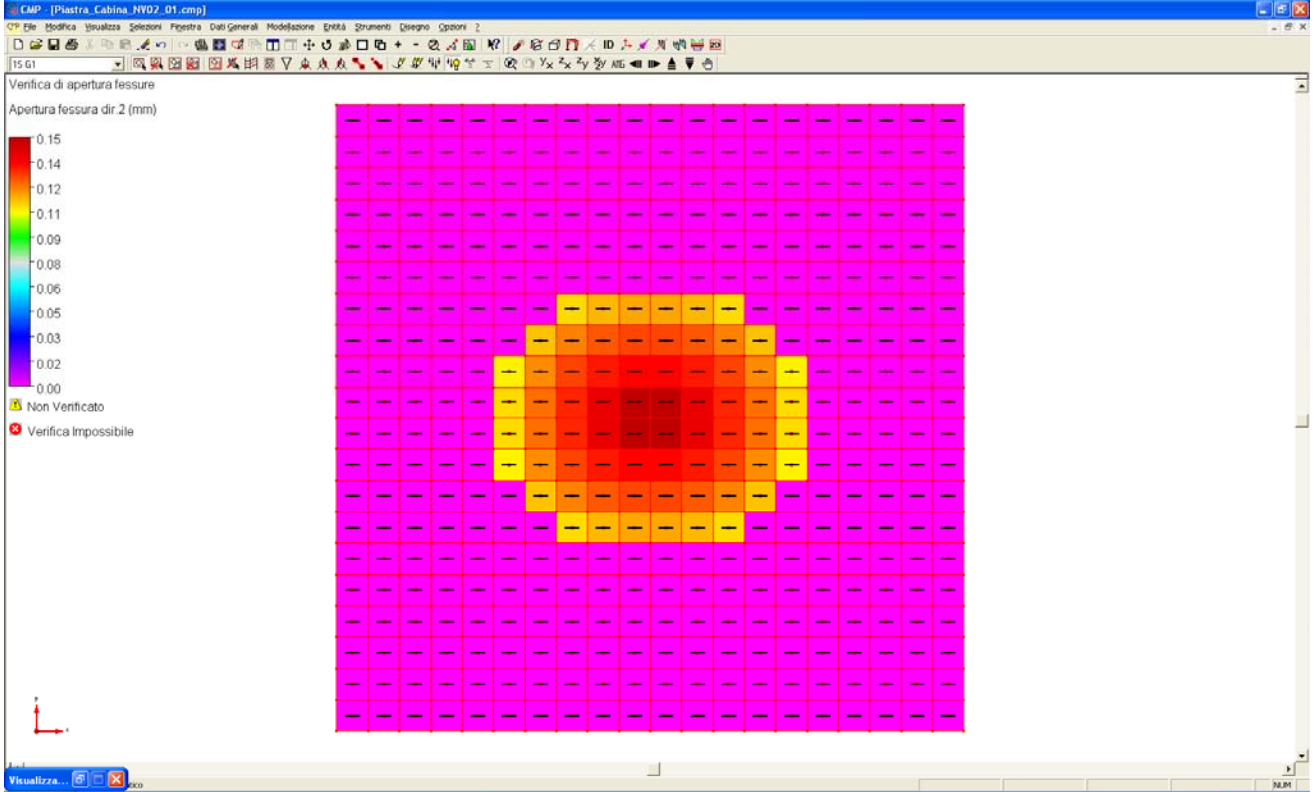
Si procede pertanto con il calcolo dell'apertura delle fessure.

## Combinazione frequente





## Combinazione quasi permanente



GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG51-01-E-CV-RH-NV-02-00-002-A00.DOC <span style="float: right;">Foglio 26 di 28</span>

## Sintesi numerica delle verifiche SLE

### Verifica Shell di Resistenza “~Fless.CA SLE rare”

**Tipo Verifica:** Stati Limite d'Esercizio (Normativa Italiana 9/1/96)

Combinazione di Carico: rara

Set Inviluppo di Verifica utilizzato: “~DM96”

Gruppo di Selezione su cui agisce la verifica: ~C.A.

Tensioni ammissibili a trazione e compressione dei materiali impiegati:

ID Materiale	Nome materiale	Sigma Amm. Trazione (N/mm <sup>2</sup> )	Sigma Amm. Compressione (N/mm <sup>2</sup> )
n.18	Cls C25/30	0	15
n.26	B450C	315	-

### Descrizione Risultati Verifiche

Valori per spessore shell: 30 cm

Armatura di estradosso: Ø16/20"

Armatura di intradosso: Ø16/20"

#### Verifiche a tenso-presso flessione semplice:

n°Shell	Dir	Mat	N(kN/m)	M(kNm/m)	$\sigma_{min}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\sigma_{max}$ (N/mm <sup>2</sup> )
191	3	18	0.00	43.36	-5.26	0.00
191	3	26	0.00	43.36	-15.45	197.64

Armatura di estradosso: Ø16/20"

Armatura di intradosso: Ø16/20"

#### Verifiche a tenso-presso flessione semplice:

n°Shell	Dir	Mat	N(kN/m)	M(kNm/m)	$\sigma_{min}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\sigma_{max}$ (N/mm <sup>2</sup> )
191	2	18	0.00	43.36	-4.86	0.00
191	2	26	0.00	43.36	-22.65	190.97

### Verifica Shell di Resistenza-Fessurazione “~Fless.CA SLE q.perm”

**Tipo Verifica:** Stati Limite d'Esercizio (Normativa Italiana 9/1/96)

Combinazione di Carico: quasi permanente

Set Inviluppo di Verifica utilizzato: “~DM96”

Gruppo di Selezione su cui agisce la verifica: ~C.A.

Tensioni ammissibili a trazione e compressione dei materiali impiegati:

ID Materiale	Nome materiale	Sigma Amm. Trazione (N/mm <sup>2</sup> )	Sigma Amm. Compressione (N/mm <sup>2</sup> )
n.18	Cls C25/30	0	11.25
n.26	B450C	-	-

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG51-01-E-CV-RH-NV-02-00-002-A00.DOC
	Foglio 27 di 28

### Parametri per verifiche di fessurazione:

Le verifiche di fessurazione consistono in verifiche di: apertura fessure

E' stato considerato il caso di azioni di lunga durata o azioni ripetute

Le verifiche di apertura delle fessure mostrate sono solo quelle la cui la massima tensione di trazione nel calcestruzzo (in sezione interamente reagente) supera il valore limite di formazione delle fessure.

Per ulteriori dettagli sui parametri delle verifiche di fessurazione si veda la descrizione delle caratteristiche dei materiali.

### Descrizione Risultati Verifiche

Valori per spessore shell: 30 cm

Armatura di estradosso: Ø16/20"

Armatura di intradosso: Ø16/20"

#### Verifiche a tenso-presso flessione semplice:

n°Shell	Dir	Mat	N(kN/m)	M(kNm/m)	$\sigma_{min}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\sigma_{max}$ (N/mm <sup>2</sup> )
191	3	18	0.00	41.84	-5.08	0.00
191	3	26	0.00	41.84	-14.90	190.71

#### Verifiche di apertura fessure:

VA:	n°Shell	Dir	N(kN/m)	M(kNm/m)	w(mm)
VA:	191	3	0.00	41.84	0.18

Armatura di estradosso: Ø16/20"

Armatura di intradosso: Ø16/20"

#### Verifiche a tenso-presso flessione semplice:

n°Shell	Dir	Mat	N(kN/m)	M(kNm/m)	$\sigma_{min}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\sigma_{max}$ (N/mm <sup>2</sup> )
191	2	18	0.00	41.84	-4.69	0.00
191	2	26	0.00	41.84	-21.85	184.28

#### Verifiche di apertura fessure:

VA:	n°Shell	Dir	N(kN/m)	M(kNm/m)	w(mm)
VA:	191	2	0.00	41.84	0.15

### Verifica Shell di Fessurazione “~Fless.CA SLE freq.”

Set Inviluppo di Verifica utilizzato: “~DM96”

Gruppo di Selezione su cui agisce la verifica: ~C.A.

Tensioni ammissibili a trazione e compressione dei materiali impiegati:

ID Materiale	Nome materiale	Sigma Amm. Trazione (N/mm <sup>2</sup> )	Sigma Amm. Compressione (N/mm <sup>2</sup> )
n.18	Cls C25/30	0	-
n.26	B450C	-	-

### Parametri per verifiche di fessurazione:

Le verifiche di fessurazione consistono in verifiche di: apertura fessure

E' stato considerato il caso di azioni di lunga durata o azioni ripetute

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 
	IG51-01-E-CV-RH-NV-02-00-002-A00.DOC <span style="float: right;">Foglio 28 di 28</span>

Le verifiche di apertura delle fessure mostrate sono solo quelle la cui la massima tensione di trazione nel calcestruzzo (in sezione interamente reagente) supera il valore limite di formazione delle fessure. Per ulteriori dettagli sui parametri delle verifiche di fessurazione si veda la descrizione delle caratteristiche dei materiali.

#### Descrizione Risultati Verifiche

Valori per spessore shell: 30 cm

Armatura di estradosso: Ø16/20"

Armatura di intradosso: Ø16/20"

---

#### Verifiche di apertura fessure:

VA:	n°Shell	Dir	N(kN/m)	M(kNm/m)	w(mm)
VA:	191	3	0.00	43.36	0.20

Armatura di estradosso: Ø16/20"

Armatura di intradosso: Ø16/20"

---

#### Verifiche di apertura fessure:

VA:	n°Shell	Dir	N(kN/m)	M(kNm/m)	w(mm)
VA:	191	2	0.00	43.36	0.17