

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



CUP: J81H0200000001

## S.O. PROGETTAZIONE INTEGRATA NORD

### PROGETTO DEFINITIVO

COMPLETAMENTO RADDOPPIO LINEA PARMA – LA SPEZIA  
(PONTREMOLESE)

TRATTA PARMA - VICOFERTILE

BARRIERE ANTIRUMORE

BA00 – ELABORATI GENERALI  
RELAZIONE DI CALCOLO BARRIERA VETRATA PER FV01

SCALA:

-

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

I P 0 0    0 0    D    2 6    C L    B A 0 0 0 0    0 0 5    B

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	Emissione Esecutiva	P.Cucino	Feb 2022	M. Salleolini	Feb 2022	G. Fadda	Feb 2022	A. Perego Ott 2022
B	AGGIORNAMENTO POST VERIFICA RFI	P.Cucino	Ott 2022	M. Salleolini	Ott 2022	G. Fadda	Ott 2022	

File:IP000D26CLBA0000005B

n. Elab.:

## INDICE

1	PREMESSA .....	4
2	DOCUMENTAZIONE DI RIFERIMENTO .....	6
2.1	NORMATIVA DI RIFERIMENTO .....	6
2.2	ELABORATI DI PROGETTO DI RIFERIMENTO .....	7
3	CARATTERISTICHE DEI MATERIALI .....	8
3.1	<b>CALCESTRUZZO</b> .....	8
3.1.1	<i>Magrone</i> .....	8
3.1.2	<i>Calcestruzzo per soletta di fondazione, piedritti e soletta di copertura</i> .....	8
3.2	<b>ACCIAIO</b> .....	9
3.2.1	<i>Acciaio di armatura per c.a.</i> .....	9
3.3	ACCIAIO DA CARPENTERIA METALLICA .....	10
3.4	BULLONI.....	10
3.5	SALDATURE.....	10
4	DESCRIZIONE DELLA STRUTTURA.....	11
5	INQUADRAMENTO GEOTECNICO .....	13
6	MODELLO DI CALCOLO.....	14
7	ANALISI DEI CARICHI .....	16
7.1	PESO PROPRIO STRUTTURE (DEAD).....	16
7.2	CARICHI PERMANENTI NON STRUTTURALI (G2K).....	17
7.2.1	<b>CARICHI ORIZZONTALI SU RINGHIERE O PARAPETTI SULLA TESTA DEI MURI</b> .....	18
	<i>Carico orizzontale dei pedoni</i> .....	18
	<i>Carico del vento</i> .....	19
	<i>Concomitanza delle azioni aerodinamiche / vento / pedoni</i> .....	<i>Error! Bookmark not defined.</i>
7.2.2	<b>Azione Del Vento Con Azione Aerodinamica Per Traffico Ferroviario</b> .....	22

7.3	AZIONE TERMICA (DT).....	27
7.4	AZIONE SISMICA (SISMA ORIZZONTALE E SISMA VERTICALE).....	28
7.4.1	<i>Parametri sismici</i> .....	30
7.5	COMBINAZIONI DELLE AZIONI .....	35
8	VERIFICA DELLA STRUTTURA .....	43
8.1	ANALISI DINAMICA .....	43
8.2	AZIONI SUGLI APPARECCHI DI APPOGGIO .....	47
8.3	DIAGRAMMI DELLE SOLLECITAZIONI E VERIFICHE STRUTTURALI DI RESISTENZA DELLE MEMBRATURE.....	49
8.3.1	<i>Colonne</i> .....	49
8.4	VERIFICA DEGLI SPOSTAMENTI DI PIANO (DRIFT) PER CONDIZIONI DI CARICO NON SISMICHE .....	67
8.5	VERIFICA DEGLI SPOSTAMENTI DI PIANO (DRIFT) PER CONDIZIONI DI CARICO SISMICHE .....	69
8.6	VERIFICA DEGLI SPOSTAMENTI DI PIANO (DRIFT) PER CONDIZIONI DI CARICO SISMICHE .....	72
8.7	VERIFICHE DEI COLLEGAMENTI .....	74
8.7.1	<i>Giunto per 3m e 5m</i> .....	75
9	VERIFICHE DELLE FONDAZIONI (PER 3M E 5M).....	82
9.1	SEZIONE DI INTERFACCIA CORDOLO DI FONDAZIONE TESTA MICROPALI .....	82
9.2	VERIFICHE GEOTECNICHE .....	92
	CARATTERISTICHE DEI MICROPALI E ASSUNZIONI PROGETTUALI .....	92
9.3	VERIFICA DI CAPACITÀ PORTANTE DEL MICROPALO .....	93

	<b>LINEA COMPLETAMENTO RADDOPPIO LINEA PARMA–LA SPEZIA (PONTREMOLESE) TRATTA PARMA - VICOFERTILE</b>					
<b>RELAZIONE DI CALCOLO BARRIERA VETRATA PER FV01</b>	<b>COMMESSA</b> IP00	<b>LOTTO</b> 00	<b>CODIFICA</b> D26CL	<b>DOCUMENTO</b> BA 00 00 005	<b>REV.</b> B	<b>FOGLIO</b> 4 di 103

## 1 PREMESSA

Con “Pontremolese” viene comunemente intesa la linea ferroviaria Parma – La Spezia, linea che congiunge come trasversale la linea Tirrenica con la dorsale Roma-Firenze-Bologna-Milano.

Nel 1976 entra a far parte del Corridoio Plurimodale Tirreno-Brennero (Ti-Bre) e fra gli anni '80 e '90 vengono realizzati il raddoppio delle tratte Vezzano Ligure-S.Stefano di Magra, e Ghiare di Berceto-Solignano e successivamente viene realizzato il prolungamento del raddoppio Solignano-Fornovo. A seguito dell’emanazione della Legge n. 443 del 21 dicembre 2001 (Legge Obiettivo), la restante parte da raddoppiare della linea (Parma-Osteriazza e Berceto-Chiesaccia) è stata inserita fra le opere strategiche.

Con Delibera n.19 del 8 maggio 2009, pubblicata sulla G.U.R.I. n. 301 del 29 dicembre 2009, il CIPE approva il Progetto Preliminare del Completamento del 2003. Delle tratte comprese tra Parma e Osteriazza e tra Berceto e Chiesaccia, vengono individuati tre lotti funzionali:

- Parma-Osteriazza
- Berceto-Pontremoli
- Pontremoli-Chiesaccia.

Di questi tre lotti funzionali, nella stessa Delibera, è stato individuato il primo, quello Parma-Osteriazza, come lotto prioritario, a sua volta suddiviso nei tre sub lotti Parma-Vicofertile, Vicofertile-Collecchio e Collecchio-Osteriazza.

Il progetto in oggetto è relativo al progetto definitivo del raddoppio della tratta Parma- Vicofertile

Rispetto al tracciato sviluppato nel Progetto Preliminare del 2004, il Progetto Definitivo vede una variante di tracciato per la parte d’innesto del raddoppio nei binari della stazione di Parma: la coppia di binari garantisce le relazioni merci Fornovo Bologna (direzioni P/D) e il solo binario dispari garantisce le relazioni viaggiatori con La Spezia attestate a Parma (evitando di fuori uscire dal corridoio urbanistico).

Tale variante, oltre a portare notevoli benefici ferroviari nella Stazione di Parma, permetterà di risolvere all’interno dell’abitato di Parma le interferenze della linea Pontremolese con la viabilità ordinaria e di rendere disponibile alla città un tratto di circa 3,5 km (il vecchio binario di tracciato).

Nel seguente schema si riporta lo stato attuale della linea con evidenziati i tratti già raddoppiati, quelli in corso di realizzazione e di progettazione.

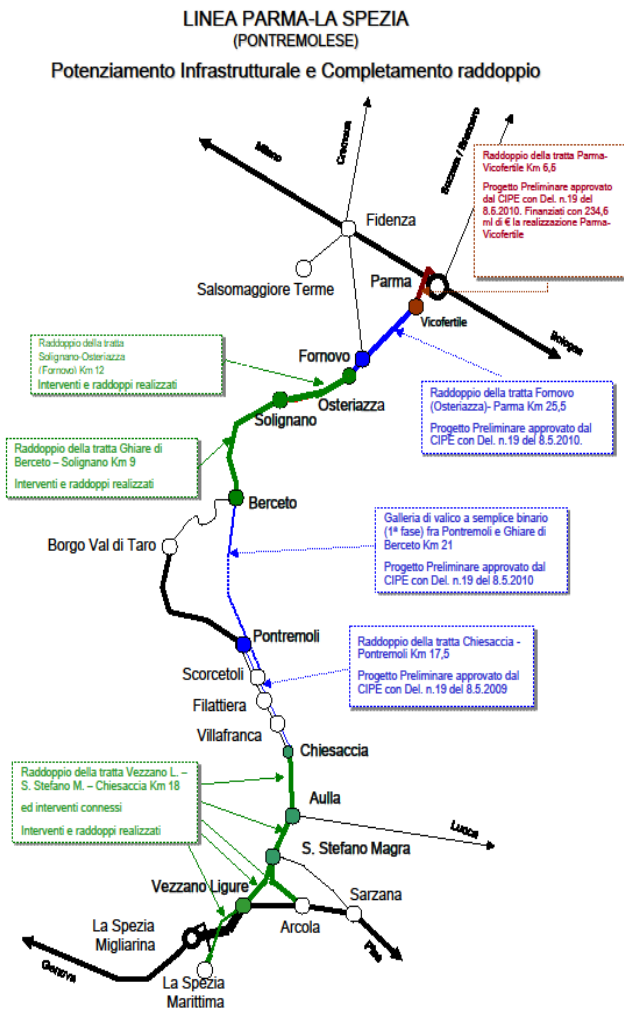


Fig. 1

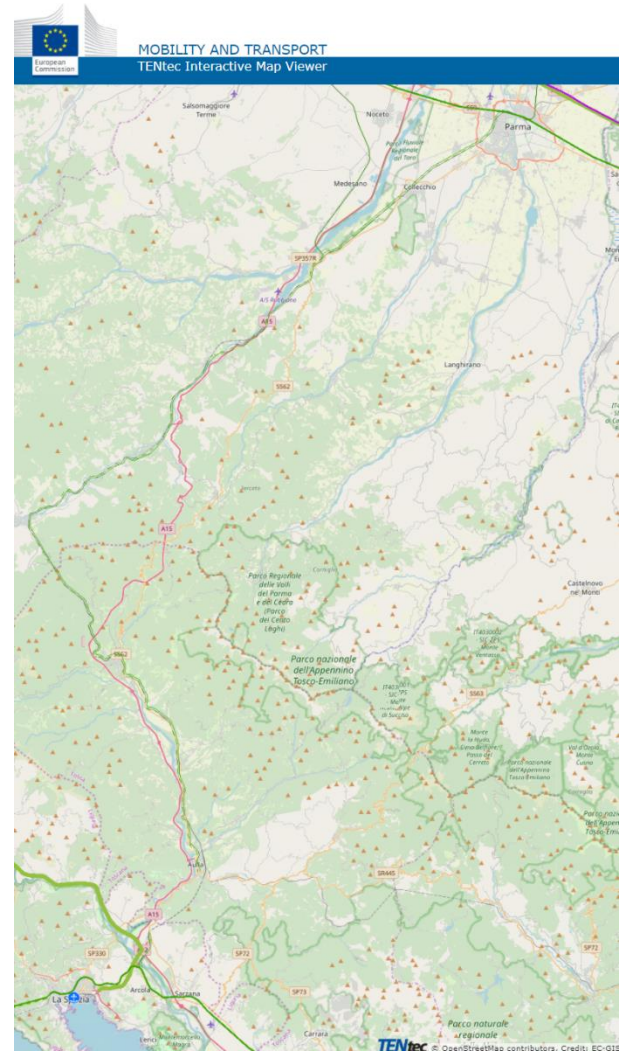


Fig. 2

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>LINEA COMPLETAMENTO RADDOPPIO LINEA PARMA–LA SPEZIA          (PONTREMOLESE)          TRATTA PARMA - VICOFERTILE</b>					
	RELAZIONE DI CALCOLO BARRIERA VETRATA PER FV01	COMMESSA IP00	LOTTO 00	CODIFICA D26CL	DOCUMENTO BA 00 00 005	REV. B

## 2 DOCUMENTAZIONE DI RIFERIMENTO

### 2.1 Normativa di riferimento

Si riporta di seguito la normativa di riferimento usata per il calcolo strutturale:

- [1] Legge 5 novembre 1971 n. 1086 Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato normale e precompresso ed a struttura metallica
- [2] Legge 2 febbraio 1974 n. 64 Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche
- [3] D.M. 17 gennaio 2018 - Norme Tecniche per le Costruzioni
- [4] Circolare 21 gennaio 2019 - Istruzioni per l'applicazione dell' "Aggiornamento delle Nuove norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M. 17 gennaio 2018
- [5] Eurocodice 2: Progettazione delle strutture in calcestruzzo – Parte 1.1: Regole generali e regole per gli edifici.
- [6] UNI ENV 1992-1-1 Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici;
- [7] UNI EN 206-1-2016: Calcestruzzo. "Specificazione, prestazione, produzione e conformità".
- [8] RFI DTC SI MA IFS 001 [E] Manuale di progettazione delle opere civili – Parte I
- [9] RFI DTC SI AM MA IFS 001 [D] Manuale di progettazione delle opere civili – Parte II – Sezione 1 – Ambiente
- [10] RFI DTC SI PS MA IFS 001 [E] Manuale di progettazione delle opere civili–ParteII–Sezione2–Ponti e Strutture
- [11] RFI DTC SI CS MA IFS 001 [E] Manuale di progettazione delle opere civili–Parte II–Sezione3–Corpo Stradale
- [12] RFI DTC SI PS SP IFS del 31/12/2020 - "Capitolato generale tecnico di appalto delle opere civili".
- [13] STI INFRA 1299/2014 - "Regolamento UE N. 1299/2014 della Commissione del 18 Novembre del 2014 relativo alla Specifiche tecniche d'interoperabilità per il sottosistema "Infrastruttura" del sistema ferroviario dell'Unione Europea"

RELAZIONE DI CALCOLO BARRIERA VETRATA  
PER FV01

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IP00	00	D26CL	BA 00 00 005	B	7 di 103

## 2.2 Elaborati di progetto di riferimento

RELAZIONE DESCRITTIVA	IP0000D26RBA0000001B
RELAZIONE DI CALCOLO FONDAZIONI H0-H2	IP0000D26CLBA0000001B
RELAZIONE DI CALCOLO FONDAZIONI H3-H7	IP0000D26CLBA0000002B
RELAZIONE DI CALCOLO FONDAZIONI H8-H10	IP0000D26CLBA0000003B
RELAZIONE DI CALCOLO MURO DI RECINZIONE SU PALI	IP0000D26CLBA0000004B
RELAZIONE DI CALCOLO BARRIERA VETRATA PER FV01	IP0000D26CLBA0000005B
CARPENTERIA FONDAZIONI E PARTICOLARI BA H0V-H1V-H2V	IP0000D26PZBA0000001B
CARPENTERIA FONDAZIONI E PARTICOLARI - BA H3V-H4V-H5V-H6V-H7V	IP0000D26PZBA0000002B
CARPENTERIA FONDAZIONI E PARTICOLARI - BA H8V-H10V	IP0000D26PZBA0000003B
CARPENTERIA FONDAZIONI E PARTICOLARI MURO DI RECINZIONE	IP0000D26PZBA0000004B
CARPENTERIA E PARTICOLARI TESTA MURO	IP0000D26PZBA0000005A
DETTAGLI ACCESSI	IP0000D26PCBA0000001B

### 3 CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

#### 3.1 Calcestruzzo

##### 3.1.1 Magrone

Classe di resistenza = C12/15

##### 3.1.2 Calcestruzzo per soletta di fondazione, piedritti e soletta di copertura

$g_c$  = peso specifico = 25.00 kN/m<sup>3</sup>

Classe di resistenza = C30/37

$R_{ck}$  = resistenza cubica = 37.00 N/mm<sup>2</sup>

$f_{ck}$  = resistenza cilindrica caratteristica = 0.83  $R_{ck}$  = 30.0 N/mm<sup>2</sup>

$f_{cm}$  = resistenza cilindrica media =  $f_{ck} + 8$  = 38.0 N/mm<sup>2</sup>

$f_{cd}$  = resistenza di calcolo a compressione =  $a_{cc} * f_{ck} / g_c$  = 0.85 \* 30/1.5 = 17.0 N/mm<sup>2</sup>

$f_{ctm}$  = resistenza a trazione media = 0.30 \*  $f_{ck}^{(2/3)}$  = 2.90 N/mm<sup>2</sup>

$f_{ctm}$  = resistenza a traz. per flessione media = 1.20 \*  $f_{ctm}$  = 3.63 N/mm<sup>2</sup>

$f_{ctk}$  = resistenza a traz. per flessione caratt. = 0.70 \*  $f_{ctm}$  = 2.12 N/mm<sup>2</sup>

$E_{cm}$  = modulo elast. tra 0 e 0.40  $f_{cm}$  = 22000 \* ( $f_{cm}/10$ )<sup>0.3</sup> = 33345 N/mm<sup>2</sup>

$s_c$  = Resistenza a compressione (Comb. Rara) = 0.6 \*  $f_{ck}$  = 18.0 N/mm<sup>2</sup>

$s_c$  = Resistenza a compressione (Comb. Quasi Permanente) = 0.45 \*  $f_{ck}$  = 13.5 N/mm<sup>2</sup>



## 3.2 Acciaio

### 3.2.1 Acciaio di armatura per c.a.

Tipo = B 450 C

$g_a$  = peso specifico = 78.50 kN/m<sup>3</sup>

$f_{y \text{ nom}}$  = tensione nominale di snervamento = 450 N/mm<sup>2</sup>

$f_{t \text{ nom}}$  = tensione nominale di rottura = 540 N/mm<sup>2</sup>

$f_{yk \text{ min}}$  = minima tensione caratteristica di snervamento = 450 N/mm<sup>2</sup>

$f_{tk \text{ min}}$  = minima tensione caratteristica di rottura = 540 N/mm<sup>2</sup>

$(f_t/f_y)_{k \text{ min}}$  = minimo rapporto tra i valori caratteristici = 1.15

$(f_t/f_y)_{k \text{ max}}$  = massimo rapporto tra i valori caratteristici = 1.35

$(f_y/f_{y \text{ nom}})_k$  = massimo rapporto tra i valori nominali = 1.25

$(A_{gt})_k$  = allungamento caratteristico sotto carico massimo = 7.5 %

$\varphi_{\text{min}}$  = minimo diametro consentito delle barre = 6 mm

$\varphi_{\text{max}}$  = massimo diametro consentito delle barre = 40 mm

E = modulo di elasticità dell'acciaio = 206000 N/mm<sup>2</sup>

$\alpha_T$  = coefficiente di dilatazione termica = 0.00001 °C<sup>-1</sup>

### 3.3 Acciaio da carpenteria metallica

Profilati: S275

Modulo di elasticità  $E_a = 210000 \text{ MPa}$

Tensione di snervamento caratteristica  $f_{yk} \geq 275 \text{ MPa}$

Tensione di snervamento rottura  $f_{yt} \geq 430 \text{ MPa}$

Tensione di snervamento di progetto  $f_{yd} \geq 262 \text{ MPa}$

### 3.4 Bulloni

Classe vite 8.8 - Classe dado 8.8

Tensione di snervamento caratteristica  $f_{yb} \geq 640 \text{ MPa}$

Tensione di snervamento rottura  $f_{tb} \geq 800 \text{ MPa}$

Resistenza a taglio del bullone  $f_{yd} \geq 384 \text{ MPa}$

Tensione di snervamento di progetto  $f_{yd} \geq 512 \text{ MPa}$

### 3.5 Saldature

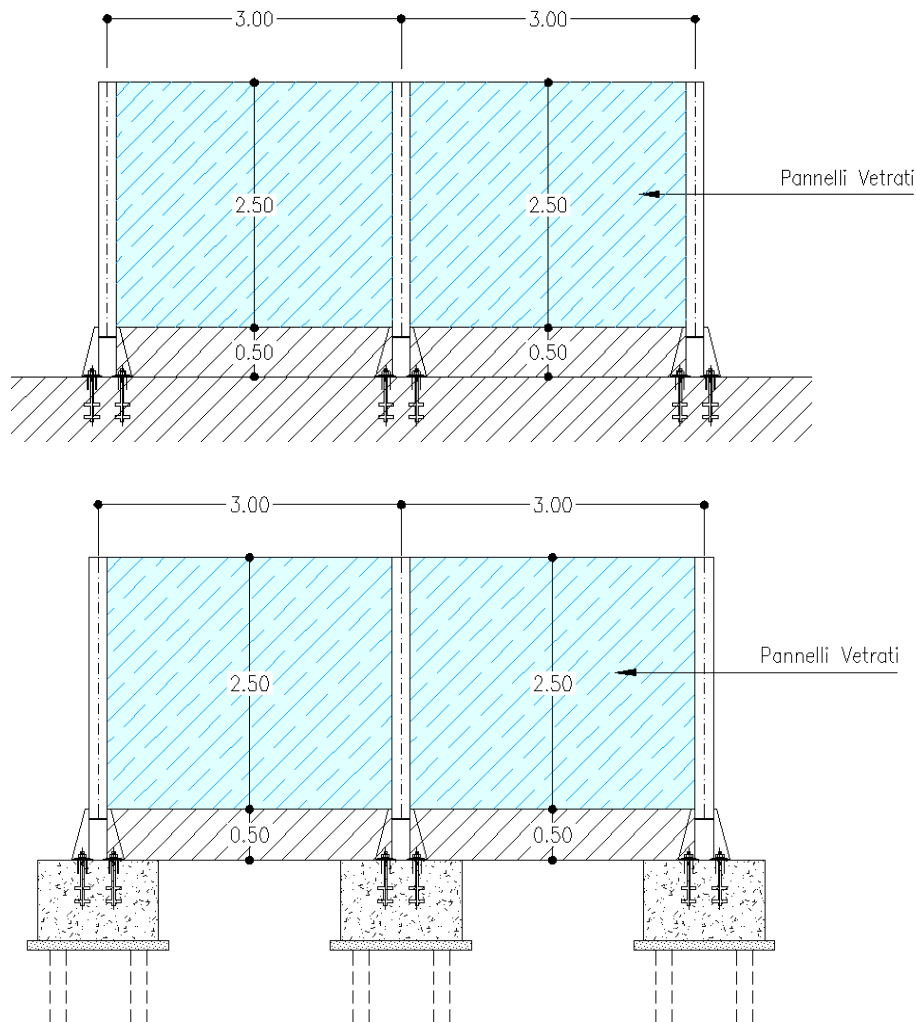
Procedimenti di saldatura omologati e qualificati, conformi al Manuale di progettazione delle opere civili e al DM 17.1.2018.

#### 4 DESCRIZIONE DELLA STRUTTURA

Questa relazione di calcolo riguarda l'analisi e le verifiche strutturali della pensilina metallica della stazione. L'intera struttura ha un tetto piatto in tutto lo sviluppo e ha due sbalzi in direzione longitudinale.

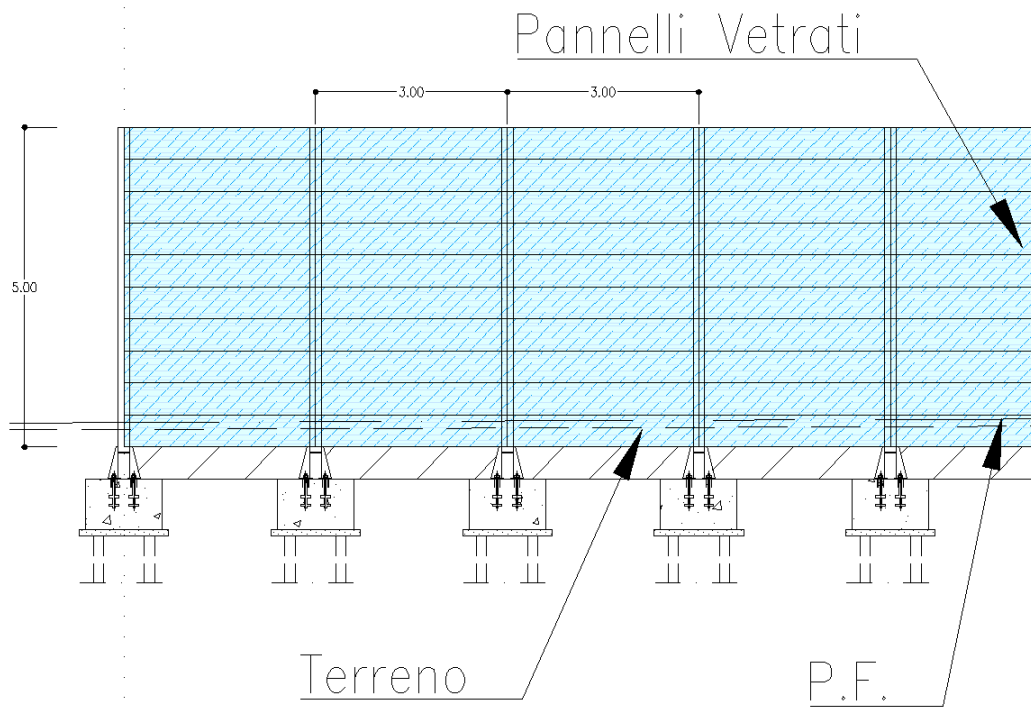
La struttura è costituita dai seguenti profili:

- colonne costituite da profili HEB180



*Figure 1 Pianta carpenteria\_3m*

- colonne costituite da profili HEM180



*Figure 2 Pianta carpenteria\_5m*

Si attribuisce all struttura una vita nominale  $V_N = 75$  anni e la classe d'uso III con coefficiente d'uso  $C_u = 1.5$ , in conformità ai riferimenti normativi.

Il periodo di riferimento da considerare per il calcolo dell'azione sismica sarà quindi  $V_R = C_u \times V_N = 112,5$  anni.

## 5 INQUADRAMENTO GEOTECNICO

Per l'inquadramento geotecnico dell'opera si riporta l'estratto dell'elaborato Relazione Geotecnica da cui si riportano i dati geotecnici fondamentali di interesse.

Tabelle contenenti la stratigrafia di progetto per l'opera in esame e i relativi parametri geotecnici di calcolo:

Come riportato nella relazione geotecnica generale IP0000D26RGGE0000001A

Strato	Profondità da (m da p.c.)	Profondità a (m da p.c.)	Descrizione	Peso di volume $\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	Tipo di terreno	Angolo di resistenza al taglio $\phi'$ (°)	C' (kPa)	Modulo elastico E <sub>op</sub> (MPa)
1	0.00	10.00	Materiali rimaneggiato	19.00	GP	27.00	12.00	19.00

**Tabella 1 – Caratteristiche meccaniche del terreno**

	<b>LINEA COMPLETAMENTO RADDOPPIO LINEA PARMA-LA SPEZIA (PONTREMOLESE) TRATTA PARMA - VICOFERTILE</b>					
<b>RELAZIONE DI CALCOLO BARRIERA VETRATA PER FV01</b>	<b>COMMESSA</b> IP00	<b>LOTTO</b> 00	<b>CODIFICA</b> D26CL	<b>DOCUMENTO</b> BA 00 00 005	<b>REV.</b> B	<b>FOGLIO</b> 14 di 103

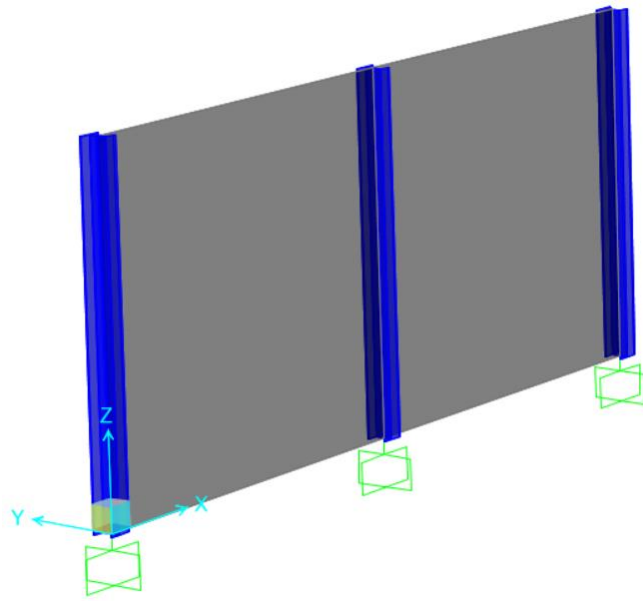
## 6 MODELLO DI CALCOLO

L'analisi della struttura in esame è stata effettuata mediante una modellazione agli elementi finiti tramite l'utilizzo del software SAP2000. La struttura è stata modellata con un modello numerico tridimensionale il cui sistema di riferimento globale prevede una terna destrorsa il cui l'asse X è orientato in direzione longitudinale e l'asse Z verticale positivo verso l'alto.

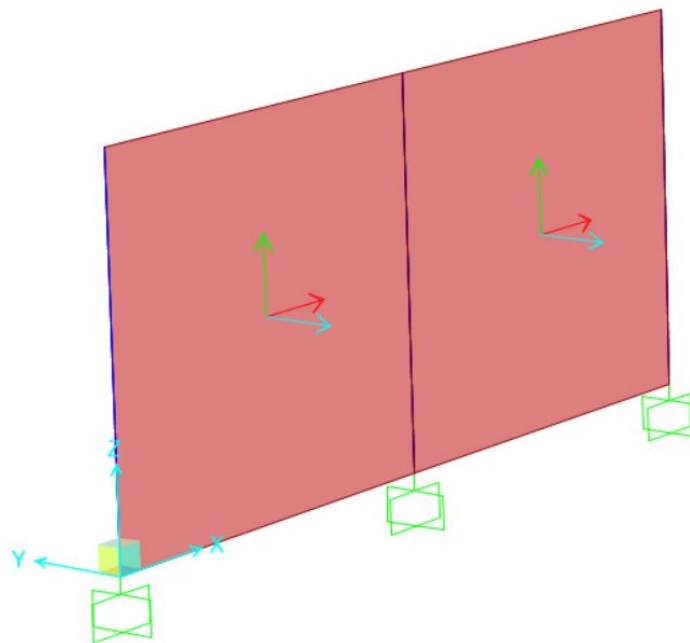
Travi, colonne e controventi sono stati modellati con elementi frame, mentre i pannelli di rivestimento mediante elementi shell none. Questi ultimi, in accordo con le orditure dei pannelli di copertura, sono stati utilizzati per la ripartizione dei carichi della copertura sulle travi (ad eccezione del solo carico termico) mediante l'opzione uniform loads to frame nel verso dell'asse 1 degli elementi shell (direzione trasversale, quindi lungo gli assi Y e Z rispettivamente per i pannelli orizzontali e verticali).

Dove necessario, le azioni risultanti agenti sui pannelli di rivestimento sono state invece assegnate direttamente alle travi portanti principali anziché mediante gli elementi shell none.

I controventi sono stati modellati con elementi frame a cui sono stati assegnati dei release di tipo M2-M3, e verificati sia a compressione che a trazione.



**Figure 3 Modello SAP2000 struttura – Vista isometrica**



**Figure 4 Vista – Assi locali di area**

	<b>LINEA COMPLETAMENTO RADDOPPIO LINEA PARMA–LA SPEZIA (PONTREMOLESE) TRATTA PARMA - VICOFERTILE</b>					
<b>RELAZIONE DI CALCOLO BARRIERA VETRATA PER FV01</b>	<b>COMMESSA</b> IP00	<b>LOTTO</b> 00	<b>CODIFICA</b> D26CL	<b>DOCUMENTO</b> BA 00 00 005	<b>REV.</b> B	<b>FOGLIO</b> 16 di 103

## 7 ANALISI DEI CARICHI

Come prescritto dalle NTC 2018, sono state considerate agenti sulla struttura le seguenti condizioni di carico elementari, combinate tra loro in modo da determinare gli effetti più sfavorevoli ai fini delle verifiche dei singoli elementi strutturali:

- peso proprio strutture;
- carichi permanenti non strutturali dovuti ai pannelli di copertura;
- sovraccarico accidentale;
- azione del vento;
- azione della neve;
- azione termica;
- azione sismica.

### 7.1 Peso proprio strutture (Dead)

Il peso proprio degli elementi strutturali viene calcolato automaticamente dal Sap2000 considerando il peso specifico dell'acciaio:

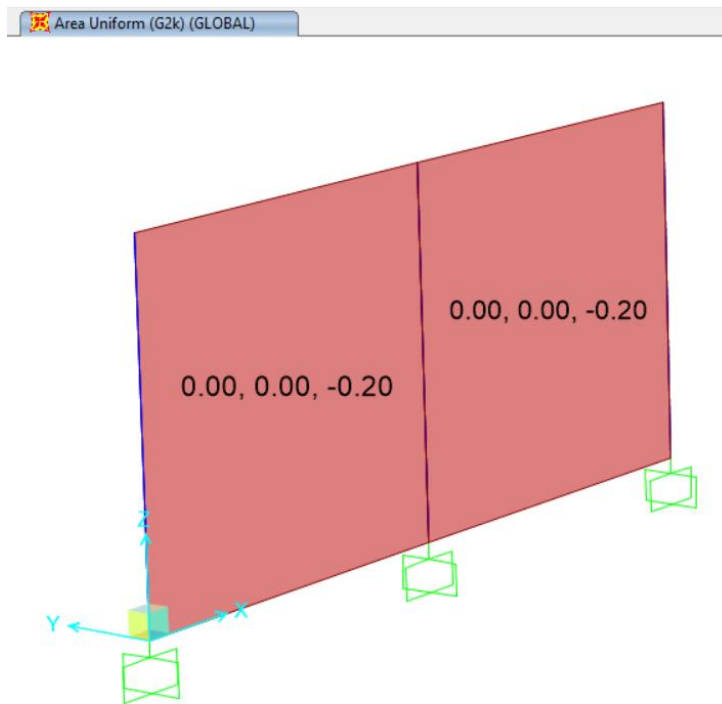
$$\gamma = 78.50 \text{ kN/m}^3.$$



## 7.2 Carichi permanenti non strutturali (G2k)

peso approssimativo del coperchio di vetro è:

carico associato ai pannelli:  $g_{2k} = 0.20 \text{ kN/m}^2$



**Figure 5 Vista - Carichi permanenti (G2k)**

## 7.2.1 CARICHI ORIZZONTALI SU RINGHIERE O PARAPETTI SULLA TESTA DEI MURI

### Carico orizzontale dei pedoni

Nel caso in cui venga considerata una folla di pedoni che provoca una forza orizzontale sulla rete protettiva si adotta il maggiore tra i valori previsti seconda NTC2018:

Tab. 3.1.II - Valori dei sovraccarichi per le diverse categorie d'uso delle costruzioni

Cat.	Ambienti	$q_k$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$Q_k$ [kN]	$H_k$ [kN/m]
A	<b>Ambienti ad uso residenziale</b>			
	Aree per attività domestiche e residenziali; sono compresi in questa categoria i locali di abitazione e relativi servizi, gli alberghi (ad esclusione delle aree soggette ad affollamento), camere di degenza di ospedali	2,00	2,00	1,00
	Scale comuni, balconi, ballatoi	4,00	4,00	2,00
B	<b>Uffici</b>			
	Cat. B1 Uffici non aperti al pubblico	2,00	2,00	1,00
	Cat. B2 Uffici aperti al pubblico	3,00	2,00	1,00
	Scale comuni, balconi e ballatoi	4,00	4,00	2,00
C	<b>Ambienti suscettibili di affollamento</b>			
	Cat. C1 Aree con tavoli, quali scuole, caffè, ristoranti, sale per banchetti, lettura e ricevimento	3,00	3,00	1,00
	Cat. C2 Aree con posti a sedere fissi, quali chiese, teatri, cinema, sale per conferenze e attesa, aule universitarie e aule magne	4,00	4,00	2,00
	Cat. C3 Ambienti privi di ostacoli al movimento delle persone, quali musei, sale per esposizioni, aree d'accesso a uffici, ad alberghi e ospedali, ad altri di stazioni ferroviarie	5,00	5,00	3,00
	Cat. C4. Aree con possibile svolgimento di attività fisiche, quali sale da ballo, palestre, palcoscenici.	5,00	5,00	3,00
	Cat. C5. Aree suscettibili di grandi affollamenti, quali edifici per eventi pubblici, sale da concerto, palazzetti per lo sport e relative tribune, gradinate e piattaforme ferroviarie.	5,00	5,00	3,00
	Scale comuni, balconi e ballatoi	Secondo categoria d'uso servita, con le seguenti limitazioni		
		≥ 4,00	≥ 4,00	≥ 2,00

Cat.	Ambienti	$q_k$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$Q_k$ [kN]	$H_k$ [kN/m]
D	<b>Ambienti ad uso commerciale</b>			
	Cat. D1 Negozi	4,00	4,00	2,00
	Cat. D2 Centri commerciali, mercati, grandi magazzini	5,00	5,00	2,00
	Scale comuni, balconi e ballatoi	Secondo categoria d'uso servita		
E	<b>Aree per immagazzinamento e uso commerciale ed uso industriale</b>			
	Cat. E1 Aree per accumulo di merci e relative aree d'accesso, quali biblioteche, archivi, magazzini, depositi, laboratori manifatturieri	≥ 6,00	7,00	1,00*
	Cat. E2 Ambienti ad uso industriale	da valutarsi caso per caso		
F-G	<b>Rimesse e aree per traffico di veicoli (esclusi i ponti)</b>			
	Cat. F Rimesse, aree per traffico, parcheggio e sosta di veicoli leggeri (peso a pieno carico fino a 30 kN)	2,50	2 x 10,00	1,00**
	Cat. G Aree per traffico e parcheggio di veicoli medi (peso a pieno carico compreso fra 30 kN e 160 kN), quali rampe d'accesso, zone di carico e scarico merci.	5,00	2 x 50,00	1,00**
H-I-K	<b>Coperture</b>			
	Cat. H Coperture accessibili per sola manutenzione e riparazione	0,50	1,20	1,00
	Cat. I Coperture praticabili di ambienti di categoria d'uso compresa fra A e D	secondo categorie di appartenenza		
	Cat. K Coperture per usi speciali, quali impianti, eliporti.	da valutarsi caso per caso		

\* non comprende le azioni orizzontali eventualmente esercitate dai materiali immagazzinati.

\*\* per i soli parapetti o partizioni nelle zone pedonali. Le azioni sulle barriere esercitate dagli automezzi dovranno essere valutate caso per caso.

### Carico del vento

Si determina sotto la pressione del vento di progetto ponendosi nel comune di Parma-Vicofertile in un territorio privo di ostacoli e considerando un tempo di ritorno dell'azione ambientale di  $T_R=100$ anni

#### CALCOLO DELL'AZIONE DEL VENTO

#### 2) Emilia Romagna

Zona	$v_{b,0}$ [m/s]	$a_0$ [m]	$k_w$ [1/s]
2	25	750	0.015
$a_w$ (altitudine sul livello del mare [m])	90		
$T_R$ (Tempo di ritorno)	100		
$v_b = v_{b,0}$ per $a_w \leq a_0$ $v_b = v_{b,0} + k_w (a_w - a_0)$ per $a_0 < a_w \leq 1500$ m			
$v_b$ ( $T_R = 50$ [m/s])	25.000		
$\alpha_{w1}(T_R)$	1.03924		
$v_b(T_R) = v_b \alpha_{w1}$ [m/s]	25.981		



$p$  (pressione del vento [N/mq]) =  $q_b c_w c_p c_d$   
 $q_b$  (pressione cinetica di riferimento [N/mq])  
 $c_w$  (coefficiente di esposizione)  
 $c_p$  (coefficiente di forma)  
 $c_d$  (coefficiente dinamico)

#### Pressione cinetica di riferimento

$$q_b = 1/2 \rho v_b^2 \quad (\rho = 1,25 \text{ kg/m}^3)$$

$q_b$ [N/mq]	421.88
--------------	--------

#### Coefficiente di forma

E' il coefficiente di forma (o coefficiente aerodinamico), funzione della tipologia e della geometria della costruzione e del suo orientamento rispetto alla direzione del vento. Il suo valore può essere ricavato da dati suffragati da opportuna documentazione o da

#### Coefficiente dinamico

Esso può essere assunto anzitutto pari ad 1 nelle costruzioni di tipologia ricorrente, quali gli edifici di forma regolare non eccedenti 80 m di altezza ed i capannoni industriali, oppure può essere determinato mediante analisi specifiche o facendo riferimento a

#### Coefficiente di esposizione

#### Classe di rugosità del terreno

#### B) Aree urbane (non di classe A), suburbane, industriali e boschive

#### Categoria di esposizione

ZONE 1,2,3,4,5					
A	--	IV	IV	V	V
B	--	III	III	IV	IV
C	--	*	III	III	IV
D	I	II	II	II	III
* Categoria II in zona 1,2,3,4 Categoria III in zona 5 ** Categoria III in zona 2,3,4,5 Categoria IV in zona 1					

ZONA 6					
A	--	III	IV	V	V
B	--	II	III	IV	IV
C	--	II	III	III	IV
D	I	I	II	II	III

ZONE 7,8			
A	--	--	IV
B	--	--	IV
C	--	--	III
D	I	II	*
* Categoria II in zona 6 Categoria III in zona 7			

ZONA 9		
A	--	I
B	--	I
C	--	I
D	I	I

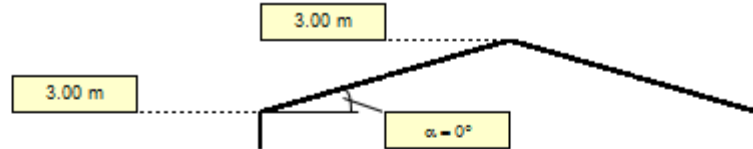
Zona	Classe di rugosità	$a_w$ [m]
2	B	90

$$c_w(z) = k_z^2 c_w(z/z_0) [7 + c_w \ln(z/z_0)] \quad \text{per } z \geq z_{min}$$

$$c_w(z) = c_w(z_{min}) \quad \text{per } z < z_{min}$$

Cat. Esposiz.	$k_z$	$z_0$ [m]	$z_{min}$ [m]	$c_w$
IV	0.22	0.3	8	1

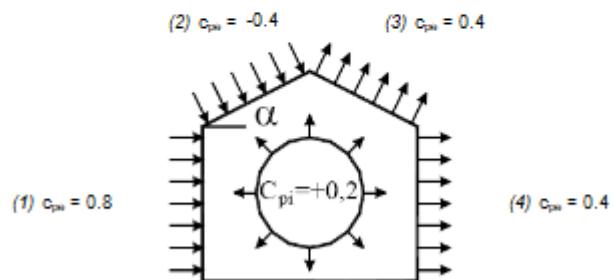
z [m]	$c_{se}$
z ≤ 8	1.634
z = 3	1.634
z = 3	1.634



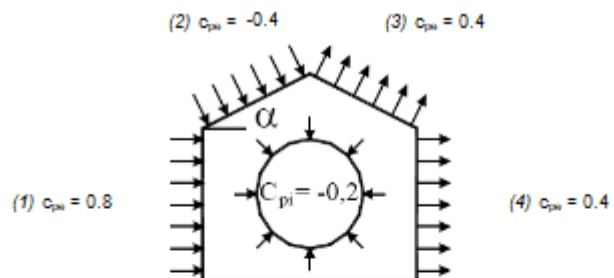
Coefficiente di forma (Edificio aventi una parete con aperture di superficie < 33% di quella totale)

Strutture non stagne

(1)	$c_p$	p [kN/mq]
	0.60	0.414
(2)	$c_p$	p [kN/mq]
	-0.60	-0.414
(3)	$c_p$	p [kN/mq]
	0.60	0.414
(4)	$c_p$	p [kN/mq]
	0.60	0.414

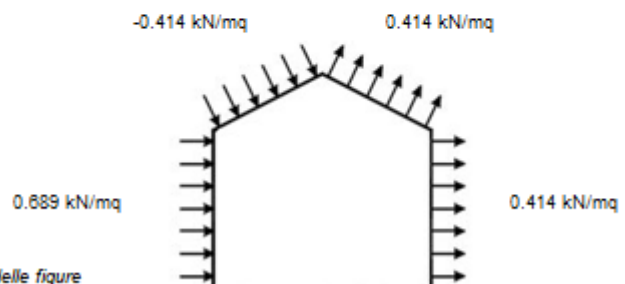


(1)	$c_p$	p [kN/mq]
	1.00	0.689
(2)	$c_p$	p [kN/mq]
	-0.20	-0.138
(3)	$c_p$	p [kN/mq]
	0.20	0.138
(4)	$c_p$	p [kN/mq]
	0.20	0.138



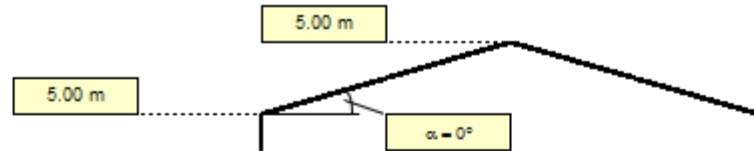
Combinazione più sfavorevole:

	p [kN/mq]
(1)	0.689
(2)	-0.414
(3)	0.414
(4)	0.414



**N.B.** Se  $p$  (o  $c_{pe}$ ) è > 0 il verso è concorde con le frecce delle figure

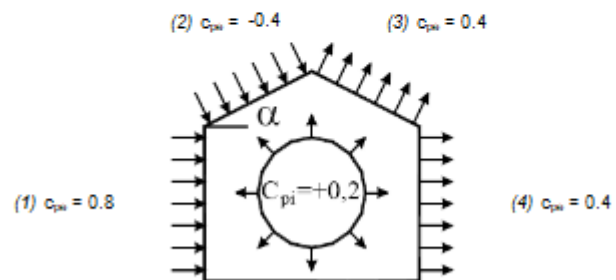
z [m]	$c_{se}$
z ≤ 8	1.634
z = 5	1.634
z = 5	1.634



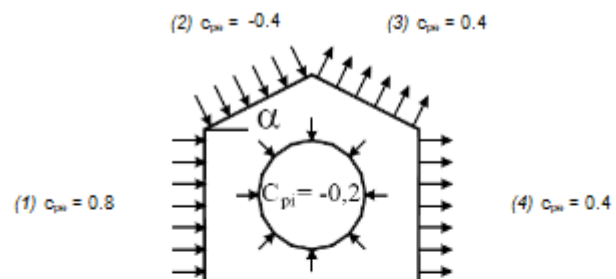
Coefficiente di forma (Edificio aventi una parete con aperture di superficie < 33% di quella totale)

Strutture non stagne

(1)	$c_p$	p [kN/mq]
	0.80	0.414
(2)	$c_p$	p [kN/mq]
	-0.80	-0.414
(3)	$c_p$	p [kN/mq]
	0.80	0.414
(4)	$c_p$	p [kN/mq]
	0.80	0.414

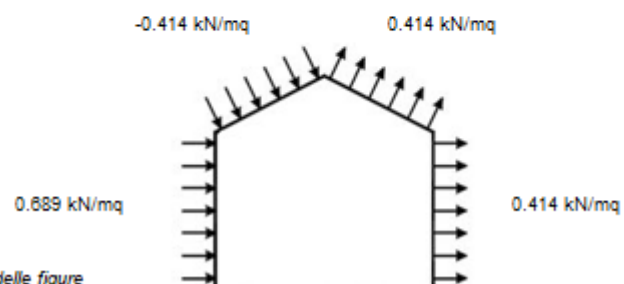


(1)	$c_p$	p [kN/mq]
	1.00	0.689
(2)	$c_p$	p [kN/mq]
	-0.20	-0.138
(3)	$c_p$	p [kN/mq]
	0.20	0.138
(4)	$c_p$	p [kN/mq]
	0.20	0.138



Combinazione più sfavorevole:

	p [kN/mq]
(1)	0.689
(2)	-0.414
(3)	0.414
(4)	0.414



*N.B.* Se p (o  $c_{pe}$ ) è > 0 il verso è concorde con le frecce delle figure

Tabella 7.1 – Calcolo della pressione del vento (3m e 5m)

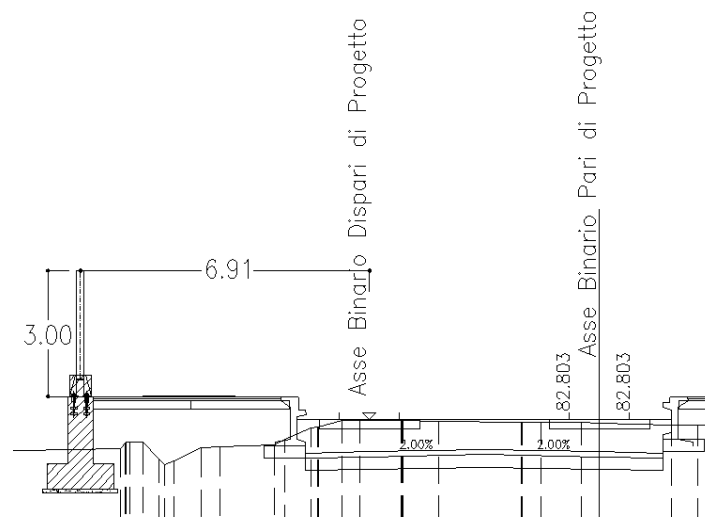
Per il solo calcolo del coefficiente di pressione  $c_p$  è stata considerata la seguente situazione:

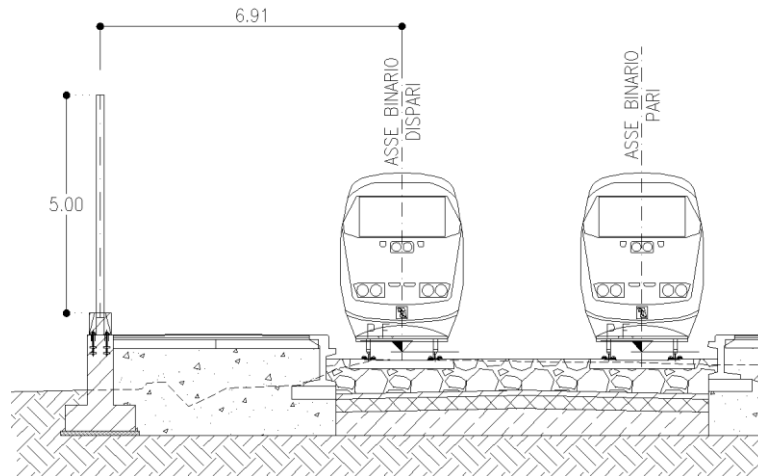
vento applicato al muro in cemento armato (porosità 0%, coefficiente di solidità  $\phi=100\%$ ) a cui corrisponde il coefficiente di pressione  $c_p = 2.1$  (valore cautelativo per pareti libere e parapetti quali muri di linea che garantiscono una collaborazione longitudinale, secondo CNR-DT 207/2008 e UNI EN 1991-4:2005) a cui corrisponde una pressione pari a:  $q_{\text{parete,k}} = 2.1 \times 0.69 = 1.45 \text{ kN/mq}$ ;

### 7.2.2 Azione Del Vento Con Azione Aerodinamica Per Traffico Ferroviario

In accordo al 5.2.2.6.1 delle NTC 2018 si prevede un carico addizionale dovuto all'effetto aerodinamico causato dal passaggio del treno. In accordo con quanto previsto nella "Specifica per la progettazione e l'esecuzione dei ponti ferroviari e di altre opere minori sotto binario" - RFI DTC-INC-PO SP IFS 001 A, si considera l'effetto aerodinamico associato al passaggio dei treni. Tali prescrizioni si riscontrano anche al punto 5.2.2.6.1 delle NTC 2018 relativo ai ponti ferroviari. Le azioni possono essere schematizzate mediante carichi equivalenti agenti nelle zone prossime alla testa ed alla coda del treno.

Nel caso di strutture con superfici multiple a fianco del binario sia verticali che orizzontali o inclinate (pannelli di copertura), l'azione caratteristica aerodinamica si determina in accordo con il paragrafo 5.2.2.6.1 delle NTC 2018.





#### 5.2.2.6.1 Superfici verticali parallele al binario

I valori caratteristici dell'azione  $\pm q_{1k}$  relativi a superfici verticali parallele al binario sono forniti in Fig. 5.2.8 in funzione della distanza  $a_g$  dall'asse del binario più vicino.

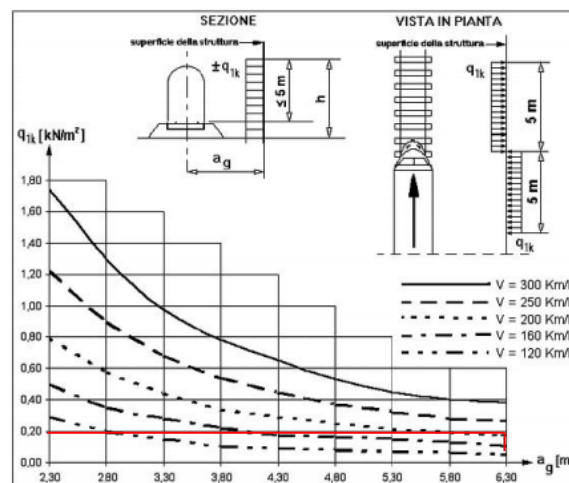


Fig. 5.2.8 - Valori caratteristici delle azioni  $q_{1k}$  per superfici verticali parallele al binario

I suddetti valori sono relativi a treni con forme aerodinamiche sfavorevoli; per i casi di forme aerodinamiche favorevoli, questi valori dovranno essere corretti per mezzo del fattore  $k_1$ , ove:

$k_1 = 0,85$  per convogli formati da carrozze con sagoma arrotondata;

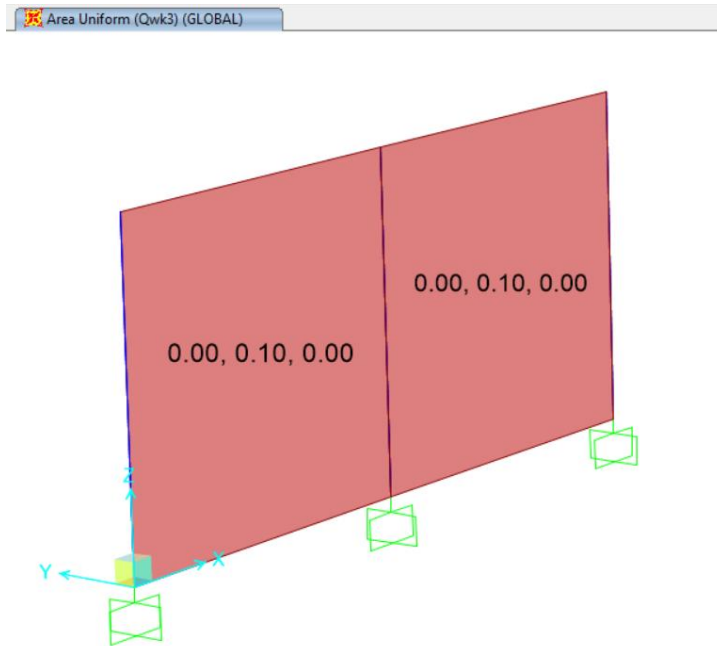
$k_1 = 0,60$  per treni aerodinamici.

Se l'altezza di un elemento strutturale (o parte della sua superficie di influenza) è  $\leq 1,0$  m o se la larghezza è  $\leq 2,50$  m, l'azione  $q_{1k}$  deve essere incrementata del fattore  $k_2 = 1,3$ .

RELAZIONE DI CALCOLO BARRIERA VETRATA  
PER FV01

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IP00	00	D26CL	BA 00 00 005	B	24 di 103

$q_{v,tot,k} = \pm 0.1 \text{ kN/m}^2$





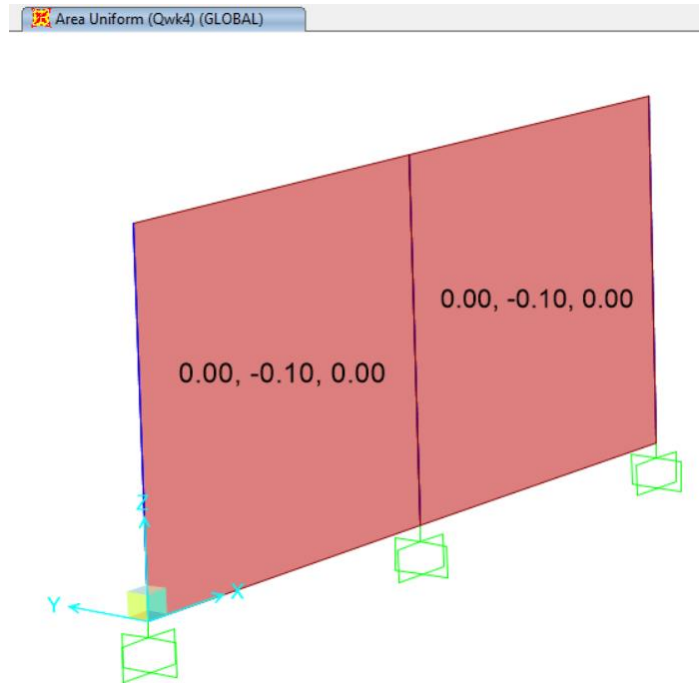


Figure 6 Vista - Azione del aerodinamiche (Qwk3 e Qwk4 )

La predetta pressione ortogonale alla barriera può agire in direzione X sia verso l'interno binario sia verso l'esterno. Nell'analisi, si considera un valore di pressione dovuta all'azione del vento, pari a  $1.55\text{kN/m}^2$ .

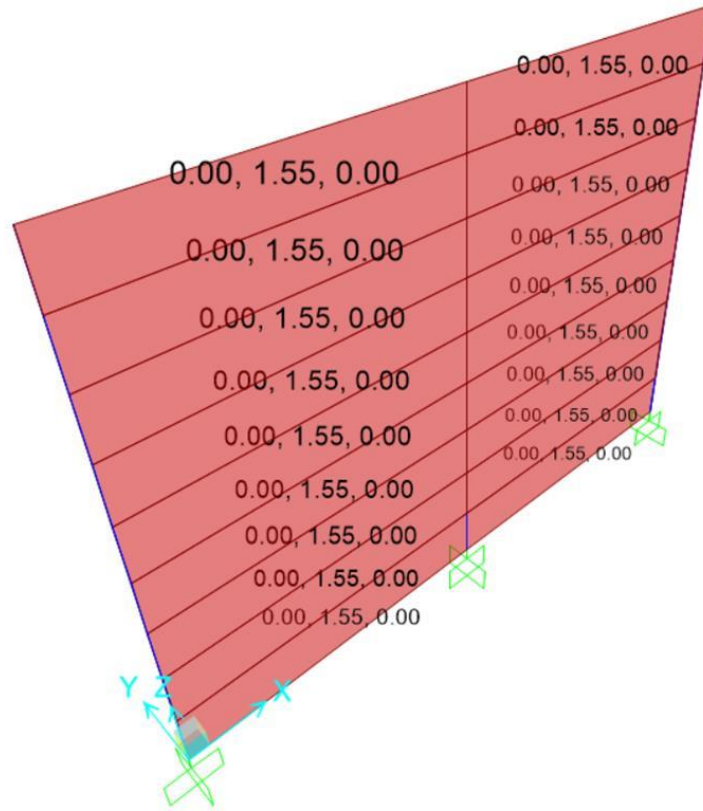


Figure 7 Vista - Azione del aerodinamiche+vento (Qwk2)

### 7.3 Azione termica (DT)

In accordo con il paragrafo 3.5.5 delle NTC 2018, relativamente al caso di strutture in acciaio esposte, è stata considerata un'azione termica uniforme pari a:

$$\Delta = \pm 25^{\circ}$$

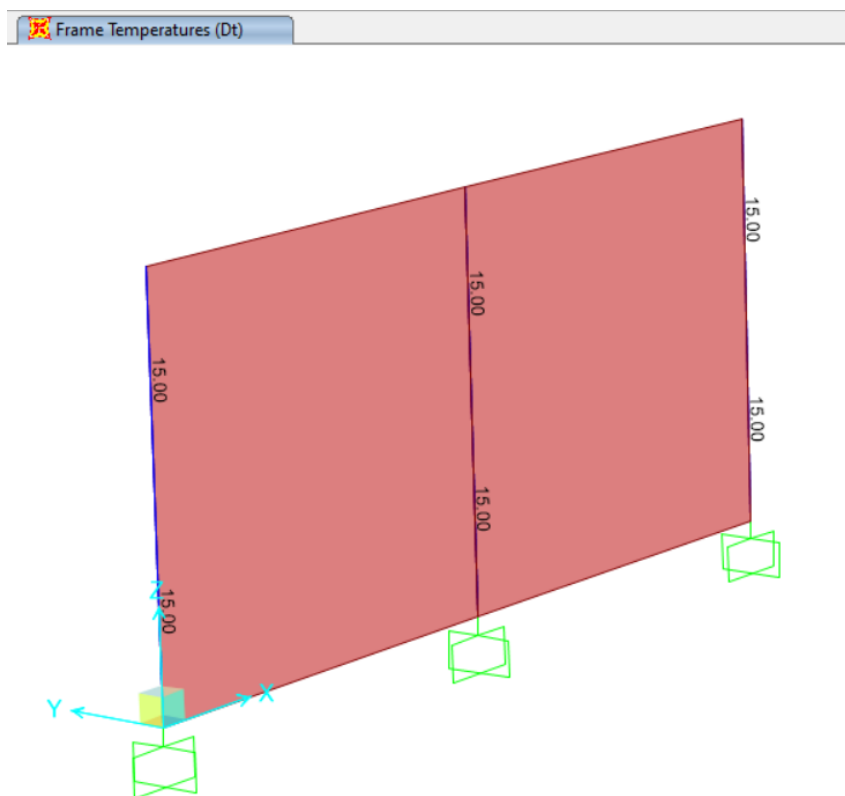


Figure 8 Vista - Azione termica (Dt)

	<b>LINEA COMPLETAMENTO RADDOPPIO LINEA PARMA–LA SPEZIA (PONTREMOLESE) TRATTA PARMA - VICOFERTILE</b>					
<b>RELAZIONE DI CALCOLO BARRIERA VETRATA PER FV01</b>	<b>COMMESSA</b> IP00	<b>LOTTO</b> 00	<b>CODIFICA</b> D26CL	<b>DOCUMENTO</b> BA 00 00 005	<b>REV.</b> B	<b>FOGLIO</b> 28 di 103

#### 7.4 Azione sismica (Sisma orizzontale e Sisma verticale)

Per la definizione dell'azione sismica sono necessarie delle valutazioni preliminari relative alle seguenti caratteristiche proprie della costruzione (2.4 – NTC2018):

- Vita Nominale ( $V_N$ );
- Classe d'uso ( $C_u$ );
- Periodo di Riferimento ( $V_R$ ).

Le azioni sismiche di progetto, in base alle quali valutare il rispetto dei diversi stati limite considerati, si definiscono a partire dalla “pericolosità sismica di base” del sito di costruzione, ai sensi dell’Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20 marzo 2003. La pericolosità sismica è definita in termini di accelerazione orizzontale massima attesa  $a_g$ , nonché di ordinate dello spettro di risposta elastico in accelerazione ad essa corrispondente, con riferimento a prefissata probabilità di eccedenza  $P_{VR}$  nel periodo di riferimento  $V_R$  (3.2 – NTC2018).

La normativa NTC2018 definisce le forme spettrali, per ciascuna delle probabilità di superamento nel periodo di riferimento  $P_{VR}$ , a partire dai valori dei seguenti parametri su sito di riferimento rigido orizzontale:

$a_g$  – Accelerazione orizzontale massima al sito;

$F_0$  – Valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;

$TC^*$  - Periodo d’inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>LINEA COMPLETAMENTO RADDOPPIO LINEA PARMA–LA SPEZIA          (PONTREMOLESE)          TRATTA PARMA - VICOFERTILE</b>					
	RELAZIONE DI CALCOLO BARRIERA VETRATA PER FV01	COMMESSA IP00	LOTTO 00	CODIFICA D26CL	DOCUMENTO BA 00 00 005	REV. B

Nei confronti delle azioni sismiche si definiscono due stati limite di esercizio e due ultimi, che sono individuati riferendosi alle prestazioni della costruzione nel suo complesso (3.2.1 – NTC2018), ai quali corrispondono i seguenti valori dei parametri precedentemente definiti:

Ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, si rende necessario valutare l'effetto della risposta sismica locale mediante specifiche analisi. In assenza di tali analisi, per la definizione dell'azione sismica si può far riferimento a un approccio semplificato, che si basa sull'individuazione di categorie di sottosuolo di riferimento (Tab. 3.2.II e 3.2.III – NTC2018).

Il terreno su cui insiste la costruzione è stato assimilato ad un sottosuolo di *categoria B*.

Nel caso in esame si può assumere una categoria topografica  $T_1$  (Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media  $i \leq 15^\circ$ ).

Lo spettro di risposta elastico in accelerazione è espresso da una forma spettrale (spettro normalizzato) riferita ad uno smorzamento convenzionale del 5%, moltiplicata per il valore dell'accelerazione orizzontale massima  $a_g$  su sito di riferimento rigido orizzontale. Sia la forma spettrale che il valore di  $a_g$  variano al variare della probabilità di superamento nel periodo di riferimento  $P_{VR}$ .

Lo spettro di risposta elastico orizzontale è descritto dalle seguenti espressioni, riportate al punto 3.2.3.2.1 – NTC2018:

$$0 \leq T \leq T_B \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \cdot \left[ \frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_0} \cdot \left( 1 - \frac{T}{T_B} \right) \right]$$

$$T_B \leq T < T_C \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0$$

$$T_C \leq T < T_D \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \cdot \left( \frac{T_C}{T} \right)$$

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>LINEA COMPLETAMENTO RADDOPPIO LINEA PARMA–LA SPEZIA          (PONTREMOLESE)          TRATTA PARMA - VICOFERTILE</b>					
	RELAZIONE DI CALCOLO BARRIERA VETRATA PER FV01	COMMESSA <b>IP00</b>	LOTTO <b>00</b>	CODIFICA <b>D26CL</b>	DOCUMENTO <b>BA 00 00 005</b>	REV. <b>B</b>

$$T_D \leq T \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \cdot \left( \frac{T_c \cdot T_D}{T^2} \right)$$

#### 7.4.1 Parametri sismici

L'opera ricade nel comune di Parma. I corrispondenti valori delle coordinate geografiche sono i seguenti:

latitudine = 44.813772

longitudine = 10.304507

Il sottosuolo su cui insiste l'opera ricade in categoria sismica "C" e categoria topografica "T1

Si attribuisce alla struttura una vita nominale  $V_N = 75$  anni e la classe d'uso III con coefficiente d'uso  $C_u=1.5$ , in conformità ai riferimenti normativi di cui al §3.1.

Il periodo di riferimento da considerare per il calcolo dell'azione sismica sarà quindi  $V_R=C_u \cdot V_N=112,5$  anni.

Nelle figure seguenti sono riportati gli spettri elastici utilizzati per la definizione dell'azione sismica di progetto. I valori di progetto caratteristici (probabilità di superamento  $P_{VR}$  e periodo di ritorno  $T_R$ ) sono i seguenti:

Stato Limite di salvaguardia della Vita:  $P_{VR} = 10\%$        $T_R = 712$  anni;

Stato limite di Danno:                       $P_{VR} = 63\%$        $T_R = 75$  anni;

Stato limite di Operatività:               $P_{VR} = 81\%$        $T_R = 45$  anni.

Response Spectrum Italian NTC2018 Function Definition



**Function Name**

**Function Damping Ratio**

**Parameters**

ag, F0 and Tc\* - by Latitude/Longitude

ag, F0 and Tc\* - by Island

ag, F0 and Tc\* User Specified

Site Longitude (degree)

Site Latitude (degree)

Island Name

Limit State

Usage Class

Nominal Life

Peak Ground Acc., ag/g

Magnification Factor, F0

Reference period, Tc\*

Spectrum Type

Soil Type

Topography

h/H ratio

Spectrum Period, Tb

Spectrum Period, Tc

Spectrum Period, Td

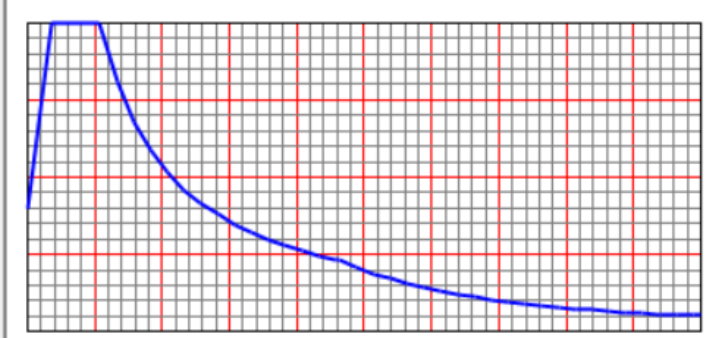
Damping Percentage, Xi

Behavior Factor, q

**Define Function**

Period	Acceleration
0.	0.096
0.1433	0.2393
0.4298	0.2393
0.5298	0.1941
0.6298	0.1633
0.7298	0.1409
0.8298	0.1239
0.9298	0.1106

**Function Graph**



**Figure 9 Parametri sismici SLO (horizontale)**

✦ Response Spectrum Italian NTC2018 Function Definition



**Function Name**

**Function Damping Ratio**

**Parameters**

ag, F0 and Tc\* - by Latitude/Longitude  
 ag, F0 and Tc\* - by Island  
 ag, F0 and Tc\* User Specified

Site Longitude (degree)

Site Latitude (degree)

Island Name

Limit State

Usage Class

Nominal Life

Peak Ground Acc., ag/g

Magnification Factor, F0

Reference period, Tc\*

Spectrum Type

Soil Type

Topography

h/H ratio

Spectrum Period, Tb

Spectrum Period, Tc

Spectrum Period, Td

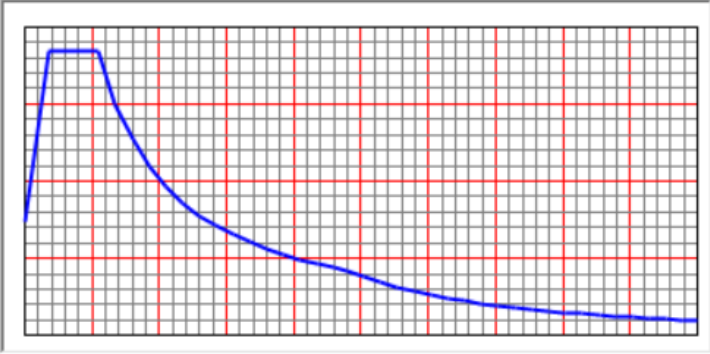
Damping Percentage, Xi

Behavior Factor, q

**Define Function**

Period	Acceleration
0.	0.119
0.1463	0.2951
0.4389	0.2951
0.5389	0.2403
0.6389	0.2027
0.7389	0.1753
0.8389	0.1544
0.9389	0.1379

**Function Graph**



**Figure 10 Parametri sismici SLD (horizontale)**



Response Spectrum Italian NTC2008 Function Definition



**Function Name**

**Function Damping Ratio**

**Parameters**

ag, F0 and Tc\* - by Latitude/Longitude  
 ag, F0 and Tc\* - by Island  
 ag, F0 and Tc\* User Specified

Site Longitude (degree)   
Site Latitude (degree)   
Island Name   
Limit State   
Usage Class   
Nominal Life   
Peak Ground Acc., ag/g   
Magnification Factor, F0   
Reference period, Tc\*   
Spectrum Type   
Soil Type   
Topography   
h/H ratio   
Spectrum Period, Tb   
Spectrum Period, Tc   
Spectrum Period, Td   
Damping Percentage, Xi   
Behavior Factor, q

**Define Function**

Period		Acceleration	
0.		0.2633	▲
0.1528	▲	0.6506	
0.4585		0.6506	▼
0.5585		0.5341	
0.6585		0.453	
0.7585		0.3933	
0.8585		0.3475	
0.9585	▼	0.3112	

**Function Graph**

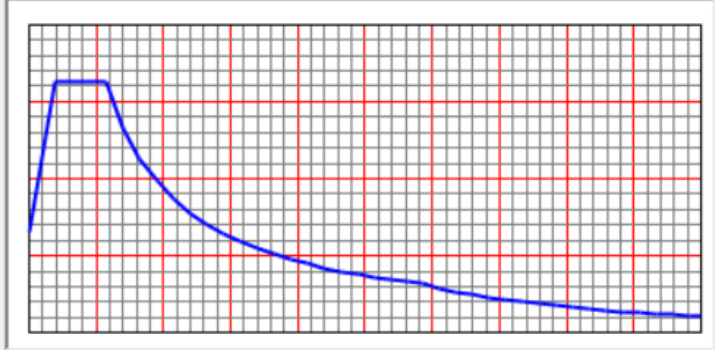


Figure 11 Parametri sismici SLV-H (horizontale)

Response Spectrum Italian NTC2008 Function Definition



**Function Name**

**Function Damping Ratio**

**Parameters**

ag, F0 and Tc\* - by Latitude/Longitude  
 ag, F0 and Tc\* - by Island  
 ag, F0 and Tc\* User Specified

Site Longitude (degree)

Site Latitude (degree)

Island Name

Limit State

Usage Class

Nominal Life

Peak Ground Acc., ag/g

Magnification Factor, F0

Reference period, Tc\*

Spectrum Type

Soil Type

Topography

h/H ratio

Spectrum Period, Tb

Spectrum Period, Tc

Spectrum Period, Td

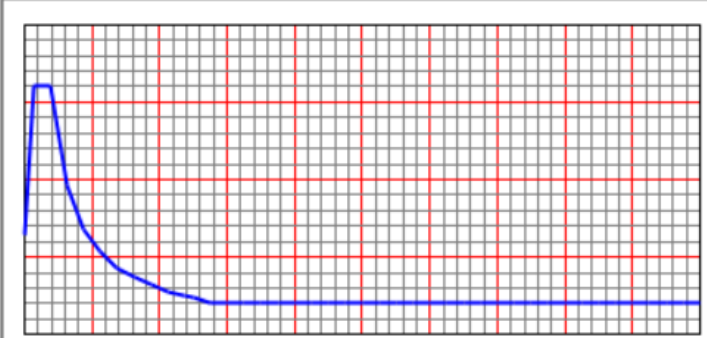
Damping Percentage, Xi

Behavior Factor, q

**Define Function**

Period		Acceleration	
0.	▲	0.13	▲
0.05	■	0.32	■
0.15	■	0.32	■
0.25	■	0.192	■
0.35	■	0.1371	■
0.45	■	0.1067	■
0.55	■	0.0873	■
0.65	▼	0.0738	▼

**Function Graph**



**Figure 12 Parametri sismici SLV-V (verticale)**

## 7.5 Combinazioni delle azioni

Le azioni caratteristiche (carichi, distorsioni, variazioni termiche, ecc.), definite nei paragrafi precedenti, dovranno essere combinate tra loro in accordo con quanto indicato nel capitolo 2 delle NTC 2018. Per costruzioni civili o industriali di tipo corrente e per le quali non esistano regolamentazioni specifiche, le azioni di calcolo si ottengono combinando le azioni caratteristiche secondo le seguenti formule di correlazione.

- Combinazione fondamentale, utilizzata per gli stati limite ultimi (SLU):

$$\gamma_{G1} \cdot G_1 + \gamma_{G2} \cdot G_2 + \gamma_P \cdot P + \gamma_{Q1} \cdot Q_{k1} + \gamma_{Q2} \cdot \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \gamma_{Q3} \cdot \psi_{03} \cdot Q_{k3} + \dots$$

- Combinazione caratteristica, impiegata per gli stati limite di esercizio irreversibili (SLE Rara):

$$G_1 + G_2 + P + Q_{k1} + \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \psi_{03} \cdot Q_{k3} + \dots$$

- Combinazione quasi permanente, impiegata per gli effetti a lungo termine (SLE Quasi permanente):

$$G_1 + G_2 + P + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \psi_{23} \cdot Q_{k3} + \dots$$

- Combinazione sismica, impiegata per gli stati limite ultimi di salvaguardia per la vita (SLV) e di esercizio (SLO) connessi con l'azione sismica E:

$$E + G_1 + G_2 + P + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \dots$$

- Combinazione eccezionale, impiegata per gli stati limite ultimi connessi alle azioni eccezionali di progetto Ad:

$$G_1 + G_2 + P + A_d + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \dots$$

Con l'obiettivo di controllare che le forze di reazione sugli appoggi siano sempre di compressione, è stata inserita una combinazione che minimizza i permanenti e massimizza gli accidentali sulla rampa. Tale combinazione è la SLU09.

**TABLE: Definizioni dei casi di carico**

Casi	Tipo	Cond iniziale	Caso modello	
Text	Text	Text	Text	
G1k	LinStatic	Zero	DEAD	Peso proprio strutture
MODAL	LinModal	Zero		MODAL
G2k	LinStatic	Zero	DEAD	Carichi permanenti non strutturali
Qhk	LinStatic	Zero	LIVE	Carico Accidentali
Qnk	LinStatic	Zero	SNOW	Azione della neve
Qwk1	LinStatic	Zero	WIND	Azione del vento
Qwk2	LinStatic	Zero	WIND	Azione del vento
Qwk3	LinStatic	Zero	WIND	Azione del vento
Qwk4	LinStatic	Zero	WIND	Azione del vento
QTE	LinStatic	Zero	Other	Other
Dt	LinStatic	Zero		Azione termica
SISMA_SLV_X	LinRespSpec		MODAL	Sisma X
SISMA_SLV_Y	LinRespSpec		MODAL	Sisma Y
SISMA_SLV_Z	LinRespSpec		MODAL	Sisma Z
SISMA_SLD_X	LinRespSpec		MODAL	Sisma X
SISMA_SLD_Y	LinRespSpec		MODAL	Sisma Y
SISMA_SLO_X	LinRespSpec		MODAL	Sisma X
SISMA_SLO_Y	LinRespSpec		MODAL	Sisma Y

TABLE: Combination Definitions				
ComboName	ComboType	CaseType	CaseName	ScaleFactor
Text	Text	Text	Text	Unitless
SLU_01	Linear Add	Linear Static	DEAD	1.35
SLU_01		Linear Static	G2k	1.5
SLU_01		Linear Static	Qhk	1.5
SLU_01		Linear Static	Qnk	0.75
SLU_01		Linear Static	Qwk1	0
SLU_01		Linear Static	Qwk2	0.9
SLU_01		Linear Static	Qwk3	0.9
SLU_01		Linear Static	QTE	0.9
SLU_01		Linear Static	Dt	0.9
SLU_01		Linear Static	Qwk4	0
SLU_02	Linear Add	Linear Static	DEAD	1.35
SLU_02		Linear Static	G2k	1.5
SLU_02		Linear Static	Qhk	0
SLU_02		Linear Static	Qnk	1.5
SLU_02		Linear Static	Qwk1	0
SLU_02		Linear Static	Qwk2	1.5
SLU_02		Linear Static	Qwk3	0
SLU_02		Linear Static	QTE	0
SLU_02		Linear Static	Dt	0
SLU_02		Linear Static	Qwk4	0
SLU_03	Linear Add	Linear Static	DEAD	1.35
SLU_03		Linear Static	G2k	1.5
SLU_03		Linear Static	Qhk	1.05
SLU_03		Linear Static	Qnk	0.75
SLU_03		Linear Static	Qwk1	0
SLU_03		Linear Static	Qwk2	1.5
SLU_03		Linear Static	Qwk3	1.5
SLU_03		Linear Static	QTE	1.5
SLU_03		Linear Static	Dt	0.9
SLU_03		Linear Static	Qwk4	0

RELAZIONE DI CALCOLO BARRIERA VETRATA  
 PER FV01

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IP00	00	D26CL	BA 00 00 005	B	38 di 103

SLU_04	Linear Add	Linear Static	DEAD	1.35
SLU_04		Linear Static	G2k	1.5
SLU_04		Linear Static	Qhk	1.05
SLU_04		Linear Static	Qnk	0.75
SLU_04		Linear Static	Qwk1	0
SLU_04		Linear Static	Qwk2	0.9
SLU_04		Linear Static	Qwk3	0.9
SLU_04		Linear Static	QTE	0.9
SLU_04		Linear Static	Dt	1.5
SLU_04		Linear Static	Qwk4	0
SLU_05	Linear Add	Linear Static	DEAD	1.35
SLU_05		Linear Static	G2k	1.5
SLU_05		Linear Static	Qhk	1.5
SLU_05		Linear Static	Qnk	0.75
SLU_05		Linear Static	Qwk1	0.9
SLU_05		Linear Static	Qwk2	0
SLU_05		Linear Static	Qwk3	0.9
SLU_05		Linear Static	QTE	0.9
SLU_05		Linear Static	Dt	-0.9
SLU_05		Linear Static	Qwk4	1.5
SLU_06	Linear Add	Linear Static	DEAD	1.35
SLU_06		Linear Static	G2k	1.5
SLU_06		Linear Static	Qhk	1.05
SLU_06		Linear Static	Qnk	1.5
SLU_06		Linear Static	Qwk1	0.9
SLU_06		Linear Static	Qwk2	0
SLU_06		Linear Static	Qwk3	0.9
SLU_06		Linear Static	QTE	0.9
SLU_06		Linear Static	Dt	-0.9
SLU_06		Linear Static	Qwk4	1.05
SLU_07	Linear Add	Linear Static	DEAD	1.35
SLU_07		Linear Static	G2k	1.5
SLU_07		Linear Static	Qhk	1.05
SLU_07		Linear Static	Qnk	0.75

RELAZIONE DI CALCOLO BARRIERA VETRATA  
 PER FV01

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IP00	00	D26CL	BA 00 00 005	B	39 di 103

SLU_07		Linear Static	Qwk1	1.5
SLU_07		Linear Static	Qwk2	0
SLU_07		Linear Static	Qwk3	1.5
SLU_07		Linear Static	QTE	1.5
SLU_07		Linear Static	Dt	-0.9
SLU_07		Linear Static	Qwk4	1.05
SLU_08	Linear Add	Linear Static	DEAD	1.35
SLU_08		Linear Static	G2k	1.5
SLU_08		Linear Static	Qhk	1.05
SLU_08		Linear Static	Qnk	0.75
SLU_08		Linear Static	Qwk1	0.9
SLU_08		Linear Static	Qwk2	0
SLU_08		Linear Static	Qwk3	0.9
SLU_08		Linear Static	QTE	0.9
SLU_08		Linear Static	Dt	-1.5
SLU_08		Linear Static	Qwk4	1.05
SLU_09	Linear Add	Linear Static	DEAD	0.9
SLU_09		Linear Static	G2k	0.9
SLU_09		Linear Static	Qwk4	1.5
SLUINV	Envelope	Response Combo	SLU_01	1
SLUINV		Response Combo	SLU_02	1
SLUINV		Response Combo	SLU_03	1
SLUINV		Response Combo	SLU_04	1
SLUINV		Response Combo	SLU_05	1
SLUINV		Response Combo	SLU_06	1
SLUINV		Response Combo	SLU_07	1
SLUINV		Response Combo	SLU_08	1
SLUINV		Response Combo	SLU_09	1
SISMAINV	Envelope	Response Combo	EX	1
SISMAINV		Response Combo	EY	1
SISMAINV		Response Combo	EZ	1
SLE_C	Linear Add	Linear Static	DEAD	1
SLE_C		Linear Static	G2k	1
SLE_C		Linear Static	Qhk	0

RELAZIONE DI CALCOLO BARRIERA VETRATA  
 PER FV01

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IP00	00	D26CL	BA 00 00 005	B	40 di 103

SLE_C		Linear Static	Qnk	1
SLE_C		Linear Static	Qwk1	0
SLE_C		Linear Static	Qwk2	1
SLE_C		Linear Static	Qwk3	0
SLE_C		Linear Static	QTE	0
SLE_acc	Linear Add	Linear Static	DEAD	1
SLE_acc		Linear Static	G2k	1
SLE_acc		Linear Static	Qwk2	1
SLE_var	Linear Add	Linear Static	DEAD	0
SLE_var		Linear Static	G2k	0
SLE_var		Linear Static	Qnk	0
SLE_var		Linear Static	Qwk1	0
SLE_var		Linear Static	Qwk2	1
SLE_var		Linear Static	Qwk3	1
SLE_var		Linear Static	QTE	1
SLEC_1	Linear Add	Linear Static	DEAD	1
SLEC_1		Linear Static	G2k	1
SLEC_1		Linear Static	Qhk	1
SLEC_1		Linear Static	Qnk	1
SLEC_1		Linear Static	Qwk1	0
SLEC_1		Linear Static	Qwk2	1
SLEC_1		Linear Static	Qwk4	1
SLEC_1		Linear Static	QTE	1
SLEC_2	Linear Add	Linear Static	DEAD	1
SLEC_2		Linear Static	G2k	1
SLEC_2		Linear Static	Qhk	1
SLEC_2		Linear Static	Qnk	0
SLEC_2		Linear Static	Qwk1	1
SLEC_2		Linear Static	Qwk2	0
SLEC_2		Linear Static	Qwk4	0
SLEC_2		Linear Static	QTE	0
SLV_1	Linear Add	Linear Static	DEAD	1
SLV_1		Linear Static	G2k	1
SLV_1		Linear Static	Qhk	0.2



SLV_1		Linear Static	Qnk	0.2
SLV_1		Linear Static	Qwk1	0.2
SLV_1		Linear Static	Qwk2	0.2
SLV_1		Linear Static	Qwk3	0.2
SLV_1		Linear Static	QTE	0.2
SLV_1		Response Spectrum	SISMA_SLV_X	1
SLV_2	Linear Add	Linear Static	DEAD	1
SLV_2		Linear Static	G2k	1
SLV_2		Linear Static	Qhk	0.2
SLV_2		Linear Static	Qnk	0.2
SLV_2		Linear Static	Qwk1	0.2
SLV_2		Linear Static	Qwk2	0.2
SLV_2		Linear Static	Qwk3	0.2
SLV_2		Linear Static	QTE	0.2
SLV_2		Response Spectrum	SISMA_SLV_Y	1
SLV_3	Linear Add	Linear Static	DEAD	1
SLV_3		Linear Static	G2k	1
SLV_3		Linear Static	Qhk	0.2
SLV_3		Linear Static	Qnk	0.2
SLV_3		Linear Static	Qwk1	0.2
SLV_3		Linear Static	Qwk2	0.2
SLV_3		Linear Static	Qwk3	0.2
SLV_3		Linear Static	QTE	0.2
SLV_3		Response Spectrum	SISMA_SLV_Z	0.5
SLV_4	Linear Add	Linear Static	DEAD	1
SLV_4		Linear Static	G2k	1
SLV_4		Linear Static	Qhk	0.2
SLV_4		Linear Static	Qnk	0.2
SLV_4		Linear Static	Qwk1	0.2
SLV_4		Linear Static	Qwk2	0.2
SLV_4		Linear Static	Qwk3	0.2
SLV_4		Linear Static	QTE	0.2
SLV_4		Response Spectrum	SISMA_SLV_X	-1
SLV_5	Linear Add	Linear Static	DEAD	1

SLV_5		Linear Static	G2k	1
SLV_5		Linear Static	Qhk	0.2
SLV_5		Linear Static	Qnk	0.2
SLV_5		Linear Static	Qwk1	0.2
SLV_5		Linear Static	Qwk2	0.2
SLV_5		Linear Static	Qwk3	0.2
SLV_5		Linear Static	QTE	0.2
SLV_5		Response Spectrum	SISMA_SLV_Y	-1
SLV_6	Linear Add	Linear Static	DEAD	1
SLV_6		Linear Static	G2k	1
SLV_6		Linear Static	Qhk	0.2
SLV_6		Linear Static	Qnk	0.2
SLV_6		Linear Static	Qwk1	0.2
SLV_6		Linear Static	Qwk2	0.2
SLV_6		Linear Static	Qwk3	0.2
SLV_6		Linear Static	QTE	0.2
SLV_6		Response Spectrum	SISMA_SLV_Z	-0.5

## 8 VERIFICA DELLA STRUTTURA

### 8.1 Analisi Dinamica

Per il calcolo delle sollecitazioni strutturali è stato impiegato il programma di calcolo agli elementi finiti SAP2000 v.21.0.2. Stante il tipo di analisi condotta, ossia dinamica lineare con spettro di risposta, è stato necessario svolgere dapprima un'analisi modale per determinare i periodi e le frequenze associate ai differenti modi. Questi ultimi sono stati considerati in numero tale da rispettare le prescrizioni previste dalle NTC 2018 al paragrafo § 7.3.3.1 in cui è riportato: "Devono essere considerati tutti i modi con massa partecipante significativa. È opportuno a tal riguardo considerare tutti i modi con massa partecipante superiore al 5% e comunque un numero di modi la cui massa partecipante totale sia superiore all'85%. Per la combinazione degli effetti relativi ai singoli modi deve essere utilizzata una combinazione quadratica completa degli effetti relativi a ciascun modo".

Si riporta di seguito una tabella riepilogativa contenente i risultati dell'analisi modale svolta considerando un numero massimo di modi pari a 25.

3m

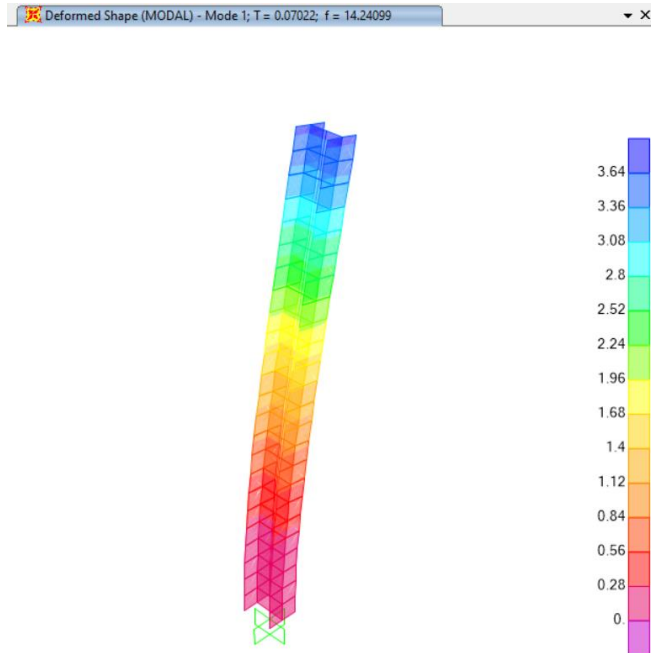
TABLE: Modal Participating Mass Ratios															
OutputCase	StepType	StepNum	Period	UX	UY	UZ	SumUX	SumUY	SumUZ	RX	RY	RZ	SumRX	SumRY	SumRZ
Text	Text	Unitless	Sec	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless
MODAL	Mode	1	0.07022	28%	0%	0%	28%	0%	0%	0%	2%	0%	0%	2%	0%
MODAL	Mode	2	0.059753	22%	0%	0%	50%	0%	0%	0%	1%	0%	0%	3%	0%
MODAL	Mode	3	0.059753	18%	0%	0%	68%	0%	0%	0%	1%	0%	0%	5%	0%
MODAL	Mode	4	0.043258	0%	28%	0%	68%	28%	0%	23%	0%	0%	23%	5%	0%
MODAL	Mode	5	0.03681	0%	19%	0%	68%	47%	0%	16%	0%	36%	40%	5%	36%
MODAL	Mode	6	0.03681	0%	21%	0%	68%	69%	0%	18%	0%	33%	57%	5%	69%
MODAL	Mode	7	0.012172	9%	0%	0%	77%	69%	0%	0%	1%	0%	57%	5%	69%
MODAL	Mode	8	0.010358	13%	0%	0%	90%	69%	0%	0%	1%	0%	57%	6%	69%
MODAL	Mode	9	0.010358	0%	0%	0%	90%	69%	0%	0%	0%	0%	57%	6%	69%
MODAL	Mode	10	0.008272	0%	9%	0%	90%	78%	0%	11%	0%	0%	68%	6%	69%
MODAL	Mode	11	0.007039	0%	0%	0%	90%	78%	0%	0%	0%	23%	68%	6%	92%
MODAL	Mode	12	0.007039	0%	14%	0%	90%	92%	0%	16%	0%	0%	84%	6%	92%
MODAL	Mode	13	0.004754	3%	0%	0%	93%	92%	0%	0%	0%	0%	84%	7%	92%
MODAL	Mode	14	0.004045	4%	0%	0%	97%	92%	0%	0%	1%	0%	84%	7%	92%
MODAL	Mode	15	0.004045	0%	0%	0%	97%	92%	0%	0%	0%	0%	84%	7%	92%
MODAL	Mode	16	0.003694	0%	3%	0%	97%	94%	0%	5%	0%	0%	89%	7%	92%
MODAL	Mode	17	0.003143	0%	4%	0%	97%	98%	0%	7%	0%	0%	96%	7%	92%
MODAL	Mode	18	0.003143	0%	0%	0%	97%	98%	0%	0%	0%	7%	96%	7%	98%
MODAL	Mode	19	0.002906	0%	0%	37%	97%	98%	37%	0%	0%	0%	96%	7%	98%
MODAL	Mode	20	0.002877	1%	0%	0%	98%	98%	37%	0%	0%	0%	96%	7%	98%
MODAL	Mode	21	0.002554	0%	1%	0%	98%	99%	37%	1%	0%	0%	98%	7%	98%
MODAL	Mode	22	0.002473	0%	0%	43%	98%	99%	79%	0%	17%	0%	98%	24%	98%
MODAL	Mode	23	0.002473	0%	0%	11%	98%	99%	90%	0%	66%	0%	98%	91%	98%
MODAL	Mode	24	0.002448	0%	0%	0%	98%	99%	90%	0%	0%	0%	98%	91%	98%
MODAL	Mode	25	0.002448	2%	0%	0%	100%	99%	90%	0%	0%	0%	98%	91%	98%

RELAZIONE DI CALCOLO BARRIERA VETRATA  
 PER FV01

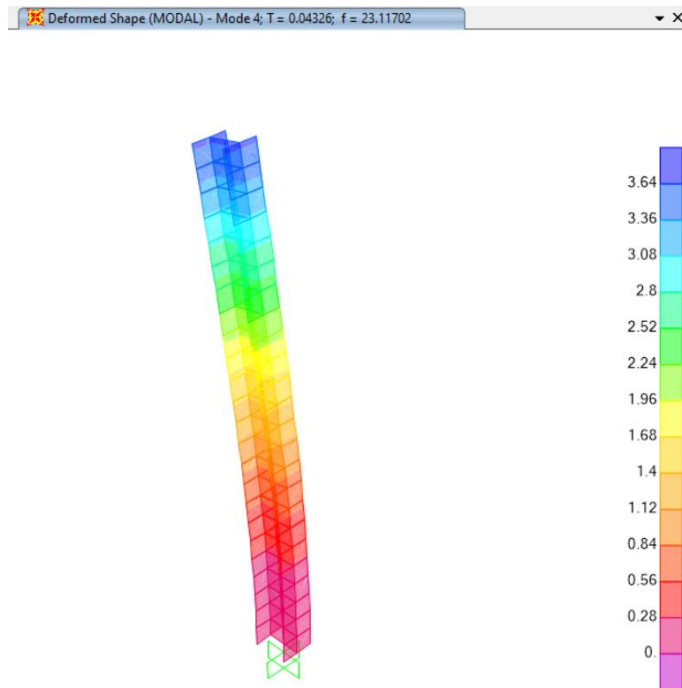
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IP00	00	D26CL	BA 00 00 005	B	44 di 103

5.0m

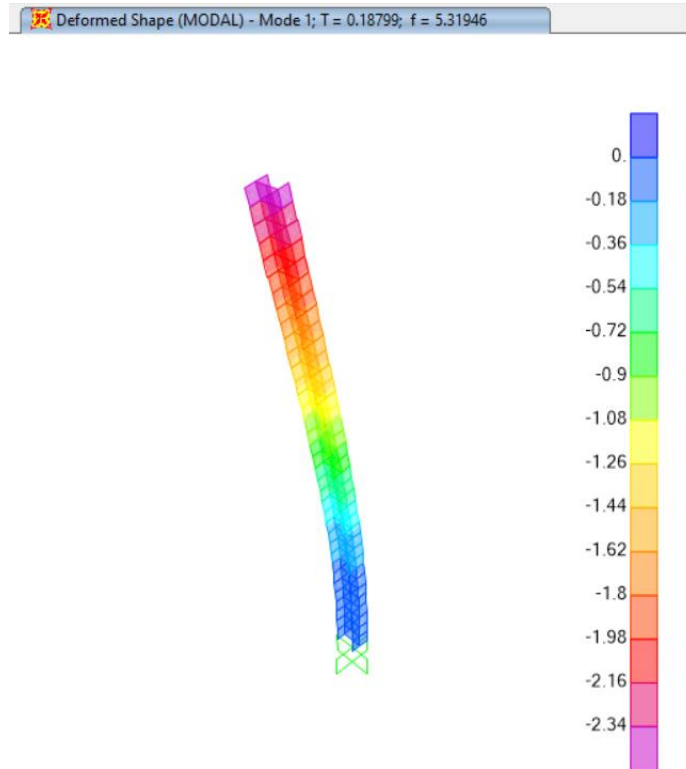
TABLE: Modal Participating Mass Ratios															
OutputCase	StepType	StepNum	Period	UX	UY	UZ	SumUX	SumUY	SumUZ	RX	RY	RZ	SumRX	SumRY	SumRZ
Text	Text	Unitless	Sec	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless
MODAL	Mode	1	0.187989	25%	0%	0%	25%	0%	0%	0%	4%	0%	0%	4%	0%
MODAL	Mode	2	0.167519	19%	0%	0%	44%	0%	0%	0%	3%	0%	0%	7%	0%
MODAL	Mode	3	0.167519	21%	0%	0%	66%	0%	0%	0%	3%	0%	0%	11%	0%
MODAL	Mode	4	0.111819	0%	25%	0%	66%	25%	0%	19%	0%	0%	19%	11%	0%
MODAL	Mode	5	0.099643	0%	36%	0%	66%	62%	0%	28%	0%	6%	47%	11%	6%
MODAL	Mode	6	0.099643	0%	4%	0%	66%	66%	0%	3%	0%	59%	50%	11%	66%
MODAL	Mode	7	0.031124	8%	0%	0%	73%	66%	0%	0%	2%	0%	50%	12%	66%
MODAL	Mode	8	0.027735	12%	0%	0%	86%	66%	0%	0%	3%	0%	50%	15%	66%
MODAL	Mode	9	0.027735	0%	0%	0%	86%	66%	0%	0%	0%	0%	50%	15%	66%
MODAL	Mode	10	0.019197	0%	8%	0%	86%	74%	0%	9%	0%	0%	59%	15%	66%
MODAL	Mode	11	0.017107	0%	6%	0%	86%	80%	0%	7%	0%	11%	66%	15%	77%
MODAL	Mode	12	0.017107	0%	7%	0%	86%	87%	0%	7%	0%	10%	74%	15%	87%
MODAL	Mode	13	0.011536	3%	0%	0%	89%	87%	0%	0%	1%	0%	74%	16%	87%
MODAL	Mode	14	0.01028	0%	0%	0%	89%	87%	0%	0%	0%	0%	74%	16%	87%
MODAL	Mode	15	0.01028	4%	0%	0%	93%	87%	0%	0%	2%	0%	74%	18%	87%
MODAL	Mode	16	0.007522	0%	3%	0%	93%	90%	0%	5%	0%	0%	79%	18%	87%
MODAL	Mode	17	0.006703	0%	0%	0%	93%	90%	0%	0%	0%	7%	79%	18%	94%
MODAL	Mode	18	0.006703	0%	4%	0%	93%	94%	0%	8%	0%	0%	87%	18%	94%
MODAL	Mode	19	0.006171	1%	0%	0%	95%	94%	0%	0%	1%	0%	87%	19%	94%
MODAL	Mode	20	0.005499	0%	0%	0%	95%	94%	0%	0%	0%	0%	87%	19%	94%
MODAL	Mode	21	0.005499	2%	0%	0%	97%	94%	0%	0%	1%	0%	87%	20%	94%
MODAL	Mode	22	0.004551	0%	0%	34%	97%	94%	34%	0%	0%	0%	87%	20%	94%
MODAL	Mode	23	0.004358	0%	1%	0%	97%	96%	34%	3%	0%	0%	90%	20%	94%
MODAL	Mode	24	0.004055	0%	0%	51%	97%	96%	85%	0%	3%	0%	90%	23%	94%
MODAL	Mode	25	0.004055	0%	0%	3%	97%	96%	87%	0%	65%	0%	90%	89%	94%



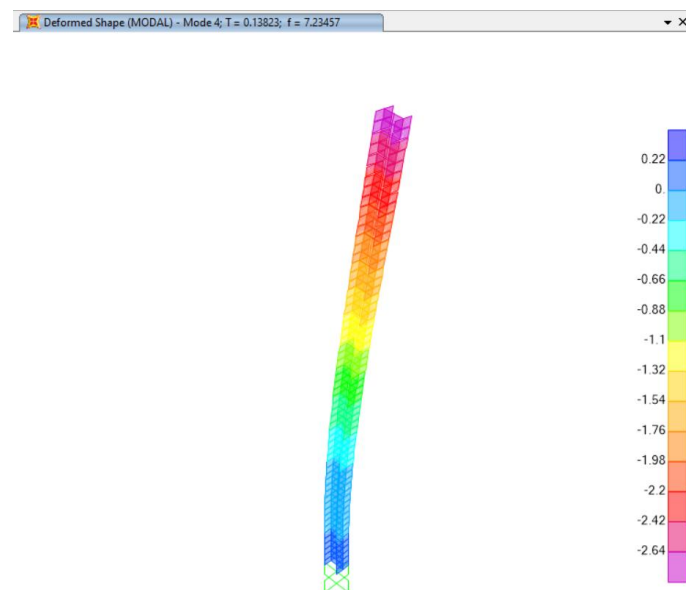
**Figure 13 Deformata modale del Modo 1 in direzione X\_3m**



**Figure 14 Deformata modale del Modo 4 in direzione Y\_3m**



**Figure 15 Deformata modale del Modo 1 in direzione X\_5m**



**Figure 16 Deformata modale del Modo 4 in direzione Y\_5m**

## 8.2 Azioni Sugli Apparecchi Di Appoggio

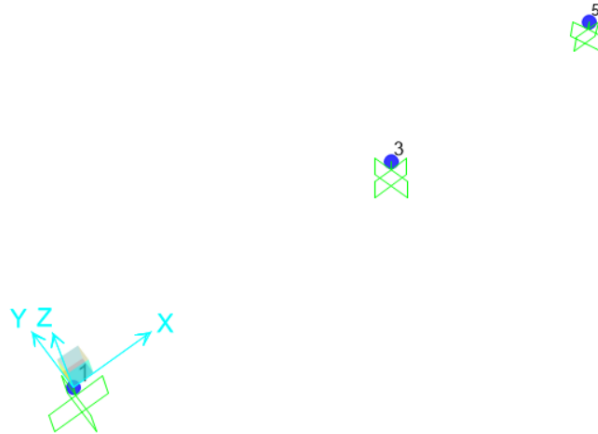


Figure 17 Riferimenti nodali per gli appoggi della struttura

3m

TABLE: Joint Reactions 3m									
Joint	OutputCase	CaseType	StepType	F1	F2	F3	M1	M2	M3
Text	Text	Text	Text	KN	KN	KN	KN-m	KN-m	KN-m
1	SLUINV	Combination	Max	0.00	0.56	2.77	11.25	0.00	0.00
1	SLUINV	Combination	Min	0.00	-9.00	1.77	-0.70	0.00	0.00
1	SLV_INV	Combination	Max	0.50	0.13	2.08	2.85	0.91	0.00
1	SLV_INV	Combination	Min	-0.50	-2.09	1.86	-0.24	-0.91	0.00
1	SLE_INV	Combination	Max	0.00	-2.25	1.97	7.03	0.00	0.00
1	SLE_INV	Combination	Min	0.00	-5.63	0.00	2.81	0.00	0.00
3	SLUINV	Combination	Max	0.00	1.13	3.90	22.50	0.00	0.00
3	SLUINV	Combination	Min	0.00	-18.00	2.45	-1.41	0.00	0.00
3	SLV_INV	Combination	Max	0.73	0.19	2.87	5.26	1.34	0.00
3	SLV_INV	Combination	Min	-0.73	-3.93	2.57	-0.34	-1.34	0.00
3	SLE_INV	Combination	Max	0.00	-4.50	2.72	14.06	0.00	0.00
3	SLE_INV	Combination	Min	0.00	-11.25	0.00	5.63	0.00	0.00
5	SLUINV	Combination	Max	0.00	0.56	2.77	11.25	0.00	0.00
5	SLUINV	Combination	Min	0.00	-9.00	1.77	-0.70	0.00	0.00
5	SLV_INV	Combination	Max	0.50	0.13	2.08	2.85	0.91	0.00
5	SLV_INV	Combination	Min	-0.50	-2.09	1.86	-0.24	-0.91	0.00
5	SLE_INV	Combination	Max	0.00	-2.25	1.97	7.03	0.00	0.00
5	SLE_INV	Combination	Min	0.00	-5.63	0.00	2.81	0.00	0.00

5m

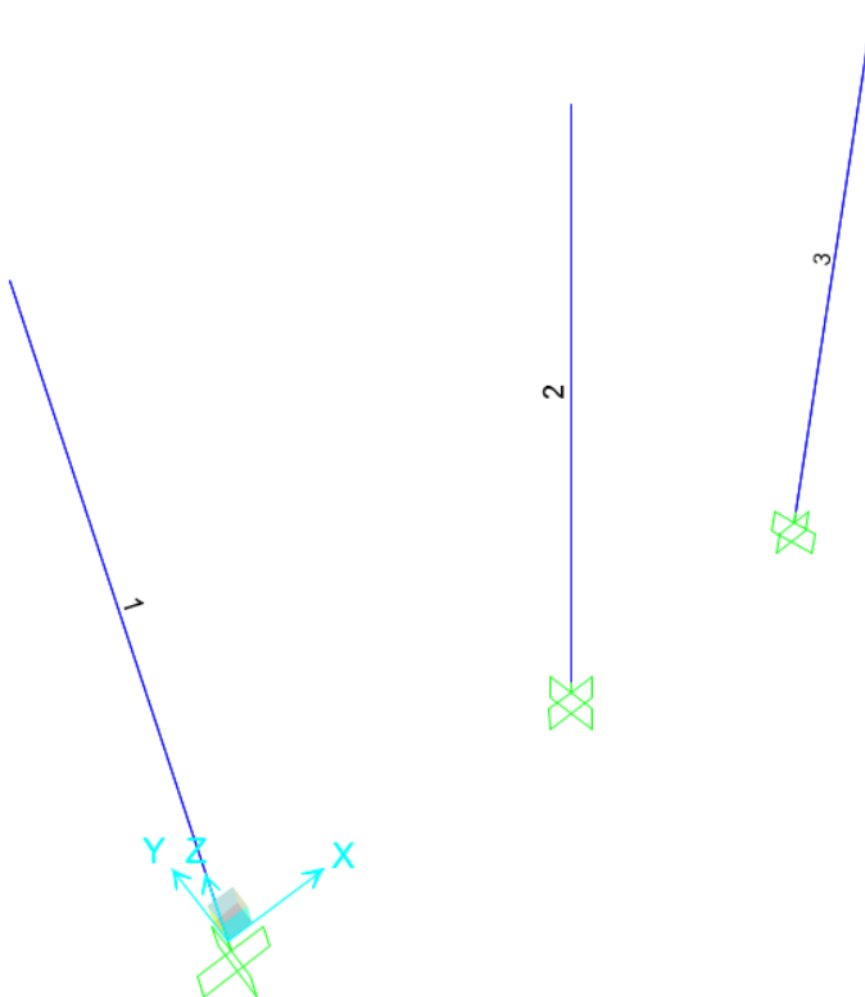
TABLE: Joint Reactions 5m									
Joint	OutputCase	CaseType	StepType	F1	F2	F3	M1	M2	M3
Text	Text	Text	Text	KN	KN	KN	KN-m	KN-m	KN-m
1	SLUINV	Combination	Max	0.00	1.01	7.23	36.45	0.00	0.00
1	SLUINV	Combination	Min	0.00	-16.20	4.69	-2.28	0.00	0.00
1	SLV_INV	Combination	Max	2.06	0.50	5.51	12.06	6.76	0.00
1	SLV_INV	Combination	Min	-2.06	-4.62	4.90	-1.61	-6.76	0.00
1	SLE_INV	Combination	Max	0.00	-4.05	5.21	22.78	0.00	0.00
1	SLE_INV	Combination	Min	0.00	-10.13	0.00	9.11	0.00	0.00
3	SLUINV	Combination	Max	0.00	2.03	9.26	72.90	0.00	0.00
3	SLUINV	Combination	Min	0.00	-32.40	5.90	-4.56	0.00	0.00
3	SLV_INV	Combination	Max	2.60	0.66	6.94	20.54	8.52	0.00
3	SLV_INV	Combination	Min	-2.60	-8.14	6.17	-2.15	-8.52	0.00
3	SLE_INV	Combination	Max	0.00	-8.10	6.56	45.56	0.00	0.00
3	SLE_INV	Combination	Min	0.00	-20.25	0.00	18.23	0.00	0.00
5	SLUINV	Combination	Max	0.00	1.01	7.23	36.45	0.00	0.00
5	SLUINV	Combination	Min	0.00	-16.20	4.69	-2.28	0.00	0.00
5	SLV_INV	Combination	Max	2.06	0.50	5.51	12.06	6.76	0.00
5	SLV_INV	Combination	Min	-2.06	-4.62	4.90	-1.61	-6.76	0.00
5	SLE_INV	Combination	Max	0.00	-4.05	5.21	22.78	0.00	0.00
5	SLE_INV	Combination	Min	0.00	-10.13	0.00	9.11	0.00	0.00



### 8.3 Diagrammi delle sollecitazioni e Verifiche strutturali di resistenza delle membrature

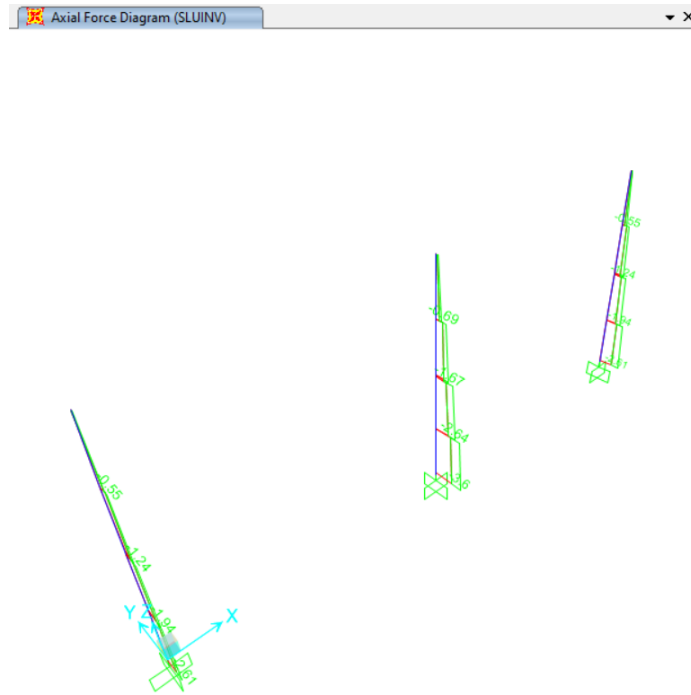
Si riportano di seguito i diagrammi qualitativi delle sollecitazioni per l'involuppo delle combinazioni SLU e di quelle sismiche all'SLV.

#### 8.3.1 Colonne

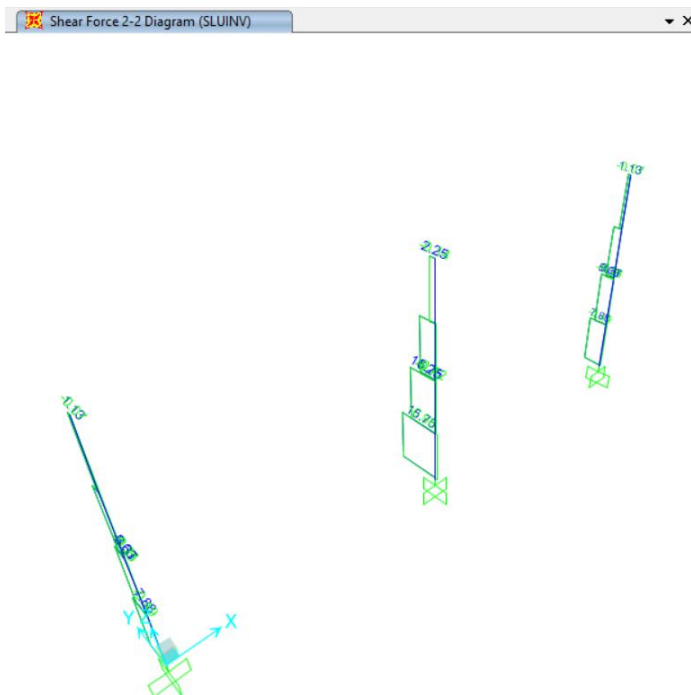


**Figure 18 Colonne**

3m



**Figure 19 Diagramma combinazione involuppo SLU\_N\_3m**



**Figure 20 Diagramma combinazione involuppo SLU\_V\_3m**

Moment 3-3 Diagram (SLUINV)

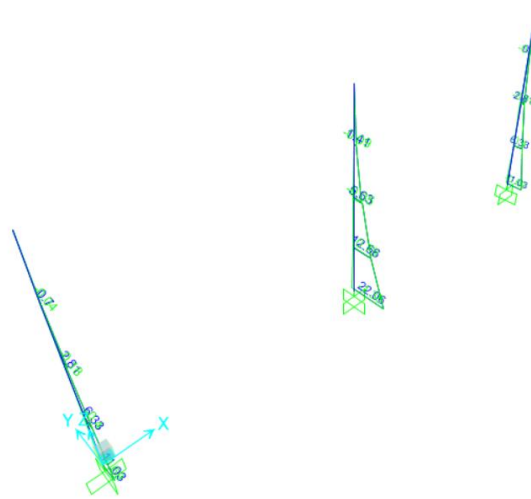


Figure 21 Diagramma combinazione involuppo SLU\_M\_3m

Axial Force Diagram (SLE\_INV)

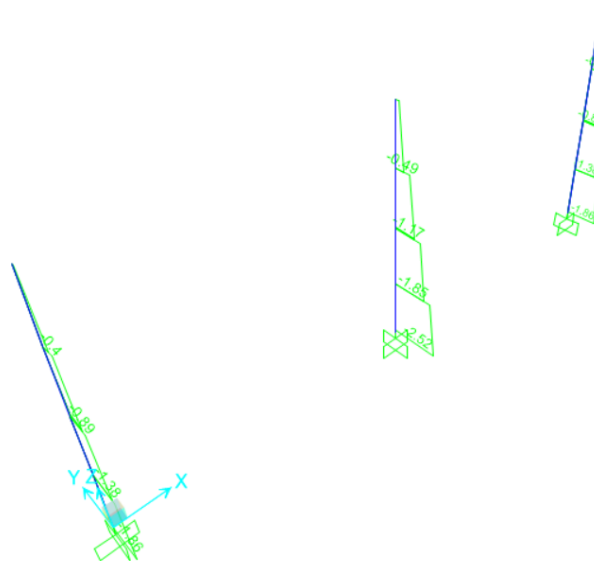
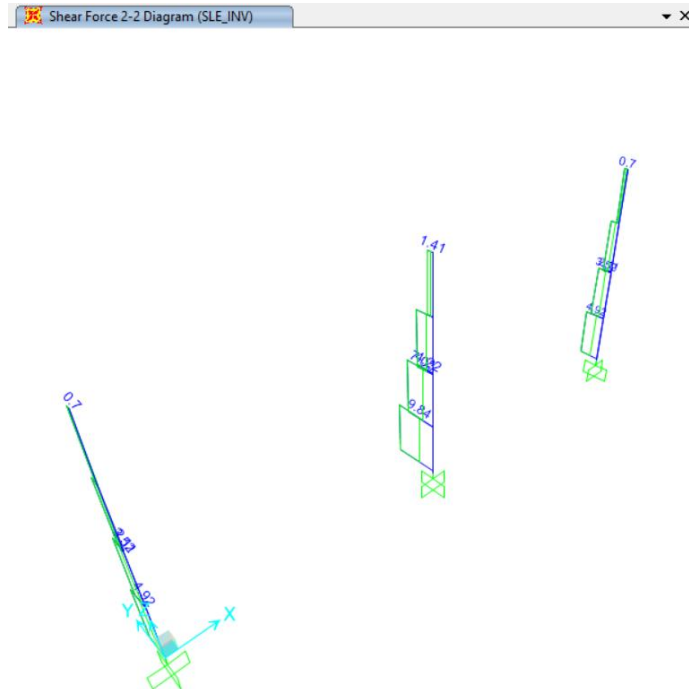
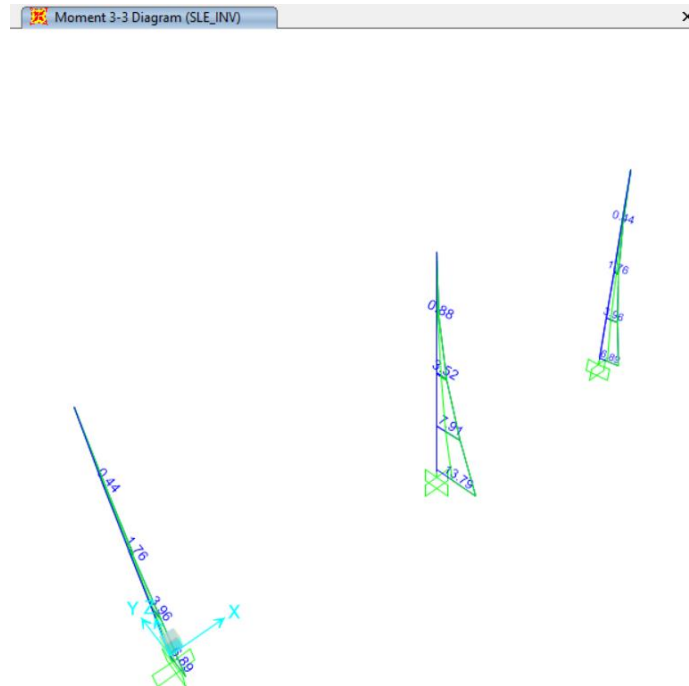


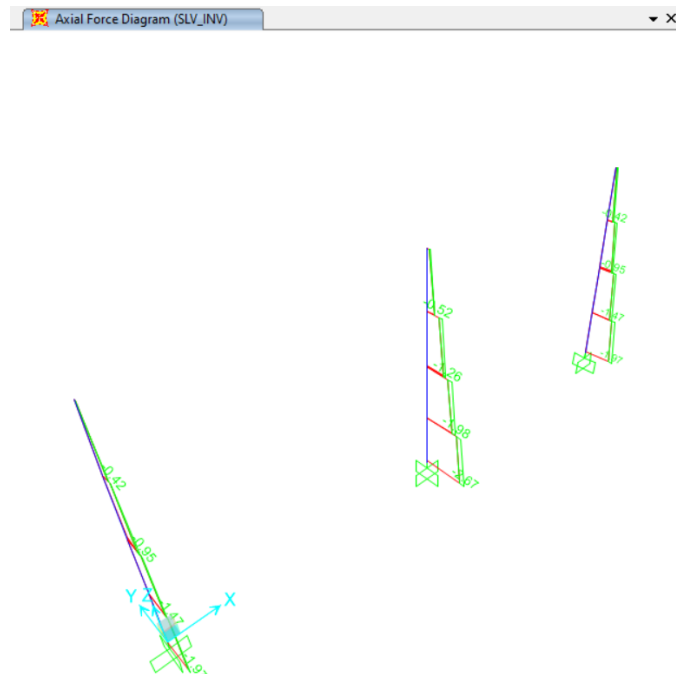
Figure 22 Diagramma combinazione involuppo SLE\_N\_3m



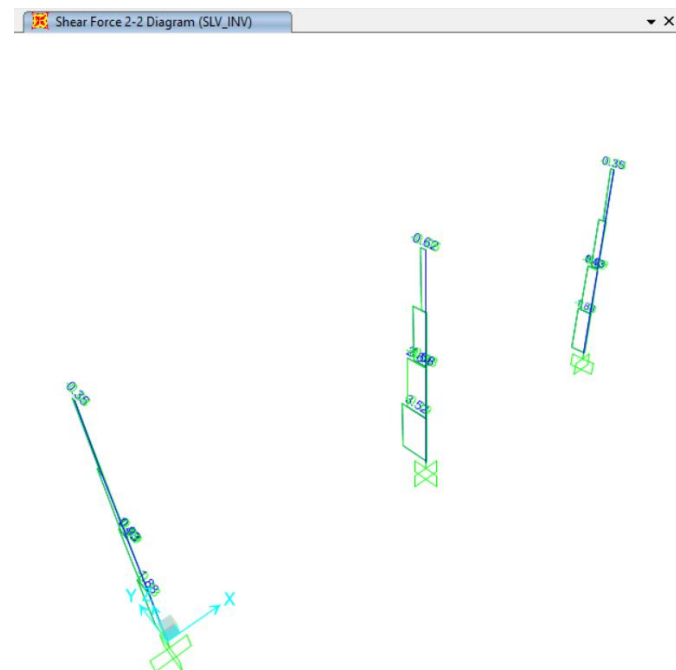
**Figure 23 Diagramma combinazione involuppo SLE\_V\_3m**



**Figure 24 Diagramma combinazione involuppo SLE\_M\_3m**



**Figure 25 Diagramma combinazione involuppo SLV\_N\_3m**

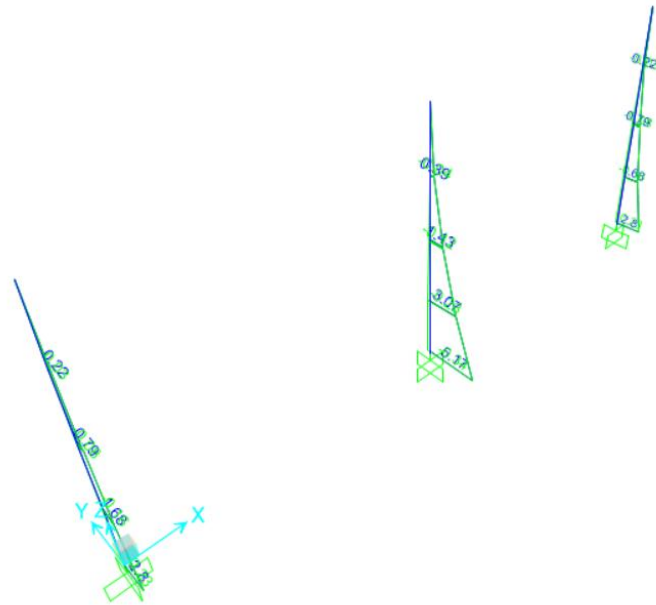


**Figure 26 Diagramma combinazione involuppo SLV\_V\_3m**

RELAZIONE DI CALCOLO BARRIERA VETRATA  
PER FV01

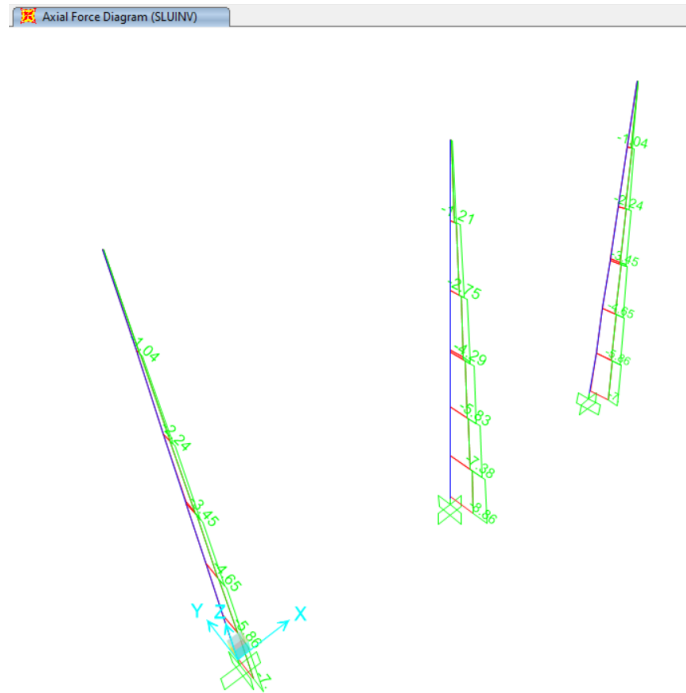
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IP00	00	D26CL	BA 00 00 005	B	54 di 103

Moment 3-3 Diagram (SLV\_INV) X

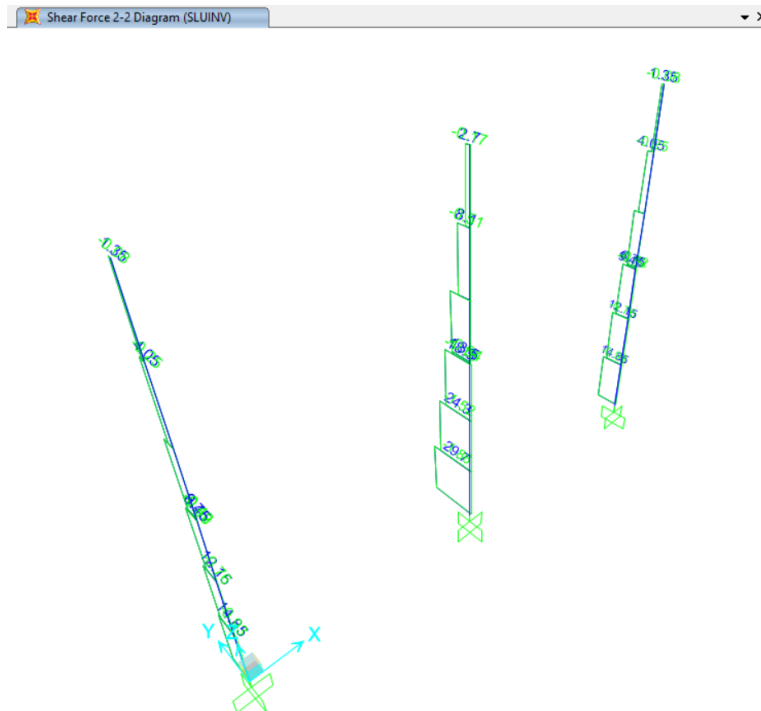


**Figure 27** Diagramma combinazione inviluppo SLV\_M\_3m

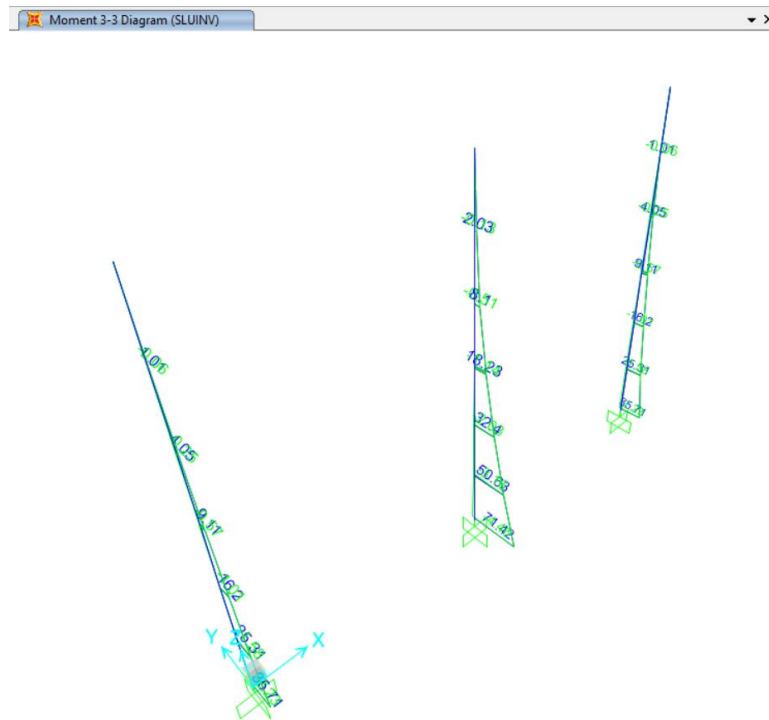
5m



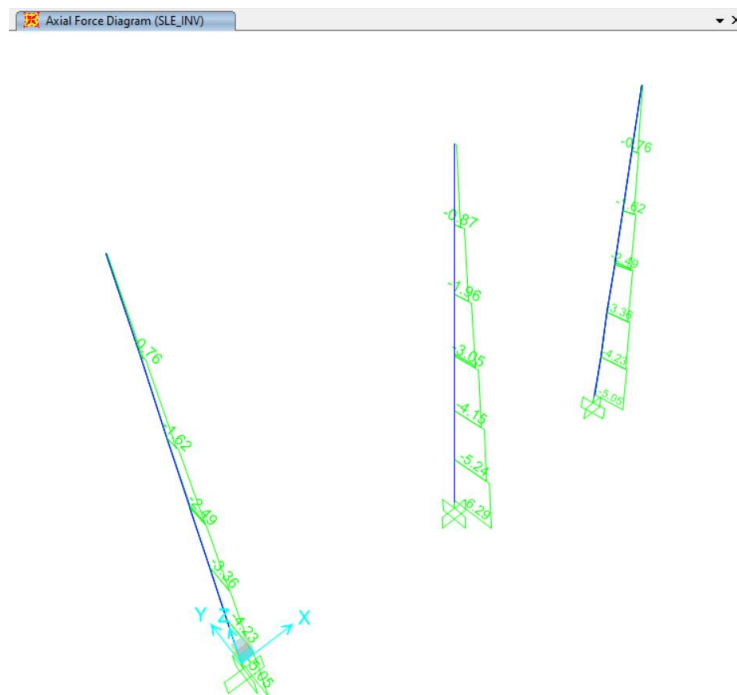
**Figure 28 Diagramma combinazione involuppo SLU\_N\_5m**



**Figure 29 Diagramma combinazione involuppo SLU\_V\_5m**

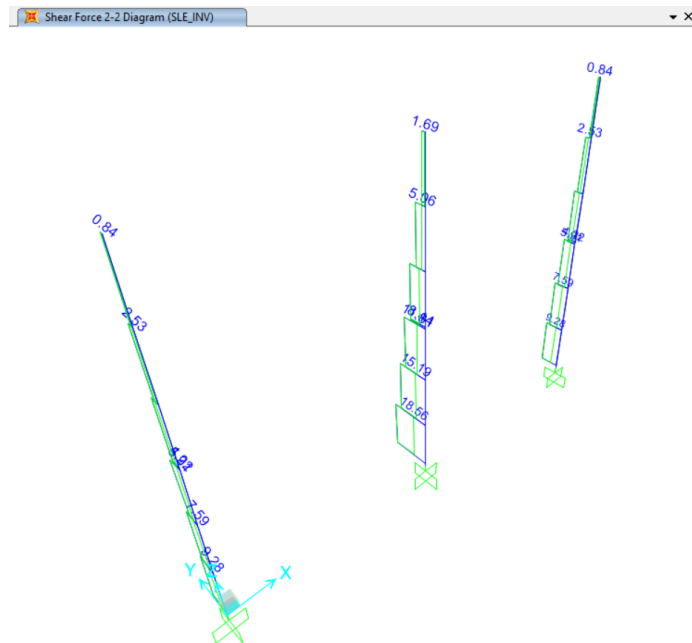


**Figure 30 Diagramma combinazione inviluppo SLU\_M\_5m**

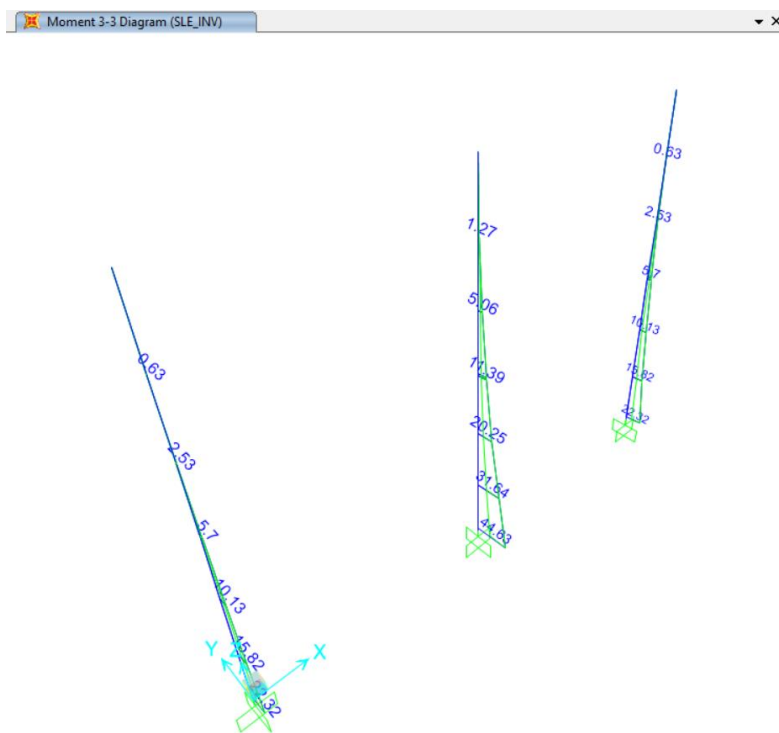


**Figure 31 Diagramma combinazione inviluppo SLE\_N\_5m**

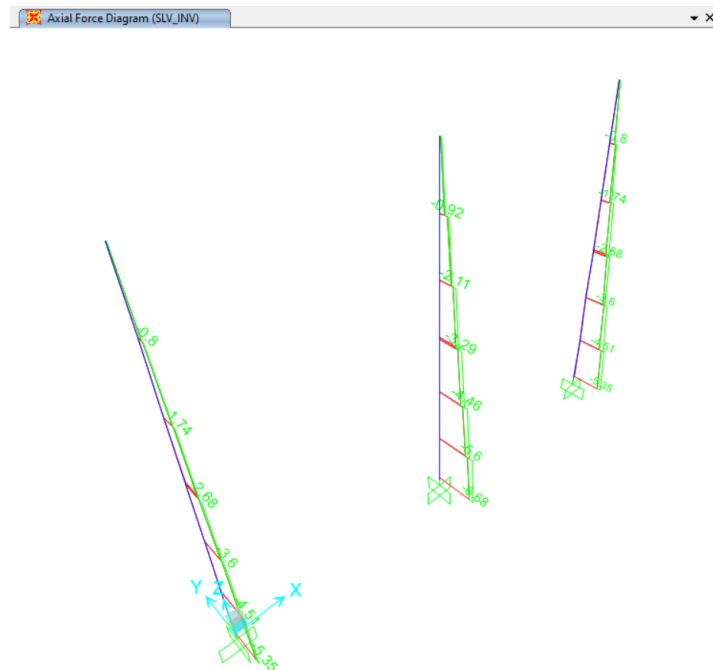




**Figure 32 Diagramma combinazione involuppo SLE\_V\_5m**



**Figure 33 Diagramma combinazione involuppo SLE\_M\_5m**



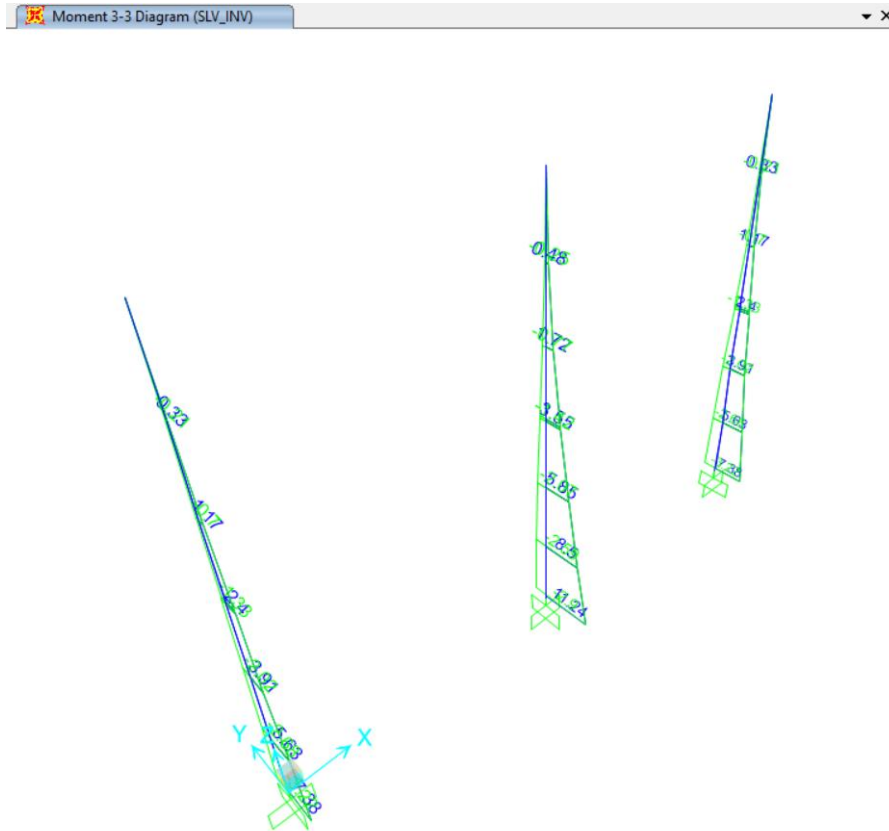
**Figure 34 Diagramma combinazione inviluppo SLV\_N\_5m**



**Figure 35 Diagramma combinazione inviluppo SLV\_V\_5m**

RELAZIONE DI CALCOLO BARRIERA VETRATA  
PER FV01

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IP00	00	D26CL	BA 00 00 005	B	59 di 103



**Figure 36** Diagramma combinazione inviluppo SLV\_M\_5m

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>LINEA COMPLETAMENTO RADDOPPIO LINEA PARMA–LA SPEZIA          (PONTREMOLESE)          TRATTA PARMA - VICOFERTILE</b>					
	RELAZIONE DI CALCOLO BARRIERA VETRATA PER FV01	COMMESSA <b>IP00</b>	LOTTO <b>00</b>	CODIFICA <b>D26CL</b>	DOCUMENTO <b>BA 00 00 005</b>	REV. <b>B</b>

### 8.3.1.1 Verifiche strutturali

Si riportano di seguito le verifiche delle membrature in acciaio eseguite, i cui parametri di progetto sono stati impostati come mostrato in figura (in cui si tiene conto anche degli effetti indotti dalla sollecitazione torsionale sugli elementi strutturali).

Steel Frame Design Preferences for Italian NTC 2018

Item	Value
1 Design Code	Italian NTC 2018
2 Method Used for Buckling in P-M-M	Method B
3 Multi-Response Case Design	Envelopes
4 Framing Type	InvPendulum
5 Behavior Factor, q0	1.
6 System Overstrength Factor, Omega	1.
7 Consider P-Delta Done?	No
8 Consider Torsion?	No
9 GammaM0	1.05
10 GammaM1	1.05
11 GammaM2	1.25
12 Ignore Seismic Code?	No
13 Ignore Special Seismic Load?	No
14 Is Doubler Plate Plug-Welded?	Yes
15 Consider Deflection?	No
16 DL Limit, L/	120.
17 Super DL+LL Limit, L/	120.
18 Live Load Limit, L/	360.
19 Total Limit, L/	240.
20 Total--Camber Limit, L/	240.
21 Pattern Live Load Factor	1.
22 Demand/Capacity Ratio Limit	0.99

Item Description

Explanation of Color Coding for Values

- Blue:** Default Value
- Black:** Not a Default Value
- Red:** Value that has changed during the current session

Set To Default Values: All Items, Selected Items

Reset To Previous Values: All Items, Selected Items

OK, Cancel

**Figure 37 Parametri di progetto delle membrature orizzontali.**

A seguire, un'immagine indicante i tassi di lavoro delle differenti membrature ed i report delle verifiche effettuate per l'asta più sollecitata di ogni tipologia di elemento.

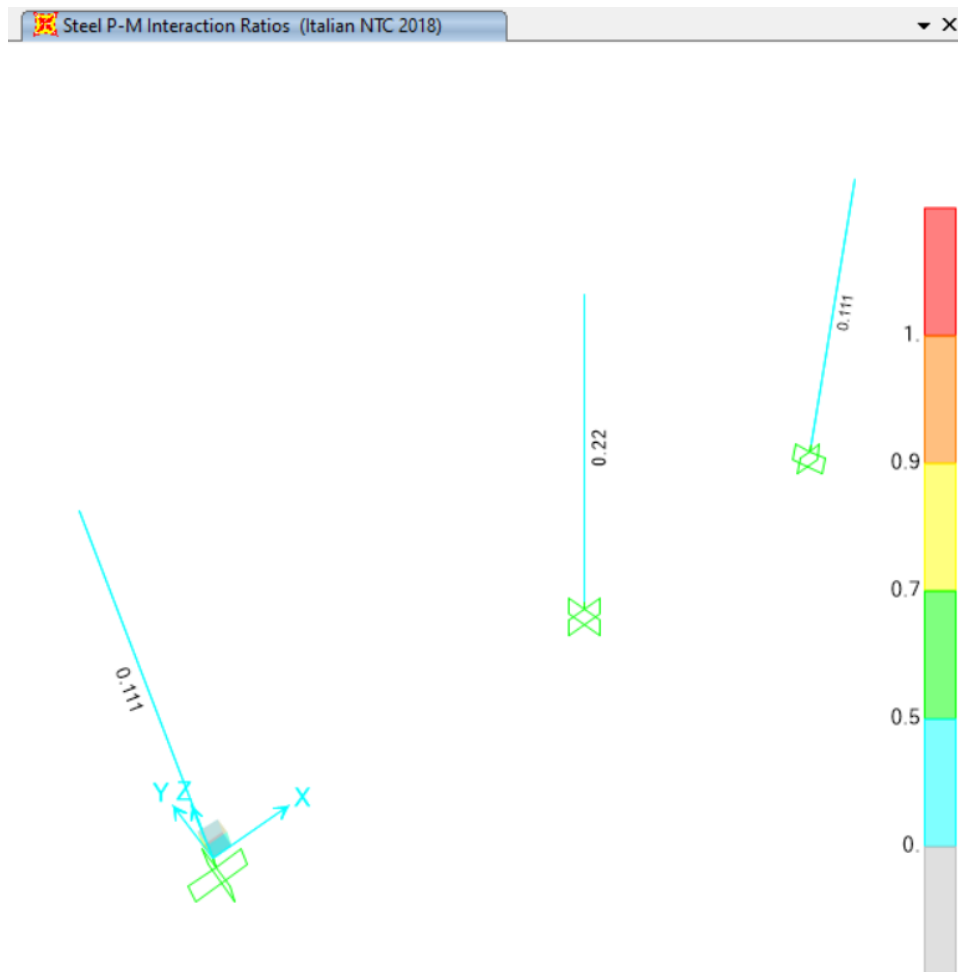
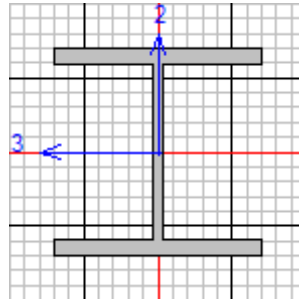


Figure 38 Verifica dei membri in acciaio.\_3m

RELAZIONE DI CALCOLO BARRIERA VETRATA  
 PER FV01

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IP00	00	D26CL	BA 00 00 005	B	62 di 103

### 8.3.1.1.1 Verifiche dei profili HEB180 3m


 Italian NTC 2018 STEEL SECTION CHECK (Summary for Combo and Station)  
 Units : KN, m, C

Frame : 2	X Mid: 3.000	Combo: SLU_03	Design Type: Column
Length: 2.500	Y Mid: 0.000	Shape: HEB180	Frame Type: DCH-MRF
Loc : 0.028	Z Mid: 1.250	Class: Class 3	Rolled : No

Interaction=Method B	MultiResponse=Envelopes	P-Delta Done? No
Consider Torsion? No	Ignore Special EQ Load? No	D/P Plug Welded? Yes
Ignore Seismic Code? No		

GammaM0=1.05	GammaM1=1.05	GammaM2=1.25	
q0=1.00	Omega=1.00	GammaRd=1.10	
An/Ag=1.00	RLLF=1.000	PLLF=1.000	D/C Lim=0.990

Aeff=0.006	eNy=0.000	eNz=0.000		
A=0.006	Iyy=3.729E-05	iy=0.077	Wel,yy=4.143E-04	Weff,yy=4.143E-04
It=0.000	Izz=1.362E-05	iz=0.046	Wel,zz=1.513E-04	Weff,zz=1.513E-04
Iw=0.000	Iyz=0.000	h=0.180	Wpl,yy=4.674E-04	Av,y=0.005
E=210000000.0	fy=275000.000	fu=430000.000	Wpl,zz=2.295E-04	Av,z=0.001

#### STRESS CHECK FORCES & MOMENTS

Location	Ned	Med,yy	Med,zz	Ved,z	Ved,y	Ted
0.028	-3.595	22.062	0.000	15.750	0.000	0.000

#### PMM DEMAND/CAPACITY RATIO (Governing Equation NTC Eq C4.2.38)

D/C Ratio:	0.220 = 0.005 + 0.215 + 0.000	<	0.990	OK
	= NEd / (Chi_z NRk / GammaM1) + kzy (My, Ed + NEd eNy) / (Chi_LT My, Rk / GammaM1) + kzz (Mz, Ed + NEd eNz) / (Mz, Rk / GammaM1) (NTC Eq C4.2.38)			

#### AXIAL FORCE DESIGN

	Ned	Nc,Rd	Nt,Rd
Axial	Force	Capacity	Capacity
	-3.595	1658.381	1658.381

	Npl,Rd	Nu,Rd	Ncr,T	Ncr,TF	An/Ag
	1658.381	1960.387	2180.382	1386.959	1.000

	Curve	Alpha	Ncr	LambdaBar	Phi	Chi	Nb,Rd
Major (y-y)	c	0.490	3161.413	0.742	0.908	0.698	1158.287
MajorB (y-y)	c	0.490	3161.413	0.742	0.908	0.698	1158.287
Minor (z-z)	c	0.490	1154.321	1.228	1.506	0.421	697.396

**RELAZIONE DI CALCOLO BARRIERA VETRATA  
PER FV01**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IP00	00	D26CL	BA 00 00 005	B	63 di 103

MinorB(z-z)	c	0.490	1154.321	1.228	1.506	0.421	697.396
Torsional TF	c	0.490	1386.959	1.120	1.353	0.473	785.184

**MOMENT DESIGN**

	Med Moment	Med, span Moment	Mm, Ed Moment	Meq, Ed Moment
Major (y-y)	22.062	22.062	22.310	22.062
Minor (z-z)	0.000	0.000	0.000	0.000

	Mc, Rd Capacity	Mv, Rd Capacity	Mn, Rd Capacity	Mb, Rd Capacity
Major (y-y)	108.517	108.517	108.517	102.606
Minor (z-z)	39.623	39.623	39.623	

LTB	Curve d	AlphaLT	LambdaBarLT	PhiLT	ChiLT	psi	Mcr
		0.760	0.299	0.582	0.946	2.323	1276.316

Factors	kyy	kyz	kzy	kzz
	0.401	1.003	0.998	1.003

**SHEAR DESIGN**

	Ved Force	Ted Torsion	Vc, Rd Capacity	Stress Ratio	Status Check
Major (z)	15.750	0.000	195.364	0.081	OK
Minor (y)	0.000	0.000	762.102	0.000	OK

Reduction	Vpl, Rd	Eta	LambdaBarW
	195.364	1.000	0.219

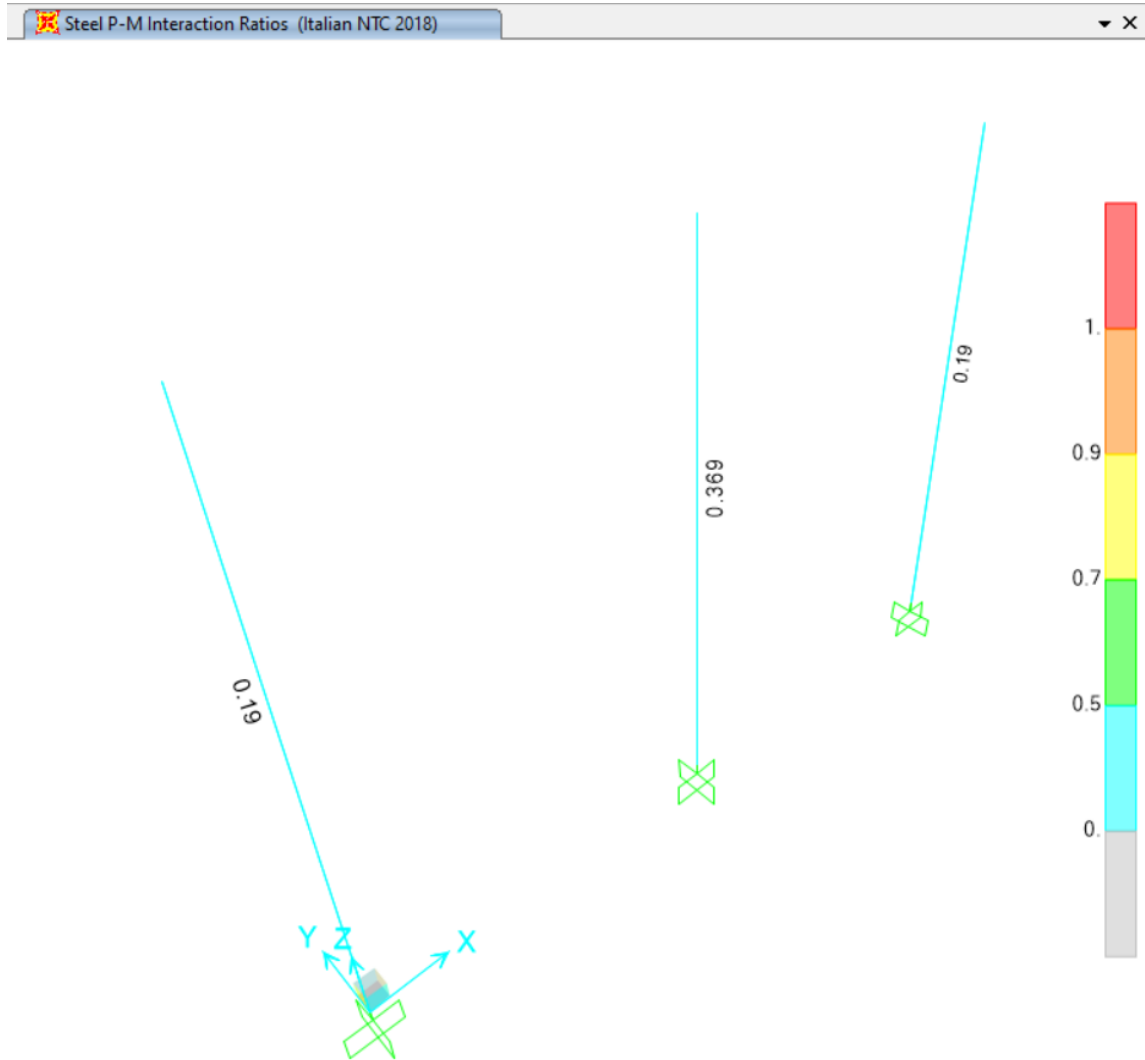


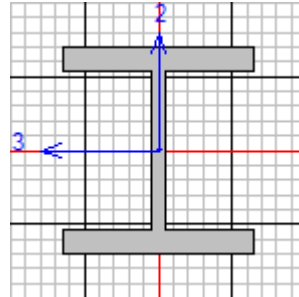
Figure 39 Verifica dei membri in acciaio.\_5m



**RELAZIONE DI CALCOLO BARRIERA VETRATA  
 PER FV01**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IP00	00	D26CL	BA 00 00 005	B	65 di 103

### 8.3.1.1.2 Verifiche dei profili HEM180\_5m


 Italian NTC 2018 STEEL SECTION CHECK (Summary for Combo and Station)  
 Units : KN, m, C

Frame : 2	X Mid: 3.000	Combo: SLU_03	Design Type: Column
Length: 4.500	Y Mid: 0.000	Shape: HEM 180	Frame Type: DCH-MRF
Loc : 0.050	Z Mid: 2.250	Class: Class 1	Rolled : No

Interaction=Method B	MultiResponse=Envelopes	P-Delta Done? No
Consider Torsion? No	Ignore Special EQ Load? No	D/P Plug Welded? Yes
Ignore Seismic Code? No		

GammaM0=1.05	GammaM1=1.05	GammaM2=1.25	
q0=1.00	Omega=1.00	GammaRd=1.10	
An/Ag=1.00	RLLF=1.000	PLLF=1.000	D/C Lim=0.990

Aeff=0.011	eNy=0.000	eNz=0.000		
A=0.011	Iyy=7.381E-05	iyz=0.081	Wel,yy=7.381E-04	Weff,yy=7.381E-04
It=1.720E-06	Izz=2.578E-05	izz=0.048	Wel,zz=2.772E-04	Weff,zz=2.772E-04
Iw=0.000	Iyz=0.000	h=0.200	Wpl,yy=8.694E-04	Av,y=0.009
E=210000000.0	fy=275000.000	fu=430000.000	Wpl,zz=4.231E-04	Av,z=0.002

**STRESS CHECK FORCES & MOMENTS**

Location	Ned	Med,yy	Med,zz	Ved,z	Ved,y	Ted
0.050	-8.860	71.415	0.000	29.700	0.000	0.000

**PMM DEMAND/CAPACITY RATIO (Governing Equation NTC Eq C4.2.38)**

D/C Ratio: 0.369 = 0.017 + 0.352 + 0.000 < 0.990 OK

$$= \text{NED} / (\text{Chi}_z \text{NRk} / \text{GammaM1}) + \text{kzy} (\text{My}, \text{Ed} + \text{NED} \text{eNy}) / (\text{Chi}_{\text{LT}} \text{My}, \text{Rk} / \text{GammaM1})$$

$$+ \text{kzz} (\text{Mz}, \text{Ed} + \text{NED} \text{eNz}) / (\text{Mz}, \text{Rk} / \text{GammaM1}) \quad (\text{NTC Eq C4.2.38})$$
**AXIAL FORCE DESIGN**

	Ned	Nc,Rd	Nt,Rd
Axial	Force	Capacity	Capacity
	-8.860	2915.524	2915.524

	Np1,Rd	Nu,Rd	Ncr,T	Ncr,TF	An/Ag
	2915.524	3446.467	5221.566	1500.012	1.000

Curve	Alpha	Ncr	LambdaBar	Phi	Chi	Nb,Rd
Major (y-y)	c 0.490	1931.331	1.259	1.552	0.407	1185.406
MajorB (y-y)	c 0.490	1931.331	1.259	1.552	0.407	1185.406
Minor (z-z)	c 0.490	674.511	2.130	3.242	0.176	512.730
MinorB (z-z)	c 0.490	674.511	2.130	3.242	0.176	512.730
Torsional TF	c 0.490	1500.012	1.429	1.821	0.339	987.857

**RELAZIONE DI CALCOLO BARRIERA VETRATA  
PER FV01**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IP00	00	D26CL	BA 00 00 005	B	66 di 103

MOMENT DESIGN

	Med Moment	Med, span Moment	Mm, Ed Moment	Meq, Ed Moment
Major (y-y)	71.415	71.415	72.217	71.415
Minor (z-z)	0.000	0.000	0.000	0.000

	Mc, Rd Capacity	Mv, Rd Capacity	Mn, Rd Capacity	Mb, Rd Capacity
Major (y-y)	227.704	227.704	227.704	200.483
Minor (z-z)	110.823	110.823	110.823	

	Curve d	AlphaLT	LambdaBarLT	PhiLT	ChiLT	psi	Mcr
LTB		0.760	0.395	0.652	0.880	2.308	1530.548

	kyy	kzy	kzy	kzz
Factors	0.403	0.608	0.989	1.014

SHEAR DESIGN

	Ved Force	Ted Torsion	Vc, Rd Capacity	Stress Ratio	Status Check
Major (z)	29.700	0.000	333.268	0.089	OK
Minor (y)	0.000	0.000	1350.009	0.000	OK

	Vpl, Rd	Eta	LambdaBarW
Reduction	333.268	1.000	0.130

## 8.4 Verifica degli spostamenti di piano (drift) per condizioni di carico non sismiche

La valutazione degli spostamenti di piano, oltre che per le condizioni di carico sismiche, va effettuata anche con riferimento alla combinazione SLE caratteristica. I valori limite degli spostamenti laterali massimi ammissibili sono riportati nella tabella di seguito riportata che fa riferimento alle prescrizioni del paragrafo 4.2.4.2.2 delle NTC2018.

### 4.2.4.2.2 Spostamenti laterali

Negli edifici gli spostamenti laterali alla sommità delle colonne per le combinazioni caratteristiche delle azioni devono generalmente limitarsi ad una frazione dell'altezza della colonna e dell'altezza complessiva dell'edificio da valutarsi in funzione degli effetti sugli elementi portati, della qualità del comfort richiesto alla costruzione, delle eventuali implicazioni di una eccessiva deformabilità sul valore dei carichi agenti.

In assenza di più precise indicazioni si possono adottare i limiti per gli spostamenti orizzontali indicati in Tab. 4.2.XIII ( $\Delta$  spostamento in sommità;  $\delta$  spostamento relativo di piano – Fig. 4.2.4).

Tab. 4.2.XIII - Limiti di deformabilità per costruzioni ordinarie soggette ad azioni orizzontali

Tipologia dell'edificio	Limiti superiori per gli spostamenti orizzontali	
	$\frac{\delta}{h}$	$\frac{\Delta}{H}$
Edifici industriali monopiano senza carro-ponte	$\frac{1}{150}$	/
Altri edifici monopiano	$\frac{1}{300}$	/
Edifici multipiano	$\frac{1}{300}$	$\frac{1}{500}$

*In caso di specifiche esigenze tecniche e/o funzionali tali limiti devono essere opportunamente ridotti.*

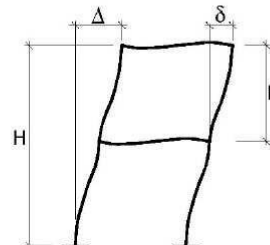
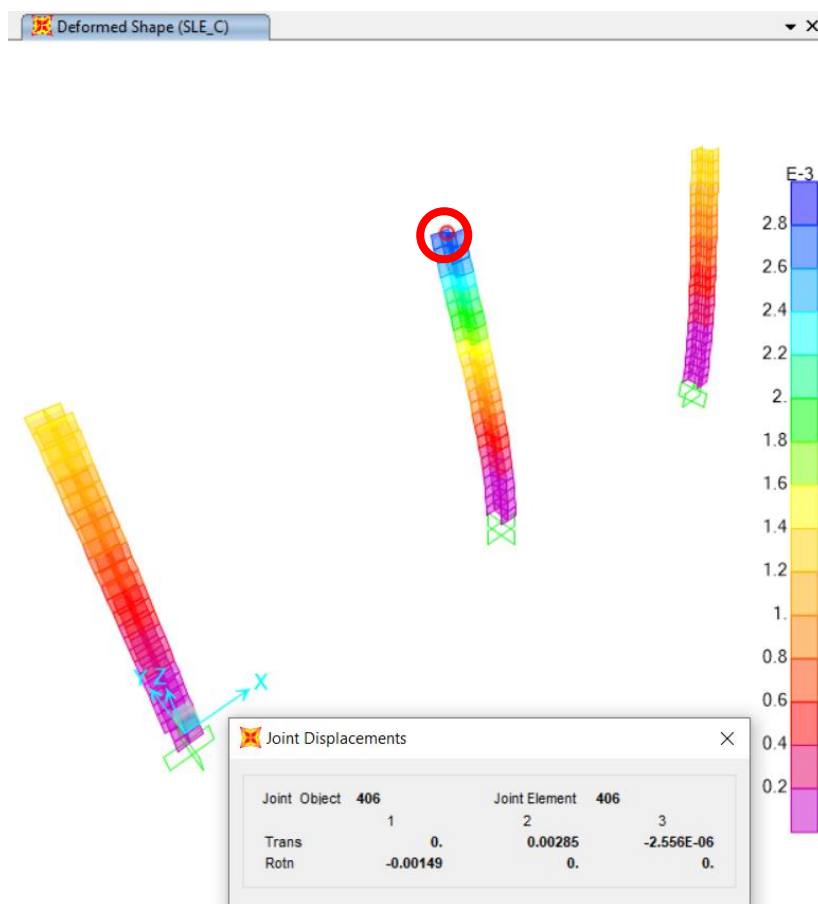


Fig. 4.2.4 - Definizione degli spostamenti orizzontali per le verifiche in esercizio

In fase di verifica si prendono a riferimento i limiti associati al caso di altri edifici monopiano.

Nelle immagini a seguire si riportano gli spostamenti orizzontali massimi in direzione orizzontale per l'involuppo delle combinazioni SLE rare.

3m



Il massimo spostamento in direzione X è pari a ~0 mm.

$$\delta_{\max} = 3000/300 = 10.00 \text{ mm} > 0 \text{ Verifica soddisfatta}$$

Il massimo spostamento in direzione Y è pari a ~2.85 mm.

$$\delta_{\max} = 3000/300 = 10.00 \text{ mm} > 2.85 \text{ Verifica soddisfatta}$$

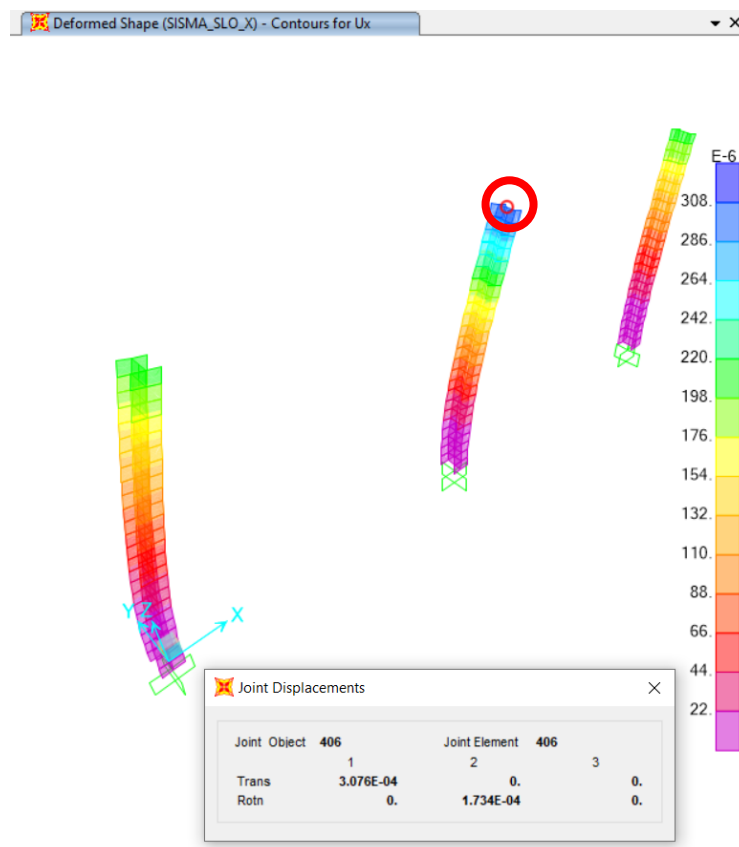
### 8.5 Verifica degli spostamenti di piano (drift) per condizioni di carico sismiche

La valutazione degli spostamenti di piano in condizioni di carico sismiche, va effettuata rispettando le prescrizioni previste dalle NTC 2018 al paragrafo § 7.3.6.1. Trattandosi di costruzione in classe d'uso III, il valore limite di spostamento orizzontale per tamponamenti collegati rigidamente alla struttura che interferiscono. Nella formula sopra riportata, con  $d_r$  si indica lo spostamento interpiano ottenuto dall'analisi in presenza dell'azione sismica con la deformabilità della stessa è pari a:

$$d_{rmax} = 2/3 * 0.005 * H = 2/3 * 0.005 * 3000 = 10.00\text{mm}$$

sismica di progetto relativa allo SLO.

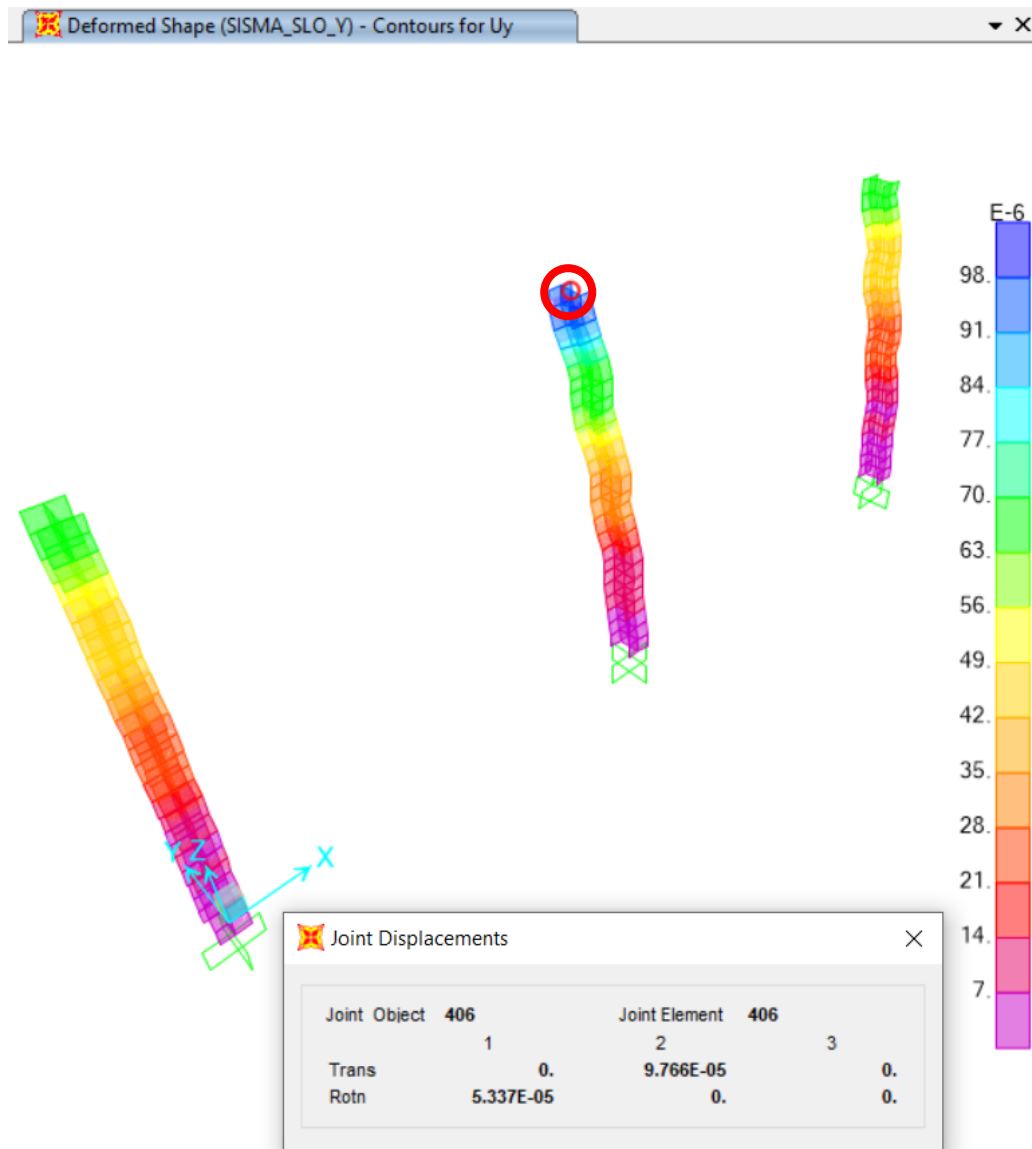
Si riportano di seguito gli spostamenti massimi ottenuti dall'involuppo delle condizioni di carico sismiche, prima in direzione longitudinale e poi in trasversale.



Il massimo spostamento in direzione X in condizioni sismiche è pari a 0.31 mm, pertanto **la verifica è soddisfatta.**

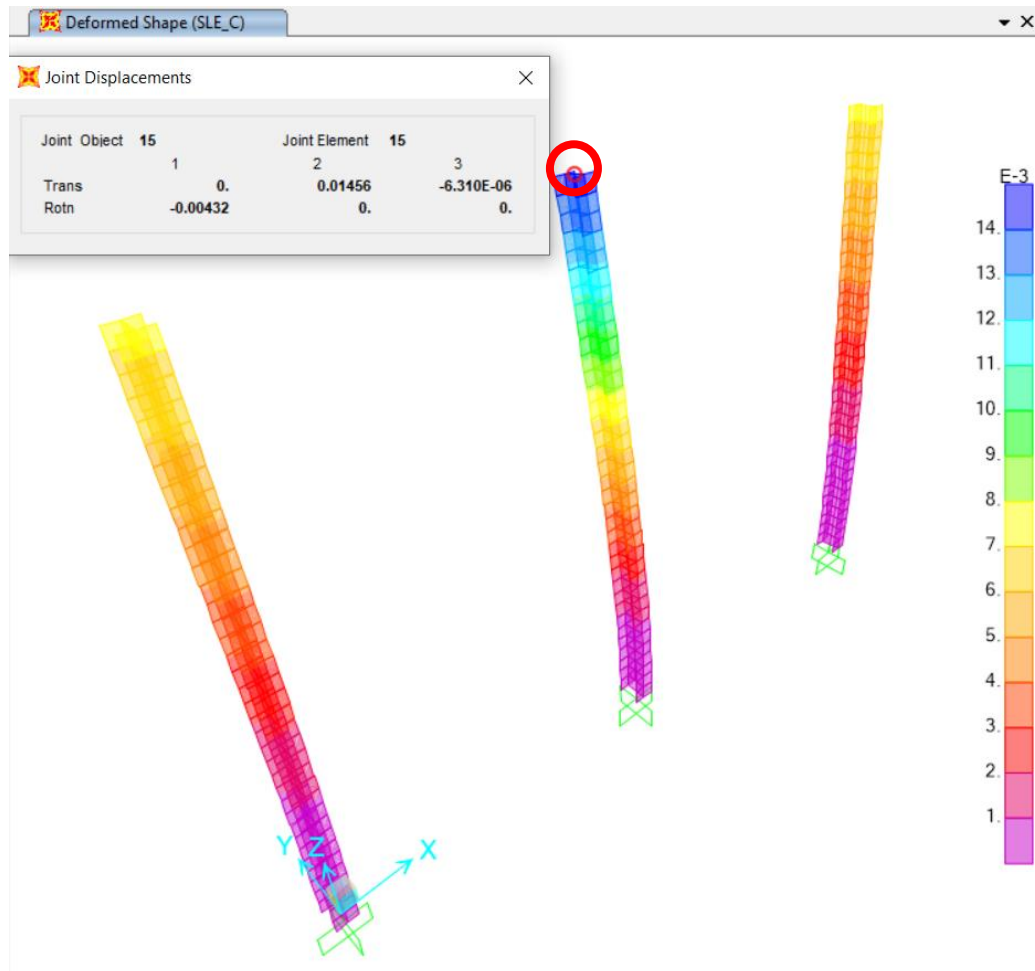
RELAZIONE DI CALCOLO BARRIERA VETRATA  
PER FV01

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IP00	00	D26CL	BA 00 00 005	B	70 di 103



Il massimo spostamento in direzione Y in condizioni sismiche è pari a 0.1mm, pertanto **la verifica è soddisfatta.**

5m



Il massimo spostamento in direzione X è pari a ~0 mm.

$$\hat{\sigma}_{\max} = 5000/300 = 16.67 \text{ mm} > 0 \text{ Verifica soddisfatta}$$

Il massimo spostamento in direzione Y è pari a ~14.56 mm.

$$\hat{\sigma}_{\max} = 5000/300 = 16.67 \text{ mm} > 14.56 \text{ Verifica soddisfatta}$$

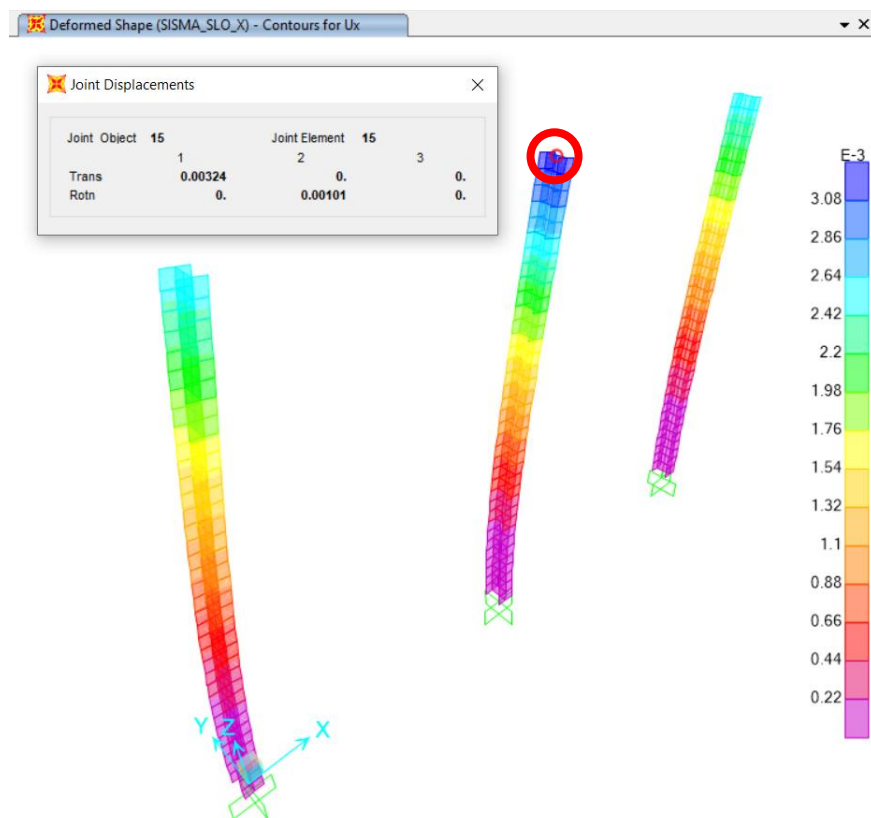
## 8.6 Verifica degli spostamenti di piano (drift) per condizioni di carico sismiche

La valutazione degli spostamenti di piano in condizioni di carico sismiche, va effettuata rispettando le prescrizioni previste dalle NTC 2018 al paragrafo § 7.3.6.1. Trattandosi di costruzione in classe d'uso III, il valore limite di spostamento orizzontale per tamponamenti collegati rigidamente alla struttura che interferiscono. Nella formula sopra riportata, con  $d_r$  si indica lo spostamento interpiano ottenuto dall'analisi in presenza dell'azione sismica con la deformabilità della stessa è pari a:

$$d_{rmax} = \frac{2}{3} * 0.005 * H = \frac{2}{3} * 0.005 * 5000 = 16.67\text{mm}$$

sismica di progetto relativa allo SLO.

Si riportano di seguito gli spostamenti massimi ottenuti dall'involuppo delle condizioni di carico sismiche, prima in direzione longitudinale e poi in trasversale.

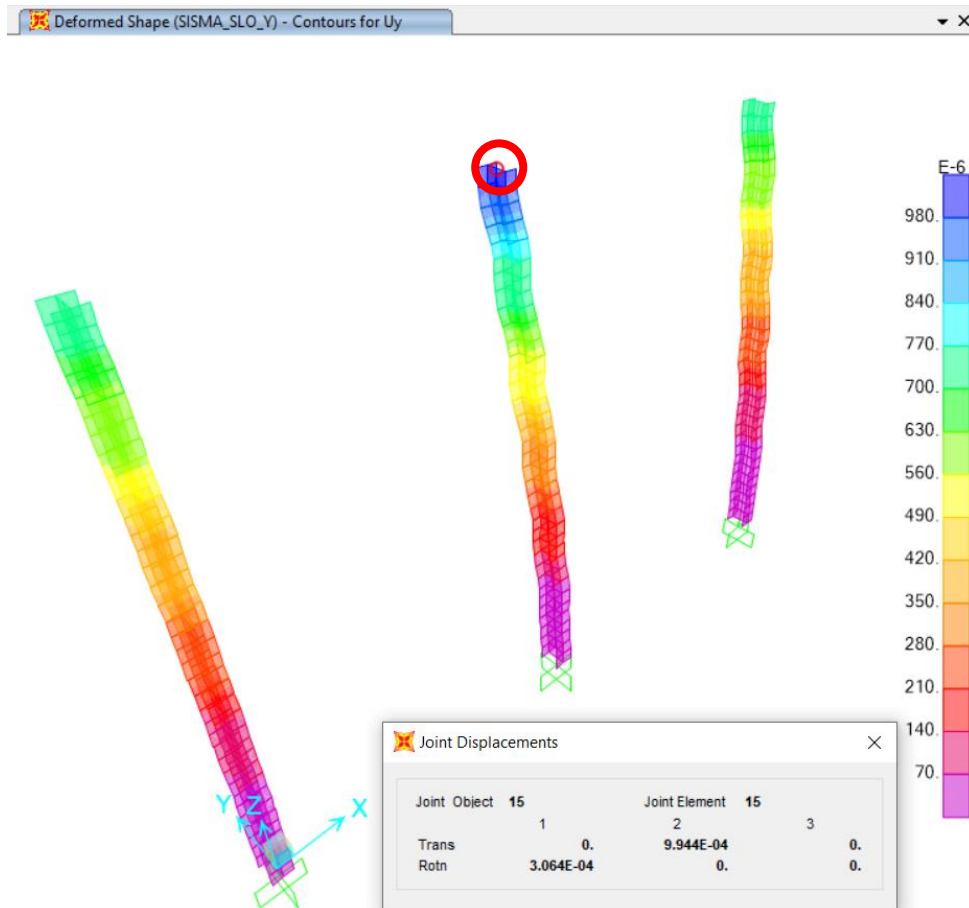


Il massimo spostamento in direzione X in condizioni sismiche è pari a 3.24 mm, pertanto **la verifica è soddisfatta.**



RELAZIONE DI CALCOLO BARRIERA VETRATA  
PER FV01

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IP00	00	D26CL	BA 00 00 005	B	73 di 103



Il massimo spostamento in direzione Y in condizioni sismiche è pari a 1.0mm, pertanto **la verifica è soddisfatta.**

### 8.7 Verifiche Dei Collegamenti

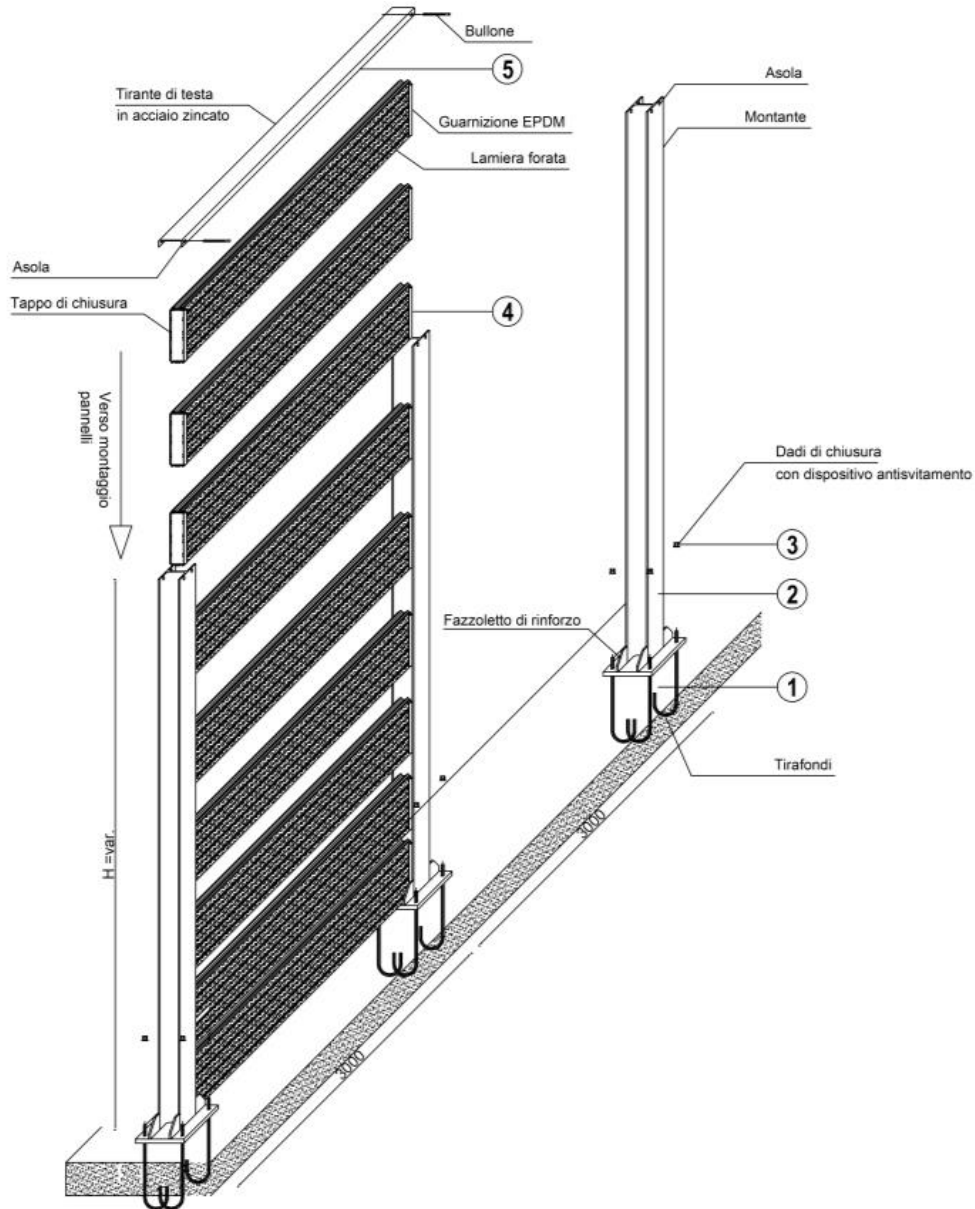


Figure 40 *Barriera*

RELAZIONE DI CALCOLO BARRIERA VETRATA  
PER FV01

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IP00	00	D26CL	BA 00 00 005	B	75 di 103

### 8.7.1 Giunto per 3m e 5m

Material

Steel S 275  
Concrete C30/37

Project item BA\_4

Design

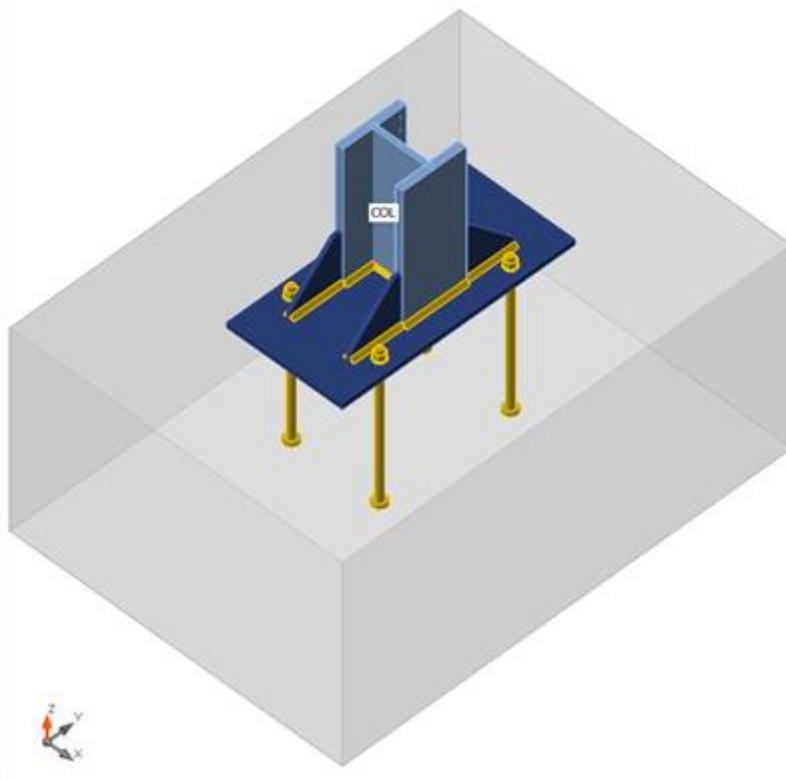
Name BA\_4

Description

Analysis Stress, strain/ simplified loading

#### Beams and columns

Name	Cross-section	$\beta$ - Direction [°]	$\gamma$ - Pitch [°]	$\alpha$ - Rotation [°]	Offset ex [mm]	Offset ey [mm]	Offset ez [mm]	Forces in
COL	2 - HEM180	0,0	-90,0	0,0	0	0	0	Node



#### Cross-sections

Name	Material
2 - HEM180	S 275

RELAZIONE DI CALCOLO BARRIERA VETRATA  
 PER FV01

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IP00	00	D26CL	BA 00 00 005	B	76 di 103

**Anchors**

Name	Bolt assembly	Diameter [mm]	fu [MPa]	Gross area [mm <sup>2</sup> ]
M20 8.8	M20 8.8	20	800,0	314

**Load effects (equilibrium not required)**

Name	Member	N [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
LE1	COL	-4,7	-18,6	0,0	0,0	-44,6	0,0

**Foundation block**

Item	Value	Unit
<b>CB 1</b>		
Dimensions	1326 x 980	mm
Depth	600	mm
Anchor	M20 8.8	
Anchoring length	400	mm
Shear force transfer	Attrito	

Check

**Summary**

Name	Value	Status
Analysis	100,0%	OK
Plates	0,0 < 5,0%	OK
Anchors	99,5 < 100%	OK
Welds	64,4 < 100%	OK
Concrete block	18,8 < 100%	OK
Shear	36,8 < 100%	OK
Buckling	Not calculated	

**Plates**

Name	Thickness [mm]	Loads	$\sigma_{Ed}$ [MPa]	$\epsilon_{pl}$ [%]	$\sigma_{cEd}$ [MPa]	Status
COL-bfl 1	24,0	LE1	112,8	0,0	0,0	OK
COL-tfl 1	24,0	LE1	115,8	0,0	0,0	OK
COL-w 1	14,5	LE1	62,0	0,0	0,0	OK
BP1	16,0	LE1	257,7	0,0	0,0	OK
WID1a	10,0	LE1	272,6	0,0	0,0	OK
WID1b	10,0	LE1	272,9	0,0	0,0	OK
WID1c	10,0	LE1	114,7	0,0	0,0	OK
WID1d	10,0	LE1	118,6	0,0	0,0	OK

**Design data**

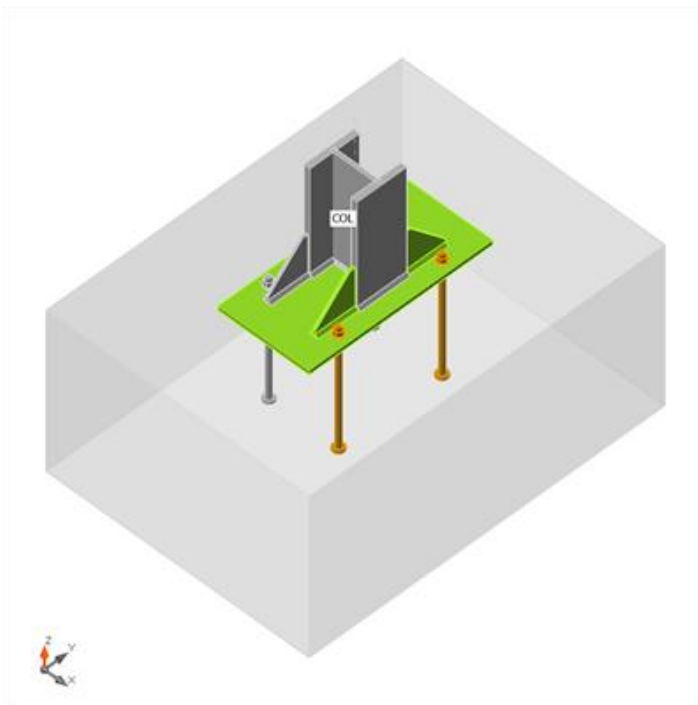
Material	$f_y$ [MPa]	$\epsilon_{lim}$ [%]
S 275	275,0	5,0

RELAZIONE DI CALCOLO BARRIERA VETRATA  
PER FV01

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IP00	00	D26CL	BA 00 00 005	B	77 di 103

### Symbol explanation

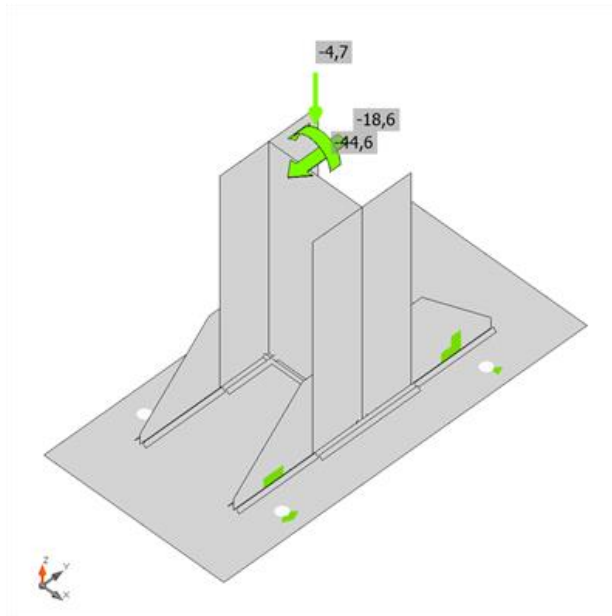
$\epsilon_{Pl}$	Strain
$\sigma_{Ed}$	Sforzo Eq.
$\sigma_{cEd}$	Contact stress
$f_y$	Yield strength
$\epsilon_{lim}$	Limit of plastic strain



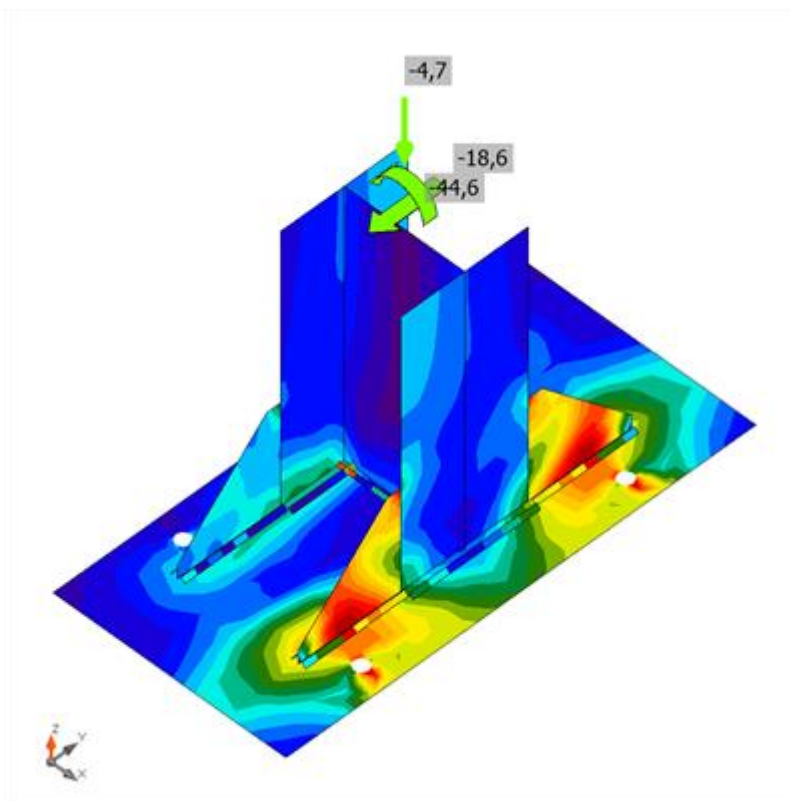
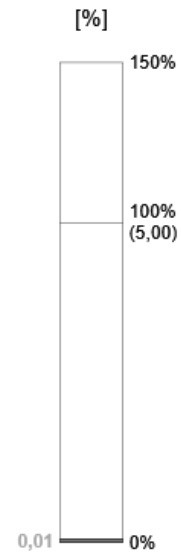
Overall check, LE1

RELAZIONE DI CALCOLO BARRIERA VETRATA  
PER FV01

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IP00	00	D26CL	BA 00 00 005	B	78 di 103

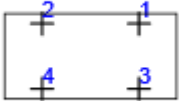


Strain check, LE1



Sforzo equivalente, LE1

**Anchors**

Shape	Item	Loads	N <sub>Ed</sub> [kN]	V <sub>Ed</sub> [kN]	N <sub>Rd,c</sub> [kN]	N <sub>Rd,p</sub> [kN]	N <sub>Rd,cb</sub> [kN]	V <sub>Rd,cp</sub> [kN]	U <sub>t</sub> [%]	U <sub>s</sub> [%]	U <sub>ts</sub> [%]	Status
	A1	LE1	0,0	0,0	-	117,8	-	492,9	0,0	0,0	0,0	OK
	A2	LE1	0,0	0,0	-	117,8	-	492,9	0,0	0,0	0,0	OK
	A3	LE1	86,6	0,0	173,8	117,8	-	492,9	99,5	0,0	99,3	OK
	A4	LE1	86,3	0,0	173,8	117,8	-	492,9	99,5	0,0	99,3	OK

**Design data**

Grade	N <sub>Rd,s</sub> [kN]	V <sub>Rd,s</sub> [kN]
M20 8.8 - 1	111,1	78,4

**Symbol explanation**

- N<sub>Ed</sub> Tension force  
 V<sub>Ed</sub> Resultant of shear forces V<sub>y</sub>, V<sub>z</sub> in bolt  
 N<sub>Rd,c</sub> Design resistance in case of concrete cone failure under tension load - EN1992-4 - Cl. 7.2.1.4  
 N<sub>Rd,p</sub> Design resistance in case of pull-out failure - EN1992-4 - Cl. 7.2.1.5  
 N<sub>Rd,cb</sub> Design resistance in case of concrete blow-out failure - EN1992-4 - Cl. 7.2.1.8  
 V<sub>Rd,cp</sub> Design resistance in case of concrete pryout failure - EN1992-4 - Cl. 7.2.2.4  
 U<sub>t</sub> Utilizzo in trazione  
 U<sub>s</sub> Utilization in shear  
 U<sub>ts</sub> Utilization in tension and shear  
 N<sub>Rd,s</sub> Design tensile resistance of a fastener in case of steel failure - EN1992-4 - Cl. 7.2.1.3  
 V<sub>Rd,s</sub> Design shear resistance in case of steel failure - EN1992-4 - Cl.7.2.2.3.1

**Welds (Plastic redistribution)**

Item	Edge	Throat th. [mm]	Length [mm]	Loads	σ <sub>w,Ed</sub> [MPa]	ε <sub>pI</sub> [%]	σ <sub>⊥</sub> [MPa]	τ <sub>  </sub> [MPa]	τ <sub>⊥</sub> [MPa]	U <sub>t</sub> [%]	U <sub>t</sub> <sub>c</sub> [%]	Status
COL-bfl 1	WID1a	8,0	150	LE1								OK
COL-bfl 1	WID1b	8,0	150	LE1								OK
COL-tfl 1	WID1c	8,0	150	LE1								OK
COL-tfl 1	WID1d	8,0	150	LE1								OK
BP1	COL-bfl 1	▲8,0▲	186	LE1	74,6	0,0	-22,2	39,9	-9,9	18,4	13,2	OK
		▲8,0▲	186	LE1	123,9	0,0	43,6	-59,2	-31,3	30,6	20,6	OK
BP1	COL-tfl 1	▲8,0▲	186	LE1	200,8	0,0	-143,5	3,0	-81,0	49,6	33,5	OK
		▲8,0▲	186	LE1	138,9	0,0	-17,0	-2,3	79,6	34,3	12,2	OK
BP1	COL-w	▲6,0▲	176	LE1	228,0	0,0	92,6	-77,8	91,7	56,3	21,5	OK

RELAZIONE DI CALCOLO BARRIERA VETRATA  
 PER FV01

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IP00	00	D26CL	BA 00 00 005	B	80 di 103

1												
		▲6,0▲	176	LE1	226,5	0,0	90,6	77,6	-91,4	56,0	21,5	OK
BP1	WID1a	▲8,0▲	150	LE1	177,9	0,0	68,3	-2,6	94,8	44,0	20,4	OK
		▲8,0▲	150	LE1	258,9	0,0	126,4	83,9	-99,9	64,0	41,1	OK
BP1	WID1b	▲8,0▲	150	LE1	260,8	0,0	127,2	-84,6	100,7	64,4	41,3	OK
		▲8,0▲	150	LE1	179,6	0,0	69,1	2,7	-95,7	44,4	20,1	OK
BP1	WID1c	▲8,0▲	150	LE1	86,0	0,0	-25,8	41,9	-22,1	21,2	13,9	OK
		▲8,0▲	150	LE1	85,2	0,0	-30,3	-36,9	27,5	21,1	11,3	OK
BP1	WID1d	▲8,0▲	150	LE1	85,9	0,0	-30,7	37,3	-27,5	21,2	11,2	OK
		▲8,0▲	150	LE1	86,0	0,0	-28,6	-34,4	31,8	21,2	13,7	OK

**Design data**

	$\beta_w$ [-]	$\sigma_{w,Rd}$ [MPa]	$0.9 \sigma$ [MPa]
S 275	0,85	404,7	309,6

**Symbol explanation**

- $\epsilon_{Pl}$  Strain  
 $\sigma_{w,Ed}$  Equivalent stress  
 $\sigma_{w,Rd}$  Equivalent stress resistance  
 $\sigma_{\perp}$  Perpendicular stress  
 $\tau_{\parallel}$  Shear stress parallel to weld axis  
 $\tau_{\perp}$  Shear stress perpendicular to weld axis  
 $0.9 \sigma$  Perpendicular stress resistance -  $0.9 \cdot f_u / \gamma_{M2}$   
 $\beta_w$  Corelation factor EN 1993-1-8 tab. 4.1  
 $U_t$  Utilization  
 $U_{tc}$  Weld capacity utilization

**Concrete block**

Item	Loads	c [mm]	$A_{eff}$ [mm <sup>2</sup> ]	$\sigma$ [MPa]	$k_j$ [-]	$F_{jd}$ [MPa]	$U_t$ [%]	Status
CB 1	LE1	24	26729	7,6	3,00	40,2	18,8	OK

**Symbol explanation**

- c Bearing width  
 $A_{eff}$  Area effettiva  
 $\sigma$  Average stress in concrete  
 $k_j$  Concentration factor  
 $F_{jd}$  The ultimate bearing strength of the concrete block  
 $U_t$  Utilization

**Shear in contact plane**

Name	Loads	$V_y$ [kN]	$V_z$ [kN]	$V_{Rd,y}$ [kN]	$V_{Rd,z}$ [kN]	$V_{c,Rd}$ [kN]	$U_t$ [%]	Status
BP1	LE1	-18,6	0,0	50,6	50,6	0,0	36,8	OK



**Symbol explanation**

$V_y$	Shear force in base plate $V_y$
$V_z$	Shear force in base plate $V_z$
$V_{Rd,y}$	Shear resistance
$V_{Rd,z}$	Shear resistance
$V_{c,Rd}$	Concrete bearing resistance
$U_t$	Utilization

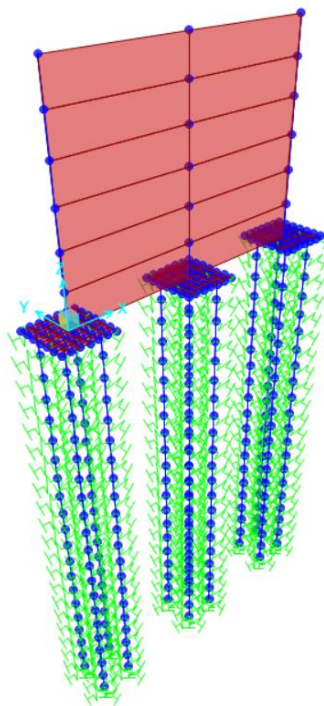
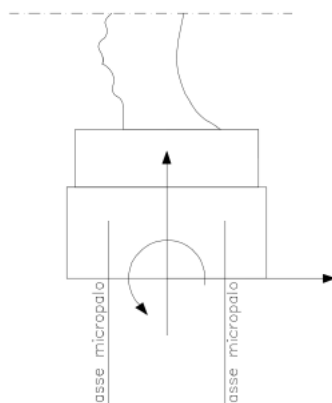
**Code settings**

Item	Value	Unit	Reference
$\gamma_{M0}$	1,00	-	EN 1993-1-1: 6.1
$\gamma_{M1}$	1,00	-	EN 1993-1-1: 6.1
$\gamma_{M2}$	1,25	-	EN 1993-1-1: 6.1
$\gamma_{M3}$	1,25	-	EN 1993-1-8: 2.2
$\gamma_C$	1,50	-	EN 1992-1-1: 2.4.2.4
$\gamma_{Inst}$	1,20	-	EN 1992-4: Table 4.1
Joint coefficient $\beta_j$	0,67	-	EN 1993-1-8: 6.2.5
Area effettiva - influenza della dimensione della mesh	0,10	-	
Friction coefficient - concrete	0,25	-	EN 1993-1-8
Friction coefficient in slip-resistance	0,30	-	EN 1993-1-8 tab 3.7
Limit plastic strain	0,05	-	EN 1993-1-5
Weld stress evaluation	Plastic redistribution		
Detailing	No		
Distance between bolts [d]	2,20	-	EN 1993-1-8: tab 3.3
Distanza tra i bulloni e il bordo [d]	1,20	-	EN 1993-1-8: tab 3.3
Concrete breakout resistance check	Both		EN 1992-4: 7.2.1.4 and 7.2.2.5
Use calculated $\alpha_b$ in bearing check.	Si		EN 1993-1-8: tab 3.4
Cracked concrete	Si		EN 1992-4
Local deformation check	No		CIDECT DG 1, 3 - 1.1
Local deformation limit	0,03	-	CIDECT DG 1, 3 - 1.1
Geometrical nonlinearity (GMNA)	Si		Analysis with large deformations for hollow section joints
Braced system	No		EN 1993-1-8: 5.2.2.5

## 9 VERIFICHE DELLE FONDAZIONI (PER 3M E 5M)

### 9.1 Sezione di interfaccia cordolo di fondazione testa micropali

Adottando lo schema di riferimento rappresentato in figura, si ottengono le sollecitazioni ad intradosso cordolo (superficie di contatto cordolo in cls-terreno).



RELAZIONE DI CALCOLO BARRIERA VETRATA  
PER FV01

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IP00	00	D26CL	BA 00 00 005	B	83 di 103

$$K_h = n_h \cdot x$$

$k_h \rightarrow$  Costante di sottofondo

$n_h \rightarrow$  Gradiente costante di sottofondo - Matlock e Reese

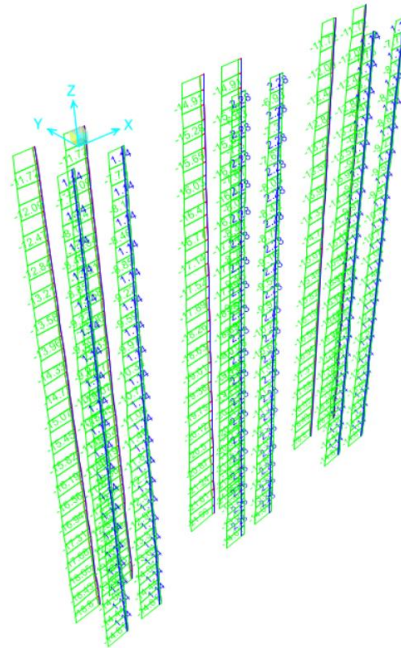
Densità Relativa (%)	Classificazione sabbia
0 - 15	Sabbia molto sciolta
15 - 35	Sabbia sciolta
35 - 65	Sabbia mediamente densa
65 - 85	Sabbia densa
85 - 100	Sabbia molto densata

Densità sabbia		Sciolta	Mediamente densa	Densa
$n_h$	Terreno secco/umido (kN/m <sup>3</sup> )	1800 - 2200	5500 - 7000	15000 - 18000
$n_h$	Terreno sotto falda (kN/m <sup>3</sup> )	1000 - 1400	3500 - 4500	9000 - 12000

Formazione	Profondità	Densità relativa	Classificazione sabbia	Gradiente costante di sottofondo *	Costante di sottofondo (Orizzontale)	Costante di sottofondo (Verticale)
	z	Dr	-	$n_h$	$k_h$	$k_v$
	[m]	[%]	-	[m <sup>4</sup> ]	[m <sup>3</sup> ]	[m <sup>3</sup> ]
	0 - 10	61÷78	Sabbia molto sciolta	2000	2000	4000

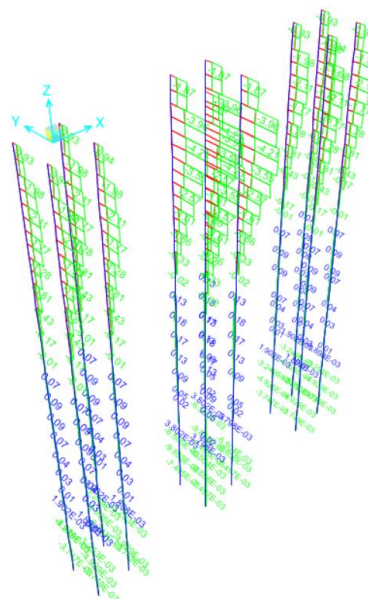
\* Rapporto tra la costante di sottofondo e la profondità da piano campagna

Axial Force Diagram (SLE\_INV)



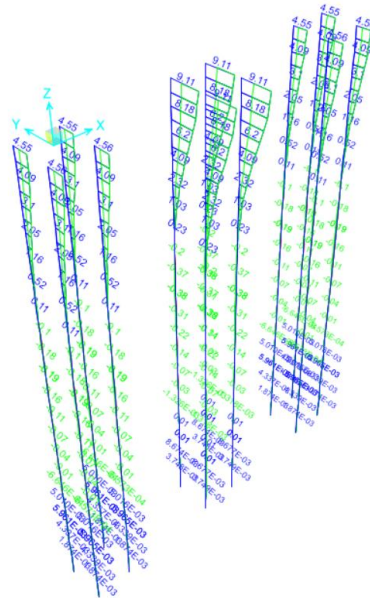
**Figure 41 Diagramma combinazione involuppo SLE\_N**

Shear Force 3-3 Diagram (SLE\_INV)



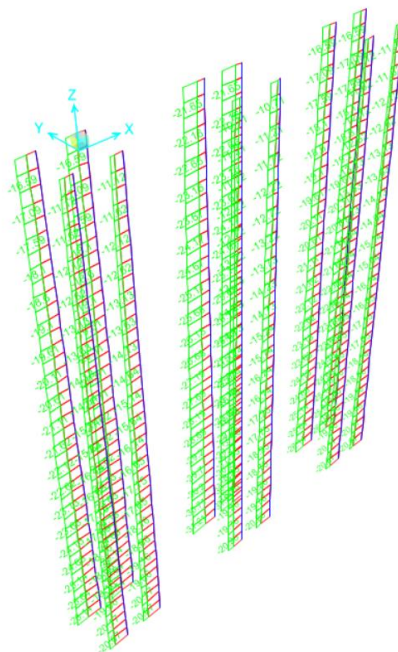
**Figure 42 Diagramma combinazione involuppo SLE\_V**

Moment 2-2 Diagram (SLE\_INV)



**Figure 43** Diagramma combinazione inviluppo SLE\_M

Axial Force Diagram (SLUINV)



**Figure 44** Diagramma combinazione inviluppo SLU\_N

Shear Force 3-3 Diagram (SLUINV)

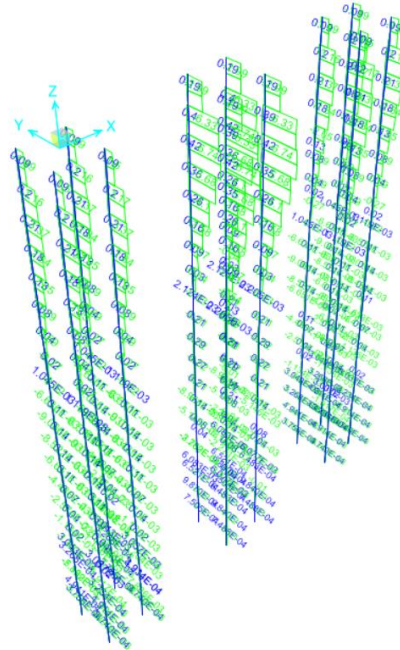


Figure 45 Diagramma combinazione involuppo SLU\_V

Moment 2-2 Diagram (SLUINV)

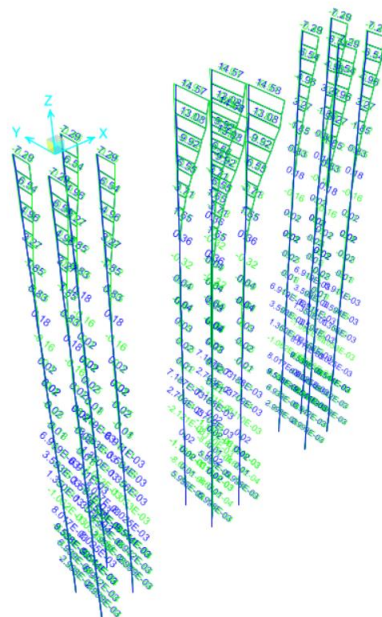


Figure 46 Diagramma combinazione involuppo SLU\_M

Axial Force Diagram (SLV\_INV)

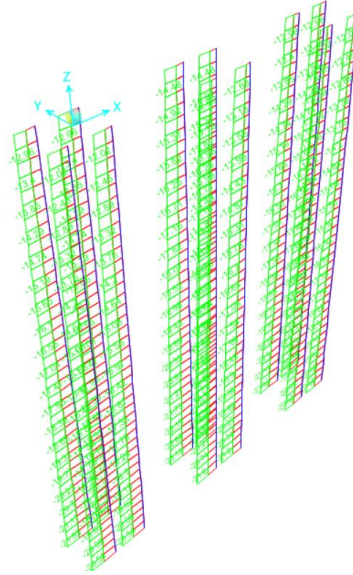


Figure 47 Diagramma combinazione involuppo SLV\_N

Shear Force 3-3 Diagram (SLV\_INV)

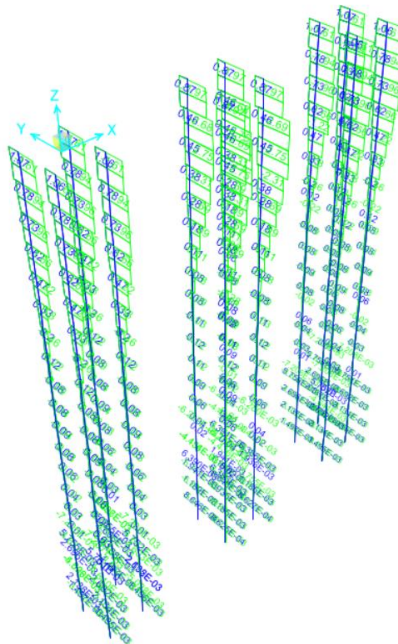


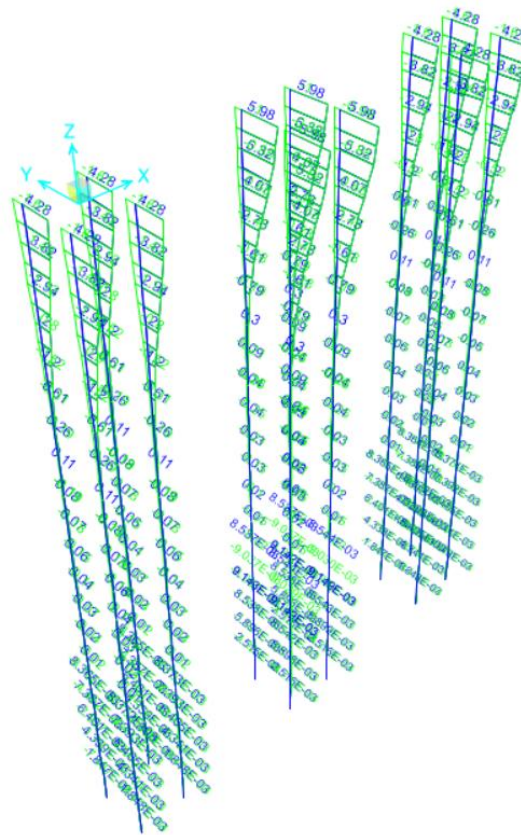
Figure 48 Diagramma combinazione involuppo SLV\_V



RELAZIONE DI CALCOLO BARRIERA VETRATA  
PER FV01

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IP00	00	D26CL	BA 00 00 005	B	88 di 103

Moment 2-2 Diagram (SLV\_INV)



**Figure 49** Diagramma combinazione involuppo SLV\_M



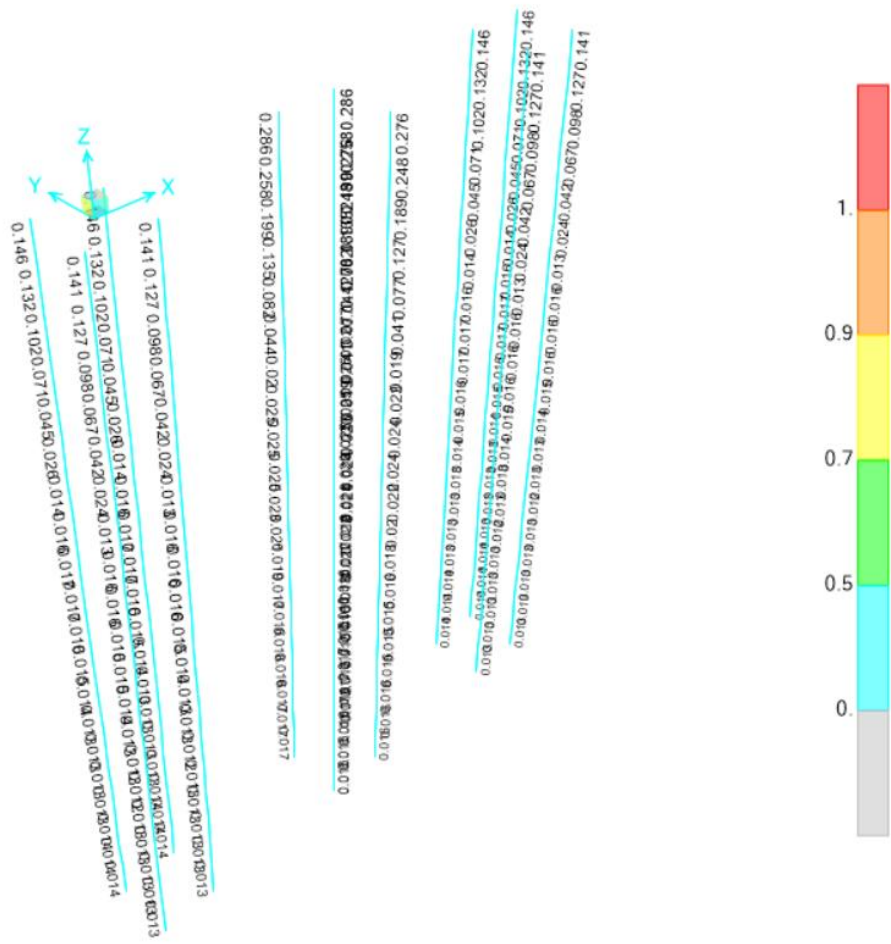


LINEA COMPLETAMENTO RADDOPPIO LINEA PARMA-LA SPEZIA  
(PONTREMOLESE)  
TRATTA PARMA - VICOFERTILE

RELAZIONE DI CALCOLO BARRIERA VETRATA  
PER FV01

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IP00	00	D26CL	BA 00 00 005	B	89 di 103

Steel P-M Interaction Ratios (Italian NTC 2018) X

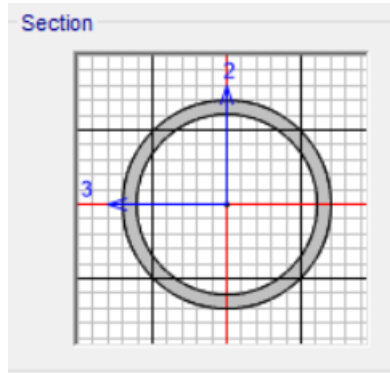




**LINEA COMPLETAMENTO RADDOPPIO LINEA PARMA-LA SPEZIA  
(PONTREMOLESE)  
TRATTA PARMA - VICOFERTILE**

RELAZIONE DI CALCOLO BARRIERA VETRATA  
PER FV01

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IP00	00	D26CL	BA 00 00 005	B	90 di 103



Italian NTC 2018 STEEL SECTION CHECK (Summary for Combo and Station)  
Units : KN, m, C

Frame : 319      X Mid: 3.400      Combo: SLU\_03      Design Type: Column  
Length: 0.500      Y Mid: 0.400      Shape: PILE\_STEEL+CONC      Frame Type: InvPendulum  
Loc : 0.500      Z Mid: -0.250      Class: Class 3      Rolled : No

Interaction=Method B      MultiResponse=Envelopes      P-Delta Done? No  
Consider Torsion? No      Ignore Special EQ Load? No      D/P Plug Welded? Yes  
Ignore Seismic Code? No

GammaM0=1.05      GammaM1=1.05      GammaM2=1.25  
q0=1.00      Omega=1.00      GammaRd=1.10  
An/Ag=1.00      RLLF=1.000      PLLF=1.000      D/C Lim=0.990

Aeff=0.007      eNy=0.000      eNz=0.000  
A=0.007      Iyy=1.624E-05      iyy=0.048      Wel,yy=2.030E-04      Weff,yy=2.030E-04  
It=3.261E-05      Izz=1.624E-05      izz=0.048      Wel,zz=2.030E-04      Weff,zz=2.030E-04  
Iw=0.000      Iyz=0.000      h=0.160      Wpl,yy=2.726E-04      Av,y=0.006  
E=210000000.0      fy=275000.000      fu=430000.000      Wpl,zz=2.726E-04      Av,z=0.006

STRESS CHECK FORCES & MOMENTS

Location	Ned	Med,yy	Med,zz	Ved,z	Ved,y	Ted
0.500	-21.151	-0.015	14.575	0.011	-2.988	0.000

PMM DEMAND/CAPACITY RATIO (Governing Equation EC3 6.2.1(7), 6.2.9.2(1))

D/C Ratio: 0.286 = 0.011 + 0.000 + 0.274 < 0.990 OK  
= (Ned/NRd) + (My,Ed/My,Rd) + (Mz,Ed/Mz,Rd) (EC3 6.2.1(7), 6.2.9.2(1))

AXIAL FORCE DESIGN

	Ned Force	Nc,Rd Capacity	Nt,Rd Capacity
Axial	-21.151	1863.689	1863.689

	Npl,Rd	Nu,Rd	Ncr,T	Ncr,TF	An/Ag
	1863.689	2203.083	577116.569	134620.150	1.000

	Curve	Alpha	Ncr	LambdaBar	Phi	Chi	Nb,Rd
Major (y-y)	c	0.490	134620.150	0.121	0.488	1.000	1863.689
MajorB(y-y)	c	0.490	134620.150	0.121	0.488	1.000	1863.689
Minor (z-z)	c	0.490	134620.150	0.121	0.488	1.000	1863.689
MinorB(z-z)	c	0.490	134620.150	0.121	0.488	1.000	1863.689
Torsional TF	c	0.490	134620.150	0.121	0.488	1.000	1863.689



**LINEA COMPLETAMENTO RADDOPPIO LINEA PARMA-LA SPEZIA  
(PONTREMOLESE)  
TRATTA PARMA - VICOFERTILE**

RELAZIONE DI CALCOLO BARRIERA VETRATA  
PER FV01

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IP00	00	D26CL	BA 00 00 005	B	91 di 103

MOMENT DESIGN

	Med Moment	Med, span Moment	Mm, Ed Moment	Meq, Ed Moment
Major (y-y)	-0.015	-0.015	-0.012	-0.012
Minor (z-z)	14.575	14.575	13.828	13.977

	Mc, Rd Capacity	Mv, Rd Capacity	Mn, Rd Capacity	Mb, Rd Capacity
Major (y-y)	53.160	53.160	53.160	53.160
Minor (z-z)	53.160	53.160	53.160	

	Curve d	AlphaLT	LambdaBarLT	PhiLT	ChiLT	psi	Mcr
LTB		0.760	0.050	0.444	1.000	1.206	22711.750

Factors	kyy	kzy	kzz
	0.854	0.960	0.960

SHEAR DESIGN

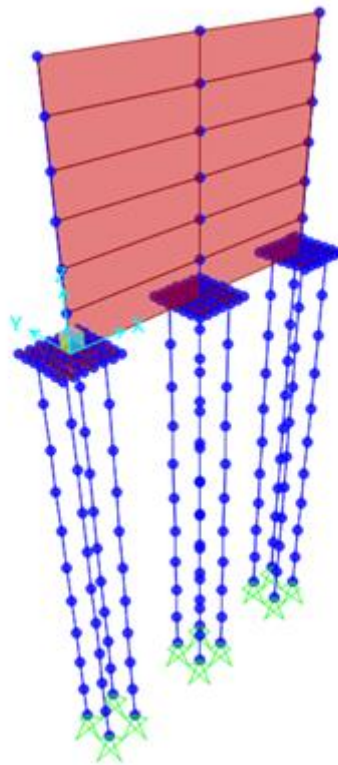
	Ved Force	Ted Torsion	Vc, Rd Capacity	Stress Ratio	Status Check
Major (z)	0.011	0.000	859.913	1.247E-05	OK
Minor (y)	2.988	0.000	859.913	0.003	OK

Vpl, Rd	Eta	LambdaBarW

## 9.2 Verifiche geotecniche

### Caratteristiche dei micropali e assunzioni progettuali

Secondo quanto definito nel “Manuale di progettazione delle opere civili”, i micropali da utilizzare nel progetto delle barriere antirumore saranno del tipo valvolati iniettati a pressione, con armatura in acciaio S275JR profilo CHS 168.3 S 10 e perforazione 250mm.



### 9.3 Verifica di capacità portante del micropalo

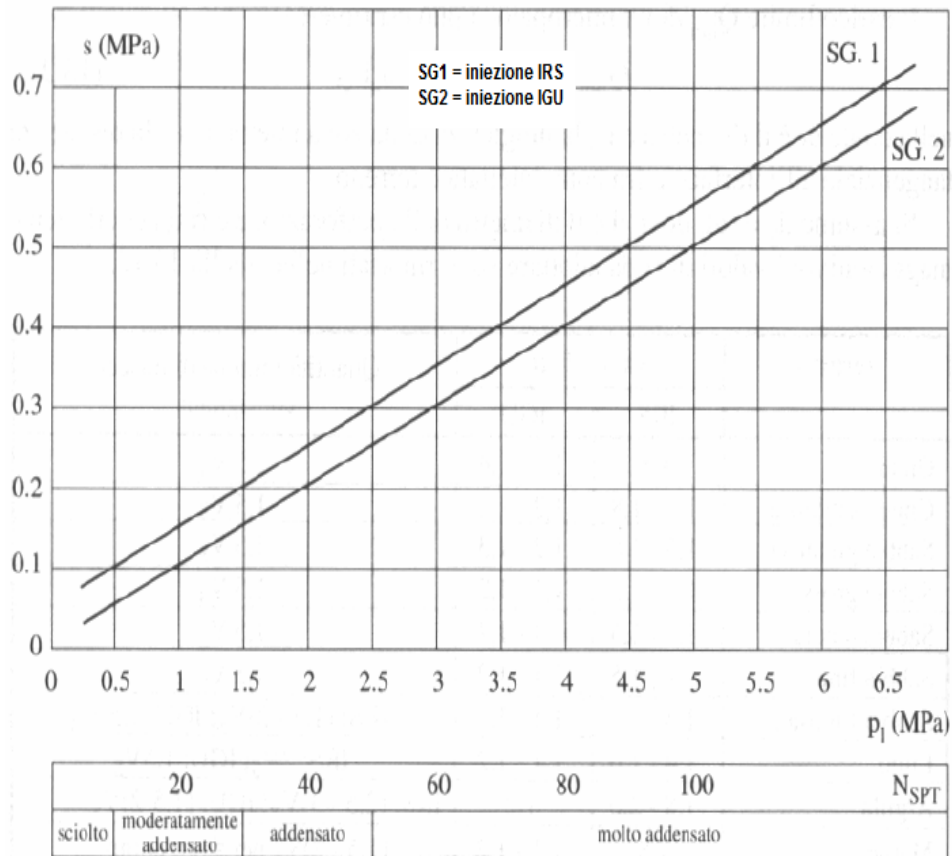
Valori del coefficiente  $\alpha$  ( $V_s = L_s \cdot \pi \cdot d_s^2 / 4$ )

TERRENO	Valori di $\alpha$		Quantità minima di miscela consigliata	
	IRS	IGU	IRS	IGU
Ghiaia	1.8	1.3 - 1.4	1.5 Vs	1.5 Vs
Ghiaia sabbiosa	1.6 - 1.8	1.2 - 1.4	1.5 Vs	1.5 Vs
sabbia ghiaiosa	1.5 - 1.6	1.2 - 1.3	1.5 Vs	1.5 Vs
Sabbia grossa	1.4 - 1.5	1.1 - 1.2	1.5 Vs	1.5 Vs
Sabbia media	1.4 - 1.5	1.1 - 1.2	1.5 Vs	1.5 Vs
Sabbia fine	1.4 - 1.5	1.1 - 1.2	1.5 Vs	1.5 Vs
Sabbia limosa	1.4 - 1.5	1.1 - 1.2	(1.5 - 2) Vs	1.5 Vs
Limo	1.4 - 1.6	1.1 - 1.2	2 Vs	1.5 Vs
Argilla	1.8 - 2.0	1.2	(2.5 - 3) Vs	(1.5 - 2) Vs
Marne	1.8	1.1 - 1.2	(1.5 - 2) Vs per strati compatti	
Calcari marnosi	1.8	1.1 - 1.2	(2 - 6) Vs o più per strati fratturati	
Calcari alterati o fratturati	1.8	1.1 - 1.2		
Roccia alterata e/o fratturata	1.2	1.1	(1.1 - 1.5) Vs per strati poco fratturati; 2 Vs o più per strati fratturati	

Oltre al coefficiente  $\alpha$ , il metodo di Bustamante e Doix contempla anche il calcolo della resistenza tangenziale  $s$  all'interfaccia palo-terreno in funzione sia della natura che delle caratteristiche del terreno, sia dalla tecnologia di infissione, vengono riportate di seguito la tabella che indica a quale curva bisogna fare riferimento nel nostro caso, sia il grafico nel quale entrando con il valore delle  $N_{SPT}$ , è possibile leggere il corrispettivo valore di  $s$ .

Terreno	Tipo di iniezione	
	IRS	IGU
Da ghiaia a sabbia limosa	SG 1	SG 2
Limo e argilla	AL 1	AL 2
Marna, calcare marnoso, calcare tenero fratturato	MC 1	MC 2
Roccia alterata e/o fratturata	≥ R 1	≥ R 2

Tabella 2: Tabella per la determinazione del tipo di iniezione


 Abaco per la determinazione di  $s$  per sabbie

**Tab. 6.4.II – Coefficienti parziali  $\gamma_R$  da applicare alle resistenze caratteristiche a carico verticale dei pali**

Resistenza	Simbolo	Pali infissi	Pali trivellati	Pali ad elica continua
	$\gamma_R$	(R3)	(R3)	(R3)
Base	$\gamma_b$	1,15	1,35	1,3
Laterale in compressione	$\gamma_s$	1,15	1,15	1,15
Totale (*)	$\gamma$	1,15	1,30	1,25
Laterale in trazione	$\gamma_{st}$	1,25	1,25	1,25

(\*) da applicare alle resistenze caratteristiche dedotte dai risultati di prove di carico di progetto.

Il valore di progetto  $R_d$  della resistenza si ottiene a partire dal valore caratteristico  $R_k$  applicando i coefficienti  $g_R$  indicati nella tabella precedente.

La resistenza caratteristica  $R_k$  del micropalo è stata dedotta con riferimento alle procedure analitiche descritte nei paragrafi precedenti. Tali resistenze vengono a loro volta divise per un fattore di correlazione  $\xi$  riportato nella seguente tabella in funzione del numero delle verticali indagate. In questo caso, supponendo un numero minimo pari ad 1 di verticali indagate nei pressi dell'opera, si adotta, a favore di sicurezza, un coefficiente  $\xi = 1.7$  [NTC – Tabella 6.4.IV].

NUMERO DI VERTICALI INDAGATE	1	2	3	4	5	7	$\geq 10$
$\xi_3$	1.70	1.65	1.60	1.55	1.50	1.45	1.40
$\xi_4$	1.70	1.55	1.48	1.42	1.34	1.28	1.21

**Tabella 9.3–3 – Fattori di correlazione  $\xi$  per la determinazione della resistenza caratteristica in funzione del numero di verticali indagate**

In definitiva, il valore della resistenza di calcolo è data dal minimo tra quella calcolata considerando i valori minimi dei parametri geotecnici e quella calcolata considerando quelli medi, come indicato nella seguente formula:

$$R_{c,k} = \text{Min} \left\{ \frac{(R_{c,cal})_{mean}}{\xi_3}; \frac{(R_{c,cal})_{min}}{\xi_4} \right\}$$

$$R_{t,k} = \text{Min} \left\{ \frac{(R_{t,cal})_{mean}}{\xi_3}; \frac{(R_{t,cal})_{min}}{\xi_4} \right\}$$

La verifica di resistenza per pali soggetti a carichi assiali risulta soddisfatta se

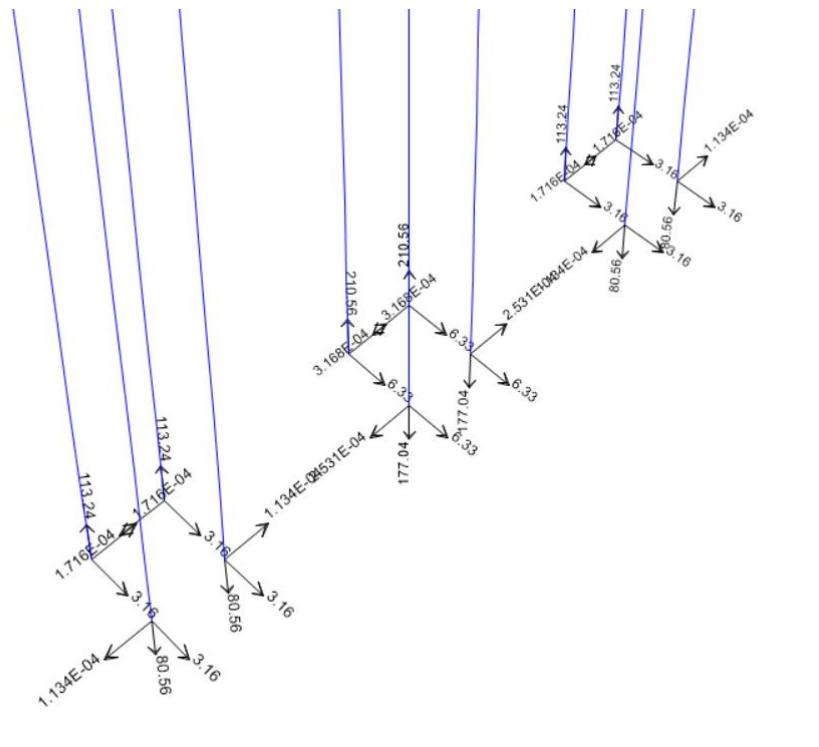
$$E_d \leq R_d$$

con  $E_d$  azione di progetto ottenuto amplificando i carichi caratteristici agenti in fondazione con i coefficienti di amplificazione indicati dal D.M. 2018 per l'Approccio 2.

In aggiunta alle verifiche richieste dalle NTC18 dovrà essere verificata la seguente relazione:

$$\frac{R_{c,cal,LAT}}{1.25} > N_{ag}$$

Dove  $R_{c,cal,LAT}$  è la resistenza laterale di calcolo e  $N_{ag}$  è il carico agente sul palo determinato per la combinazione caratteristica (rara) impiegata per le verifiche agli stati limite di esercizio (SLE).



**Figure 50 Diagramma combinazione involucro SLU\_GEO**



RELAZIONE DI CALCOLO BARRIERA VETRATA  
 PER FV01

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IP00	00	D26CL	BA 00 00 005	B	97 di 103

	SLU_GEO
Nmaks. (kN)	177.04

coefficienti parziali	Metodo di calcolo	azioni		resistenza laterale	
		permanenti $\gamma_G$	variabili $\gamma_Q$	$\gamma_s$	$\gamma_{s\text{traz}}$
definiti dal progettista	<input checked="" type="radio"/>	1,00	1,00	1,15	1,25

n	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	DM88	prog.
$\xi_3$	1,70	1,65	1,60	1,55	1,50	1,45	1,40	1,40	1,00	1,00
$\xi_4$	1,70	1,55	1,48	1,42	1,34	1,28	1,21	1,21	1,00	1,00

Caratteristiche del micropalo:

D : 0.16m

L : 10.0m

### CAPACITA' PORTANTE ESTERNA

Capacità portante di fusto

$$Ql = \sum_j \pi * D s_j * s_j * l s_j$$

 $\alpha = 1.4$ 

$$Ql = \pi * \alpha * D * s_i * l s_i ;$$

$$Ql = 3.14 * 1.4 * 250 * 0.05 * 10000 = 550 \text{ kN} > 177 \text{ kN}$$

$$F_s = 3.11 > 1.0 \text{ OK}$$

FONDAZIONE

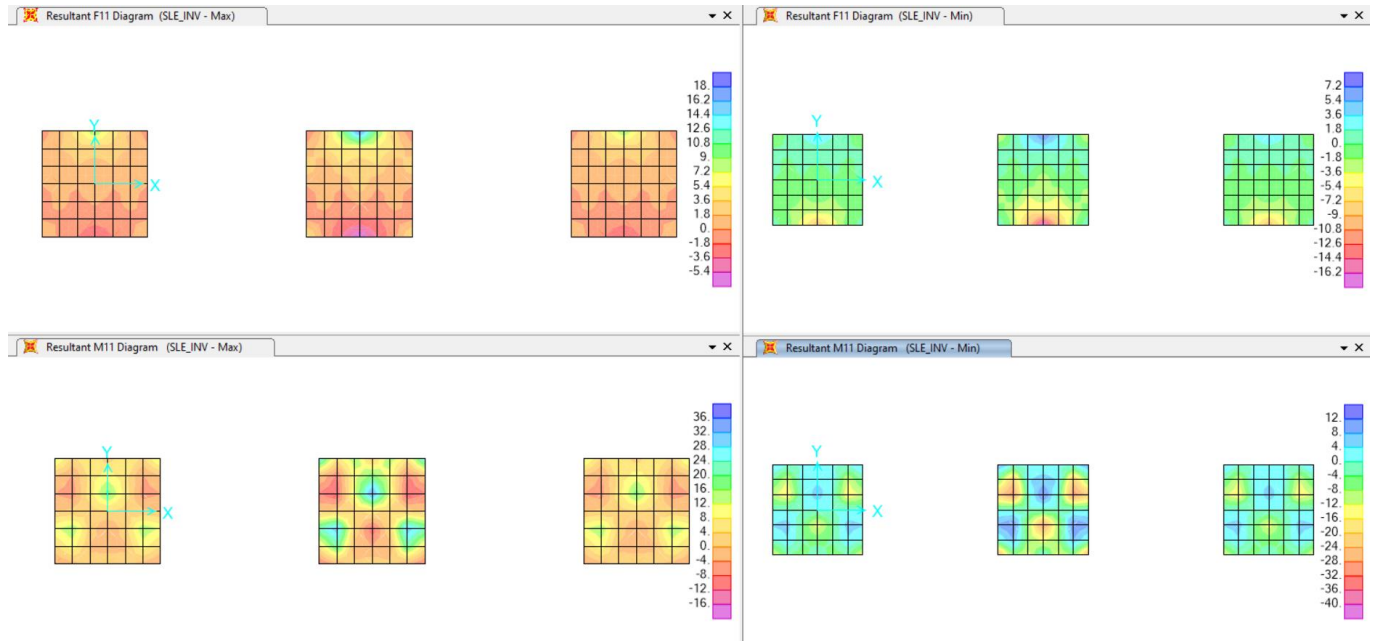


Figure 51 Diagramma combinazione involuppo SLE\_F1M1\_F2M2

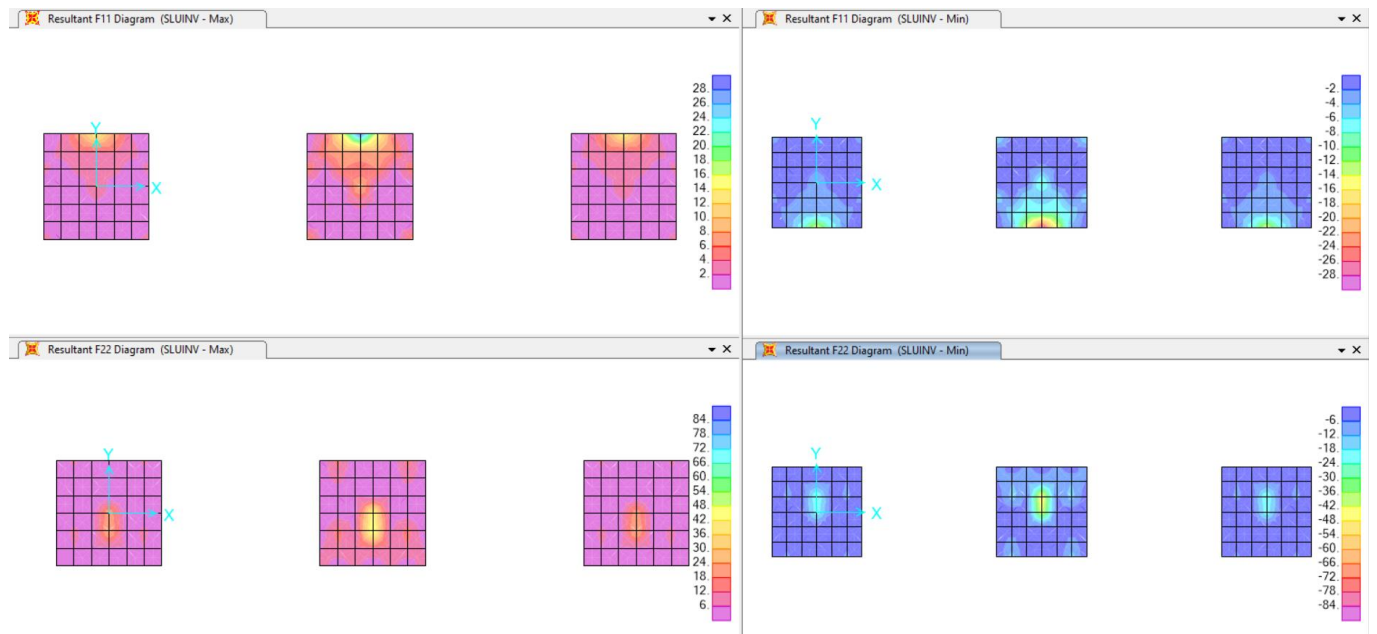
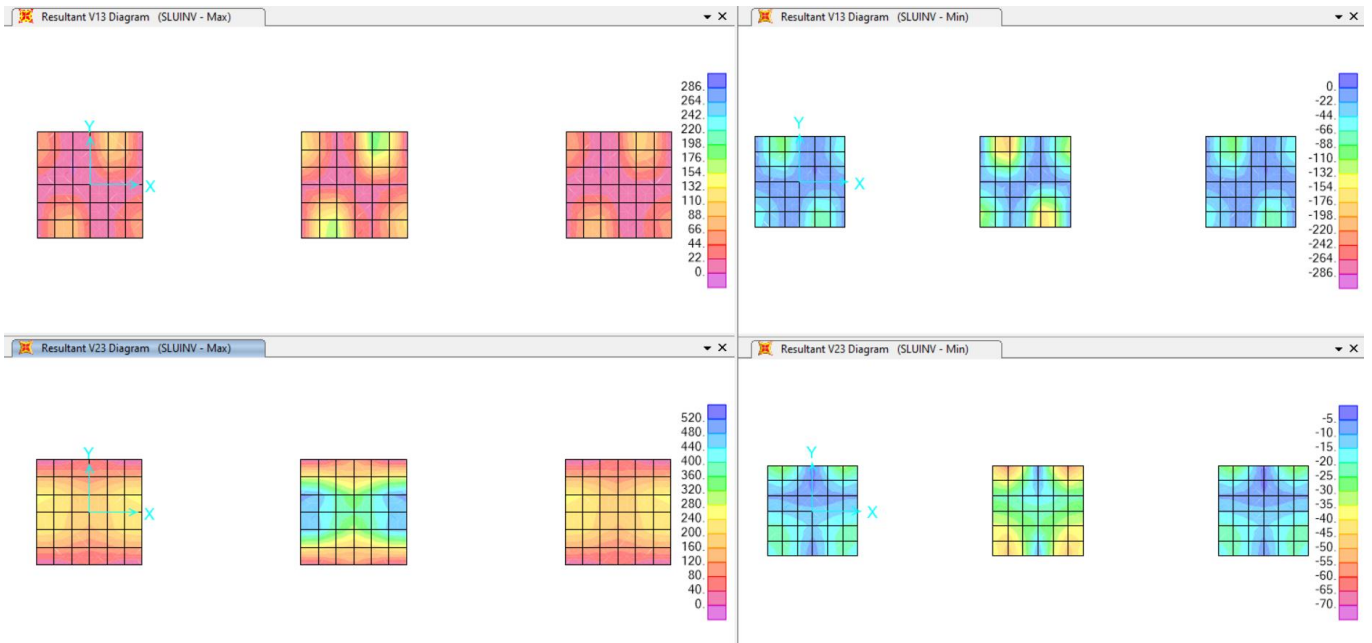
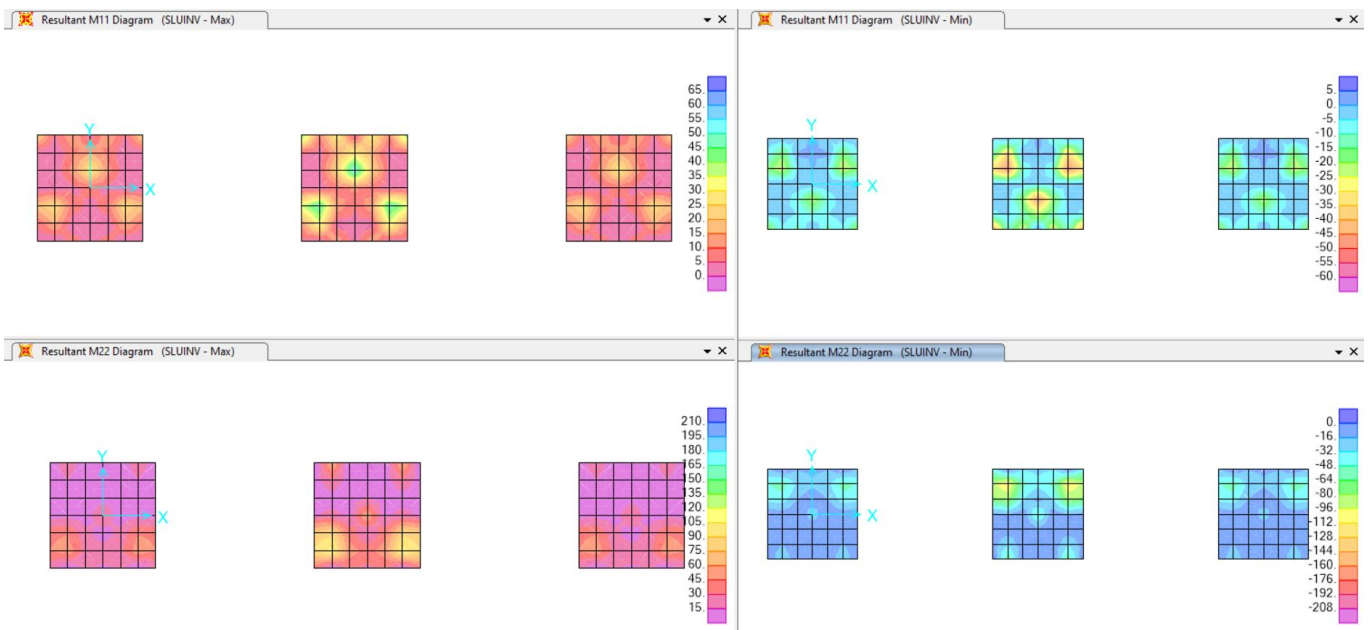


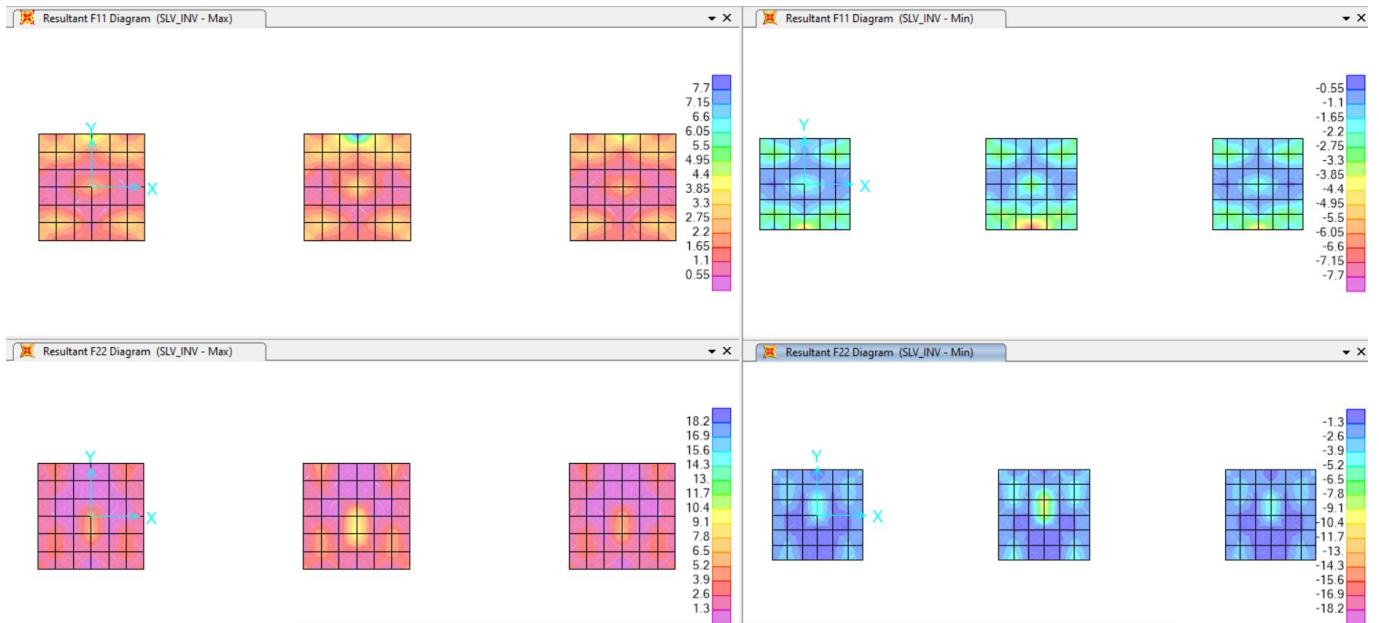
Figure 52 Diagramma combinazione involuppo SLU\_F1\_F2



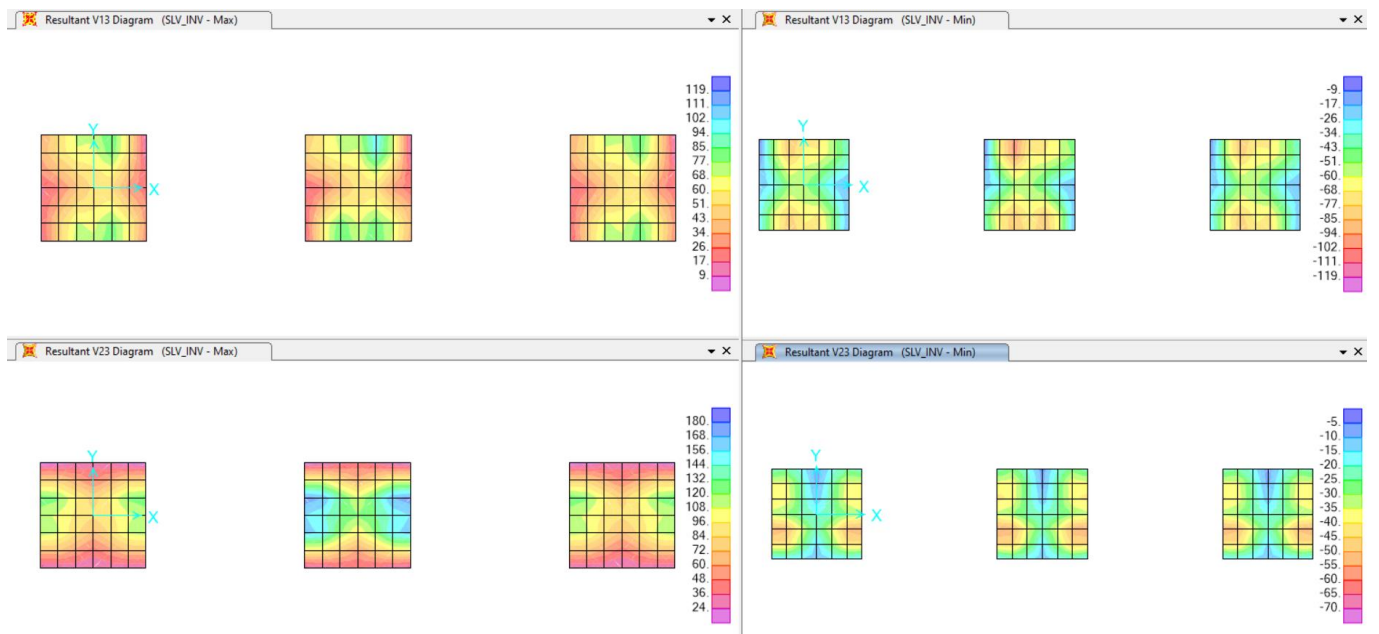
**Figure 53 Diagramma combinazione involucro SLU\_V1\_V2**



**Figure 54 Diagramma combinazione involucro SLU\_M1\_M2**



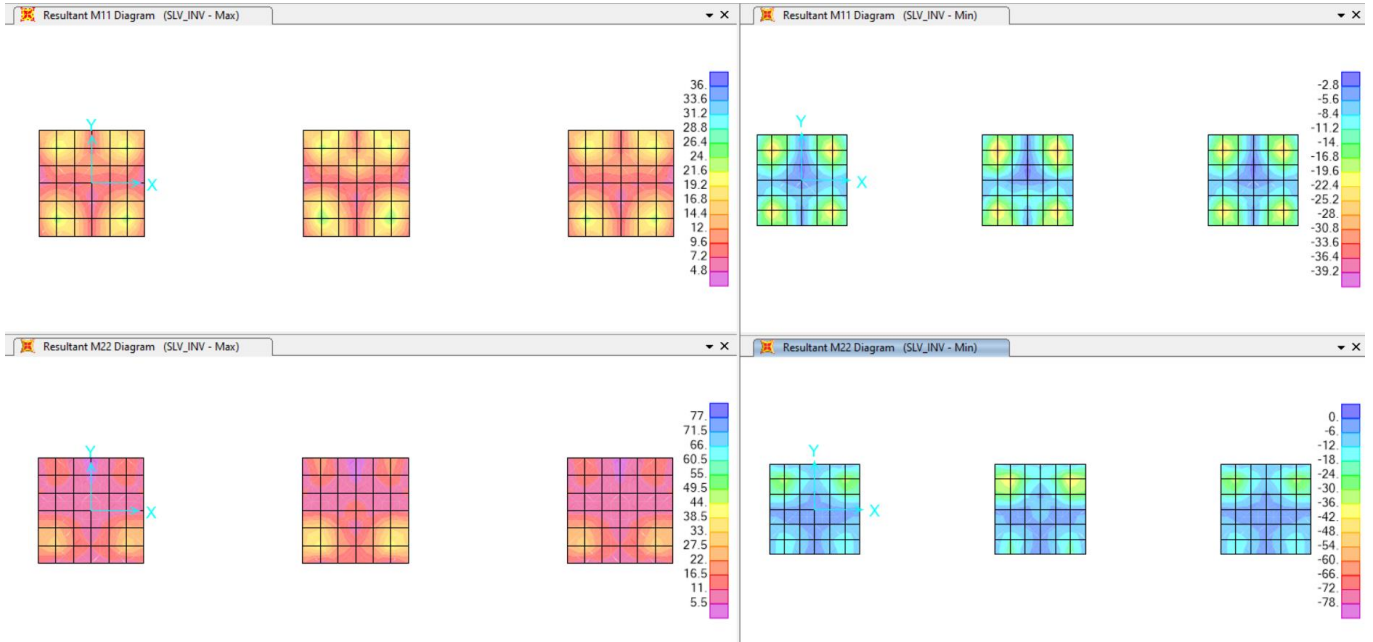
**Figure 55 Diagramma combinazione involuppo SLV\_F1\_F2**



**Figure 56 Diagramma combinazione involuppo SLV\_V1\_V2**

RELAZIONE DI CALCOLO BARRIERA VETRATA  
PER FV01

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IP00	00	D26CL	BA 00 00 005	B	101 di 103



**Figure 57** Diagramma combinazione involucro SLV\_M1\_M2

## FONDAZIONE F1M1

### INPUT

#### SOLLECITAZIONI DI VERIFICA

Combinazione	N <sub>Sd</sub> [kN]	M <sub>Sd</sub> [kNm]	V <sub>Sd</sub> [kN]
SLE Quasi Permanente	17.9	40.6	326.39
SLE Frequente	17.9	40.6	326.39
SLE Rara	17.9	40.6	326.39
SLU	28.6	64.9	519.7
SLV	8.0	40.3	189.3

#### CARATTERISTICHE GEOMETRICHE DELLA SEZIONE IN C.A.

##### Geometria della sezione

Base (ortogonale al Taglio)	B [cm]	100
Altezza (parallela al Taglio)	H [cm]	80
Altezza utile della sezione	d [cm]	73
Area di calcestruzzo	A <sub>c</sub> [cm <sup>2</sup> ]	8000

##### Armatura longitudinale tesa

	1° STRATO	2° STRATO	3° STRATO	
Numero Barre	n	5.00	0.00	0
Diametro	φ [mm]	14	0	0
Posizione dal lembo esterno	c [cm]	6.6	11.6	0.0
Area strato	A <sub>s</sub> [cm <sup>2</sup> ]	7.70	0.00	0.00
Rapporto di armatura	ρ [%]	0.105%		

##### Armatura longitudinale compressa

	1° STRATO	2° STRATO	3° STRATO	
Numero Barre	n	5.0	0	0
Diametro	φ [mm]	14	0	0
Posizione dal lembo esterno	c' [cm]	6.6	11.6	0.0
Area strato	A <sub>s</sub> ' [cm <sup>2</sup> ]	7.70	0.00	0.00
Rapporto di armatura	ρ' [%]	0.105%		

##### Armatura trasversale

	1° TIPO	2° TIPO	3° TIPO	
Diametro	φ [mm]	10	0	0
Numero bracci	n <sub>bi</sub>	5	0	0
Passo	s <sub>w</sub> [cm]	20	0	0
Inclinazione	α [deg]	90	90	90
Area armatura a metro	A <sub>sw</sub> /s <sub>w</sub> [cm <sup>2</sup> /m]	19.63	0.00	0.00

#### CARATTERISTICHE REOLOGICHE DEI MATERIALI

##### Concrete

Resistenza cubica a compressione	RCK	37
Resistenza cilindrica caratteristica a compressione	f <sub>ck</sub> [Mpa]	30.00
Resistenza cilindrica media a compressione	f <sub>cm</sub> [Mpa]	38.00
Resistenza media a trazione per flessione	f <sub>ctm</sub> [Mpa]	2.90
Resistenza caratteristica a trazione per flessione	f <sub>ctk</sub> [Mpa]	2.03
Resistenza di progetto a compressione	f <sub>cd</sub> [Mpa]	17.00
Resistenza di progetto delle bielle compresse	f <sub>cd'</sub> [Mpa]	8.98

##### Acciaio

Resistenza di progetto a snervamento	f <sub>yd</sub> [Mpa]	391.30
--------------------------------------	-----------------------	--------

### OUTPUT

#### VERIFICHE IN ESERCIZIO

Verifica Tensionale	σ <sub>c</sub> [Mpa]	σ <sub>t</sub> [Mpa]	σ <sub>s</sub> [Mpa]	σ limit
Calcestruzzo SLE Quasi Permanente	0.92	0.92	87.70	13.500
Calcestruzzo SLE Rara	0.92	0.92	87.70	16.500
Acciaio SLE Rara	0.92	0.92	87.70	337.500

Verifica di fessurazione	w <sub>d</sub> [mm]	w limit
Combinazione SLE Quasi permanente	0.000	0.200
Combinazione SLE Frequente	0.000	0.300

#### VERIFICA DI RESISTENZA A TAGLIO

##### Sollecitazioni di progetto

Taglio sollecitante = max Taglio(SLU,SLV)	V <sub>Sd</sub> [kN]	519.7
Sforzo Normale concomitante al massimo taglio	N <sub>Sd</sub> [kN]	0.0

##### Verifica di resistenza in assenza di armatura specifica

Resistenza di progetto senza armatura specifica	V <sub>Rd1</sub> [kN]	911.26
Coefficiente di sicurezza	V <sub>Rd1</sub> /V <sub>Sd</sub>	1.75

##### Verifica di resistenza dell'armatura specifica

CoTan(θ) di progetto	cotan(θ)	2.5
Resistenza a taglio delle bielle compresse in cls	V <sub>Rd2</sub> (θ) [kN]	2045
Resistenza a taglio dell'armatura	V <sub>Rd3</sub> (θ) [kN]	1269
Resistenza a taglio di progetto	V <sub>Rd</sub> [kN]	1269
Coefficiente di sicurezza	V <sub>Rd</sub> /V <sub>Sd</sub>	2.44

#### VERIFICA DI RESISTENZA A PRESSO-FLESSIONE

##### Sollecitazioni di progetto

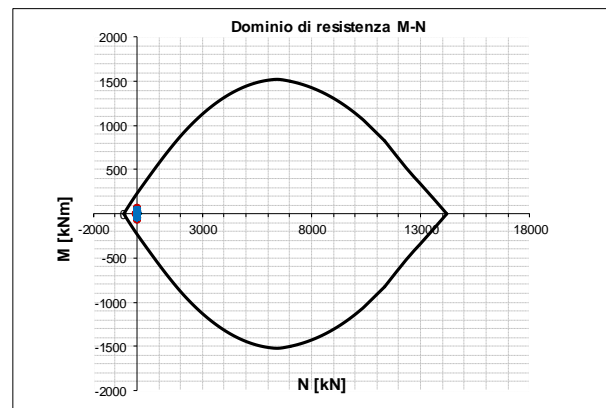
	SLU	SLV	
Momento sollecitante	M <sub>Sd</sub> [kNm]	64.9	40.3
Sforzo Normale concomitante	N <sub>Sd</sub> [kN]	28.6	8.0

##### Verifica di resistenza in termini di momento

	SLU	SLV	
Momento resistente	M <sub>Rd</sub> [kNm]	218.6	226.1
Coefficiente di sicurezza	M <sub>Rd</sub> /M <sub>Sd</sub>	3.37	5.62

##### Verifica di resistenza in termini di sforzo normale

	SLU	SLV	
Sforzo normale resistente	N <sub>Rd</sub> [kN]	418.7	479.7
Coefficiente di sicurezza	N <sub>Rd</sub> /N <sub>Sd</sub>	14.66	60.27





## FONDAZIONE F2M2

### INPUT

#### SOLLECITAZIONI DI VERIFICA

Combinazione	N <sub>Sd</sub> [kN]	M <sub>Sd</sub> [kNm]	V <sub>Sd</sub> [kN]
SLE Quasi Permanente	52.5	137.6	326.39
SLE Frequente	52.5	137.6	326.39
SLE Rara	52.5	137.6	326.39
SLU	84.1	219.9	519.7
SLV	18.2	80.1	189.3

#### CARATTERISTICHE GEOMETRICHE DELLA SEZIONE IN C.A.

##### Geometria della sezione

Base (ortogonale al Taglio)	B [cm]	100
Altezza (parallela al Taglio)	H [cm]	80
Altezza utile della sezione	d [cm]	68
Area di calcestruzzo	A <sub>c</sub> [cm <sup>2</sup> ]	8000

##### Armatura longitudinale tesa

	1° STRATO	2° STRATO	3° STRATO	
Numero Barre	n	5.00	0.00	0
Diametro	φ [mm]	18	0	0
Posizione dal lembo esterno	c [cm]	11.6	11.6	0.0
Area strato	A <sub>s</sub> [cm <sup>2</sup> ]	12.72	0.00	0.00
Rapporto di armatura	ρ [%]	0.186%		

##### Armatura longitudinale compressa

	1° STRATO	2° STRATO	3° STRATO	
Numero Barre	n	5.0	0	0
Diametro	φ [mm]	18	0	0
Posizione dal lembo esterno	c' [cm]	11.6	11.6	0.0
Area strato	A <sub>s</sub> ' [cm <sup>2</sup> ]	12.72	0.00	0.00
Rapporto di armatura	ρ' [%]	0.186%		

##### Armatura trasversale

	1° TIPO	2° TIPO	3° TIPO	
Diametro	φ [mm]	10	0	0
Numero bracci	n <sub>bi</sub>	5	0	0
Passo	s <sub>w</sub> [cm]	20	0	0
Inclinazione	α [deg]	90	90	90
Area armatura a metro	A <sub>sw</sub> /s <sub>w</sub> [cm <sup>2</sup> /m]	19.63	0.00	0.00

#### CARATTERISTICHE REOLOGICHE DEI MATERIALI

##### Concrete

Resistenza cubica a compressione	RCK	37
Resistenza cilindrica caratteristica a compressione	f <sub>ck</sub> [Mpa]	30.00
Resistenza cilindrica media a compressione	f <sub>cm</sub> [Mpa]	38.00
Resistenza media a trazione per flessione	f <sub>ctm</sub> [Mpa]	2.90
Resistenza caratteristica a trazione per flessione	f <sub>ctk</sub> [Mpa]	2.03
Resistenza di progetto a compressione	f <sub>cd</sub> [Mpa]	17.00
Resistenza di progetto delle bielle compresse	f <sub>cd'</sub> [Mpa]	8.98

##### Acciaio

Resistenza di progetto a snervamento	f <sub>yd</sub> [Mpa]	391.30
--------------------------------------	-----------------------	--------

### OUTPUT

#### VERIFICHE IN ESERCIZIO

Verifica Tensionale	σ <sub>c</sub> [Mpa]	σ <sub>t</sub> [Mpa]	σ <sub>s</sub> [Mpa]	σ limit
Calcestruzzo SLE Quasi Permanente	2.93	13.500		
Calcestruzzo SLE Rara	2.93	16.500		
Acciaio SLE Rara		192.05	337.500	

Verifica di fessurazione	w <sub>d</sub> [mm]	w limit
Combinazione SLE Quasi permanente	0.000	0.200
Combinazione SLE Frequente	0.000	0.300

#### VERIFICA DI RESISTENZA A TAGLIO

##### Sollecitazioni di progetto

Taglio sollecitante = max Taglio(SLU,SLV)	V <sub>Sd</sub> [kN]	519.7
Sforzo Normale concomitante al massimo taglio	N <sub>Sd</sub> [kN]	0.0

##### Verifica di resistenza in assenza di armatura specifica

Resistenza di progetto senza armatura specifica	V <sub>Rd1</sub> [kN]	849.19
Coefficiente di sicurezza	V <sub>Rd1</sub> /V <sub>Sd</sub>	1.63

##### Verifica di resistenza dell'armatura specifica

CoTan(θ) di progetto	cotan(θ)	2.5
Resistenza a taglio delle bielle compresse in cls	V <sub>Rd2</sub> (θ) [kN]	1905
Resistenza a taglio dell'armatura	V <sub>Rd3</sub> (θ) [kN]	1182
Resistenza a taglio di progetto	V <sub>Rd</sub> [kN]	1182
Coefficiente di sicurezza	V <sub>Rd</sub> /V <sub>Sd</sub>	2.28

#### VERIFICA DI RESISTENZA A PRESSO-FLESSIONE

##### Sollecitazioni di progetto

	SLU	SLV	
Momento sollecitante	M <sub>Sd</sub> [kNm]	219.9	80.1
Sforzo Normale concomitante	N <sub>Sd</sub> [kN]	84.1	18.2

##### Verifica di resistenza in termini di momento

	SLU	SLV	
Momento resistente	M <sub>Rd</sub> [kNm]	339.4	361.2
Coefficiente di sicurezza	M <sub>Rd</sub> /M <sub>Sd</sub>	1.54	4.51

##### Verifica di resistenza in termini di sforzo normale

	SLU	SLV	
Sforzo normale resistente	N <sub>Rd</sub> [kN]	415.8	752.2
Coefficiente di sicurezza	N <sub>Rd</sub> /N <sub>Sd</sub>	4.95	41.24

