

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



**DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO**

**U.O. INFRASTRUTTURE SUD**

**PROGETTO DEFINITIVO**

**RADDOPPIO DELLA TRATTA GIAMPILIERI – FIUMEFREDDO**

**Lotto 1: Fiumefreddo (i) – Taormina (i) / Letojanni**

**IMPIANTI SSE**

**SSE SANT’ALESSIO – FONDAZIONE PER INTERRUPTORE AT CON TA -  
RELAZIONE DI CALCOLO**

SCALA:

-

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

RS2S 02 D 78 CL SE0300 007 A

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	Emissione Esecutiva	F.Massari	01/2018	Fanelli	01/2018	Carlesimo	01/2018	D. Tiberti

ITALFERR S.p.A.  
Gruppo Ferrovie dello Stato Italiane  
Ditta a partecipazione paritetica  
UO Infrastrutture Sud  
Piazzale Log. Carlo Tiberti  
Ordine degli Ingegneri Prov. di Napoli n. 11678

RS2S02D78CLSE0300007A SANTALESSIO INTERRUPTORE AT CON TA

n. Elab.: 2888

## INDICE

<b>1.-.. DESCRIZIONE DELLE STRUTTURE .....</b>	<b>7</b>
<b>2.-.. DESCRIZIONE DEI MATERIALI .....</b>	<b>8</b>
<b>2.1.-.. STRUTTURE METALLICHE: STRUTTURA IN ELEVAZIONE .....</b>	<b>8</b>
<b>2.2.-.. OPERE IN C.A.: STRUTTURA FONDALE .....</b>	<b>8</b>
<b>3.-.. IL TERRENO DI FONDAZIONE .....</b>	<b>10</b>
<b>4.-.. MODELLO DI CALCOLO .....</b>	<b>12</b>
<b>4.1.-.. AZIONI DEL VENTO .....</b>	<b>13</b>
4.1.1.-.. Pressione cinetica di riferimento .....	13
4.1.2.-.. Coefficiente di esposizione .....	14
4.1.3.-.. Coefficiente di forma .....	15
4.1.4.-.. Coefficiente dinamico .....	16
<b>AZIONE SISMICA .....</b>	<b>16</b>
4.1.5.-.. Zonazione sismica .....	16
4.1.6.-.. Vita Nominale .....	16
4.1.7.-.. Classe d'uso .....	17
4.1.8.-.. Periodo di riferimento per l'azione sismica .....	17
4.1.9.-.. Azioni di progetto .....	17
4.1.10.-.. Amplificazione stratigrafica .....	18
4.1.11.-.. Condizioni topografiche .....	18
4.1.12.-.. Classe di duttilità .....	18
4.1.13.-.. Regolarità .....	18
4.1.14.-.. Tipologia strutturale e fattore di struttura .....	19
4.1.14.1. <i>Tipologia strutturale</i> .....	19
4.1.14.2. <i>Fattore di struttura</i> .....	19
4.1.15.-.. Spettri di risposta .....	19
<b>5.-.. COMBINAZIONI DEI CARICHI SECONDO IL D.M. 14/01/2008 .....</b>	<b>21</b>
<b>5.1.-.. APPROCCIO AGLI STATI LIMITE .....</b>	<b>22</b>

5.1.1.-.. Condizioni di carico.....	23
5.1.2.-.. Combinazioni di carico di progetto .....	24
6.0 - VERIFICHE .....	25
RISULTATI NUMERICI.....	25
Verifica Al Ribaltamento .....	25
Risultati numerici .....	26
Spostamenti nodali .....	28
Spostamenti nodali in combinazioni di carico.....	28
Reazioni nodali .....	40
Reazioni nodali in combinazioni di carico.....	40
Pressioni massime sul terreno .....	48
Cedimenti fondazioni .....	48
Sollecitazioni aste.....	49
Convenzioni di segno aste.....	49
Sistema locale aste verticali.....	50
Sistema locale aste non verticali.....	51
5.1.3.-.. Sistema locale aste derivanti da travi in c.a. ....	52
Sollecitazioni estreme aste .....	52
<i>Sollecitazioni con sforzo normale (N) minimo</i> .....	52
<i>Sollecitazioni con sforzo normale (N) massimo</i> .....	53
<i>Sollecitazioni con momento M2 minimo</i> .....	53
<i>Sollecitazioni con momento M2 massimo</i> .....	53
<i>Sollecitazioni con momento M3 minimo</i> .....	53
<i>Sollecitazioni con momento M3 massimo</i> .....	54
Sollecitazioni gusci .....	54
Convenzioni di segno gusci .....	54
Convenzione di segno per gusci non verticali .....	54
Convenzione di segno per gusci verticali.....	56
Tagli ai livelli .....	57
Equilibrio forze.....	<b>Errore. Il segnalibro non è definito.</b>
Verifiche .....	60

Verifiche travate C.A.....	60
Verifiche aste in acciaio .....	64
<i>Asta 1: Colonna in acciaio tronco Fondazione - Piano 1 [m]</i> .....	68
<i>Piede asta 1: Estremo dissipativo per rotazione attorno agli assi x e y</i> .....	69
<i>Asta 6: Colonna in acciaio tronco Fondazione - Piano 1 [m]</i> .....	69
<i>Piede asta 6: Estremo dissipativo per rotazione attorno agli assi x e y</i> .....	70
<i>Asta 7: Colonna in acciaio tronco Fondazione - Piano 1 [m]</i> .....	70
<i>Piede asta 7: Estremo dissipativo per rotazione attorno agli assi x e y</i> .....	71
Modellazione del sottosuolo e metodi di analisi e di verifica.....	71
Modello di fondazione.....	71
<i>Verifica di scorrimento</i> .....	72
<i>Verifica di capacità portante</i> .....	72
<i>Metodo di Vesic</i> .....	73
<i>Influenza degli strati sulla capacità portante</i> .....	74
<i>Influenza del sisma sulla capacità portante</i> .....	75
Verifiche delle fondazioni.....	75
Verifiche travate C.A.....	76
Pressioni terreno in SLU .....	81
Pressioni terreno in SLVf/SLUEcc .....	82
Pressioni terreno in SLE/SLD .....	83

**7.0 - RISCONTRO ALLE VERIFICHE CON CALCOLO SEMPLIFICATO A VANTAGGIO DI SICUREZZA. ....84**

**8.- CONCLUSIONI.....91**

## PREMESSA E SCOPO DEL DOCUMENTO

La presente relazione di calcolo riguarda il Progetto Definitivo della nuova Sottostazione Elettrica di conversione (SSE) di Sant'Alessio Siculo (ME), nell'ambito del più ampio progetto di raddoppio della nuova linea Giampilieri - Fiumefreddo.

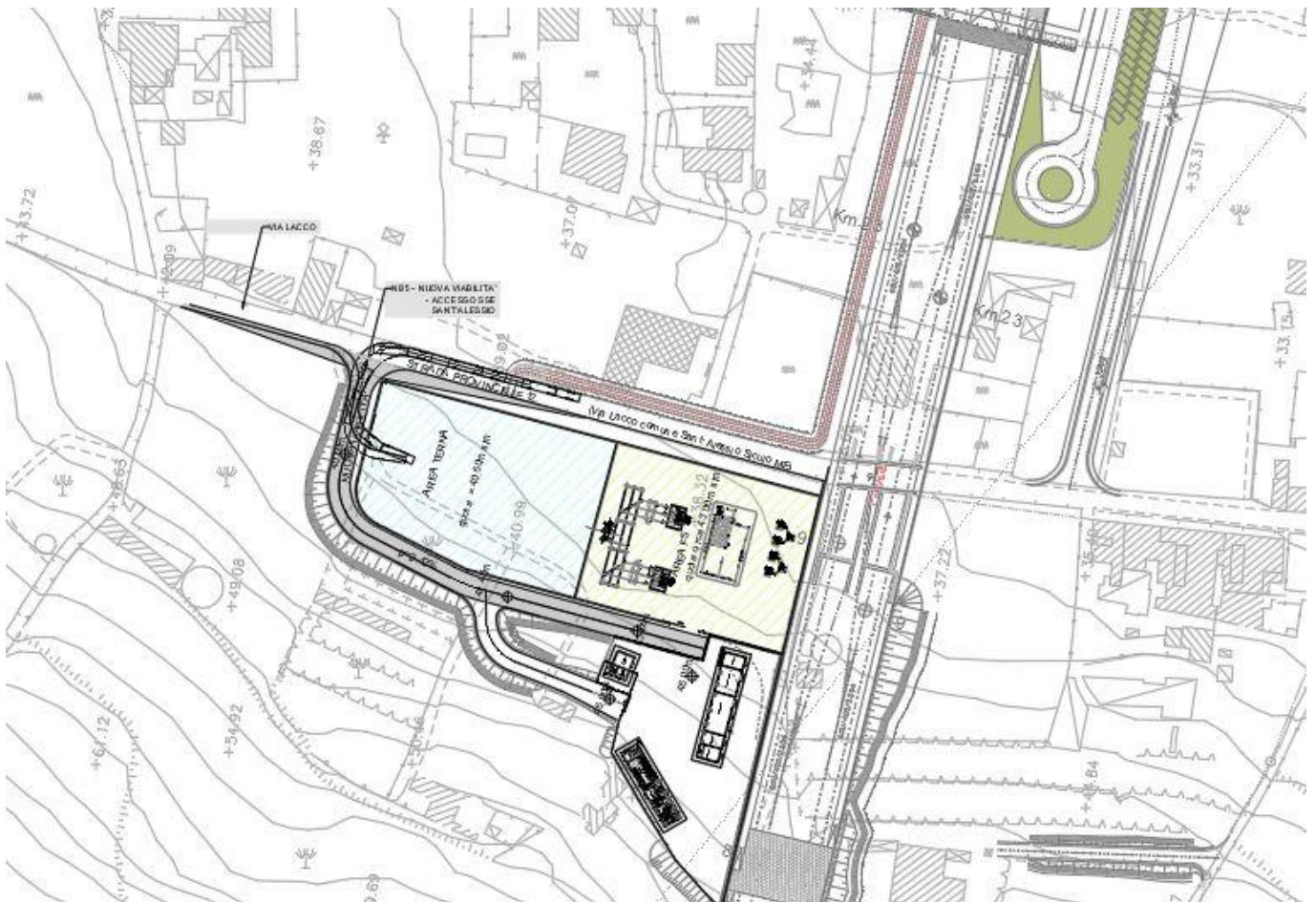


Figura 1- Stralcio planimetria SSE Sant'Alessio Siculo (MS)

In particolare, viene di seguito trattata la verifica della **struttura di fondazione** per interruttore AT con TA a servizio del piazzale di SSE, come mostrato in Fig.1.

Il calcolo delle sollecitazioni e le verifiche allo stato limite ultimo e allo stato limite di esercizio sono state condotte attraverso un foglio di calcolo realizzato ad hoc, nelle ipotesi di materiale elastico, omogeneo e isotropo a trazione e a compressione, nel rispetto delle seguenti normative vigenti:

- **D.M. del 14.01.2008:**  
"Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni";
- **C.M. del 02.02.2009:**  
"Istruzioni per l'esecuzione delle Nuove Norme per le Costruzioni di cui al D.M. 14/01/2008";

- **Norma UNI ENV 1993-1-1 (Eurocodice 3)**  
"Progettazione delle strutture di acciaio";
- **Norma UNI ENV 1992-1-1 (Eurocodice 2)**  
"Progettazione delle strutture di calcestruzzo".

## 1.-.DESCRIZIONE DELLE STRUTTURE

La struttura in oggetto è costituita da un plinto in cemento armato

Le caratteristiche meccaniche e i materiali costituenti il manufatto sono indicati di seguito:

### - STELI

Realizzati in lamiera di acciaio S 355 JR (UNI EN 10025) pressopiegati e saldati con procedimento di saldatura certificato IIS.

### - TRATTAMENTI

Zincatura a caldo secondo UNI EN ISO 1461 di tutti gli elementi componenti.

### - IMPIANTO ELETTRICO

Quelle indicate nei progetti degli impianti tecnologici.

## 2.-..DESCRIZIONE DEI MATERIALI

I materiali che costituiscono l'opera nel suo complesso sono:

- Acciaio zincato e verniciato, per le mensole;
- Acciaio S355 JR, per quanto riguarda il palo;
- Calcestruzzo armato per il plinto di fondazione;

Di seguito si riportano le caratteristiche meccaniche di ciascun materiale:

### 2.1.-..STRUTTURE METALLICHE: STRUTTURA IN ELEVAZIONE

Riferimento normativo UNI EN 10025-2.

Profilati laminati a caldo:	UNI EN 10025 S 355 JR:
Tensione di snervamento	$f_{yk} = 3550$ [daN /cm <sup>2</sup> ]
Tensione di rottura	$f_{tk} = 5100$ [daN /cm <sup>2</sup> ]
Modulo di elasticità	$E = 210000$ N/mm <sup>2</sup>
Coefficiente di Poisson	$\nu = 0.3$
Coeff. espansione termica lineare	$\alpha = 12 \times 10^{-6}$ per °C <sup>-1</sup>
Densità	$\rho = 7850$ kg/m <sup>3</sup>
Coefficiente sicurezza	$\gamma_{M0} = 1,05$ (Resistenza Sezioni)
Coefficiente sicurezza	$\gamma_{M0} = 1,05$ (Resistenza all'instabilità)
Coefficiente sicurezza	$\gamma_{M2} = 1,25$ (Resistenza sezioni forate)

### 2.2.-..OPERE IN C.A.: STRUTTURA FONDALE

Riferimento normativo UNI EN 206-1 (Specificazione, prestazione, produzione e conformità) e UNI 11104 (Istruzioni complementari per l'applicazione della EN 206-1).

Classe di resistenza:	C25/30 (Rck300)
Classe di esposizione:	XC2
Classe di consistenza slump:	S4
Contenuto minimo di cemento:	320 Kg/mc
Rapporto A/C:	≤ 0.55
Aggregato:	Conforme a UNI EN 12620
Massima dimensione aggregato:	25 mm



Acqua :	Conforme a UNI EN 1008
Cemento :	CEM II/A-LL 42.5 R (Conforme alla UNI-EN 197/1)
Resistenza caratteristica cubica:	$R_{ck} = 30 \text{ N/mm}^2$
Resistenza caratteristica cilindrica:	$f_{ck} = 25 \text{ N/mm}^2$
Resistenza caratteristica cilindrica media:	$f_{cm} = f_{ck} + 8 = 33 \text{ N/mm}^2$
Resistenza media a trazione semplice:	$f_{ctm} = 0.30 f_{ck}^{2/3} = 2.56 \text{ N/mm}^2$
Resistenza media a trazione per flessione:	$f_{ctm} = 1.2 f_{ctm} = 3.08 \text{ N/mm}^2$
Resistenza caratteristica a trazione semplice (5%):	$f_{ctk} = 0.7 f_{ctm} = 1.79 \text{ N/mm}^2$
Resistenza caratteristica a trazione semplice (95%):	$f_{ctk} = 1.3 f_{ctm} = 3.33 \text{ N/mm}^2$
Modulo di elasticità longitudinale	$E_{cm} = 22.000 [f_{cm}/10]^{0.3} = 31476 \text{ N/mm}^2$
Coefficiente di Poisson	$\nu = 0.1$
Coeff. espansione termica lineare	$\alpha = 10 \times 10^{-6} \text{ per } ^\circ\text{C}^{-1}$
Densità	$\rho = 2500 \text{ kg/m}^3$
Coefficiente sicurezza SLU	$\gamma_C = 1,50$
Resistenza di calcolo a compressione SLU	$f_{cd} = 0,85 f_{ck} / \gamma_C = 14.17 \text{ N/mm}^2$
Resistenza di calcolo a trazione semplice (5%) SLU	$f_{ctd} = 0.7 f_{ctk} / \gamma_C = 0.84 \text{ N/mm}^2$
Coefficiente sicurezza SLE	$\gamma_C = 1,00$
combinazione rara	$\sigma_{c,ad} = 0,60 f_{ck} = 15.00 \text{ N/mm}^2$
combinazione quasi permanente	$\sigma_{c,ad} = 0,45 f_{ck} = 11.25 \text{ N/mm}^2$

### Acciaio per calcestruzzo armato

Acciaio per calcestruzzo armato tipo B 450 C secondo DM 14.01.2008 avente le seguenti caratteristiche:

Tensione caratteristica di snervamento	$f_{yk} \geq 450 \text{ N/mm}^2$
Tensione caratteristica di rottura	$f_{tk} \geq 540 \text{ N/mm}^2$
Modulo elastico	$E_s = 206000 \text{ N/mm}^2$
Rapporto	$1,15 < (f_t/f_y)_k < 1,35$ (frattile 10%)
Rapporto	$(f_y/f_{y, nom})_k < 1,25$ (frattile 10%)
Allungamento	$(A_{gt})_k > 7,5\%$ (frattile 10%)
Coefficiente sicurezza SLU	$\gamma_S = 1,15$
Resistenza di calcolo SLU	$f_{yd} = f_{yk} / \gamma_S = 391,30 \text{ N/mm}^2$
Tensione di calcolo SLE	$\sigma_{y,ad} = 0,80 f_{yk} = 360 \text{ N/mm}^2$
Tirafondi	Classe 6.8
Dadi per tirafondi	Classe 6

### 3.-.IL TERRENO DI FONDAZIONE

Con riferimento al documento:

- **RS2S02D78RBFA2200001**: SSE SANT'ALESSIO - RELAZIONE GEOTECNICA GENERALE PER LA SSE,

i calcoli di cui alla presente Relazione Tecnica sono stati condotti considerando le seguenti caratteristiche geotecniche:

#### - STRATIGRAFIA DI RIFERIMENTO

**STRATO 1** (da quota -1,00 m ) – **Terreni b2**: Ghiaie poligeniche ed eterometriche, da angolose a sub-angolose, in matrice sabbiosa e sabbioso-limosa di colore grigio e marrone-brunastro, generalmente abbondante; localmente si rinvengono passaggi di sabbie, sabbie limose e limi sabbiosi di colore grigio, marrone e giallastro, a struttura indistinta, con abbondanti ghiaie poligeniche ed eterometriche, da angolose a sub-angolose. Depositi di versante e di alterazione del substrato. Olocene. oltre a Depositi alluvionali recenti: (bb) Ghiaie poligeniche ed eterometriche, da sub-angolose ad arrotondate, in matrice sabbiosa e sabbioso-limosa di colore grigio e giallastro, da scarsa ad abbondante; a luoghi sono presenti blocchi poligenici da sub-angolosi a sub-arrotondati, di dimensioni da decimetriche a metriche; localmente si rinvengono passaggi di sabbie, sabbie limose e limi argilloso-sabbiosi di colore grigio, marrone e giallastro, a struttura indistinta o debolmente laminata, con abbondanti ghiaie poligeniche ed eterometriche, da angolose ad arrotondate. Depositi di canale fluviale, argine e conoide alluvionale. Olocene

**Non si prevede la presenza di falda a quota interessante le opere in progetto.**

#### - PARAMETRI GEOTECNICI

Con riferimento a quanto previsto per la progettazione delle opere ai sopra elencati terreni possono attribuirsi i seguenti valori dei principali parametri geotecnici:

**Terreni di Depositi alluvionali in detriti colluviali b2 e depositi alluvionali bb (da circa - 1,00):**

Peso di volume: 19-21 kN/mc;

Angolo di attrito interno: 35-37°;

Coesione: 0 kPa;

E': 30-35 MPa

#### - PARAMETRI SISMICI

Lo studio dell'azione sismica locale per il sito in questione è stato eseguito sia sulla base di dati progettuali specifici delle strutture in oggetto sia attraverso l'analisi geofisica sul suolo di riferimento.

Tale analisi ha permesso di definire alcuni importanti parametri necessari per caratterizzare l'azione sismica per l'area in studio.

Coordinate sito	Latitudine: 37,9308
	Longitudine: 15,3389
Vita nominale della struttura	75 anni
Classe d'uso	III
Coefficiente $C_u$	1,5
Periodo di riferimento per l'azione sismica – $V_R = V_N * C_u$	113 anni
Categoria suolo di fondazione	B
Categoria topografica	T1 (pianeggianti e subpianeggianti)

L'analisi dei dati caratteristici elencati in precedenza ha permesso il calcolo dell'accelerazione orizzontale massima al sito di riferimento  $a_g$ , del valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale  $F_0$  e del periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale  $T_c^*$ .

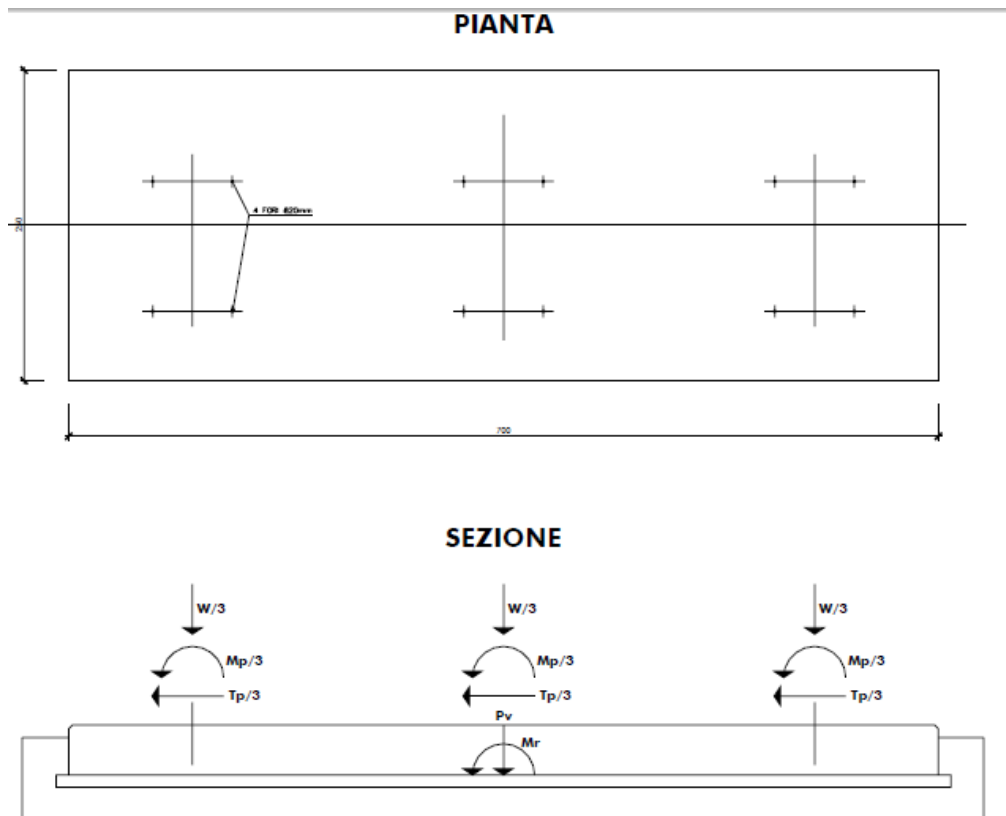
STATO LIMITE	$T_R$ [anni]	$a_g$ [g]	$F_0$ [-]	$T_c^*$ [s]
SLO	68	0,096	2,379	0,294
SLD	113	0,123	2,368	0,309
SLV	1068	0,329	2,471	0,371
SLC	2193	0,434	2,483	0,403

Di seguito si riportano i valori del coefficiente di amplificazione stratigrafica  $S_s$ , del coefficiente  $C_c$  funzione della Categoria di sottosuolo e del coefficiente di amplificazione topografica  $S_T$ , associati allo Stato Limite di salvaguardia della Vita:

STATO LIMITE	$S_s$ [-]	$C_c$ [-]	$S_T$ [-]
SLV	1,075	1,341	1,000

## 4.-..MODELLO DI CALCOLO

Per il calcolo delle sollecitazioni alla base del manufatto in acciaio, si è fatto ricorso allo schema di mensola incastrata, di altezza 6,02 m:



Le reazioni alla base vengono articolate come segue:

- $R_P$ : reazione nella direzione parallela alla generatrice del palo (asse z);
- $L_P$ : reazione nella direzione x (asse x);
- $H_P$ : reazione nella direzione y (asse y);
- $M_{Py}$ : momento reagente intorno all'asse y (piano xz);
- $M_{Px}$ : momento reagente intorno all'asse x (piano yz).

## Analisi dei carichi

- Dimensioni blocco di fondazione =  $(2,10 \times 6,70) \times 0,60 = 8,44 \text{ mc}$
- quota max apparecchiatura = 6,02 m
- peso totale apparecchiatura = 3200 daN
- peso tubi alluminio  $\varnothing 40/30 = 5,94 \times 3 \times 10/2 = 90 \text{ daN}$
- sforzo di corto circuito = 150 da N quota 6,02 m
- Carichi verticali dinamici:
  - Sforzo dinamico in apertura poli ( verso il basso) =  $3 \times 800 = 2400 \text{ daN}$
  - Sforzo dinamico in chiusura poli ( verso l'alto) =  $3 \times 800 = -2400 \text{ daN}$
- Carichi orizzontali dinamici:
  - Sforzo dinamico in apertura poli =  $3 \times 200 = 600 \text{ daN}$  quota 3,35
  - Sforzo dinamico in chiusura poli =  $3 \times 200 = -600 \text{ daN}$  quota 3,35

### 4.1.-..AZIONI DEL VENTO

La pressione del vento è data dall'espressione:

$$p = q_b C_e C_p C_d$$

dove:

- $q_b$  pressione cinetica di riferimento
- $C_e$  coefficiente di esposizione
- $C_p$  coefficiente di forma (o coefficiente aerodinamico);
- $C_d$  coefficiente dinamico;

#### 4.1.1.-..Pressione cinetica di riferimento

La pressione cinetica di riferimento  $q_b$  (in  $\text{N/m}^2$ ) è data dall'espressione:

$$q_b = \frac{1}{2} \rho v_b^2$$

dove:

- $v_b$  velocità di riferimento del vento (in m/s);
- $\rho$  densità dell'aria assunta convenzionalmente costante e pari a  $1,25 \text{ kg/m}^3$

In mancanza di specifiche ed adeguate indagini statistiche,  $v_b$  è data dall'espressione:

$$v_b = v_{b,0} \quad \text{per } a_s \leq a_0$$

$$v_b = v_{b,0} + k_a (a_s - a_0) \quad \text{per } a_0 < a_s \leq 1500 \text{ m}$$

- $v_{b,0}$ ,  $a_0$ ,  $k_a$ : parametri legati alla regione in cui sorge la costruzione in esame,
- $a_s$ : altitudine sul livello del mare (in m) del sito ove sorge la costruzione.

Per cui per:  $a_s \approx 150 \text{ m}$   $v_b = 28 \text{ m/s}$

$$q_b = 0,5 \rho v_b^2 = 0,5 \times 1,25 \times 28^2 = 490 \text{ N/m}^2$$

#### 4.1.2.-.-Coefficiente di esposizione

Il coefficiente di esposizione  $c_e$  dipende dall'altezza  $z$  sul suolo del punto considerato, dalla topografia del terreno e dalla categoria di esposizione del sito ove sorge la costruzione.

In assenza di analisi sul sito, ci si riferisce alla formula:

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

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

dove

- $k_r$ ,  $z_0$ ,  $z_{\min}$ : funzione della categoria di esposizione del sito;
- $c_t$ : coefficiente di topografia.

In mancanza di analisi specifiche, per il sito in questione abbiamo:

Coefficiente di topografia:  $c_t = 1$

Classe rugosità Terreno: C

Distanza sito dalla costa (km):  $d > 2 \text{ km}$

Quota s.l.m. (m)  $h < 500$

Classe di esposizione: Tipo II

da cui

$$k_r = 0,19 \quad z_0 = 0,05 \text{ m} \quad z_{\min} = 4,0\text{m} \quad z = 6,0 \text{ m}$$

$$c_e = k_r^2 c_t \ln (z/ z_0) [ 7+ c_t \ln (z/ z_0)] = 2,03$$

#### 4.1.3.-.Coefficiente di forma

Il coefficiente di forma per la valutazione della pressione esterna relativa a sostegni cilindrici fa riferimento al paragrafo C3.3.10.6 (Corpi cilindrici)

Per i corpi cilindrici a sezione circolare di diametro  $d$  e altezza  $h$  (ambedue espressi in metri) i coefficienti  $c_p$  sono i seguenti:

$$c_p = \left\{ \begin{array}{ll} 1,2 & \text{per } d\sqrt{q} \leq 2,2 \\ (1,783 - 0,263d\sqrt{q}) & \text{per } 2,2 < d\sqrt{q} < 4,2 \\ 0,7 & \text{per } 4,2 \leq d\sqrt{q} \end{array} \right.$$

per  $q = q_b c_e$  ( $\text{N}/\text{m}^2$ ), con  $q_b$  e  $c_e$  definiti rispettivamente ai §§ 3.3.6 e 3.3.7 delle NTC.

L'azione di insieme esercitata dal vento va valutata con riferimento alla superficie proiettata sul piano ortogonale alla direzione del vento.

Le espressioni sopra indicate valgono anche per i corpi prismatici a sezione di poligono regolare di otto o più lati, essendo  $d$  il diametro del cerchio circoscritto.

in particolare:

Il palo può essere considerato come un corpo cilindrico (§C3.3.10.6 della Circolare esplicativa NTC2008), al quale viene assegnato un diametro  $d_m$  pari a circa 219mm. Indicando con  $q$  il prodotto tra  $q_b$  e  $c_e$  definiti in precedenza, si ha:

$$c_p = 1,2 \quad d \times (q)^{0,5} \leq 2,2 \quad [\text{C3.3.10.6}]$$

Per quanto riguarda invece eventuali elementi superiori dei corpi illuminanti, anch'essa è assimilabile ad un corpo cilindrico con sezione circolare di diametro 2,50m. Pertanto si ha:

$$c_p = 1,2 \quad d \times (q)^{0,5} \leq 2,2 \quad [\text{C3.3.10.6}]$$

#### 4.1.4.-.Coefficiente dinamico

Il coefficiente dinamico tiene in conto degli effetti riduttivi associati alla non contemporaneità delle massime pressioni locali e degli effetti amplificativi dovuti alla risposta dinamica della struttura.

Esso può essere assunto pari a:

$$c_d = 1.$$

In definitiva, la pressione del vento assume il valore:

- elementi sopravento:  $p = 49,00 \text{ daN/m}^2 \times 2,03 \times 1,2 \times 1 = 119,36 \text{ daN/m}^2$
- elementi sottovento:  $p = 49,00 \text{ daN/m}^2 \times 2,03 \times 1,2 \times 1 = 119,36 \text{ daN/m}^2$

Le azioni del vento sono assegnate ai singoli elementi strutturali, secondo l'area di influenza.

#### AZIONE SISMICA

Per il calcolo dell'azione sismica si fa riferimento agli spettri della NTC 2008.

Nel presente progetto è stata verificata la combinazione di carico sismica con riferimento allo stato limite ultimo di salvaguardia della vita (SLV).

#### 4.1.5.-.Zonazione sismica

I valori dei parametri  $a_g$ ,  $F_0$  e  $T_C^*$ , relativi alla pericolosità sismica su reticolo di riferimento nell'intervallo di riferimento, sono forniti nelle tabelle riportate nell'Allegato B delle NTC08, in funzione di prefissati valori del periodo di ritorno  $T_R$ . L'accelerazione al sito  $a_g$  è espressa in  $g/10$ ,  $F_0$  è adimensionale,  $T_C^*$  è espresso in secondi.

I punti del reticolo di riferimento sono definiti in termini di Latitudine e Longitudine ed ordinati a latitudine e longitudine crescenti, facendo variare prima la Longitudine e poi la Latitudine.

I punti di interesse per il calcolo dell'azione sismica sono stati identificati nel comune di Palermo, alla Via Tommaso Natale:

Longitudine = **15,3389**

Latitudine = **37,9308**

#### 4.1.6.-.Vita Nominale

La vita nominale di un'opera strutturale è intesa come il numero di anni nel quale la struttura, purché soggetta alla manutenzione ordinaria, deve essere usata per lo scopo al quale è destinata. Nel caso in oggetto, la vita nominale risulta  $V_N = 75$  anni.



#### 4.1.7.-.Classe d'uso

In presenza di azioni sismiche, con riferimento alle conseguenze di una interruzione di operativa o di un'eventuale collasso, le costruzioni sono suddivise in classe d'uso. Nel caso in oggetto, si fa riferimento alla **Classe III**.

#### 4.1.8.-.Periodo di riferimento per l'azione sismica

Le azioni sismiche su ciascuna costruzione vengono valutate in relazione ad un periodo di riferimento  $V_R$  che si ricava, per ciascun tipo di costruzione, moltiplicandone la vita nominale  $V_N$  per il coefficiente d'uso  $C_U$ . Tale coefficiente è funzione della classe d'uso e nel caso specifico assume valore pari a  $C_U = 1,5$  per la classe d'uso III.

$$V_R = V_N \times C_U = 75 \times 1,5 = 112,50 \text{ anni}$$

#### 4.1.9.-.Azioni di progetto

Le azioni di progetto si ricavano, ai sensi delle NTC 08, dalle accelerazioni  $a_g$  e dalle relative forme spettrali.

Le forme spettrali previste dalle NTC 08 sono definite, su sito di riferimento rigido orizzontale, in funzione dei tre parametri:

- $a_g$ : accelerazione orizzontale massima al sito;
- $F_0$ : valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;
- $T_C^*$ : periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

Le forme spettrali previste dalle NTC 08 sono caratterizzate da prescelte probabilità di superamento e da vite di riferimento. A tal fine occorre fissare:

- la vita di riferimento  $V_R$  della costruzione;
- le probabilità di superamento nella vita di riferimento  $P_{VR}$  associate agli stati limite considerati, per individuare infine, a partire dai dati di pericolosità sismica disponibili, le corrispondenti azioni sismiche.

A tal fine si utilizza come parametro caratterizzante la pericolosità sismica, il periodo di ritorno dell'azione sismica  $T_R$ , espresso in anni. Fissata la vita di riferimento  $V_R$ , i due parametri  $T_R$  e  $P_{VR}$  sono immediatamente esprimibili, l'uno in funzione dell'altro, mediante la seguente espressione:

$$T_R = - \frac{V_R}{\ln(1 - P_{VR})}$$

Qualora la attuale pericolosità sismica sul reticolo di riferimento non contempli il periodo di ritorno  $T_R$  corrispondente alla  $V_R$  e alla  $P_{VR}$  fissate, il valore del generico parametro  $p$  ( $a_g$ ,  $F_0$  e  $T_C^*$ ) ad esso

corrispondente potrà essere ricavato per interpolazione, a partire dai dati relativi ai  $T_R$  previsti nella pericolosità sismica, utilizzando l'espressione seguente:

$$\log(p) = \log(p_1) + \log\left(\frac{p_2}{p_1}\right) \times \log\left(\frac{T_R}{T_{R1}}\right) \times \left[ \log\left(\frac{T_{R2}}{T_{R1}}\right) \right]^{-1}$$

#### **4.1.10.-..Amplificazione stratigrafica**

Dalle analisi condotte sul sito in esame e riportate nell'elaborato

- **RS2S02D78RBFA2200001:** SSE Sant'Alessio - RELAZIONE GEOTECNICA GENERALE PER LA SSE, risulta

Categoria di sottosuolo: **B**

“Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di  $V_s$ ,30 compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero NSPT,30 > 50 nei terreni a grana grossa e  $c_u$ ,30 > 250 kPa nei terreni a grana fina).”.

#### **4.1.11.-..Condizioni topografiche**

Con riferimento alle caratteristiche della superficie topografica inerente l'opera in oggetto, si adotta la seguente categoria topografica:

**Categoria topografica T1:** Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media  $i \leq 15^\circ$ .

#### **4.1.12.-..Classe di duttilità**

La costruzione oggetto della presente relazione, soggetta all'azione sismica, non dotata di appositi dispositivi dissipativi, è stata progettata considerando un comportamento strutturale dissipativo. Nel comportamento strutturale dissipativo, gli effetti combinati delle azioni sismiche e delle altre azioni sono calcolati tenendo conto delle non linearità di comportamento (di materiale sempre, geometriche quando rilevanti). In particolare è stata adottata la “Classe di duttilità bassa (CD”B”)”.

#### **4.1.13.-..Regolarità**

La struttura è rispondente a tutti i requisiti di regolarità in pianta ed in elevazione elencati nel §7.2.2 NTC 08.

Regolare in pianta **SI**

Regolare in altezza **SI**

#### 4.1.14.-..Tipologia strutturale e fattore di struttura

##### 4.1.14.1. Tipologia strutturale

Considerando il paragrafo §7.5.2.1 NTC 08 la struttura è classificabile come:

Struttura a mensola o a pendolo inverso

##### 4.1.14.2. Fattore di struttura

Con riferimento al §7.5.2.1 NTC 08, il valore del fattore di struttura  $q$ , da utilizzare per ciascuna direzione della azione sismica, dipende dalla tipologia strutturale, dal suo grado di iperstaticità e dai criteri di progettazione adottati e prende in conto le non linearità del materiale. Detto fattore è calcolato con la seguente formula:

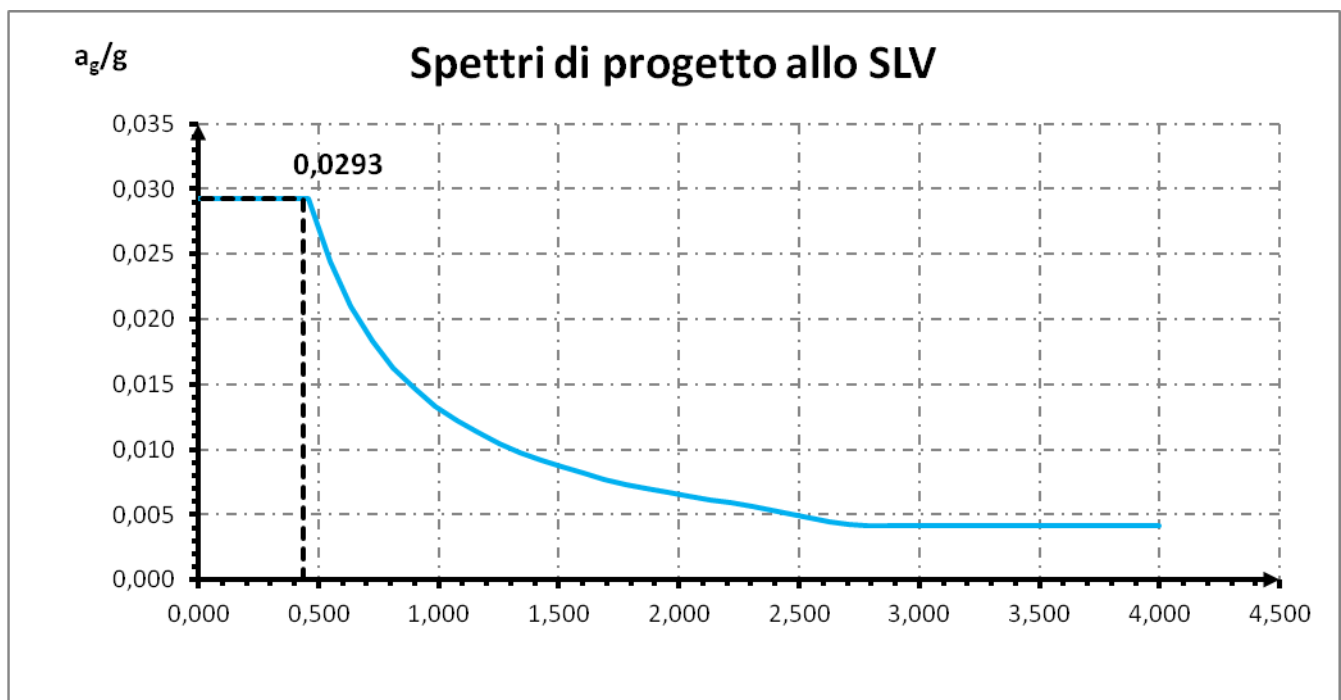
$$q = q_0 \times K_R \quad [7.3.1 \text{ NTC } 08]$$

dove, per strutture a mensola o a pendolo inverso, in classe di duttilità CD "B", si ha:

$$q = q_0 \times K_R = 1,5$$

#### 4.1.15.-..Spettri di risposta

Di seguito si riporta lo spettro di risposta per il sito in esame, con evidenza dell'accelerazione spettrale di riferimento:



Considerando che il periodo proprio calcolato in maniera approssimata ( $T_1 = C_1 \times H^{(3/4)} = 0,371s$ ) come suggerito dalle NTC08 risulta essere compreso tra  $T_B$  e  $T_C$ , pertanto l'accelerazione spettrale di riferimento viene assunta pari a  $a_g/g = 0,0329$ , che è quella in corrispondenza del plateau.

Le azioni sismiche sono di conseguenza calcolate quali azioni statiche equivalenti, ipotizzate concentrate in testa al palo della torre faro, considerata alla stessa stregua di un oscillatore semplice, secondo la seconda legge della dinamica:

$$F = m \times a$$

## 5.-..COMBINAZIONI DEI CARICHI SECONDO IL D.M. 14/01/2008

Ai fini delle verifiche degli stati limite si definiscono le seguenti combinazioni delle azioni (§ 2.5.3 NTC 08):

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

$$\gamma_{G1} G_1 + \gamma_{G2} G_2 + \gamma_P P + \gamma_{Q1} Q_{K1} + \gamma_{Q2} \psi_{02} Q_{K2} + \gamma_{Q3} \psi_{03} Q_{K3} + \dots$$

Combinazione caratteristica (rara), impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) irreversibili (verifiche alle tensioni ammissibili di cui al § 2.7 NTC 08):

$$G_1 + G_2 + P + Q_{K1} + \psi_{02} Q_{K2} + \psi_{03} Q_{K3} + \dots$$

Combinazione frequente, impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) reversibili:

$$G_1 + G_2 + P + \psi_{11} Q_{K1} + \psi_{22} Q_{K2} + \psi_{23} Q_{K3} + \dots$$

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

$$G_1 + G_2 + P + \psi_{21} Q_{K1} + \psi_{22} Q_{K2} + \psi_{23} Q_{K3} + \dots$$

Combinazione sismica, impiegata per gli stati limite ultimi e di esercizio connessi all'azione sismica E:

$$E + G_1 + G_2 + P + \psi_{21} Q_{K1} + \psi_{22} Q_{K2} + \dots$$

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

$$G_1 + G_2 + P + A_d + \psi_{21} Q_{K1} + \psi_{22} Q_{K2} + \dots$$

Le condizioni elementari di carico sono opportunamente combinate per determinare le condizioni più sfavorevoli per ciascun elemento strutturale.

Nelle combinazioni per SLE, si intende che vengono omessi i carichi  $Q_{kj}$  che danno un contributo favorevole ai fini delle verifiche e, se del caso, i carichi  $G_2$ .

In presenza di Azioni Sismiche la predetta normativa, per le combinazioni di carico, prevede la seguente espressione (§ 3.2.4 NTC 08):

$$G_2 + G_2 + \sum_j \psi_{2j} Q_{kj} \quad [3.2.17 \text{ NTC } 08]$$

dove:

$E$  Azione sismica per lo stato limite preso in esame

$G_1$  e  $G_2$  Carichi permanenti al loro valore caratteristico

$P$  Valore caratteristico della precompressione.

$Q_{kj}$  azioni variabili al loro valore caratteristico.

adottando  $\psi_{2j}$  indicati nella seguente tabella:

**Tabella 2.5.I – Valori dei coefficienti di combinazione**

Categoria/Azione variabile	$\psi_{0j}$	$\psi_{1j}$	$\psi_{2j}$
Categoria A Ambienti ad uso residenziale	0,7	0,5	0,3
Categoria B Uffici	0,7	0,5	0,3
Categoria C Ambienti suscettibili di affollamento	0,7	0,7	0,6
Categoria D Ambienti ad uso commerciale	0,7	0,7	0,6
Categoria E Biblioteche, archivi, magazzini e ambienti ad uso industriale	1,0	0,9	0,8
Categoria F Rimesse e parcheggi (per autoveicoli di peso $\leq 30$ kN)	0,7	0,7	0,6
Categoria G Rimesse e parcheggi (per autoveicoli di peso $> 30$ kN)	0,7	0,5	0,3
Categoria H Coperture	0,0	0,0	0,0
Vento	0,6	0,2	0,0
Neve (a quota $\leq 1000$ m s.l.m.)	0,5	0,2	0,0
Neve (a quota $> 1000$ m s.l.m.)	0,7	0,5	0,2
Variazioni termiche	0,6	0,5	0,0

Per cui per l'azione del vento e della neve si pone  $\psi_{2j} = 0$

Inoltre sempre secondo le prescrizioni di cui al Paragrafo 7.2.1, bisogna considerare solo le due componenti orizzontali dell'azione, da considerare tra di loro indipendenti. (Sisma agente in senso longitudinale, sisma agente in senso trasversale).

Poiché l'analisi viene eseguita in campo lineare, la risposta può essere calcolata separatamente, per ciascuna delle due componenti, e gli effetti possono essere combinati quindi successivamente secondo la seguente espressione:

$$1,00 \cdot E_x + 0,30 \cdot E_y + 0,30 \cdot E_z$$

con rotazione degli indici, essendo  $E_i$  l'azione diretta secondo la direzione  $i$ .

Nel caso in esame si pone quindi  $E_z=0$ .

## 5.1.-..APPROCCIO AGLI STATI LIMITE

Nelle verifiche nei confronti degli stati limite ultimi strutturali (STR) e geotecnici (GEO) è stato adottato l'Approccio1; in particolare con detto approccio si impiegano due combinazioni dei gruppi di coefficienti parziali, rispettivamente definiti per le azioni (A1/A2), per la resistenza dei materiali (M1/M2) e, per la resistenza globale del sistema (R1/R2).

Di seguito si riportano i coefficienti parziali da adottare, secondo le NTC 08.

**Tab. 2.6.I NTC 08 - Coeff. parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni nelle verifiche SLU**

CARICHI	EFFETTO	Coeff. parziale $\gamma_F$	EQU	(A1) STR	(A2) GEO
Permanenti	Favorevoli	$\gamma_{G1}$	0,9	1,0	1,0
	Sfavorevoli		1,1	1,3	1,0
Permanenti non strutturali	Favorevoli	$\gamma_{G2}$	0,0	0,0	0,0
	Sfavorevoli		1,5	1,5	1,3
Variabili	Favorevoli	$\gamma_{Qi}$	0,0	0,0	0,0
	Sfavorevoli		1,5	1,5	1,3

**Tab. 6.2.II (NTC 08) - Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno**

		Coeff. Parziale $\gamma_M$	(M1)	(M2)
Tang. angolo resistenza al taglio	$\tan \phi'_k$	$\gamma_{\phi'}$	1,00	1,25
Coazione efficace	$c'_k$	$\gamma_{c'}$	1,00	1,25
Resistenza non drenata	$c_{uk}$	$\gamma_{cu}$	1,00	1,40

**Tab. 6.4.I (NTC 08) – Coeff. parziali  $\gamma_R$  per le verifiche agli SLU di fondazioni superficiali**

Verifica	(R1)	(R2)	(R3)
Capacità portante	1,00	1,80	2,30
Scorrimento	1,00	1,10	1,10

Per le verifiche al ribaltamento, non contemplando il DM2008 tale tipologia di verifica per le fondazioni superficiali, esse vengono condotte considerando la combinazione dei carichi (EQU), in analogia alle opere di sostegno, assumendo come coefficiente moltiplicativo dei materiali (M2) quelli di cui alla Tab. 6.2.II, mentre per le resistenze non vengono considerati coefficienti riduttivi.

### 5.1.1.-.Condizioni di carico

Nel caso specifico la struttura è stata risolta per le condizioni di carico elementari di seguito definite:

G <sub>1</sub>	Peso proprio strutturale
G <sub>2</sub>	Peso proprio non strutturale
Q <sub>2</sub>	Carico accidentale da neve trascurabile
Q <sub>3</sub>	Carico accidentale vento longitudinale alle mensole
Q <sub>4</sub>	Carico accidentale vento trasversale alle mensole
Sisma X	Forza sismica diretta longitudinalmente alle mensole bassa
Sisma Y	Forza sismica diretta trasversalmente alle mensole bassa

### 5.1.2.-..Combinazioni di carico di progetto

Di seguito si riportano le combinazioni dei carichi elaborate al fine di determinare le condizioni più sfavorevoli.

combinazione	G1	G2	Q2_neve	Q3_vento x	Q4_vento y
A1 - SLU1	1,3	1,5	0	0	0
A1 - SLU2	1,3	1,5	1,5	0,9	0
A1 - SLU3	1,3	1,5	1,5	0	0,9
A1 - SLU4	1,3	1,5	0,75	1,5	0
A1 - SLU5	1,3	1,5	0,75	0	1,5
A1 - SLU6	1,3	1,5	0	1,06	1,06

combinazione	G1	G2	Q2_neve	Q3_vento x	Q4_vento y
A2 - SLU1	1	1,3	0	0	0
A2 - SLU2	1	1,3	1,3	0,78	0
A2 - SLU3	1	1,3	1,3	0	0,78
A2 - SLU4	1	1,3	0,65	1,3	0
A2 - SLU5	1	1,3	0,65	0	1,3
A2 - SLU6	1	1,3	0	0,92	0,92

combinazione	G1	G2	Ex	Ey
SLV1	1	1	1	0,3
SLV2	1	1	1	-0,3
SLV3	1	1	-1	0,3
SLV4	1	1	-1	-0,3
SLV5	1	1	0,3	1
SLV6	1	1	-0,3	1
SLV7	1	1	0,3	-1
SLV8	1	1	-0,3	-1

combinazione	G1	G2	Q2_neve	Q3_vento x	Q4_vento y
EQ1	0,9	0	0	0	0
EQ2	0,9	0	1,5	0,9	0
EQ3	0,9	0	1,5	0	0,9
EQ4	0,9	0	0,75	1,5	0
EQ5	0,9	0	0,75	0	1,5
EQ6	0,9	0	0	0	1,06



## 6.0 - VERIFICHE

In conformità al D.M. LL.PP. 14 Gennaio 2008: "Norme Tecniche per le Costruzioni" si sono adottati i seguenti criteri per le verifiche ed il controllo della sicurezza geotecnica:

### RISULTATI NUMERICI

#### VERIFICA AL RIBALTAMENTO

Al fine di tenere in debito conto del terreno di contorno, è stata ipotizzata la formazione di un meccanismo di rottura dell'insieme blocco - terreno, che fa insorgere una spinta attiva aggiuntiva e ribaltante di entità:

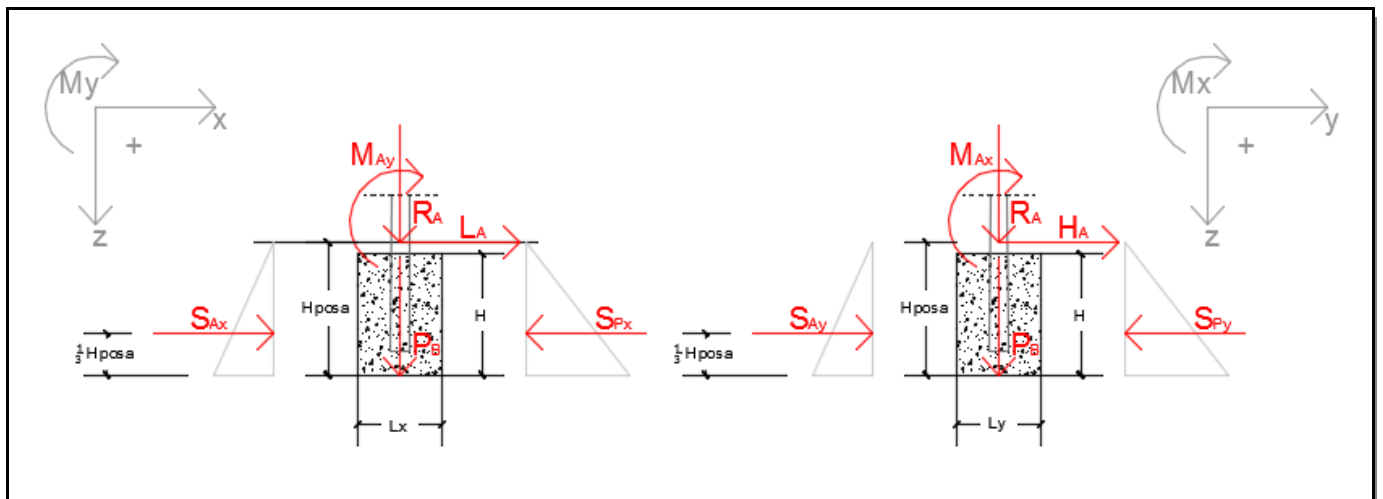
$$S_{ax} = K_a * \gamma * (H_{POSA}^2 / 2 * L_y)$$

$$S_{ay} = K_a * \gamma * (H_{POSA}^2 / 2 * L_x)$$

Tali spinte attive, fanno insorgere delle corrispondenti spinte passive, dal lato opposto del blocco, che a vantaggio di statica non vengono prese in considerazione nella verifica a ribaltamento. Queste contribuiscono a stabilizzare il blocco di fondazione e sono pari a:

$$S_{px} = K_p * \gamma * (H_{POSA}^2 / 2 * L_y)$$

$$S_{py} = K_p * \gamma * (H_{POSA}^2 / 2 * L_x)$$



Le verifiche al ribaltamento del blocco di fondazione nella direzione più svantaggiosa, risultano essere tutte verificate in condizioni EQU (più gravosa) che in SLV, come si evince dagli equilibri globali e dalle verifiche di resistenza (pressione max) sul suolo, ampiamente verificate.

In sintesi il valore del coefficiente di sicurezza più basso si riscontra nella condizione seguente estrapolata dalla determinazione delle sollecitazioni indicate di seguito nel calcolo automatico.

cdc	P1	F1z	b	S <sub>ax</sub> (Max)	M <sub>rib.max</sub>	S <sub>pX</sub> (Max)	M <sub>STAB</sub> (Max)	μ <sub>rib</sub> (Mmax)
	7 035,00	1 650,00	1,1	457	2532	0	9 553,50	3,20

## Risultati numerici

**Combinazioni di carico complete per il calcolo automatico tra cui le condizioni più sfavorevoli indicate in premessa.**

Tutte le combinazioni di carico vengono raggruppate per famiglia di appartenenza. Le celle di una riga contengono i coefficienti moltiplicatori della i-esima combinazione, dove il valore della prima cella è da intendersi come moltiplicatore associato alla prima condizione elementare, la seconda cella si riferisce alla seconda condizione elementare e così via.

### Famiglia SLU

Il nome compatto della famiglia è SLU.

Nome	Nome breve	Pesi	Port.	Variabili	Vento x	Vento Y	Dt
1	SLU 1	1	0	0	0	0	0
2	SLU 2	1	0	0	0	1.5	0
3	SLU 3	1	0	0	1.05	1.5	0
4	SLU 4	1	0	0	1.5	0	0
5	SLU 5	1	0	0	1.5	1.05	0
6	SLU 6	1	0	1.5	0	1.5	0
7	SLU 7	1	0	1.5	1.05	1.5	0
8	SLU 8	1	0	1.5	1.5	0	0
9	SLU 9	1	0	1.5	1.5	1.05	0
10	SLU 10	1	0	1.5	0	0	0
11	SLU 11	1	0	1.5	0	1.05	0
12	SLU 12	1	0	1.5	1.05	0	0
13	SLU 13	1	0	1.5	1.05	1.05	0
14	SLU 14	1	1.5	0	0	0	0
15	SLU 15	1	1.5	0	0	1.5	0
16	SLU 16	1	1.5	0	1.05	1.5	0
17	SLU 17	1	1.5	0	1.5	0	0
18	SLU 18	1	1.5	0	1.5	1.05	0
19	SLU 19	1	1.5	1.5	0	1.5	0
20	SLU 20	1	1.5	1.5	1.05	1.5	0
21	SLU 21	1	1.5	1.5	1.5	0	0
22	SLU 22	1	1.5	1.5	1.5	1.05	0
23	SLU 23	1	1.5	1.5	0	0	0
24	SLU 24	1	1.5	1.5	0	1.05	0
25	SLU 25	1	1.5	1.5	1.05	0	0
26	SLU 26	1	1.5	1.5	1.05	1.05	0
27	SLU 27	1.3	0	0	0	0	0
28	SLU 28	1.3	0	0	0	1.5	0
29	SLU 29	1.3	0	0	1.05	1.5	0
30	SLU 30	1.3	0	0	1.5	0	0
31	SLU 31	1.3	0	0	1.5	1.05	0
32	SLU 32	1.3	0	1.5	0	1.5	0
33	SLU 33	1.3	0	1.5	1.05	1.5	0
34	SLU 34	1.3	0	1.5	1.5	0	0
35	SLU 35	1.3	0	1.5	1.5	1.05	0
36	SLU 36	1.3	0	1.5	0	0	0
37	SLU 37	1.3	0	1.5	0	1.05	0
38	SLU 38	1.3	0	1.5	1.05	0	0
39	SLU 39	1.3	0	1.5	1.05	1.05	0
40	SLU 40	1.3	1.5	0	0	0	0
41	SLU 41	1.3	1.5	0	0	1.5	0
42	SLU 42	1.3	1.5	0	1.05	1.5	0
43	SLU 43	1.3	1.5	0	1.5	0	0
44	SLU 44	1.3	1.5	0	1.5	1.05	0
45	SLU 45	1.3	1.5	1.5	0	1.5	0
46	SLU 46	1.3	1.5	1.5	1.05	1.5	0
47	SLU 47	1.3	1.5	1.5	1.5	0	0
48	SLU 48	1.3	1.5	1.5	1.5	1.05	0
49	SLU 49	1.3	1.5	1.5	0	0	0
50	SLU 50	1.3	1.5	1.5	0	1.05	0
51	SLU 51	1.3	1.5	1.5	1.05	0	0
52	SLU 52	1.3	1.5	1.5	1.05	1.05	0

Famiglia SLE rara

Il nome compatto della famiglia è SLE RA.

Nome	Nome breve	Pesi	Port.	Variabili	Vento x	Vento Y	Dt
1	SLE RA 1	1	1	0	0	0	0
2	SLE RA 2	1	1	0	0	1	0
3	SLE RA 3	1	1	0	0.7	1	0
4	SLE RA 4	1	1	0	1	0	0
5	SLE RA 5	1	1	0	1	0.7	0
6	SLE RA 6	1	1	1	0	1	0
7	SLE RA 7	1	1	1	0.7	1	0
8	SLE RA 8	1	1	1	1	0	0
9	SLE RA 9	1	1	1	1	0.7	0
10	SLE RA 10	1	1	1	0	0	0
11	SLE RA 11	1	1	1	0	0.7	0
12	SLE RA 12	1	1	1	0.7	0	0
13	SLE RA 13	1	1	1	0.7	0.7	0

### Famiglia SLE frequente

Il nome compatto della famiglia è SLE FR.

Nome	Nome breve	Pesi	Port.	Variabili	Vento x	Vento Y	Dt
1	SLE FR 1	1	1	0	0	0	0
2	SLE FR 2	1	1	0	0	0.5	0
3	SLE FR 3	1	1	0	0.3	0.5	0
4	SLE FR 4	1	1	0	0.5	0	0
5	SLE FR 5	1	1	0	0.5	0.3	0
6	SLE FR 6	1	1	0.8	0	0.5	0
7	SLE FR 7	1	1	0.8	0.3	0.5	0
8	SLE FR 8	1	1	0.8	0.5	0	0
9	SLE FR 9	1	1	0.8	0.5	0.3	0
10	SLE FR 10	1	1	0.9	0	0	0
11	SLE FR 11	1	1	0.9	0	0.3	0
12	SLE FR 12	1	1	0.9	0.3	0	0
13	SLE FR 13	1	1	0.9	0.3	0.3	0

### Famiglia SLE quasi permanente

Il nome compatto della famiglia è SLE QP.

Nome	Nome breve	Pesi	Port.	Variabili	Vento x	Vento Y	Dt
1	SLE QP 1	1	1	0	0	0	0
2	SLE QP 2	1	1	0	0	0.3	0
3	SLE QP 3	1	1	0	0.3	0	0
4	SLE QP 4	1	1	0	0.3	0.3	0
5	SLE QP 5	1	1	0.8	0	0	0
6	SLE QP 6	1	1	0.8	0	0.3	0
7	SLE QP 7	1	1	0.8	0.3	0	0
8	SLE QP 8	1	1	0.8	0.3	0.3	0

### Famiglia SLU eccezionale

Il nome compatto della famiglia è SLU EX.

Nome	Nome breve	Pesi	Port.	Variabili	Vento x	Vento Y	Dt
------	------------	------	-------	-----------	---------	---------	----

### Famiglia SLD

Il nome compatto della famiglia è SLD.

Nome	Nome breve	Pesi	Port.	Variabili	Vento x	Vento Y	Dt	X SLD	Y SLD	Z SLD	EY SLD	EX SLD
1	SLD 1	1	1	0.8	0.3	0.3	0	-1	-0.3	0	-1	0.3
2	SLD 2	1	1	0.8	0.3	0.3	0	-1	-0.3	0	1	-0.3
3	SLD 3	1	1	0.8	0.3	0.3	0	-1	0.3	0	-1	-0.3
4	SLD 4	1	1	0.8	0.3	0.3	0	-1	0.3	0	1	-0.3
5	SLD 5	1	1	0.8	0.3	0.3	0	-0.3	-1	0	-0.3	1
6	SLD 6	1	1	0.8	0.3	0.3	0	-0.3	-1	0	0.3	-1
7	SLD 7	1	1	0.8	0.3	0.3	0	-0.3	1	0	-0.3	1
8	SLD 8	1	1	0.8	0.3	0.3	0	-0.3	1	0	0.3	-1
9	SLD 9	1	1	0.8	0.3	0.3	0	0.3	-1	0	-0.3	1
10	SLD 10	1	1	0.8	0.3	0.3	0	0.3	-1	0	0.3	-1
11	SLD 11	1	1	0.8	0.3	0.3	0	0.3	1	0	-0.3	1
12	SLD 12	1	1	0.8	0.3	0.3	0	0.3	1	0	0.3	-1
13	SLD 13	1	1	0.8	0.3	0.3	0	1	-0.3	0	-1	0.3
14	SLD 14	1	1	0.8	0.3	0.3	0	1	-0.3	0	1	-0.3
15	SLD 15	1	1	0.8	0.3	0.3	0	1	0.3	0	-1	0.3
16	SLD 16	1	1	0.8	0.3	0.3	0	1	0.3	0	1	-0.3

## Famiglia SLV

Il nome compatto della famiglia è SLV.

Nome	Nome breve	Pesi	Port.	Variabili	Vento x	Vento Y	Dt	X SLV	Y SLV	Z SLV	EY SLV	EX SLV
1	SLV 1	1	1	0.8	0.3	0.3	0	-1	-0.3	0	-1	0.3
2	SLV 2	1	1	0.8	0.3	0.3	0	-1	-0.3	0	1	-0.3
3	SLV 3	1	1	0.8	0.3	0.3	0	-1	0.3	0	-1	0.3
4	SLV 4	1	1	0.8	0.3	0.3	0	-1	0.3	0	1	-0.3
5	SLV 5	1	1	0.8	0.3	0.3	0	-0.3	-1	0	-0.3	1
6	SLV 6	1	1	0.8	0.3	0.3	0	-0.3	-1	0	0.3	-1
7	SLV 7	1	1	0.8	0.3	0.3	0	-0.3	1	0	-0.3	1
8	SLV 8	1	1	0.8	0.3	0.3	0	-0.3	1	0	0.3	-1
9	SLV 9	1	1	0.8	0.3	0.3	0	0.3	-1	0	-0.3	1
10	SLV 10	1	1	0.8	0.3	0.3	0	0.3	-1	0	0.3	-1
11	SLV 11	1	1	0.8	0.3	0.3	0	0.3	1	0	-0.3	1
12	SLV 12	1	1	0.8	0.3	0.3	0	0.3	1	0	0.3	-1
13	SLV 13	1	1	0.8	0.3	0.3	0	1	-0.3	0	-1	0.3
14	SLV 14	1	1	0.8	0.3	0.3	0	1	-0.3	0	1	-0.3
15	SLV 15	1	1	0.8	0.3	0.3	0	1	0.3	0	-1	0.3
16	SLV 16	1	1	0.8	0.3	0.3	0	1	0.3	0	1	-0.3

## Famiglia SLV fondazioni

Il nome compatto della famiglia è SLV FO.

Nome	Nome breve	Pesi	Port.	Variabili	Vento x	Vento Y	Dt	X SLV	Y SLV	Z SLV	EY SLV	EX SLV
1	SLV FO 1	1	1	0.8	0.3	0.3	0	-1.1	-0.33	0	-1.1	0.33
2	SLV FO 2	1	1	0.8	0.3	0.3	0	-1.1	-0.33	0	1.1	-0.33
3	SLV FO 3	1	1	0.8	0.3	0.3	0	-1.1	0.33	0	-1.1	0.33
4	SLV FO 4	1	1	0.8	0.3	0.3	0	-1.1	0.33	0	1.1	-0.33
5	SLV FO 5	1	1	0.8	0.3	0.3	0	-0.33	-1.1	0	-0.33	1.1
6	SLV FO 6	1	1	0.8	0.3	0.3	0	-0.33	-1.1	0	0.33	-1.1
7	SLV FO 7	1	1	0.8	0.3	0.3	0	-0.33	1.1	0	-0.33	1.1
8	SLV FO 8	1	1	0.8	0.3	0.3	0	-0.33	1.1	0	0.33	-1.1
9	SLV FO 9	1	1	0.8	0.3	0.3	0	0.33	-1.1	0	-0.33	1.1
10	SLV FO 10	1	1	0.8	0.3	0.3	0	0.33	-1.1	0	0.33	-1.1
11	SLV FO 11	1	1	0.8	0.3	0.3	0	0.33	1.1	0	-0.33	1.1
12	SLV FO 12	1	1	0.8	0.3	0.3	0	0.33	1.1	0	0.33	-1.1
13	SLV FO 13	1	1	0.8	0.3	0.3	0	1.1	-0.33	0	-1.1	0.33
14	SLV FO 14	1	1	0.8	0.3	0.3	0	1.1	-0.33	0	1.1	-0.33
15	SLV FO 15	1	1	0.8	0.3	0.3	0	1.1	0.33	0	-1.1	0.33
16	SLV FO 16	1	1	0.8	0.3	0.3	0	1.1	0.33	0	1.1	-0.33

## Famiglia Calcolo rigidezza torsionale/flessionale di piano

Il nome compatto della famiglia è CRTFP.

Nome	Nome breve	R Ux	R Uy	R Rz
Rig. Ux+	CRTFP Ux+	1	0	0
Rig. Ux-	CRTFP Ux-	-1	0	0
Rig. Uy+	CRTFP Uy+	0	1	0
Rig. Uy-	CRTFP Uy-	0	-1	0
Rig. Rz+	CRTFP Rz+	0	0	1
Rig. Rz-	CRTFP Rz-	0	0	-1

## Spostamenti nodali

### Spostamenti nodali in combinazioni di carico

Nodo: Nodo interessato dallo spostamento.

Ind.: Indice del nodo.

x: Componente X della posizione del nodo. [m]

y: Componente Y della posizione del nodo. [m]

z: Componente Z della posizione del nodo. [m]

Cont.: Condizione o combinazione di carico a cui si riferisce lo spostamento.

n.br.: Nome breve della condizione o combinazione di carico.

spostamento: Spostamento traslazionale del nodo.

ux: Componente X dello spostamento del nodo. [m]

uy: Componente Y dello spostamento del nodo. [m]

uz: Componente Z dello spostamento del nodo. [m]

rotazione: Spostamento rotazionale del nodo.

rx: Componente X della rotazione del nodo. [deg]

ry: Componente Y della rotazione del nodo. [deg]

























Ind.	Nodo			Cont. n.br.	spostamento			rotazione		
	x	y	z		ux	uy	uz	rx	ry	rz
9	711.138	64.388	5.995	SLE QP 3	0.0028742	0	-0.0004259	0	0.0347	0
9	711.138	64.388	5.995	SLE QP 4	0.0028742	0.0012404	-0.0004259	-0.0139	0.0347	0
9	711.138	64.388	5.995	SLE QP 5	-0.0000418	0.0054295	-0.0004143	-0.0685	-0.0004	0
9	711.138	64.388	5.995	SLE QP 6	-0.0000418	0.0066699	-0.0004143	-0.0824	-0.0004	0
9	711.138	64.388	5.995	SLE QP 7	0.0028742	0.0054295	-0.0004259	-0.0685	0.0347	0
9	711.138	64.388	5.995	SLE QP 8	0.0028742	0.0066699	-0.0004259	-0.0824	0.0347	0
9	711.138	64.388	5.995	SLD 1	-0.0409435	0.0014397	-0.0002943	-0.0164	-0.5597	0
9	711.138	64.388	5.995	SLD 2	-0.0409435	0.0014397	-0.0002943	-0.0164	-0.5597	0
9	711.138	64.388	5.995	SLD 3	-0.0409435	0.0119001	-0.0002943	-0.1484	-0.5597	0
9	711.138	64.388	5.995	SLD 4	-0.0409435	0.0119001	-0.0002943	-0.1484	-0.5597	0
9	711.138	64.388	5.995	SLD 5	-0.0102711	-0.0107641	-0.0003864	0.1376	-0.1436	0
9	711.138	64.388	5.995	SLD 6	-0.0102711	-0.0107641	-0.0003864	0.1376	-0.1436	0
9	711.138	64.388	5.995	SLD 7	-0.0102711	0.0241038	-0.0003864	-0.3024	-0.1436	0
9	711.138	64.388	5.995	SLD 8	-0.0102711	0.0241038	-0.0003864	-0.3024	-0.1436	0
9	711.138	64.388	5.995	SLD 9	0.0160195	-0.0107641	-0.0004654	0.1376	0.213	0
9	711.138	64.388	5.995	SLD 10	0.0160195	-0.0107641	-0.0004654	0.1376	0.213	0
9	711.138	64.388	5.995	SLD 11	0.0160195	0.0241038	-0.0004654	-0.3024	0.213	0
9	711.138	64.388	5.995	SLD 12	0.0160195	0.0241038	-0.0004654	-0.3024	0.213	0
9	711.138	64.388	5.995	SLD 13	0.046692	0.0014397	-0.0005575	-0.0164	0.6291	0
9	711.138	64.388	5.995	SLD 14	0.046692	0.0014397	-0.0005575	-0.0164	0.6291	0
9	711.138	64.388	5.995	SLD 15	0.046692	0.0119001	-0.0005575	-0.1484	0.6291	0
9	711.138	64.388	5.995	SLD 16	0.046692	0.0119001	-0.0005575	-0.1484	0.6291	0
9	711.138	64.388	5.995	SLV 1	-0.0252472	0.0033132	-0.0003414	-0.0401	-0.3468	0
9	711.138	64.388	5.995	SLV 2	-0.0252472	0.0033132	-0.0003414	-0.0401	-0.3468	0
9	711.138	64.388	5.995	SLV 3	-0.0252472	0.0100265	-0.0003414	-0.1248	-0.3468	0
9	711.138	64.388	5.995	SLV 4	-0.0252472	0.0100265	-0.0003414	-0.1248	-0.3468	0
9	711.138	64.388	5.995	SLV 5	-0.0055622	-0.0045189	-0.0004005	0.0588	-0.0798	0
9	711.138	64.388	5.995	SLV 6	-0.0055622	-0.0045189	-0.0004005	0.0588	-0.0798	0
9	711.138	64.388	5.995	SLV 7	-0.0055622	0.0178586	-0.0004005	-0.2236	-0.0798	0
9	711.138	64.388	5.995	SLV 8	-0.0055622	0.0178586	-0.0004005	-0.2236	-0.0798	0
9	711.138	64.388	5.995	SLV 9	0.0113106	-0.0045189	-0.0004512	0.0588	0.1491	0
9	711.138	64.388	5.995	SLV 10	0.0113106	-0.0045189	-0.0004512	0.0588	0.1491	0
9	711.138	64.388	5.995	SLV 11	0.0113106	0.0178586	-0.0004512	-0.2236	0.1491	0
9	711.138	64.388	5.995	SLV 12	0.0113106	0.0178586	-0.0004512	-0.2236	0.1491	0
9	711.138	64.388	5.995	SLV 13	0.0309956	0.0033132	-0.0005103	-0.0401	0.4162	0
9	711.138	64.388	5.995	SLV 14	0.0309956	0.0033132	-0.0005103	-0.0401	0.4162	0
9	711.138	64.388	5.995	SLV 15	0.0309956	0.0100265	-0.0005103	-0.1248	0.4162	0
9	711.138	64.388	5.995	SLV 16	0.0309956	0.0100265	-0.0005103	-0.1248	0.4162	0
9	711.138	64.388	5.995	SLV FO 1	-0.0280593	0.0029776	-0.000333	-0.0358	-0.385	0
9	711.138	64.388	5.995	SLV FO 2	-0.0280593	0.0029776	-0.000333	-0.0358	-0.385	0
9	711.138	64.388	5.995	SLV FO 3	-0.0280593	0.0103622	-0.000333	-0.129	-0.385	0
9	711.138	64.388	5.995	SLV FO 4	-0.0280593	0.0103622	-0.000333	-0.129	-0.385	0
9	711.138	64.388	5.995	SLV FO 5	-0.0064058	-0.0056378	-0.000398	0.0729	-0.0912	0
9	711.138	64.388	5.995	SLV FO 6	-0.0064058	-0.0056378	-0.000398	0.0729	-0.0912	0
9	711.138	64.388	5.995	SLV FO 7	-0.0064058	0.0189775	-0.000398	-0.2377	-0.0912	0
9	711.138	64.388	5.995	SLV FO 8	-0.0064058	0.0189775	-0.000398	-0.2377	-0.0912	0
9	711.138	64.388	5.995	SLV FO 9	0.0121543	-0.0056378	-0.0004537	0.0729	0.1606	0
9	711.138	64.388	5.995	SLV FO 10	0.0121543	-0.0056378	-0.0004537	0.0729	0.1606	0
9	711.138	64.388	5.995	SLV FO 11	0.0121543	0.0189775	-0.0004537	-0.2377	0.1606	0
9	711.138	64.388	5.995	SLV FO 12	0.0121543	0.0189775	-0.0004537	-0.2377	0.1606	0
9	711.138	64.388	5.995	SLV FO 13	0.0338077	0.0029776	-0.0005188	-0.0358	0.4543	0
9	711.138	64.388	5.995	SLV FO 14	0.0338077	0.0029776	-0.0005188	-0.0358	0.4543	0
9	711.138	64.388	5.995	SLV FO 15	0.0338077	0.0103622	-0.0005188	-0.129	0.4543	0
9	711.138	64.388	5.995	SLV FO 16	0.0338077	0.0103622	-0.0005188	-0.129	0.4543	0

## Reazioni nodali

### Reazioni nodali in combinazioni di carico

Nodo: Nodo sollecitato dalla reazione vincolare.

Ind.: Indice del nodo sollecitato dalla reazione vincolare.

Cont.: Contesto a cui si riferisce la reazione vincolare.

n.br.: Nome breve della condizione o combinazione di carico.

Reazione a traslazione: Reazione vincolare traslazionale del nodo.

x: Componente X della reazione vincolare del nodo. [daN]

y: Componente Y della reazione vincolare del nodo. [daN]

z: Componente Z della reazione vincolare del nodo. [daN]

Reazione a rotazione: Reazione vincolare rotazionale del nodo.

x: Componente X della reazione a rotazione del nodo. [daN\*m]

y: Componente Y della reazione a rotazione del nodo. [daN\*m]

z: Componente Z della reazione a rotazione del nodo. [daN\*m]

Nodo Ind.	Cont. n.br.	Reazione a traslazione			Reazione a rotazione		
		x	y	z	x	y	z
2	SLU 1	0	0	922	0	-84.53	0
2	SLU 2	0	-42	922	143.36	-84.53	-3.86
2	SLU 3	-29	-42	839	143.36	-77.06	-3.86



Nodo Ind.	Cont. n.br.	Reazione a traslazione			Reazione a rotazione		
		x	y	z	x	y	z
2	SLU 4	-42	0	803	0	-73.86	0
2	SLU 5	-42	-29	803	100.35	-73.86	-2.7
2	SLU 6	0	-70	922	333.13	-84.53	-6.42
2	SLU 7	-29	-70	839	333.13	-77.06	-6.42
2	SLU 8	-42	-28	803	189.78	-73.86	-2.56
2	SLU 9	-42	-57	803	290.13	-73.86	-5.26
2	SLU 10	0	-28	922	189.78	-84.53	-2.56
2	SLU 11	0	-57	922	290.13	-84.53	-5.26
2	SLU 12	-29	-28	839	189.78	-77.06	-2.56
2	SLU 13	-29	-57	839	290.13	-77.06	-5.26
2	SLU 14	0	0	692	0	-63.6	0
2	SLU 15	0	-42	692	143.36	-63.6	-3.86
2	SLU 16	-29	-42	609	143.36	-56.13	-3.86
2	SLU 17	-42	0	573	0	-52.92	0
2	SLU 18	-42	-29	573	100.35	-52.92	-2.7
2	SLU 19	0	-70	692	333.13	-63.6	-6.42
2	SLU 20	-29	-70	609	333.13	-56.13	-6.42
2	SLU 21	-42	-28	573	189.78	-52.92	-2.56
2	SLU 22	-42	-57	573	290.13	-52.92	-5.26
2	SLU 23	0	-28	692	189.78	-63.6	-2.56
2	SLU 24	0	-57	692	290.13	-63.6	-5.26
2	SLU 25	-29	-28	609	189.78	-56.13	-2.56
2	SLU 26	-29	-57	609	290.13	-56.13	-5.26
2	SLU 27	0	0	1198	0	-109.9	0
2	SLU 28	0	-42	1198	143.36	-109.9	-3.86
2	SLU 29	-29	-42	1115	143.36	-102.42	-3.86
2	SLU 30	-42	0	1079	0	-99.22	0
2	SLU 31	-42	-29	1079	100.35	-99.22	-2.7
2	SLU 32	0	-70	1198	333.13	-109.9	-6.42
2	SLU 33	-29	-70	1115	333.13	-102.42	-6.42
2	SLU 34	-42	-28	1079	189.78	-99.22	-2.56
2	SLU 35	-42	-57	1079	290.13	-99.22	-5.26
2	SLU 36	0	-28	1198	189.78	-109.9	-2.56
2	SLU 37	0	-57	1198	290.13	-109.9	-5.26
2	SLU 38	-29	-28	1115	189.78	-102.42	-2.56
2	SLU 39	-29	-57	1115	290.13	-102.42	-5.26
2	SLU 40	0	0	969	0	-88.96	0
2	SLU 41	0	-42	969	143.36	-88.96	-3.86
2	SLU 42	-29	-42	886	143.36	-81.49	-3.86
2	SLU 43	-42	0	850	0	-78.29	0
2	SLU 44	-42	-29	850	100.35	-78.29	-2.7
2	SLU 45	0	-70	969	333.13	-88.96	-6.42
2	SLU 46	-29	-70	886	333.13	-81.49	-6.42
2	SLU 47	-42	-28	850	189.78	-78.29	-2.56
2	SLU 48	-42	-57	850	290.13	-78.29	-5.26
2	SLU 49	0	-28	969	189.78	-88.96	-2.56
2	SLU 50	0	-57	969	290.13	-88.96	-5.26
2	SLU 51	-29	-28	886	189.78	-81.49	-2.56
2	SLU 52	-29	-57	886	290.13	-81.49	-5.26
2	SLE RA 1	0	0	769	0	-70.58	0
2	SLE RA 2	0	-28	769	95.57	-70.58	-2.58
2	SLE RA 3	-20	-28	713	95.57	-65.6	-2.58
2	SLE RA 4	-28	0	690	0	-63.46	0
2	SLE RA 5	-28	-20	690	66.9	-63.46	-1.8
2	SLE RA 6	0	-47	769	222.09	-70.58	-4.28
2	SLE RA 7	-20	-47	713	222.09	-65.6	-4.28
2	SLE RA 8	-28	-19	690	126.52	-63.46	-1.7
2	SLE RA 9	-28	-38	690	193.42	-63.46	-3.51
2	SLE RA 10	0	-19	769	126.52	-70.58	-1.7
2	SLE RA 11	0	-38	769	193.42	-70.58	-3.51
2	SLE RA 12	-20	-19	713	126.52	-65.6	-1.7
2	SLE RA 13	-20	-38	713	193.42	-65.6	-3.51
2	SLE FR 1	0	0	769	0	-70.58	0
2	SLE FR 2	0	-14	769	47.79	-70.58	-1.29
2	SLE FR 3	-8	-14	745	47.79	-68.44	-1.29
2	SLE FR 4	-14	0	729	0	-67.02	0
2	SLE FR 5	-14	-8	729	28.67	-67.02	-0.77
2	SLE FR 6	0	-29	769	149	-70.58	-2.65
2	SLE FR 7	-8	-29	745	149	-68.44	-2.65
2	SLE FR 8	-14	-15	729	101.21	-67.02	-1.36
2	SLE FR 9	-14	-23	729	129.89	-67.02	-2.14
2	SLE FR 10	0	-17	769	113.87	-70.58	-1.53
2	SLE FR 11	0	-25	769	142.54	-70.58	-2.31
2	SLE FR 12	-8	-17	745	113.87	-68.44	-1.53
2	SLE FR 13	-8	-25	745	142.54	-68.44	-2.31
2	SLE QP 1	0	0	769	0	-70.58	0
2	SLE QP 2	0	-8	769	28.67	-70.58	-0.77
2	SLE QP 3	-8	0	745	0	-68.44	0
2	SLE QP 4	-8	-8	745	28.67	-68.44	-0.77
2	SLE QP 5	0	-15	769	101.21	-70.58	-1.36
2	SLE QP 6	0	-23	769	129.89	-70.58	-2.14
2	SLE QP 7	-8	-15	745	101.21	-68.44	-1.36
2	SLE QP 8	-8	-23	745	129.89	-68.44	-2.14
2	SLD 1	39	-9	1015	32.39	-92.65	-0.82
2	SLD 2	39	-9	1015	32.39	-92.65	-0.82
2	SLD 3	39	-38	1015	227.38	-92.65	-3.45
2	SLD 4	39	-38	1015	227.38	-92.65	-3.45
2	SLD 5	6	24	826	-195.11	-75.7	2.24
2	SLD 6	6	24	826	-195.11	-75.7	2.24
2	SLD 7	6	-71	826	454.88	-75.7	-6.52
2	SLD 8	6	-71	826	454.88	-75.7	-6.52
2	SLD 9	-23	24	664	-195.11	-61.18	2.24
2	SLD 10	-23	24	664	-195.11	-61.18	2.24

Nodo Ind.	Cont. n.br.	Reazione a traslazione			Reazione a rotazione		
		x	y	z	x	y	z
2	SLD 11	-23	-71	664	454.88	-61.18	-6.52
2	SLD 12	-23	-71	664	454.88	-61.18	-6.52
2	SLD 13	-56	-9	475	32.39	-44.24	-0.82
2	SLD 14	-56	-9	475	32.39	-44.24	-0.82
2	SLD 15	-56	-38	475	227.38	-44.24	-3.45
2	SLD 16	-56	-38	475	227.38	-44.24	-3.45
2	SLV 1	22	-14	918	67.31	-83.98	-1.29
2	SLV 2	22	-14	918	67.31	-83.98	-1.29
2	SLV 3	22	-32	918	192.46	-83.98	-2.98
2	SLV 4	22	-32	918	192.46	-83.98	-2.98
2	SLV 5	1	7	797	-78.69	-73.1	0.67
2	SLV 6	1	7	797	-78.69	-73.1	0.67
2	SLV 7	1	-54	797	338.46	-73.1	-4.95
2	SLV 8	1	-54	797	338.46	-73.1	-4.95
2	SLV 9	-18	7	693	-78.69	-63.78	0.67
2	SLV 10	-18	7	693	-78.69	-63.78	0.67
2	SLV 11	-18	-54	693	338.46	-63.78	-4.95
2	SLV 12	-18	-54	693	338.46	-63.78	-4.95
2	SLV 13	-39	-14	572	67.31	-52.91	-1.29
2	SLV 14	-39	-14	572	67.31	-52.91	-1.29
2	SLV 15	-39	-32	572	192.46	-52.91	-2.98
2	SLV 16	-39	-32	572	192.46	-52.91	-2.98
2	SLV FO 1	25	-13	936	61.06	-85.53	-1.21
2	SLV FO 2	25	-13	936	61.06	-85.53	-1.21
2	SLV FO 3	25	-33	936	198.72	-85.53	-3.06
2	SLV FO 4	25	-33	936	198.72	-85.53	-3.06
2	SLV FO 5	2	10	802	-99.55	-73.57	0.96
2	SLV FO 6	2	10	802	-99.55	-73.57	0.96
2	SLV FO 7	2	-57	802	359.32	-73.57	-5.23
2	SLV FO 8	2	-57	802	359.32	-73.57	-5.23
2	SLV FO 9	-18	10	688	-99.55	-63.32	0.96
2	SLV FO 10	-18	10	688	-99.55	-63.32	0.96
2	SLV FO 11	-18	-57	688	359.32	-63.32	-5.23
2	SLV FO 12	-18	-57	688	359.32	-63.32	-5.23
2	SLV FO 13	-42	-13	555	61.06	-51.36	-1.21
2	SLV FO 14	-42	-13	555	61.06	-51.36	-1.21
2	SLV FO 15	-42	-33	555	198.72	-51.36	-3.06
2	SLV FO 16	-42	-33	555	198.72	-51.36	-3.06
3	SLU 1	0	0	5596	0	-2096.65	0
3	SLU 2	0	-255	5596	860.8	-2096.65	-95.6
3	SLU 3	-178	-255	5283	860.8	-2010.41	-95.6
3	SLU 4	-255	0	5149	0	-1973.44	0
3	SLU 5	-255	-179	5149	602.56	-1973.44	-66.92
3	SLU 6	0	-424	5596	2000.34	-2096.65	-158.87
3	SLU 7	-178	-424	5283	2000.34	-2010.41	-158.87
3	SLU 8	-255	-169	5149	1139.53	-1973.44	-63.27
3	SLU 9	-255	-348	5149	1742.1	-1973.44	-130.19
3	SLU 10	0	-169	5596	1139.53	-2096.65	-63.27
3	SLU 11	0	-348	5596	1742.1	-2096.65	-130.19
3	SLU 12	-178	-169	5283	1139.53	-2010.41	-63.27
3	SLU 13	-178	-348	5283	1742.1	-2010.41	-130.19
3	SLU 14	0	0	4325	0	-1639.4	0
3	SLU 15	0	-255	4325	860.8	-1639.4	-95.6
3	SLU 16	-178	-255	4012	860.8	-1553.16	-95.6
3	SLU 17	-255	0	3877	0	-1516.2	0
3	SLU 18	-255	-179	3877	602.56	-1516.2	-66.92
3	SLU 19	0	-424	4325	2000.34	-1639.4	-158.87
3	SLU 20	-178	-424	4012	2000.34	-1553.16	-158.87
3	SLU 21	-255	-169	3877	1139.53	-1516.2	-63.27
3	SLU 22	-255	-348	3877	1742.1	-1516.2	-130.19
3	SLU 23	0	-169	4325	1139.53	-1639.4	-63.27
3	SLU 24	0	-348	4325	1742.1	-1639.4	-130.19
3	SLU 25	-178	-169	4012	1139.53	-1553.16	-63.27
3	SLU 26	-178	-348	4012	1742.1	-1553.16	-130.19
3	SLU 27	0	0	7275	0	-2725.65	0
3	SLU 28	0	-255	7275	860.8	-2725.65	-95.6
3	SLU 29	-178	-255	6962	860.8	-2639.4	-95.6
3	SLU 30	-255	0	6828	0	-2602.44	0
3	SLU 31	-255	-179	6828	602.56	-2602.44	-66.92
3	SLU 32	0	-424	7275	2000.34	-2725.65	-158.87
3	SLU 33	-178	-424	6962	2000.34	-2639.4	-158.87
3	SLU 34	-255	-169	6828	1139.53	-2602.44	-63.27
3	SLU 35	-255	-348	6828	1742.1	-2602.44	-130.19
3	SLU 36	0	-169	7275	1139.53	-2725.65	-63.27
3	SLU 37	0	-348	7275	1742.1	-2725.65	-130.19
3	SLU 38	-178	-169	6962	1139.53	-2639.4	-63.27
3	SLU 39	-178	-348	6962	1742.1	-2639.4	-130.19
3	SLU 40	0	0	6004	0	-2268.4	0
3	SLU 41	0	-255	6004	860.8	-2268.4	-95.6
3	SLU 42	-178	-255	5690	860.8	-2182.15	-95.6
3	SLU 43	-255	0	5556	0	-2145.19	0
3	SLU 44	-255	-179	5556	602.56	-2145.19	-66.92
3	SLU 45	0	-424	6004	2000.34	-2268.4	-158.87
3	SLU 46	-178	-424	5690	2000.34	-2182.15	-158.87
3	SLU 47	-255	-169	5556	1139.53	-2145.19	-63.27
3	SLU 48	-255	-348	5556	1742.1	-2145.19	-130.19
3	SLU 49	0	-169	6004	1139.53	-2268.4	-63.27
3	SLU 50	0	-348	6004	1742.1	-2268.4	-130.19
3	SLU 51	-178	-169	5690	1139.53	-2182.15	-63.27
3	SLU 52	-178	-348	5690	1742.1	-2182.15	-130.19
3	SLE RA 1	0	0	4749	0	-1791.82	0
3	SLE RA 2	0	-170	4749	573.87	-1791.82	-63.73
3	SLE RA 3	-119	-170	4540	573.87	-1734.32	-63.73

Nodo Ind.	Cont. n.br.	Reazione a traslazione			Reazione a rotazione		
		x	y	z	x	y	z
3	SLE RA 4	-170	0	4450	0	-1709.68	0
3	SLE RA 5	-170	-119	4450	401.71	-1709.68	-44.61
3	SLE RA 6	0	-283	4749	1333.56	-1791.82	-105.91
3	SLE RA 7	-119	-283	4540	1333.56	-1734.32	-105.91
3	SLE RA 8	-170	-113	4450	759.69	-1709.68	-42.18
3	SLE RA 9	-170	-232	4450	1161.4	-1709.68	-86.79
3	SLE RA 10	0	-113	4749	759.69	-1791.82	-42.18
3	SLE RA 11	0	-232	4749	1161.4	-1791.82	-86.79
3	SLE RA 12	-119	-113	4540	759.69	-1734.32	-42.18
3	SLE RA 13	-119	-232	4540	1161.4	-1734.32	-86.79
3	SLE FR 1	0	0	4749	0	-1791.82	0
3	SLE FR 2	0	-85	4749	286.93	-1791.82	-31.87
3	SLE FR 3	-51	-85	4659	286.93	-1767.18	-31.87
3	SLE FR 4	-85	0	4599	0	-1750.75	0
3	SLE FR 5	-85	-51	4599	172.16	-1750.75	-19.12
3	SLE FR 6	0	-175	4749	894.69	-1791.82	-65.61
3	SLE FR 7	-51	-175	4659	894.69	-1767.18	-65.61
3	SLE FR 8	-85	-90	4599	607.75	-1750.75	-33.75
3	SLE FR 9	-85	-141	4599	779.91	-1750.75	-52.87
3	SLE FR 10	0	-101	4749	683.72	-1791.82	-37.96
3	SLE FR 11	0	-152	4749	855.88	-1791.82	-57.08
3	SLE FR 12	-51	-101	4659	683.72	-1767.18	-37.96
3	SLE FR 13	-51	-152	4659	855.88	-1767.18	-57.08
3	SLE QP 1	0	0	4749	0	-1791.82	0
3	SLE QP 2	0	-51	4749	172.16	-1791.82	-19.12
3	SLE QP 3	-51	0	4659	0	-1767.18	0
3	SLE QP 4	-51	-51	4659	172.16	-1767.18	-19.12
3	SLE QP 5	0	-90	4749	607.75	-1791.82	-33.75
3	SLE QP 6	0	-141	4749	779.91	-1791.82	-52.87
3	SLE QP 7	-51	-90	4659	607.75	-1767.18	-33.75
3	SLE QP 8	-51	-141	4659	779.91	-1767.18	-52.87
3	SLD 1	238	-54	5673	194.47	-2046.5	-20.36
3	SLD 2	238	-54	5673	194.47	-2046.5	-20.36
3	SLD 3	238	-228	5673	1365.36	-2046.5	-85.37
3	SLD 4	238	-228	5673	1365.36	-2046.5	-85.37
3	SLD 5	36	148	4963	-1171.57	-1850.97	55.49
3	SLD 6	36	148	4963	-1171.57	-1850.97	55.49
3	SLD 7	36	-431	4963	2731.39	-1850.97	-161.23
3	SLD 8	36	-431	4963	2731.39	-1850.97	-161.23
3	SLD 9	-138	148	4355	-1171.57	-1683.38	55.49
3	SLD 10	-138	148	4355	-1171.57	-1683.38	55.49
3	SLD 11	-138	-431	4355	2731.39	-1683.38	-161.23
3	SLD 12	-138	-431	4355	2731.39	-1683.38	-161.23
3	SLD 13	-340	-54	3645	194.47	-1487.86	-20.36
3	SLD 14	-340	-54	3645	194.47	-1487.86	-20.36
3	SLD 15	-340	-228	3645	1365.36	-1487.86	-85.37
3	SLD 16	-340	-228	3645	1365.36	-1487.86	-85.37
3	SLV 1	134	-85	5310	404.19	-1946.44	-32
3	SLV 2	134	-85	5310	404.19	-1946.44	-32
3	SLV 3	134	-197	5310	1155.64	-1946.44	-73.73
3	SLV 4	134	-197	5310	1155.64	-1946.44	-73.73
3	SLV 5	5	45	4854	-472.51	-1820.96	16.68
3	SLV 6	5	45	4854	-472.51	-1820.96	16.68
3	SLV 7	5	-327	4854	2032.34	-1820.96	-122.41
3	SLV 8	5	-327	4854	2032.34	-1820.96	-122.41
3	SLV 9	-107	45	4464	-472.51	-1713.4	16.68
3	SLV 10	-107	45	4464	-472.51	-1713.4	16.68
3	SLV 11	-107	-327	4464	2032.34	-1713.4	-122.41
3	SLV 12	-107	-327	4464	2032.34	-1713.4	-122.41
3	SLV 13	-236	-85	4008	404.19	-1587.92	-32
3	SLV 14	-236	-85	4008	404.19	-1587.92	-32
3	SLV 15	-236	-197	4008	1155.64	-1587.92	-73.73
3	SLV 16	-236	-197	4008	1155.64	-1587.92	-73.73
3	SLV FO 1	153	-80	5375	366.61	-1964.37	-29.92
3	SLV FO 2	153	-80	5375	366.61	-1964.37	-29.92
3	SLV FO 3	153	-203	5375	1193.21	-1964.37	-75.82
3	SLV FO 4	153	-203	5375	1193.21	-1964.37	-75.82
3	SLV FO 5	10	63	4874	-597.75	-1826.33	23.63
3	SLV FO 6	10	63	4874	-597.75	-1826.33	23.63
3	SLV FO 7	10	-346	4874	2157.58	-1826.33	-129.36
3	SLV FO 8	10	-346	4874	2157.58	-1826.33	-129.36
3	SLV FO 9	-112	63	4444	-597.75	-1708.02	23.63
3	SLV FO 10	-112	63	4444	-597.75	-1708.02	23.63
3	SLV FO 11	-112	-346	4444	2157.58	-1708.02	-129.36
3	SLV FO 12	-112	-346	4444	2157.58	-1708.02	-129.36
3	SLV FO 13	-255	-80	3943	366.61	-1569.99	-29.92
3	SLV FO 14	-255	-80	3943	366.61	-1569.99	-29.92
3	SLV FO 15	-255	-203	3943	1193.21	-1569.99	-75.82
3	SLV FO 16	-255	-203	3943	1193.21	-1569.99	-75.82
4	SLU 1	0	0	9326	0	0	0
4	SLU 2	0	-425	9326	1201.47	0	0
4	SLU 3	-298	-425	9326	1201.47	-122.59	0
4	SLU 4	-426	0	9326	0	-175.12	0
4	SLU 5	-426	-297	9326	841.03	-175.12	0
4	SLU 6	0	-706	9326	2791.97	0	0
4	SLU 7	-298	-706	9326	2791.97	-122.59	0
4	SLU 8	-426	-281	9326	1590.5	-175.12	0
4	SLU 9	-426	-579	9326	2431.53	-175.12	0
4	SLU 10	0	-281	9326	1590.5	0	0
4	SLU 11	0	-579	9326	2431.53	0	0
4	SLU 12	-298	-281	9326	1590.5	-122.59	0
4	SLU 13	-298	-579	9326	2431.53	-122.59	0
4	SLU 14	0	0	7378	0	0	0

Nodo Ind.	Cont. n.br.	Reazione a traslazione			Reazione a rotazione		
		x	y	z	x	y	z
4	SLU 15	0	-425	7378	1201.47	0	0
4	SLU 16	-298	-425	7378	1201.47	-122.59	0
4	SLU 17	-426	0	7378	0	-175.12	0
4	SLU 18	-426	-297	7378	841.03	-175.12	0
4	SLU 19	0	-706	7378	2791.97	0	0
4	SLU 20	-298	-706	7378	2791.97	-122.59	0
4	SLU 21	-426	-281	7378	1590.5	-175.12	0
4	SLU 22	-426	-579	7378	2431.53	-175.12	0
4	SLU 23	0	-281	7378	1590.5	0	0
4	SLU 24	0	-579	7378	2431.53	0	0
4	SLU 25	-298	-281	7378	1590.5	-122.59	0
4	SLU 26	-298	-579	7378	2431.53	-122.59	0
4	SLU 27	0	0	12124	0	0	0
4	SLU 28	0	-425	12124	1201.47	0	0
4	SLU 29	-298	-425	12124	1201.47	-122.59	0
4	SLU 30	-426	0	12124	0	-175.12	0
4	SLU 31	-426	-297	12124	841.03	-175.12	0
4	SLU 32	0	-706	12124	2791.97	0	0
4	SLU 33	-298	-706	12124	2791.97	-122.59	0
4	SLU 34	-426	-281	12124	1590.5	-175.12	0
4	SLU 35	-426	-579	12124	2431.53	-175.12	0
4	SLU 36	0	-281	12124	1590.5	0	0
4	SLU 37	0	-579	12124	2431.53	0	0
4	SLU 38	-298	-281	12124	1590.5	-122.59	0
4	SLU 39	-298	-579	12124	2431.53	-122.59	0
4	SLU 40	0	0	10176	0	0	0
4	SLU 41	0	-425	10176	1201.47	0	0
4	SLU 42	-298	-425	10176	1201.47	-122.59	0
4	SLU 43	-426	0	10176	0	-175.12	0
4	SLU 44	-426	-297	10176	841.03	-175.12	0
4	SLU 45	0	-706	10176	2791.97	0	0
4	SLU 46	-298	-706	10176	2791.97	-122.59	0
4	SLU 47	-426	-281	10176	1590.5	-175.12	0
4	SLU 48	-426	-579	10176	2431.53	-175.12	0
4	SLU 49	0	-281	10176	1590.5	0	0
4	SLU 50	0	-579	10176	2431.53	0	0
4	SLU 51	-298	-281	10176	1590.5	-122.59	0
4	SLU 52	-298	-579	10176	2431.53	-122.59	0
4	SLE RA 1	0	0	8027	0	0	0
4	SLE RA 2	0	-283	8027	800.98	0	0
4	SLE RA 3	-199	-283	8027	800.98	-81.72	0
4	SLE RA 4	-284	0	8027	0	-116.75	0
4	SLE RA 5	-284	-198	8027	560.68	-116.75	0
4	SLE RA 6	0	-471	8027	1861.31	0	0
4	SLE RA 7	-199	-471	8027	1861.31	-81.72	0
4	SLE RA 8	-284	-187	8027	1060.34	-116.75	0
4	SLE RA 9	-284	-386	8027	1621.02	-116.75	0
4	SLE RA 10	0	-187	8027	1060.34	0	0
4	SLE RA 11	0	-386	8027	1621.02	0	0
4	SLE RA 12	-199	-187	8027	1060.34	-81.72	0
4	SLE RA 13	-199	-386	8027	1621.02	-81.72	0
4	SLE FR 1	0	0	8027	0	0	0
4	SLE FR 2	0	-142	8027	400.49	0	0
4	SLE FR 3	-85	-142	8027	400.49	-35.02	0
4	SLE FR 4	-142	0	8027	0	-58.37	0
4	SLE FR 5	-142	-85	8027	240.29	-58.37	0
4	SLE FR 6	0	-292	8027	1248.76	0	0
4	SLE FR 7	-85	-292	8027	1248.76	-35.02	0
4	SLE FR 8	-142	-150	8027	848.27	-58.37	0
4	SLE FR 9	-142	-235	8027	1088.56	-58.37	0
4	SLE FR 10	0	-169	8027	954.3	0	0
4	SLE FR 11	0	-254	8027	1194.6	0	0
4	SLE FR 12	-85	-169	8027	954.3	-35.02	0
4	SLE FR 13	-85	-254	8027	1194.6	-35.02	0
4	SLE QP 1	0	0	8027	0	0	0
4	SLE QP 2	0	-85	8027	240.29	0	0
4	SLE QP 3	-85	0	8027	0	-35.02	0
4	SLE QP 4	-85	-85	8027	240.29	-35.02	0
4	SLE QP 5	0	-150	8027	848.27	0	0
4	SLE QP 6	0	-235	8027	1088.56	0	0
4	SLE QP 7	-85	-150	8027	848.27	-35.02	0
4	SLE QP 8	-85	-235	8027	1088.56	-35.02	0
4	SLD 1	398	-90	8027	271.43	361.99	0
4	SLD 2	398	-90	8027	271.43	361.99	0
4	SLD 3	398	-379	8027	1905.7	361.99	0
4	SLD 4	398	-379	8027	1905.7	361.99	0
4	SLD 5	60	247	8027	-1635.22	84.08	0
4	SLD 6	60	247	8027	-1635.22	84.08	0
4	SLD 7	60	-716	8027	3812.34	84.08	0
4	SLD 8	60	-716	8027	3812.34	84.08	0
4	SLD 9	-230	247	8027	-1635.22	-154.13	0
4	SLD 10	-230	247	8027	-1635.22	-154.13	0
4	SLD 11	-230	-716	8027	3812.34	-154.13	0
4	SLD 12	-230	-716	8027	3812.34	-154.13	0
4	SLD 13	-568	-90	8027	271.43	-432.04	0
4	SLD 14	-568	-90	8027	271.43	-432.04	0
4	SLD 15	-568	-379	8027	1905.7	-432.04	0
4	SLD 16	-568	-379	8027	1905.7	-432.04	0
4	SLV 1	225	-142	8027	564.14	219.77	0
4	SLV 2	225	-142	8027	564.14	219.77	0
4	SLV 3	225	-328	8027	1612.98	219.77	0
4	SLV 4	225	-328	8027	1612.98	219.77	0
4	SLV 5	8	74	8027	-659.51	41.41	0

Nodo Ind.	Cont. n.br.	Reazione a traslazione			Reazione a rotazione		
		x	y	z	x	y	z
4	SLV 6	8	74	8027	-659.51	41.41	0
4	SLV 7	8	-544	8027	2836.63	41.41	0
4	SLV 8	8	-544	8027	2836.63	41.41	0
4	SLV 9	-178	74	8027	-659.51	-111.46	0
4	SLV 10	-178	74	8027	-659.51	-111.46	0
4	SLV 11	-178	-544	8027	2836.63	-111.46	0
4	SLV 12	-178	-544	8027	2836.63	-111.46	0
4	SLV 13	-395	-142	8027	564.14	-289.82	0
4	SLV 14	-395	-142	8027	564.14	-289.82	0
4	SLV 15	-395	-328	8027	1612.98	-289.82	0
4	SLV 16	-395	-328	8027	1612.98	-289.82	0
4	SLV FO 1	256	-133	8027	511.7	245.25	0
4	SLV FO 2	256	-133	8027	511.7	245.25	0
4	SLV FO 3	256	-337	8027	1665.43	245.25	0
4	SLV FO 4	256	-337	8027	1665.43	245.25	0
4	SLV FO 5	17	105	8027	-834.32	49.06	0
4	SLV FO 6	17	105	8027	-834.32	49.06	0
4	SLV FO 7	17	-575	8027	3011.44	49.06	0
4	SLV FO 8	17	-575	8027	3011.44	49.06	0
4	SLV FO 9	-188	105	8027	-834.32	-119.11	0
4	SLV FO 10	-188	105	8027	-834.32	-119.11	0
4	SLV FO 11	-188	-575	8027	3011.44	-119.11	0
4	SLV FO 12	-188	-575	8027	3011.44	-119.11	0
4	SLV FO 13	-426	-133	8027	511.7	-315.3	0
4	SLV FO 14	-426	-133	8027	511.7	-315.3	0
4	SLV FO 15	-426	-337	8027	1665.43	-315.3	0
4	SLV FO 16	-426	-337	8027	1665.43	-315.3	0
5	SLU 1	0	0	5596	0	2096.65	0
5	SLU 2	0	-255	5596	860.8	2096.65	95.6
5	SLU 3	-178	-255	5909	860.8	2182.9	95.6
5	SLU 4	-255	0	6044	0	2219.86	0
5	SLU 5	-255	-179	6044	602.56	2219.86	66.92
5	SLU 6	0	-424	5596	2000.34	2096.65	158.87
5	SLU 7	-178	-424	5909	2000.34	2182.9	158.87
5	SLU 8	-255	-169	6044	1139.53	2219.86	63.27
5	SLU 9	-255	-348	6044	1742.1	2219.86	130.19
5	SLU 10	0	-169	5596	1139.53	2096.65	63.27
5	SLU 11	0	-348	5596	1742.1	2096.65	130.19
5	SLU 12	-178	-169	5909	1139.53	2182.9	63.27
5	SLU 13	-178	-348	5909	1742.1	2182.9	130.19
5	SLU 14	0	0	4325	0	1639.4	0
5	SLU 15	0	-255	4325	860.8	1639.4	95.6
5	SLU 16	-178	-255	4638	860.8	1725.65	95.6
5	SLU 17	-255	0	4772	0	1762.61	0
5	SLU 18	-255	-179	4772	602.56	1762.61	66.92
5	SLU 19	0	-424	4325	2000.34	1639.4	158.87
5	SLU 20	-178	-424	4638	2000.34	1725.65	158.87
5	SLU 21	-255	-169	4772	1139.53	1762.61	63.27
5	SLU 22	-255	-348	4772	1742.1	1762.61	130.19
5	SLU 23	0	-169	4325	1139.53	1639.4	63.27
5	SLU 24	0	-348	4325	1742.1	1639.4	130.19
5	SLU 25	-178	-169	4638	1139.53	1725.65	63.27
5	SLU 26	-178	-348	4638	1742.1	1725.65	130.19
5	SLU 27	0	0	7275	0	2725.65	0
5	SLU 28	0	-255	7275	860.8	2725.65	95.6
5	SLU 29	-178	-255	7588	860.8	2811.89	95.6
5	SLU 30	-255	0	7722	0	2848.85	0
5	SLU 31	-255	-179	7722	602.56	2848.85	66.92
5	SLU 32	0	-424	7275	2000.34	2725.65	158.87
5	SLU 33	-178	-424	7588	2000.34	2811.89	158.87
5	SLU 34	-255	-169	7722	1139.53	2848.85	63.27
5	SLU 35	-255	-348	7722	1742.1	2848.85	130.19
5	SLU 36	0	-169	7275	1139.53	2725.65	63.27
5	SLU 37	0	-348	7275	1742.1	2725.65	130.19
5	SLU 38	-178	-169	7588	1139.53	2811.89	63.27
5	SLU 39	-178	-348	7588	1742.1	2811.89	130.19
5	SLU 40	0	0	6004	0	2268.4	0
5	SLU 41	0	-255	6004	860.8	2268.4	95.6
5	SLU 42	-178	-255	6317	860.8	2354.64	95.6
5	SLU 43	-255	0	6451	0	2391.61	0
5	SLU 44	-255	-179	6451	602.56	2391.61	66.92
5	SLU 45	0	-424	6004	2000.34	2268.4	158.87
5	SLU 46	-178	-424	6317	2000.34	2354.64	158.87
5	SLU 47	-255	-169	6451	1139.53	2391.61	63.27
5	SLU 48	-255	-348	6451	1742.1	2391.61	130.19
5	SLU 49	0	-169	6004	1139.53	2268.4	63.27
5	SLU 50	0	-348	6004	1742.1	2268.4	130.19
5	SLU 51	-178	-169	6317	1139.53	2354.64	63.27
5	SLU 52	-178	-348	6317	1742.1	2354.64	130.19
5	SLE RA 1	0	0	4749	0	1791.82	0
5	SLE RA 2	0	-170	4749	573.87	1791.82	63.73
5	SLE RA 3	-119	-170	4957	573.87	1849.32	63.73
5	SLE RA 4	-170	0	5047	0	1873.96	0
5	SLE RA 5	-170	-119	5047	401.71	1873.96	44.61
5	SLE RA 6	0	-283	4749	1333.56	1791.82	105.91
5	SLE RA 7	-119	-283	4957	1333.56	1849.32	105.91
5	SLE RA 8	-170	-113	5047	759.69	1873.96	42.18
5	SLE RA 9	-170	-232	5047	1161.4	1873.96	86.79
5	SLE RA 10	0	-113	4749	759.69	1791.82	42.18
5	SLE RA 11	0	-232	4749	1161.4	1791.82	86.79
5	SLE RA 12	-119	-113	4957	759.69	1849.32	42.18
5	SLE RA 13	-119	-232	4957	1161.4	1849.32	86.79
5	SLE FR 1	0	0	4749	0	1791.82	0



LINEA GIAMPILIERI - FIUMEFREDDO  
**PROGETTO DEFINITIVO**  
**RADDOPPIO DELLA TRATTA GIAMPILIERI - FIUMEFREDDO**  
 LOTTO 2

FONDAZIONE PER INTERRUPTORE AT CON TA -  
 RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS2S	02	D78CLSE	03 00 07	A	46 di 91

Nodo Ind.	Cont. n.br.	Reazione a traslazione			Reazione a rotazione		
		x	y	z	x	y	z
5	SLE FR 2	0	-85	4749	286.93	1791.82	31.87
5	SLE FR 3	-51	-85	4838	286.93	1816.46	31.87
5	SLE FR 4	-85	0	4898	0	1832.89	0
5	SLE FR 5	-85	-51	4898	172.16	1832.89	19.12
5	SLE FR 6	0	-175	4749	894.69	1791.82	65.61
5	SLE FR 7	-51	-175	4838	894.69	1816.46	65.61
5	SLE FR 8	-85	-90	4898	607.75	1832.89	33.75
5	SLE FR 9	-85	-141	4898	779.91	1832.89	52.87
5	SLE FR 10	0	-101	4749	683.72	1791.82	37.96
5	SLE FR 11	0	-152	4749	855.88	1791.82	57.08
5	SLE FR 12	-51	-101	4838	683.72	1816.46	37.96
5	SLE FR 13	-51	-152	4838	855.88	1816.46	57.08
5	SLE QP 1	0	0	4749	0	1791.82	0
5	SLE QP 2	0	-51	4749	172.16	1791.82	19.12
5	SLE QP 3	-51	0	4838	0	1816.46	0
5	SLE QP 4	-51	-51	4838	172.16	1816.46	19.12
5	SLE QP 5	0	-90	4749	607.75	1791.82	33.75
5	SLE QP 6	0	-141	4749	779.91	1791.82	52.87
5	SLE QP 7	-51	-90	4838	607.75	1816.46	33.75
5	SLE QP 8	-51	-141	4838	779.91	1816.46	52.87
5	SLD 1	238	-54	3824	194.47	1537.14	20.36
5	SLD 2	238	-54	3824	194.47	1537.14	20.36
5	SLD 3	238	-228	3824	1365.36	1537.14	85.37
5	SLD 4	238	-228	3824	1365.36	1537.14	85.37
5	SLD 5	36	148	4534	-1171.57	1732.67	-55.49
5	SLD 6	36	148	4534	-1171.57	1732.67	-55.49
5	SLD 7	36	-431	4534	2731.39	1732.67	161.23
5	SLD 8	36	-431	4534	2731.39	1732.67	161.23
5	SLD 9	-138	148	5142	-1171.57	1900.26	-55.49
5	SLD 10	-138	148	5142	-1171.57	1900.26	-55.49
5	SLD 11	-138	-431	5142	2731.39	1900.26	161.23
5	SLD 12	-138	-431	5142	2731.39	1900.26	161.23
5	SLD 13	-340	-54	5852	194.47	2095.78	20.36
5	SLD 14	-340	-54	5852	194.47	2095.78	20.36
5	SLD 15	-340	-228	5852	1365.36	2095.78	85.37
5	SLD 16	-340	-228	5852	1365.36	2095.78	85.37
5	SLV 1	134	-85	4187	404.19	1637.2	32
5	SLV 2	134	-85	4187	404.19	1637.2	32
5	SLV 3	134	-197	4187	1155.64	1637.2	73.73
5	SLV 4	134	-197	4187	1155.64	1637.2	73.73
5	SLV 5	5	45	4643	-472.51	1762.68	-16.68
5	SLV 6	5	45	4643	-472.51	1762.68	-16.68
5	SLV 7	5	-327	4643	2032.34	1762.68	122.41
5	SLV 8	5	-327	4643	2032.34	1762.68	122.41
5	SLV 9	-107	45	5033	-472.51	1870.24	-16.68
5	SLV 10	-107	45	5033	-472.51	1870.24	-16.68
5	SLV 11	-107	-327	5033	2032.34	1870.24	122.41
5	SLV 12	-107	-327	5033	2032.34	1870.24	122.41
5	SLV 13	-236	-85	5489	404.19	1995.72	32
5	SLV 14	-236	-85	5489	404.19	1995.72	32
5	SLV 15	-236	-197	5489	1155.64	1995.72	73.73
5	SLV 16	-236	-197	5489	1155.64	1995.72	73.73
5	SLV FO 1	153	-80	4122	366.61	1619.27	29.92
5	SLV FO 2	153	-80	4122	366.61	1619.27	29.92
5	SLV FO 3	153	-203	4122	1193.21	1619.27	75.82
5	SLV FO 4	153	-203	4122	1193.21	1619.27	75.82
5	SLV FO 5	10	63	4623	-597.75	1757.3	-23.63
5	SLV FO 6	10	63	4623	-597.75	1757.3	-23.63
5	SLV FO 7	10	-346	4623	2157.58	1757.3	129.36
5	SLV FO 8	10	-346	4623	2157.58	1757.3	129.36
5	SLV FO 9	-112	63	5053	-597.75	1875.62	-23.63
5	SLV FO 10	-112	63	5053	-597.75	1875.62	-23.63
5	SLV FO 11	-112	-346	5053	2157.58	1875.62	129.36
5	SLV FO 12	-112	-346	5053	2157.58	1875.62	129.36
5	SLV FO 13	-255	-80	5554	366.61	2013.65	29.92
5	SLV FO 14	-255	-80	5554	366.61	2013.65	29.92
5	SLV FO 15	-255	-203	5554	1193.21	2013.65	75.82
5	SLV FO 16	-255	-203	5554	1193.21	2013.65	75.82
6	SLU 1	0	0	922	0	84.53	0
6	SLU 2	0	-42	922	143.36	84.53	3.86
6	SLU 3	-29	-42	1005	143.36	92.01	3.86
6	SLU 4	-42	0	1041	0	95.21	0
6	SLU 5	-42	-29	1041	100.35	95.21	2.7
6	SLU 6	0	-70	922	333.13	84.53	6.42
6	SLU 7	-29	-70	1005	333.13	92.01	6.42
6	SLU 8	-42	-28	1041	189.78	95.21	2.56
6	SLU 9	-42	-57	1041	290.13	95.21	5.26
6	SLU 10	0	-28	922	189.78	84.53	2.56
6	SLU 11	0	-57	922	290.13	84.53	5.26
6	SLU 12	-29	-28	1005	189.78	92.01	2.56
6	SLU 13	-29	-57	1005	290.13	92.01	5.26
6	SLU 14	0	0	692	0	63.6	0
6	SLU 15	0	-42	692	143.36	63.6	3.86
6	SLU 16	-29	-42	776	143.36	71.07	3.86
6	SLU 17	-42	0	811	0	74.28	0
6	SLU 18	-42	-29	811	100.35	74.28	2.7
6	SLU 19	0	-70	692	333.13	63.6	6.42
6	SLU 20	-29	-70	776	333.13	71.07	6.42
6	SLU 21	-42	-28	811	189.78	74.28	2.56
6	SLU 22	-42	-57	811	290.13	74.28	5.26
6	SLU 23	0	-28	692	189.78	63.6	2.56
6	SLU 24	0	-57	692	290.13	63.6	5.26
6	SLU 25	-29	-28	776	189.78	71.07	2.56

Nodo Ind.	Cont. n.br.	Reazione a traslazione			Reazione a rotazione		
		x	y	z	x	y	z
6	SLU 26	-29	-57	776	290.13	71.07	5.26
6	SLU 27	0	0	1198	0	109.9	0
6	SLU 28	0	-42	1198	143.36	109.9	3.86
6	SLU 29	-29	-42	1282	143.36	117.37	3.86
6	SLU 30	-42	0	1317	0	120.57	0
6	SLU 31	-42	-29	1317	100.35	120.57	2.7
6	SLU 32	0	-70	1198	333.13	109.9	6.42
6	SLU 33	-29	-70	1282	333.13	117.37	6.42
6	SLU 34	-42	-28	1317	189.78	120.57	2.56
6	SLU 35	-42	-57	1317	290.13	120.57	5.26
6	SLU 36	0	-28	1198	189.78	109.9	2.56
6	SLU 37	0	-57	1198	290.13	109.9	5.26
6	SLU 38	-29	-28	1282	189.78	117.37	2.56
6	SLU 39	-29	-57	1282	290.13	117.37	5.26
6	SLU 40	0	0	969	0	88.96	0
6	SLU 41	0	-42	969	143.36	88.96	3.86
6	SLU 42	-29	-42	1052	143.36	96.43	3.86
6	SLU 43	-42	0	1088	0	99.64	0
6	SLU 44	-42	-29	1088	100.35	99.64	2.7
6	SLU 45	0	-70	969	333.13	88.96	6.42
6	SLU 46	-29	-70	1052	333.13	96.43	6.42
6	SLU 47	-42	-28	1088	189.78	99.64	2.56
6	SLU 48	-42	-57	1088	290.13	99.64	5.26
6	SLU 49	0	-28	969	189.78	88.96	2.56
6	SLU 50	0	-57	969	290.13	88.96	5.26
6	SLU 51	-29	-28	1052	189.78	96.43	2.56
6	SLU 52	-29	-57	1052	290.13	96.43	5.26
6	SLE RA 1	0	0	769	0	70.58	0
6	SLE RA 2	0	-28	769	95.57	70.58	2.58
6	SLE RA 3	-20	-28	824	95.57	75.56	2.58
6	SLE RA 4	-28	0	848	0	77.7	0
6	SLE RA 5	-28	-20	848	66.9	77.7	1.8
6	SLE RA 6	0	-47	769	222.09	70.58	4.28
6	SLE RA 7	-20	-47	824	222.09	75.56	4.28
6	SLE RA 8	-28	-19	848	126.52	77.7	1.7
6	SLE RA 9	-28	-38	848	193.42	77.7	3.51
6	SLE RA 10	0	-19	769	126.52	70.58	1.7
6	SLE RA 11	0	-38	769	193.42	70.58	3.51
6	SLE RA 12	-20	-19	824	126.52	75.56	1.7
6	SLE RA 13	-20	-38	824	193.42	75.56	3.51
6	SLE FR 1	0	0	769	0	70.58	0
6	SLE FR 2	0	-14	769	47.79	70.58	1.29
6	SLE FR 3	-8	-14	793	47.79	72.71	1.29
6	SLE FR 4	-14	0	809	0	74.14	0
6	SLE FR 5	-14	-8	809	28.67	74.14	0.77
6	SLE FR 6	0	-29	769	149	70.58	2.65
6	SLE FR 7	-8	-29	793	149	72.71	2.65
6	SLE FR 8	-14	-15	809	101.21	74.14	1.36
6	SLE FR 9	-14	-23	809	129.89	74.14	2.14
6	SLE FR 10	0	-17	769	113.87	70.58	1.53
6	SLE FR 11	0	-25	769	142.54	70.58	2.31
6	SLE FR 12	-8	-17	793	113.87	72.71	1.53
6	SLE FR 13	-8	-25	793	142.54	72.71	2.31
6	SLE QP 1	0	0	769	0	70.58	0
6	SLE QP 2	0	-8	769	28.67	70.58	0.77
6	SLE QP 3	-8	0	793	0	72.71	0
6	SLE QP 4	-8	-8	793	28.67	72.71	0.77
6	SLE QP 5	0	-15	769	101.21	70.58	1.36
6	SLE QP 6	0	-23	769	129.89	70.58	2.14
6	SLE QP 7	-8	-15	793	101.21	72.71	1.36
6	SLE QP 8	-8	-23	793	129.89	72.71	2.14
6	SLD 1	39	-9	523	32.39	48.51	0.82
6	SLD 2	39	-9	523	32.39	48.51	0.82
6	SLD 3	39	-38	523	227.38	48.51	3.45
6	SLD 4	39	-38	523	227.38	48.51	3.45
6	SLD 5	6	24	712	-195.11	65.45	-2.24
6	SLD 6	6	24	712	-195.11	65.45	-2.24
6	SLD 7	6	-71	712	454.88	65.45	6.52
6	SLD 8	6	-71	712	454.88	65.45	6.52
6	SLD 9	-23	24	874	-195.11	79.97	-2.24
6	SLD 10	-23	24	874	-195.11	79.97	-2.24
6	SLD 11	-23	-71	874	454.88	79.97	6.52
6	SLD 12	-23	-71	874	454.88	79.97	6.52
6	SLD 13	-56	-9	1063	32.39	96.92	0.82
6	SLD 14	-56	-9	1063	32.39	96.92	0.82
6	SLD 15	-56	-38	1063	227.38	96.92	3.45
6	SLD 16	-56	-38	1063	227.38	96.92	3.45
6	SLV 1	22	-14	620	67.31	57.18	1.29
6	SLV 2	22	-14	620	67.31	57.18	1.29
6	SLV 3	22	-32	620	192.46	57.18	2.98
6	SLV 4	22	-32	620	192.46	57.18	2.98
6	SLV 5	1	7	741	-78.69	68.05	-0.67
6	SLV 6	1	7	741	-78.69	68.05	-0.67
6	SLV 7	1	-54	741	338.46	68.05	4.95
6	SLV 8	1	-54	741	338.46	68.05	4.95
6	SLV 9	-18	7	845	-78.69	77.37	-0.67
6	SLV 10	-18	7	845	-78.69	77.37	-0.67
6	SLV 11	-18	-54	845	338.46	77.37	4.95
6	SLV 12	-18	-54	845	338.46	77.37	4.95
6	SLV 13	-39	-14	966	67.31	88.25	1.29
6	SLV 14	-39	-14	966	67.31	88.25	1.29
6	SLV 15	-39	-32	966	192.46	88.25	2.98
6	SLV 16	-39	-32	966	192.46	88.25	2.98

Nodo Ind.	Cont. n.br.	Reazione a traslazione			Reazione a rotazione		
		x	y	z	x	y	z
6	SLV FO 1	25	-13	602	61.06	55.63	1.21
6	SLV FO 2	25	-13	602	61.06	55.63	1.21
6	SLV FO 3	25	-33	602	198.72	55.63	3.06
6	SLV FO 4	25	-33	602	198.72	55.63	3.06
6	SLV FO 5	2	10	736	-99.55	67.59	-0.96
6	SLV FO 6	2	10	736	-99.55	67.59	-0.96
6	SLV FO 7	2	-57	736	359.32	67.59	5.23
6	SLV FO 8	2	-57	736	359.32	67.59	5.23
6	SLV FO 9	-18	10	850	-99.55	77.84	-0.96
6	SLV FO 10	-18	10	850	-99.55	77.84	-0.96
6	SLV FO 11	-18	-57	850	359.32	77.84	5.23
6	SLV FO 12	-18	-57	850	359.32	77.84	5.23
6	SLV FO 13	-42	-13	983	61.06	89.8	1.21
6	SLV FO 14	-42	-13	983	61.06	89.8	1.21
6	SLV FO 15	-42	-33	983	198.72	89.8	3.06
6	SLV FO 16	-42	-33	983	198.72	89.8	3.06

## Pressioni massime sul terreno

Nodo: Nodo che interagisce col terreno.

Ind.: Indice del nodo.

Pressione minima: Situazione in cui si verifica la pressione minima nel nodo.

Cont.: Nome breve della condizione o combinazione di carico a cui si riferisce la pressione minima.

uz: Spostamento massimo verticale del nodo. [m]

Valore: Pressione minima sul terreno del nodo. [daN/m<sup>2</sup>]

Pressione massima: Situazione in cui si verifica la pressione massima nel nodo.

Cont.: Nome breve della condizione o combinazione di carico a cui si riferisce la pressione massima.

uz: Spostamento minimo verticale del nodo. [m]

Valore: Pressione massima sul terreno del nodo. [daN/m<sup>2</sup>]

Compressione estrema massima -2296.1 al nodo di indice 6, di coordinate  $x = 711.69$ ,  $y = 64.39$ ,  $z = -0.3$ , nel contesto SLU 30.

Nodo Ind.	Cont.	Pressione minima		Pressione massima	
		uz	Valore	uz	Valore
2	SLU 27	-0.0006921	-2076.3	0	0
3	SLU 27	-0.0006909	-2072.6	0	0
4	SLU 27	-0.0006866	-2059.8	0	0
5	SLU 30	-0.0007489	-2246.7	0	0
6	SLU 30	-0.0007654	-2296.1	0	0

## Cedimenti fondazioni

Nodo: Nodo che interagisce col terreno.

Ind.: Indice del nodo.

Spostamento massimo: Situazione in cui si verifica lo spostamento massimo verticale del nodo. Lo spostamento massimo con segno è quello con valore massimo lungo l'asse Z, dove valori positivi rappresentano spostamenti verso l'alto.

Cont.: Nome breve della condizione o combinazione di carico a cui si riferisce lo spostamento.

uz: Spostamento verticale del nodo con segno. [m]

Press.: Pressione sul terreno corrispondente allo spostamento. [daN/m<sup>2</sup>]

Spostamento minimo: Situazione in cui si verifica lo spostamento minimo verticale del nodo. Lo spostamento minimo con segno è quello con valore minimo lungo l'asse Z, dove valori negativi rappresentano spostamenti verso il basso.

Cont.: Nome breve della condizione o combinazione di carico a cui si riferisce lo spostamento.

uz: Spostamento verticale del nodo con segno. [m]

Press.: Pressione sul terreno corrispondente allo spostamento. [daN/m<sup>2</sup>]

Spostamento estremo minimo -0.0007654 al nodo di indice 6, di coordinate  $x = 711.69$ ,  $y = 64.39$ ,  $z = -0.3$ , nel contesto SLU 30. Spostamento estremo minimo 0 al nodo di indice 2, di coordinate  $x = 704.99$ ,  $y = 64.39$ ,  $z = -0.3$ , nel contesto Calcolo rigidità torsionale/flessionale di piano Rig. Ux+.

Nodo Ind.	Cont.	Spostamento massimo		Spostamento minimo		
		uz	Press.	uz	Press.	
2	CRTFP Rig. Ux+	0	0	SLU 27	-0.0006921	-2076.3
3	CRTFP Rig. Ux+	0	0	SLU 27	-0.0006909	-2072.6
4	CRTFP Rig. Ux+	0	0	SLU 27	-0.0006866	-2059.8



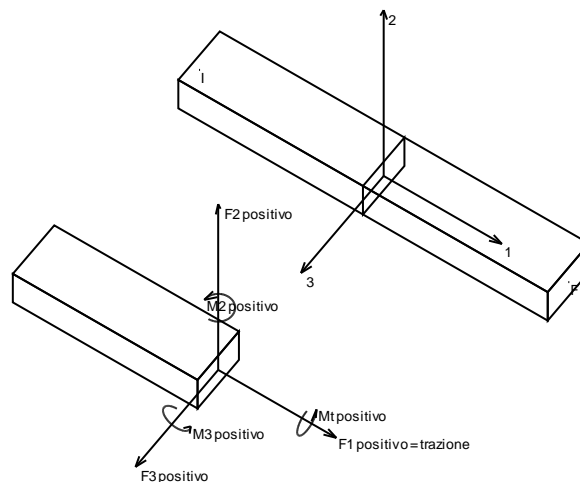
Nodo Ind.	Cont.	Spostamento massimo			Spostamento minimo		
		uz	Press.	Cont.	uz	Press.	
5	CRTFP R1g. UX+	0	0	SLU 30	-0.0007489	-2246.7	
6	CRTFP R1g. UX+	0	0	SLU 30	-0.0007654	-2296.1	

## Sollecitazioni aste

### Convenzioni di segno aste

Le abbreviazioni relative alle sollecitazioni sugli elementi aste sono da intendersi:

- F1 (N): sforzo normale nell'asta;
- F2: sforzo di taglio agente nella direzione dell'asse locale 2;
- F3: sforzo di taglio agente nella direzione dell'asse locale 3;
- M1 (Mt): momento attorno all'asse locale 1; equivale al momento torcente;
- M2: momento attorno all'asse locale 2;
- M3: momento attorno all'asse locale 3;



La convenzione sui segni per i parametri di sollecitazione delle aste è la seguente:

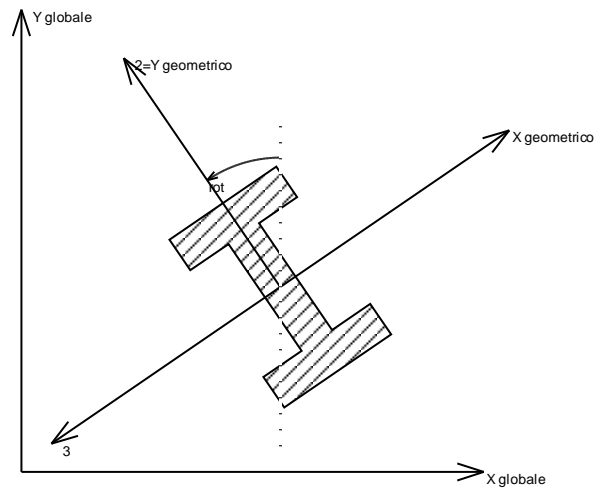
presa un'asta con nodo iniziale i e nodo finale f, asse 1 che va da i a f, assi 2 e 3 presi secondo quanto indicato nei paragrafi successivi relativi al sistema locale delle aste sezionando l'asta in un punto e considerando la sezione sinistra del punto in cui si è effettuato il taglio (sezione da cui esce il versore asse 1) i parametri di sollecitazione sono positivi se hanno verso e direzione concordi con il sistema di riferimento locale dell'asta 1, 2, 3 (per i momenti si adotta la regola della mano destra).

Il sistema è definito diversamente per tre categorie di aste, a seconda che siano originate da:

- aste verticali ad esempio pilastri e colonne;
- aste non verticali non di c.a., ad esempio travi di acciaio o legno;
- aste non verticali in c.a.: travi in c.a. di piano, falda o a quota generica.

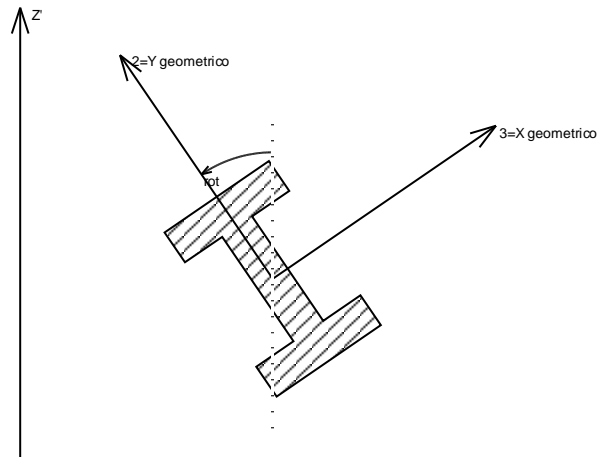
Nel seguito si indica con 1, 2 e 3 il sistema locale dell'asta che non sempre coincide con gli assi principali della sezione. Si ricorda che per assi principali si intendono gli assi rispetto a cui si ha il raggio di inerzia minimo e massimo. Gli assi 1, 2 e 3 rispettano la regola della mano destra.

### **Sistema locale aste verticali**



Nella figura si considera l'asse 1 uscente dal foglio (l'osservatore guarda in direzione opposta a quella dell'asse 1).

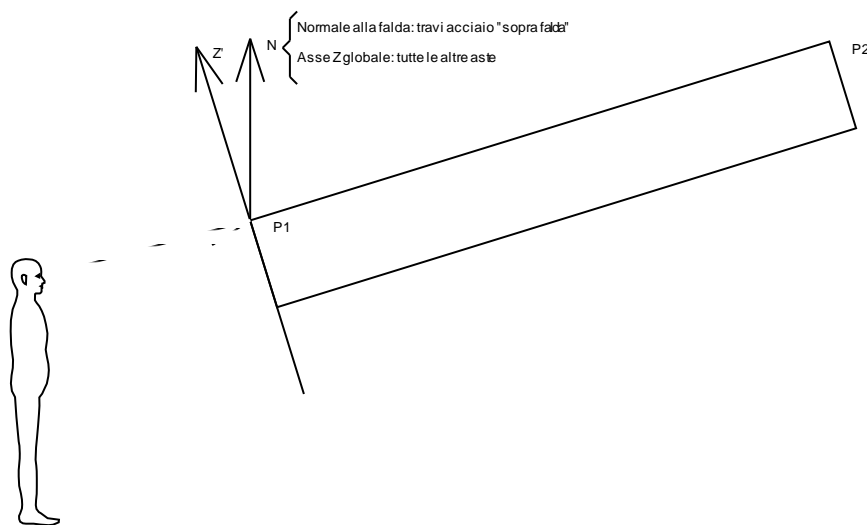
### Sistema locale aste non verticali



Nella figura si considera l'asse 1 entrante nel foglio (l'osservatore guarda in direzione coincidente a quella dell'asse 1).

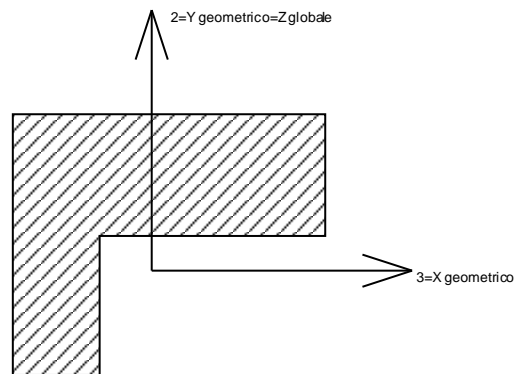
L'asse Z' è illustrato nella figura seguente dove:

- P1 è il punto di inserimento iniziale dell'asta
- P2 è il punto di inserimento finale dell'asta
- N è la normale al piano o falda di inserimento



Z' è quindi l'intersezione tra il piano passante per P1, P2 contenente N e il piano della sezione iniziale dell'asta.

### 5.1.3.-.Sistema locale aste derivanti da travi in c.a.



Nella figura si considera l'asse 1 entrante nel foglio (l'osservatore guarda in direzione coincidente a quella dell'asse 1). L'asse 2 è sempre verticale e quindi coincidente con l'asse Z globale nonché con l'asse y geometrico. L'asse 3 coincide con l'asse x geometrico. Si sottolinea il fatto che gli assi 2 e 3 non corrispondono agli assi principali della sezione.

### Sollecitazioni estreme aste

Asta: Elemento asta a cui si riferiscono le sollecitazioni.

Ind.: Indice dell'asta.

Cont.: Contesto a cui si riferisce la sollecitazione

n.br.: Nome breve della condizione o combinazione di carico.

Pos.: Numero della sezione all'interno dell'asta (tra 0 e 30, dove 0 corrisponde alla sezione al nodo iniziale, 15 è la sezione in mezzzeria, 30 corrisponde alla sezione al nodo finale).

Posizione: Posizione a cui si riferisce la sollecitazione dell'asta.

X: Componente X della posizione a cui si riferisce la sollecitazione dell'asta. [m]

Y: Componente Y della posizione a cui si riferisce la sollecitazione dell'asta. [m]

Z: Componente Z della posizione a cui si riferisce la sollecitazione dell'asta. [m]

Soll.traslazionale: Componente traslazionale della sollecitazione dell'asta.

F1: Componente F1 della sollecitazione dell'asta. [daN]

F2: Componente F2 della sollecitazione dell'asta. [daN]

F3: Componente F3 della sollecitazione dell'asta. [daN]

Soll.rotazionale: Componente rotazionale della sollecitazione dell'asta.

M1: Componente M1 della sollecitazione dell'asta. [daN\*m]

M2: Componente M2 della sollecitazione dell'asta. [daN\*m]

M3: Componente M3 della sollecitazione dell'asta. [daN\*m]

### Sollecitazioni con sforzo normale (N) minimo

Vengono mostrate le sole 5 aste più sollecitate.

Asta Ind.	Cont. n.br.	Pos.	Posizione			Soll.traslazionale			Soll.rotazionale		
			X	Y	Z	F1	F2	F3	M1	M2	M3
7		0	711.14	64.39	-0.3	-545	0	0	0	0	0
6		0	708.34	64.39	-0.3	-545	0	0	0	0	0
1		0	705.54	64.39	-0.3	-545	0	0	0	0	0
3		0	705.54	64.39	-0.3	-342	73	54	175	-4.94	2425.83

Asta Ind.	Cont. n.br.	Pos.	Posizione			Soll.traslazionale			Soll.rotazionale		
			X	Y	Z	F1	F2	F3	M1	M2	M3
4		30	711.14	64.39	-0.3	-239	18	-54	-175	-4.94	2023.85

### Sollecitazioni con sforzo normale (N) massimo

Vengono mostrate le sole 5 aste più sollecitate.

Asta Ind.	Cont. n.br.	Pos.	Posizione			Soll.traslazionale			Soll.rotazionale		
			X	Y	Z	F1	F2	F3	M1	M2	M3
1		30	705.54	64.39	6	1650	0	0	0	0	0
6		30	708.34	64.39	6	1650	0	0	0	0	0
7		30	711.14	64.39	6	1650	0	0	0	0	0
4		30	711.14	64.39	-0.3	342	1050	-54	-175	-4.94	-2532.68
3		0	705.54	64.39	-0.3	239	-959	54	175	-4.94	-2130.7

### Sollecitazioni con momento M2 minimo

Vengono mostrate le sole 5 aste più sollecitate.

Asta Ind.	Cont. n.br.	Pos.	Posizione			Soll.traslazionale			Soll.rotazionale		
			X	Y	Z	F1	F2	F3	M1	M2	M3
7		0	711.14	64.39	-0.3	681	72	317	0	-2211.59	241.71
6		0	708.34	64.39	-0.3	681	72	317	0	-2211.59	241.71
1		0	705.54	64.39	-0.3	681	72	317	0	-2211.59	241.71
4		12	709.46	64.39	-0.3	0	-333	0	-121.22	-110.97	429.77
3		18	707.22	64.39	-0.3	0	-274	0	121.22	-110.97	210.17

### Sollecitazioni con momento M2 massimo

Vengono mostrate le sole 5 aste più sollecitate.

Asta Ind.	Cont. n.br.	Pos.	Posizione			Soll.traslazionale			Soll.rotazionale		
			X	Y	Z	F1	F2	F3	M1	M2	M3
1		0	705.54	64.39	-0.3	681	72	-453	0	2639.57	241.71
6		0	708.34	64.39	-0.3	681	72	-453	0	2639.57	241.71
7		0	711.14	64.39	-0.3	681	72	-453	0	2639.57	241.71
3		18	707.22	64.39	-0.3	0	-274	0	-282.62	322.38	210.17
4		12	709.46	64.39	-0.3	0	-333	0	282.62	322.38	429.77

### Sollecitazioni con momento M3 minimo

Vengono mostrate le sole 5 aste più sollecitate.

Asta Ind.	Cont. n.br.	Pos.	Posizione			Soll.traslazionale			Soll.rotazionale		
			X	Y	Z	F1	F2	F3	M1	M2	M3

Asta Ind.	Cont. n.br.	Pos.	Posizione			Soll.traslazionale			Soll.rotazionale		
			X	Y	Z	F1	F2	F3	M1	M2	M3
4		30	711.14	64.39	-0.3	342	1050	-54	-175	-4.94	-2532.68
3		0	705.54	64.39	-0.3	239	-959	54	175	-4.94	-2130.7
6		0	708.34	64.39	-0.3	681	-197	48	0	-513.69	-1456.19
7		0	711.14	64.39	-0.3	681	-197	48	0	-513.69	-1456.19
1		0	705.54	64.39	-0.3	681	-197	48	0	-513.69	-1456.19

### Sollecitazioni con momento M3 massimo

Vengono mostrate le sole 5 aste più sollecitate.

Asta Ind.	Cont. n.br.	Pos.	Posizione			Soll.traslazionale			Soll.rotazionale		
			X	Y	Z	F1	F2	F3	M1	M2	M3
1		0	705.54	64.39	-0.3	681	573	48	0	-513.69	3394.97
6		0	708.34	64.39	-0.3	681	573	48	0	-513.69	3394.97
7		0	711.14	64.39	-0.3	681	573	48	0	-513.69	3394.97
3		0	705.54	64.39	-0.3	-342	73	54	175	-4.94	2425.83
4		30	711.14	64.39	-0.3	-239	18	-54	-175	-4.94	2023.85

### Sollecitazioni gusci

#### Convenzioni di segno gusci

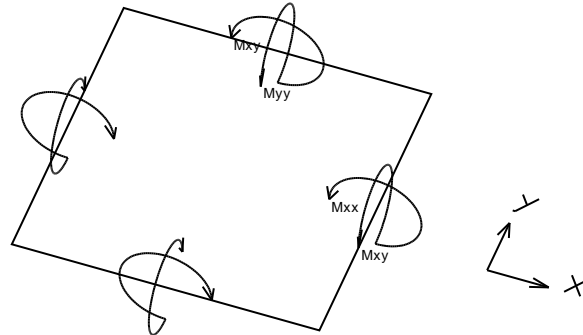
Sono individuate distinte convenzioni di segno in relazione al tipo di elemento strutturale a cui il guscio si riferisce:

- convenzione per gusci non verticali, originati ad esempio da piastre e platee
- convenzione per gusci verticali, originati ad esempio da pareti e muri

#### Convenzione di segno per gusci non verticali

Il sistema di riferimento nel quale sono espressi i parametri di sollecitazione è così definito: origine appartenente al piano dell'elemento, asse x e y contenuti nel piano dell'elemento e terzo asse (z) ortogonale al piano dell'elemento a formare una terna destrorsa. In particolare l'asse x ha proiezione in pianta parallela ed equiversa all'asse globale X. Nel caso di piastre orizzontali (caso più comune) gli assi x, y e z locali all'elemento sono paralleli ed equiversi agli assi X, Y e Z globali. Si sottolinea che non ha alcun interesse collocare esattamente nel piano dell'elemento la posizione dell'origine in quanto i parametri di sollecitazione sono invarianti rispetto a tale posizione.

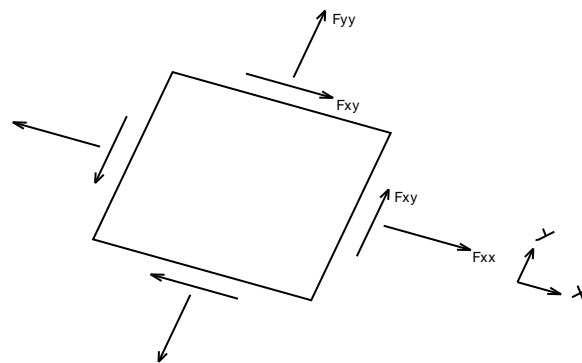
In figura è mostrato un elemento infinitesimo di shell orizzontale con indicato il sistema di riferimento e i parametri di sollecitazione  $M_{xx}$ ,  $M_{yy}$ ,  $M_{xy}$ .



Si definiscono:

- $M_{xx}$ : momento flettente [Forza\*Lunghezza/Lunghezza] agente sul bordo di normale x (verso positivo indicato dalla freccia in figura che tende le fibre inferiori);
- $M_{yy}$ : momento flettente [Forza\*Lunghezza/Lunghezza] agente sul bordo di normale y (verso positivo indicato dalla freccia in figura che tende le fibre inferiori);
- $M_{xy}$ : momento torcente [Forza\*Lunghezza/Lunghezza] agente sui bordi (verso positivo indicato dalla freccia in figura);

Per quanto riguarda le sollecitazioni estensionali si faccia riferimento alla figura seguente dove per lo stesso elemento infinitesimo di shell orizzontale con indicato il sistema di riferimento e i parametri di sollecitazione  $F_{xx}$ ,  $F_{yy}$ ,  $F_{xy}$ .



Si definiscono:

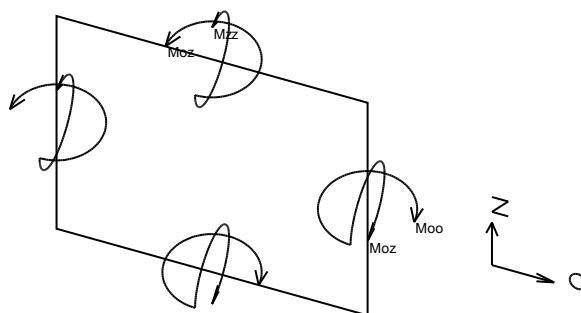
- $F_{xx}$ : sforzo estensionale [Forza/Lunghezza] agente sul bordo di normale x (verso positivo indicato dalla freccia in figura che mette in trazione l'elemento);
- $F_{yy}$ : sforzo estensionale [Forza/Lunghezza] agente sul bordo di normale all'asse y (verso positivo indicato dalla freccia in figura che mette in trazione l'elemento);
- $F_{xy}$ : sforzo di taglio [Forza/Lunghezza] agente sui bordi (verso positivo indicato dalla freccia in figura).

Vengono riportati inoltre i tagli fuori dal piano dell'elemento guscio:

- Vx: taglio fuori piano [Forza/Lunghezza] applicato al bordo di normale parallela all'asse x;
- Vy: taglio fuori piano [Forza/Lunghezza] applicato al bordo di normale parallela all'asse y;

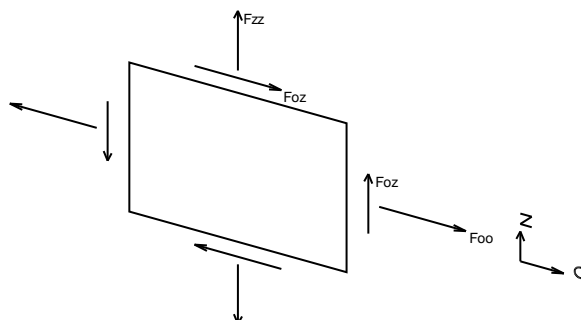
### Convenzione di segno per gusci verticali

Il sistema di riferimento nel quale sono espressi i parametri di sollecitazione è così definito: origine appartenente al piano dell'elemento, asse O (ascisse) e z (ordinate) contenuti nel piano dell'elemento e terzo asse ortogonale al piano dell'elemento a formare una terna destrorsa. In particolare l'asse O è orizzontale e l'asse z parallelo ed equiverso con l'asse Z globale. Si sottolinea che non ha alcun interesse collocare esattamente nel piano dell'elemento la posizione dell'origine in quanto i parametri di sollecitazione sono invarianti rispetto a tale posizione. In figura è mostrato un elemento infinitesimo di shell orizzontale con indicato il sistema di riferimento e i parametri di sollecitazione Moo, Mzz, Moz.



- Moo: momento flettente distribuito [Forza\*Lunghezza/Lunghezza] applicato al bordo di normale parallela all'asse O (verso positivo indicato dalla freccia in figura che tende le fibre inferiori);
- Mzz: momento flettente distribuito [Forza\*Lunghezza/Lunghezza] applicato al bordo di normale parallela all'asse z (verso positivo indicato dalla freccia in figura che tende le fibre inferiori);
- Moz: momento 'torcente' distribuito [Forza\*Lunghezza/Lunghezza] applicato sui bordi (verso positivo indicato dalla freccia in figura);

Per quanto riguarda le sollecitazioni estensionali si faccia riferimento alla figura seguente dove per lo stesso elemento infinitesimo di shell con indicato il sistema di riferimento i parametri di sollecitazione Foo, Fzz, Foz sono rispettivamente:



- Fzz: sforzo tensionale distribuito [Forza/Lunghezza] applicato al bordo di normale parallela all'asse z (verso positivo indicato dalla



freccia in figura che mette in trazione l'elemento);

- Foo: sforzo tensionale distribuito [Forza/Lunghezza] applicato al bordo di normale parallela all'asse O (verso positivo indicato dalla freccia in figura che mette in trazione l'elemento);

- Foz: sforzo tagliante distribuito [Forza/Lunghezza] applicato sui bordi (verso positivo indicato dalla freccia in figura);

Vengono riportati inoltre i tagli fuori dal piano dell'elemento guscio:

- Vo: taglio fuori piano applicato al bordo di normale parallela all'asse O ;

- Vz: taglio fuori piano applicato al bordo di normale parallela all'asse z .

## Tagli ai livelli

*Livello: Livello rispetto a cui è calcolato il taglio.*

*Nome: Nome completo del livello.*

*Cont.: Contesto nel quale viene valutato il taglio.*

*n.br.: Nome breve della condizione o combinazione di carico.*

*Totale: Totale del taglio al livello.*

*F: Forza del taglio. [daN]*

*X: Componente lungo l'asse X globale. [daN]*

*Y: Componente lungo l'asse Y globale. [daN]*

*Z: Componente lungo l'asse Z globale. [daN]*

*Aste verticali: Contributo al taglio totale dato dalle aste verticali.*

*F: Forza del taglio. [daN]*

*X: Componente lungo l'asse X globale. [daN]*

*Y: Componente lungo l'asse Y globale. [daN]*

*Z: Componente lungo l'asse Z globale. [daN]*

*Pareti: Contributo al taglio totale dato dalle pareti e piastre generiche verticali.*

*F: Forza del taglio. [daN]*

*X: Componente lungo l'asse X globale. [daN]*

*Y: Componente lungo l'asse Y globale. [daN]*

*Z: Componente lungo l'asse Z globale. [daN]*

Livello Nome	Cont. n.br.	Totale			Aste verticali			Pareti		
		X	Y	Z	X	Y	Z	X	Y	Z
Fondazione	SLU 1	0	0	-1257	0	0	-1257	0	0	0
Fondazione	SLU 2	0	1020	-1257	0	1020	-1257	0	0	0
Fondazione	SLU 3	714	1020	-1257	714	1020	-1257	0	0	0
Fondazione	SLU 4	1020	0	-1257	1020	0	-1257	0	0	0
Fondazione	SLU 5	1020	714	-1257	1020	714	-1257	0	0	0
Fondazione	SLU 6	0	1695	-1257	0	1695	-1257	0	0	0
Fondazione	SLU 7	714	1695	-1257	714	1695	-1257	0	0	0
Fondazione	SLU 8	1020	675	-1257	1020	675	-1257	0	0	0
Fondazione	SLU 9	1020	1389	-1257	1020	1389	-1257	0	0	0
Fondazione	SLU 10	0	675	-1257	0	675	-1257	0	0	0
Fondazione	SLU 11	0	1389	-1257	0	1389	-1257	0	0	0
Fondazione	SLU 12	714	675	-1257	714	675	-1257	0	0	0
Fondazione	SLU 13	714	1389	-1257	714	1389	-1257	0	0	0
Fondazione	SLU 14	0	0	3693	0	0	3693	0	0	0
Fondazione	SLU 15	0	1020	3693	0	1020	3693	0	0	0
Fondazione	SLU 16	714	1020	3693	714	1020	3693	0	0	0
Fondazione	SLU 17	1020	0	3693	1020	0	3693	0	0	0
Fondazione	SLU 18	1020	714	3693	1020	714	3693	0	0	0
Fondazione	SLU 19	0	1695	3693	0	1695	3693	0	0	0
Fondazione	SLU 20	714	1695	3693	714	1695	3693	0	0	0
Fondazione	SLU 21	1020	675	3693	1020	675	3693	0	0	0
Fondazione	SLU 22	1020	1389	3693	1020	1389	3693	0	0	0
Fondazione	SLU 23	0	675	3693	0	675	3693	0	0	0
Fondazione	SLU 24	0	1389	3693	0	1389	3693	0	0	0
Fondazione	SLU 25	714	675	3693	714	675	3693	0	0	0
Fondazione	SLU 26	714	1389	3693	714	1389	3693	0	0	0
Fondazione	SLU 27	0	0	-1634	0	0	-1634	0	0	0
Fondazione	SLU 28	0	1020	-1634	0	1020	-1634	0	0	0
Fondazione	SLU 29	714	1020	-1634	714	1020	-1634	0	0	0
Fondazione	SLU 30	1020	0	-1634	1020	0	-1634	0	0	0
Fondazione	SLU 31	1020	714	-1634	1020	714	-1634	0	0	0
Fondazione	SLU 32	0	1695	-1634	0	1695	-1634	0	0	0
Fondazione	SLU 33	714	1695	-1634	714	1695	-1634	0	0	0
Fondazione	SLU 34	1020	675	-1634	1020	675	-1634	0	0	0
Fondazione	SLU 35	1020	1389	-1634	1020	1389	-1634	0	0	0

Livello Nome	Cont. n.br.	Totale			Aste verticali			Pareti		
		X	Y	Z	X	Y	Z	X	Y	Z
Fondazione	SLU 36	0	675	-1634	0	675	-1634	0	0	0
Fondazione	SLU 37	0	1389	-1634	0	1389	-1634	0	0	0
Fondazione	SLU 38	714	675	-1634	714	675	-1634	0	0	0
Fondazione	SLU 39	714	1389	-1634	714	1389	-1634	0	0	0
Fondazione	SLU 40	0	0	3316	0	0	3316	0	0	0
Fondazione	SLU 41	0	1020	3316	0	1020	3316	0	0	0
Fondazione	SLU 42	714	1020	3316	714	1020	3316	0	0	0
Fondazione	SLU 43	1020	0	3316	1020	0	3316	0	0	0
Fondazione	SLU 44	1020	714	3316	1020	714	3316	0	0	0
Fondazione	SLU 45	0	1695	3316	0	1695	3316	0	0	0
Fondazione	SLU 46	714	1695	3316	714	1695	3316	0	0	0
Fondazione	SLU 47	1020	675	3316	1020	675	3316	0	0	0
Fondazione	SLU 48	1020	1389	3316	1020	1389	3316	0	0	0
Fondazione	SLU 49	0	675	3316	0	675	3316	0	0	0
Fondazione	SLU 50	0	1389	3316	0	1389	3316	0	0	0
Fondazione	SLU 51	714	675	3316	714	675	3316	0	0	0
Fondazione	SLU 52	714	1389	3316	714	1389	3316	0	0	0
Fondazione	SLE RA 1	0	0	2043	0	0	2043	0	0	0
Fondazione	SLE RA 2	0	680	2043	0	680	2043	0	0	0
Fondazione	SLE RA 3	476	680	2043	476	680	2043	0	0	0
Fondazione	SLE RA 4	680	0	2043	680	0	2043	0	0	0
Fondazione	SLE RA 5	680	476	2043	680	476	2043	0	0	0
Fondazione	SLE RA 6	0	1130	2043	0	1130	2043	0	0	0
Fondazione	SLE RA 7	476	1130	2043	476	1130	2043	0	0	0
Fondazione	SLE RA 8	680	450	2043	680	450	2043	0	0	0
Fondazione	SLE RA 9	680	926	2043	680	926	2043	0	0	0
Fondazione	SLE RA 10	0	450	2043	0	450	2043	0	0	0
Fondazione	SLE RA 11	0	926	2043	0	926	2043	0	0	0
Fondazione	SLE RA 12	476	450	2043	476	450	2043	0	0	0
Fondazione	SLE RA 13	476	926	2043	476	926	2043	0	0	0
Fondazione	SLE FR 1	0	0	2043	0	0	2043	0	0	0
Fondazione	SLE FR 2	0	340	2043	0	340	2043	0	0	0
Fondazione	SLE FR 3	204	340	2043	204	340	2043	0	0	0
Fondazione	SLE FR 4	340	0	2043	340	0	2043	0	0	0
Fondazione	SLE FR 5	340	204	2043	340	204	2043	0	0	0
Fondazione	SLE FR 6	0	700	2043	0	700	2043	0	0	0
Fondazione	SLE FR 7	204	700	2043	204	700	2043	0	0	0
Fondazione	SLE FR 8	340	360	2043	340	360	2043	0	0	0
Fondazione	SLE FR 9	340	564	2043	340	564	2043	0	0	0
Fondazione	SLE FR 10	0	405	2043	0	405	2043	0	0	0
Fondazione	SLE FR 11	0	609	2043	0	609	2043	0	0	0
Fondazione	SLE FR 12	204	405	2043	204	405	2043	0	0	0
Fondazione	SLE FR 13	204	609	2043	204	609	2043	0	0	0
Fondazione	SLE QP 1	0	0	2043	0	0	2043	0	0	0
Fondazione	SLE QP 2	0	204	2043	0	204	2043	0	0	0
Fondazione	SLE QP 3	204	0	2043	204	0	2043	0	0	0
Fondazione	SLE QP 4	204	204	2043	204	204	2043	0	0	0
Fondazione	SLE QP 5	0	360	2043	0	360	2043	0	0	0
Fondazione	SLE QP 6	0	564	2043	0	564	2043	0	0	0
Fondazione	SLE QP 7	204	360	2043	204	360	2043	0	0	0
Fondazione	SLE QP 8	204	564	2043	204	564	2043	0	0	0
Fondazione	SLD 1	-952	217	2043	-952	217	2043	0	0	0
Fondazione	SLD 2	-952	217	2043	-952	217	2043	0	0	0
Fondazione	SLD 3	-952	911	2043	-952	911	2043	0	0	0
Fondazione	SLD 4	-952	911	2043	-952	911	2043	0	0	0
Fondazione	SLD 5	-143	-592	2043	-143	-592	2043	0	0	0
Fondazione	SLD 6	-143	-592	2043	-143	-592	2043	0	0	0
Fondazione	SLD 7	-143	1720	2043	-143	1720	2043	0	0	0
Fondazione	SLD 8	-143	1720	2043	-143	1720	2043	0	0	0
Fondazione	SLD 9	551	-592	2043	551	-592	2043	0	0	0
Fondazione	SLD 10	551	-592	2043	551	-592	2043	0	0	0
Fondazione	SLD 11	551	1720	2043	551	1720	2043	0	0	0
Fondazione	SLD 12	551	1720	2043	551	1720	2043	0	0	0
Fondazione	SLD 13	1360	217	2043	1360	217	2043	0	0	0
Fondazione	SLD 14	1360	217	2043	1360	217	2043	0	0	0
Fondazione	SLD 15	1360	911	2043	1360	911	2043	0	0	0
Fondazione	SLD 16	1360	911	2043	1360	911	2043	0	0	0
Fondazione	SLV 1	-538	341	2043	-538	341	2043	0	0	0
Fondazione	SLV 2	-538	341	2043	-538	341	2043	0	0	0
Fondazione	SLV 3	-538	787	2043	-538	787	2043	0	0	0
Fondazione	SLV 4	-538	787	2043	-538	787	2043	0	0	0
Fondazione	SLV 5	-19	-178	2043	-19	-178	2043	0	0	0
Fondazione	SLV 6	-19	-178	2043	-19	-178	2043	0	0	0
Fondazione	SLV 7	-19	1306	2043	-19	1306	2043	0	0	0
Fondazione	SLV 8	-19	1306	2043	-19	1306	2043	0	0	0
Fondazione	SLV 9	427	-178	2043	427	-178	2043	0	0	0
Fondazione	SLV 10	427	-178	2043	427	-178	2043	0	0	0
Fondazione	SLV 11	427	1306	2043	427	1306	2043	0	0	0
Fondazione	SLV 12	427	1306	2043	427	1306	2043	0	0	0
Fondazione	SLV 13	946	341	2043	946	341	2043	0	0	0
Fondazione	SLV 14	946	341	2043	946	341	2043	0	0	0
Fondazione	SLV 15	946	787	2043	946	787	2043	0	0	0
Fondazione	SLV 16	946	787	2043	946	787	2043	0	0	0
Fondazione	SLV FO 1	-612	319	2043	-612	319	2043	0	0	0
Fondazione	SLV FO 2	-612	319	2043	-612	319	2043	0	0	0
Fondazione	SLV FO 3	-612	809	2043	-612	809	2043	0	0	0
Fondazione	SLV FO 4	-612	809	2043	-612	809	2043	0	0	0
Fondazione	SLV FO 5	-41	-252	2043	-41	-252	2043	0	0	0
Fondazione	SLV FO 6	-41	-252	2043	-41	-252	2043	0	0	0
Fondazione	SLV FO 7	-41	1380	2043	-41	1380	2043	0	0	0
Fondazione	SLV FO 8	-41	1380	2043	-41	1380	2043	0	0	0
Fondazione	SLV FO 9	449	-252	2043	449	-252	2043	0	0	0



## Verifiche

### Verifiche travate C.A.

x	<i>distanza da asse appoggio sinistro [cm]</i>
Asup	<i>area efficace di armatura longitudinale superiore [cm<sup>2</sup>]</i>
cs	<i>distanza tra bordo superiore e baricentro dell'armatura superiore [cm]</i>
Ainf	<i>area efficace di armatura longitudinale inferiore [cm<sup>2</sup>]</i>
ci	<i>distanza tra bordo inferiore e baricentro dell'armatura inferiore [cm]</i>
Mela	<i>momento flettente elastico [daN*cm]</i>
comb.	<i>combinazione che produce Mela</i>
MEd	<i>momento flettente di progetto [daN*cm]</i>
MRd	<i>momento ultimo [daN*cm]</i>
x/d	<i>distanza asse neutro dal bordo compresso / altezza utile</i>
Ast	<i>area delle staffe (cmq/cm) [cm<sup>2</sup>]</i>
Afp+	<i>area di staffe equivalenti da sagomati per taglio positivo [cm<sup>2</sup>]</i>
Afp-	<i>area di staffe equivalenti da sagomati per taglio negativo [cm<sup>2</sup>]</i>
VEd	<i>taglio di progetto [daN]</i>
VRcd	<i>resistenza a taglio per rottura delle bielle compresse [daN]</i>
VRd	<i>resistenza a taglio in assenza di staffatura [daN]</i>
VRsd	<i>resistenza a taglio per la presenza di armatura [daN]</i>
teta	<i>angolo di inclinazione delle bielle compresse [rad]</i>
ver.	<i>stato di verifica (vuoto = verificato)</i>
Mese.R	<i>momento flettente in combinazione rara [daN*cm]</i>
Comb.	<i>combinazione</i>
sigma c.	<i>tensione nel c.a [daN/cm<sup>2</sup>]</i>
sigma f.	<i>tensione nell'acciaio [daN/cm<sup>2</sup>]</i>
Mese.QP	<i>momento flettente in combinazione quasi permanente [daN*cm]</i>
srm	<i>interasse tra le fessure al lembo inferiore [cm]</i>
wkiR	<i>apertura caratteristica delle fessure al lembo inferiore in combinazione rara [cm]</i>
wkiF	<i>apertura caratteristica delle fessure al lembo inferiore in combinazione frequente [cm]</i>
wkiQP	<i>apertura caratteristica delle fessure al lembo inferiore in combinazione quasi permanente [cm]</i>
srmS	<i>interasse tra le fessure al lembo superiore [cm]</i>

wksR	apertura caratteristica delle fessure al lembo superiore in combinazione rara [cm]
wksF	apertura caratteristica delle fessure al lembo superiore in combinazione frequente [cm]
wksQP	apertura caratteristica delle fessure al lembo superiore in combinazione quasi permanente [cm]
sigma t.max	massima pressione in fondazione [daN/cm2]
sigma t.min	minima pressione in fondazione [daN/cm2]
N	fattore di capacità portante, distinto nei 3 tipi (c, q, g)
S	fattore correttivo per la forma della fondazione, distinto nei 3 tipi (c, q, g)
D	fattore correttivo per la profondità del piano di posa, distinto nei 3 tipi (c, q, g)
I	fattore correttivo per l'inclinazione del carico, distinto nei 3 tipi (c, q, g)
B	fattore correttivo per l'inclinazione del piano di posa, distinto nei 3 tipi (c, q, g)
G	fattore correttivo per l'inclinazione del pendio, distinto nei 3 tipi (c, q, g)
E	fattore correttivo per l'inerzia sismica del suolo, distinto nei 3 tipi (c, q, g)
Tipo	tipologia del fattore di portanza, per coesione (c), sovraccarico (q) o attrito (g)

Le unità di misura delle verifiche elencate nel capitolo sono in [m, daN, deg] ove non espressamente specificato.

Trave di fondazione a "Fondazione"

### CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

Acciaio B450C fyk= 45000000

Calcestruzzo C25/30 fck,cub (cubica)= 3000000 fcm (cilindrica)= 249000

### OUTPUT CAMPATE

mensola sinistra asta FEM n° 2

sezione rettangolare H tot. 0.6 B 2.1 Cs 0.04 Ci 0.04

sovrarresistenza 0%

Verifiche in stato limite ultimo

x	Asup	cs	Ainf	ci	Mela	comb.	MEd	MRd	x/d	Ast	Afp+	Afp-	VEd	comb.	VRcd	VRd	VRsd	teta	ver.
0	0	0.048	0	0.048	0	SLU 6	8.1	0	0	0.0000357	0	0	0	SLU 29	368017	41048	69485	45	
0	0	0.048	0	0.048	0	SLU 16	-35.01	0	0	0.0000357	0	0	0	SLU 6	368017	41048	-69485	45	
0.18	0.006283	0.058	0.006283	0.058	4.59	SLV FO 1	24.18	123976.91	0.13	0.0000357	0	0	0	SLV FO 1	361350	40513	68226	45	
0.18	0.006283	0.058	0.006283	0.058	-19.66	SLV FO 13	-104.85	-	0.13	0.0000357	0	0	-213	SLV FO 13	361350	49551	-68226	45	
0.37	0.005507	0.058	0.006283	0.058	17.71	SLU 27	26.64	123982.73	0.133	0.0000357	0	0	96	SLU 27	361350	40513	68226	45	
0.37	0.005507	0.058	0.006283	0.058	-77.2	SLV FO 13	-115.33	-	0.123	0.0000357	0	0	-413	SLV FO 13	361350	49551	-68226	45	
0.45	0.005255	0.058	0.006283	0.058	26.64	SLU 27	26.64	123981.2	0.134	0.0000357	0	0	118	SLU 27	361350	40513	68226	45	
0.45	0.005255	0.058	0.006283	0.058	-115.33	SLV FO 13	-115.33	-	0.121	0.0000357	0	0	-500	SLV FO 13	361350	49551	-68226	45	
0.55	0.004953	0.058	0.006283	0.058	32.53	SLU 27	32.53	123982.63	0.135	0	0	0	144	SLU 27	361350	40513	0	45	
0.55	0.004953	0.058	0.006283	0.058	-140.33	SLV FO 13	-140.33	-98724.08	0.118	0	0	0	-602	SLV FO 13	361350	48583	0	45	

## Verifiche in esercizio e pressioni in fondazione

x	Mese.R	Comb.	sigma c.	sigma f.	Mese.QP	Comb.	sigma c.	srmi	wkiR	wkiF	wkiQP	srms	wksR	wksF	wksQP	sigma t.max	sigma t.min	ver.
0	0	5	0	0	0	5	0									-2076	-932	
0.18	-11.07	4	78	1167	-7.54	3	53									-2075	-963	
0.37	-43.65	4	308	4646	-29.84	3	210									-2074	-994	
0.45	-65.32	4	461	6976	-44.74	3	316									-2073	-1009	
0.55	-96.75	4	684	10375	-66.42	3	470									-2073	-1026	

campata n. 1 asta FEM n° 3

sezione rettangolare H tot. 0.6 B 2.1 Cs 0.04 Ci 0.04

sovraresistenza 0%

## Verifiche in stato limite ultimo

x	Asup	cs	Ainf	ci	Mela	comb.	MEd	MRd	x/d	Ast	Afp+	Afp-	VEd	comb.	VRcd	VRd	VRsd	teta	ver.
0	0.004953	0.058	0.006283	0.058	1724.49	SLV FO 13	1724.49	123982.63	0.135	0	0	0	887	SLU 14	361350	52248	0	45	
0	0.004953	0.058	0.006283	0.058	-1416.43	SLV FO 1	-1416.43	-98724.08	0.118	0	0	0	-629	SLU 30	361350	45899	0	45	
0.1	0.004651	0.058	0.006161	0.058	1758.66	SLV FO 13	1758.66	121661.72	0.135	0.000034	0	0	832	SLU 14	361350	52248	64946	45	
0.1	0.004651	0.058	0.006161	0.058	-1379.2	SLV FO 1	-1379.2	-92982.83	0.116	0.000034	0	0	-639	SLU 30	361350	41743	-64946	45	
0.93	0.003142	0.058	0.003142	0.058	1440.98	SLV FO 13	1592.24	64215.25	0.103	0.000034	0	0	890	SLV FO 1	361350	41743	64946	45	
0.93	0.003142	0.058	0.003142	0.058	-657.03	SLV FO 1	-874.49	-64215.25	0.103	0.000034	0	0	-710	SLV FO 13	361350	41743	-64946	45	
1.87	0.003142	0.058	0.003142	0.058	678.88	SLU 17	855.23	64215.25	0.103	0.000034	0	0	835	SLV FO 1	361350	41743	64946	45	
1.87	0.003142	0.058	0.003142	0.058	-275.72	SLU 27	-309.9	-64215.25	0.103	0.000034	0	0	-1261	SLV FO 13	361350	41743	-64946	45	
2.7	0.003623	0.058	0.006161	0.058	794.43	SLV FO 1	794.43	121650.92	0.141	0.000034	0	0	676	SLV FO 1	361350	41743	64946	45	
2.7	0.003623	0.058	0.006161	0.058	-692.88	SLU 30	-692.88	-73410.98	0.108	0.000034	0	0	-1585	SLV FO 13	361350	52248	-64946	45	
2.8	0.003623	0.058	0.006283	0.058	828.33	SLV FO 1	828.33	123960.02	0.142	0	0	0	650	SLV FO 1	361350	45899	0	45	
2.8	0.003623	0.058	0.006283	0.058	-770.86	SLV FO 13	-770.86	-73411	0.108	0	0	0	-1614	SLV FO 13	361350	52248	0	45	

## Verifiche in esercizio e pressioni in fondazione

x	Mese.R	Comb.	sigma c.	sigma f.	Mese.QP	Comb.	sigma c.	srmi	wkiR	wkiF	wkiQP	srms	wksR	wksF	wksQP	sigma t.max	sigma t.min	ver.
0	616.54	4	4407	65406	147.56	3	1055									-2073	-1026	
0	-53.43	1	378	5729	-53.43	1	1055											
0.1	647.21	4	4649	68882	189.73	3	1363										-2072	-1042
0.1	-6.33	1	45	682	-6.33	1	1363											
0.93	697.85	4	5200	78007	391.98	3	2921										-2066	-1131
1.87	381.89	4	2846	42688	331.24	3	2468										-2062	-1203
2.7	144.23	1	1051	15436	144.23	1	1051										-2060	-1256
2.7	-165.29	4	1179	18059	51.38	3	1051											
2.8	111.63	1	813	11928	111.63	1	813										-2060	-1262
2.8	-245.01	4	1745	26751	4.64	3	813											

campata n. 2 asta FEM n° 4

sezione rettangolare H tot. 0.6 B 2.1 Cs 0.04 Ci 0.04

sovraresistenza 0%

## Verifiche in stato limite ultimo

x	Asup	cs	Ainf	ci	Mela	comb.	MEd	MRd	x/d	Ast	Afp+	Afp-	VEd	comb.	VRcd	VRd	VRsd	teta	ver.
0	0.003623	0.058	0.006283	0.058	1025.83	SLV FO 13	1025.83	123960.02	0.142	0	0	0	1331	SLV FO 1	361350	52248	0	45	
0	0.003623	0.058	0.006283	0.058	-571.01	SLV FO 1	-571.01	-73411	0.108	0	0	0	-980	SLU 30	361350	45899	0	45	

x	Asup	cs	Ainf	ci	Mela	comb.	MEd	MRd	x/d	Ast	Afp+	Afp-	VEd	comb.	VRcd	VRd	VRsd	teta	ver.
0.1	0.003623	0.058	0.006161	0.058	980.15	SLV FO 13	980.15	121650.92	0.141	0.000034	0	0	1303	SLV FO 1	361350	52248	64946	45	45
0.1	0.003623	0.058	0.006161	0.058	-505.97	SLV FO 1	-505.97	-73410.98	0.108	0.000034	0	0	-959	SLU 30	361350	41743	-64946	45	45
0.93	0.003142	0.058	0.003142	0.058	570.34	SLU 14	692.53	64215.25	0.103	0.000034	0	0	999	SLV FO 1	361350	41743	64946	45	45
0.93	0.003142	0.058	0.003142	0.058	-384.26	SLU 30	-547.46	-64215.25	0.103	0.000034	0	0	-1097	SLV FO 13	361350	41743	-64946	45	45
1.87	0.003142	0.058	0.003142	0.058	1178.8	SLV FO 1	1283.98	64215.25	0.103	0.000034	0	0	510	SLV FO 1	361350	41743	64946	45	45
1.87	0.003142	0.058	0.003142	0.058	-919.21	SLV FO 13	-1182.74	-64215.25	0.103	0.000034	0	0	-1090	SLV FO 13	361350	41743	-64946	45	45
2.7	0.004651	0.058	0.006161	0.058	1366.54	SLV FO 1	1371.24	121661.73	0.135	0.000034	0	0	375	SLU 27	361350	41743	64946	45	45
2.7	0.004651	0.058	0.006161	0.058	-1771.32	SLV FO 13	-1771.32	-92982.83	0.116	0.000034	0	0	-1090	SLU 17	361350	47575	-64946	45	45
2.8	0.004953	0.058	0.006283	0.058	1333.89	SLV FO 1	1333.89	123982.63	0.135	0	0	0	401	SLU 27	361350	41743	0	45	45
2.8	0.004953	0.058	0.006283	0.058	-1807.03	SLV FO 13	-1807.03	-98724.07	0.118	0	0	0	-1115	SLU 17	361350	47575	0	45	45

### Verifiche in esercizio e pressioni in fondazione

x	Mese.R	Comb.	sigma c.	sigma f.	Mese.QP	Comb.	sigma c.	srmi	wkiR	wkiF	wkiQP	srms	wksR	wksF	wksQP	sigma t.max	sigma t.min	ver.
0	468.28	4	3409	50035	218.63	3	1391											
0.1	453.75	4	3305	48562	237.09	3	1727									-2066	-1262	
0.93	309.53	1	2307	34599	309.53	1	2307									-2114	-1256	
1.87	260.89	1	1944	29162	260.89	1	1944									-2173	-1206	
1.87	-176.08	4	1312	19682	129.8	3	1944											
2.7	-659.87	4	4682	71091	-202.39	3	1436									-2238	-1109	
2.8	-723.39	4	5116	77570	-254.42	3	1799									-2247	-1095	

mensola destra asta FEM n° 5

sezione rettangolare H tot. 0.6 B 2.1 Cs 0.04 Ci 0.04

sovreresistenza 0%

### Verifiche in stato limite ultimo

x	Asup	cs	Ainf	ci	Mela	comb.	MEd	MRd	x/d	Ast	Afp+	Afp-	VEd	comb.	VRcd	VRd	VRsd	teta	ver.
0	0.004953	0.058	0.006283	0.058	86.13	SLU 30	86.13	123982.63	0.135	0	0	0	511	SLV FO 1	361350	48583	0	45	45
0	0.004953	0.058	0.006283	0.058	-118.89	SLV FO 1	-118.89	-98724.07	0.118	0	0	0	-371	SLU 30	361350	40513	0	45	45
0.1	0.005255	0.058	0.006283	0.058	70.75	SLU 30	70.75	123981.2	0.134	0.0000357	0	0	424	SLV FO 1	361350	49551	68226	45	45
0.1	0.005255	0.058	0.006283	0.058	-97.69	SLV FO 1	-97.69	-104461.22	0.121	0.0000357	0	0	-308	SLU 30	361350	40513	-68226	45	45
0.18	0.005507	0.058	0.006283	0.058	47.3	SLU 30	70.75	123982.73	0.133	0.0000357	0	0	350	SLV FO 1	361350	49551	68226	45	45
0.18	0.005507	0.058	0.006283	0.058	-65.36	SLV FO 1	-97.69	-109242.67	0.123	0.0000357	0	0	-254	SLU 30	361350	40513	-68226	45	45
0.37	0.006283	0.058	0.006283	0.058	12.02	SLU 30	64.3	123976.91	0.13	0.0000357	0	0	180	SLV FO 1	361350	49551	68226	45	45
0.37	0.006283	0.058	0.006283	0.058	-16.63	SLV FO 1	-88.8	-123976.91	0.13	0.0000357	0	0	-130	SLU 30	361350	40513	-68226	45	45
0.55	0	0.048	0	0.048	0	SLU 29	21.42	0	0	0.0000357	0	0	0	SLU 9	368017	41048	69485	45	45
0.55	0	0.048	0	0.048	0	SLU 45	-29.63	0	0	0.0000357	0	0	0	SLU 36	368017	41048	-69485	45	45

### Verifiche in esercizio e pressioni in fondazione

x	Mese.R	Comb.	sigma c.	sigma f.	Mese.QP	Comb.	sigma c.	srmi	wkiR	wkiF	wkiQP	srms	wksR	wksF	wksQP	sigma t.max	sigma t.min	ver.
0	-53.43	1	378	5729	-53.43	1	378									-2247	-1095	
0.1	-35.92	1	254	3836	-35.92	1	254									-2256	-1082	
0.18	-23.92	1	169	2546	-23.92	1	169									-2263	-1070	
0.37	-6.02	1	42	634	-6.02	1	42									-2280	-1045	
0.55	0	13	0	0	0	8	0									-2296	-1020	

Verifica di capacità portante sul piano di posa

Lunghezza impronta (direzione x): 6.7

Larghezza impronta (direzione y): 2.1

Combinazione con fattore di sicurezza minore: SLV fondazioni 11

Azione di progetto (risultante del carico normale al piano di posa): -19062

Resistenza di progetto: 117562

Coefficiente parziale applicato alla resistenza: 2.3

Coefficiente di sicurezza normalizzato (Rd/Ed): 6.17

Parametri utilizzati nel calcolo

Forza risultante agente in direzione x: 449

Forza risultante agente in direzione y: 1380

Forza risultante agente in direzione z: -19062

Momento risultante agente attorno x: -8459.24

Momento risultante agente attorno y: 2317.9

Inclinazione del carico in direzione x: 1

Inclinazione del carico in direzione y: 4

Eccentricità del carico in direzione x: 0.12

Eccentricità del carico in direzione y: -0.44

Larghezza efficace ( $B'=B-2*e$ ): 1.2125

Lunghezza efficace ( $L'=L-2*e$ ): 6.4568

Accelerazione normalizzata massima al suolo: 0.24

Angolo di attrito di progetto: 35

Fattori di capacità portante

N	S	D	I	B	G	E	Tipo
46.12	1.14	1	0.86	1	1	0.92	Coesione
33.3	1.13	1	0.87	1	1	0.86	Sovraccarico
48.03	0.92	1	0.8	1	1	0.86	Attrito

### Verifiche aste in acciaio

Fy

tensione di snervamento



$F_{y\text{ eff}}$  tensione di snervamento efficace del materiale del profilo tale da modificare il parametro  $\hat{\mu}=(235/f_y)0.5$  in modo da riportare i rapporti lunghezza spessore dei piatti costituenti la sezione nei limiti della classe 3

lambda	snellezza massima dell'asta
betax	coefficiente di inflessione laterale per inerzia secondo asse X dell'asta
betay	coefficiente di inflessione laterale per inerzia secondo asse Y dell'asta
betam	coefficiente di inflessione laterale per inerzia secondo asse M dell'asta
betan	coefficiente di inflessione laterale per inerzia secondo asse N dell'asta
chi	coefficiente chi per verifica ad instabilità
chix	coefficiente chi.x per verifica ad instabilità secondo asse X dell'asta
chiy	coefficiente chi.y per verifica ad instabilità secondo asse Y dell'asta
chilt	coefficiente chi.lt per verifica ad instabilità flessotorsionale
lambdalt.ad	coefficiente adimensionale lambda.lt per verifica ad instabilità flessotorsionale
bm.x	coefficiente di momento equivalente per $M_x$
bm.y	coefficiente di momento equivalente per $M_y$
bm.lt	coefficiente di momento equivalente per instabilità flessotorsionale
kx	coefficiente per verifica ad instabilità secondo asse X dell'asta
ky	coefficiente per verifica ad instabilità secondo asse Y dell'asta
klt	coefficiente per verifica ad instabilità flessotorsionale
rox	rapporto di taglio $r_o$ per verifica di resistenza per flessione e/o compressione con taglio x
roy	rapporto di taglio $r_o$ per verifica di resistenza per flessione e/o compressione con taglio y
alfa	costante alfa per verifica di resistenza a flessione deviata
beta	costante beta per verifica di resistenza a flessione deviata
VEd	taglio agente
Vx,Ed	taglio agente $T_x$
Vy,Ed	taglio agente $T_y$
Vc,Rd	taglio resistente
Vbw,Rd	taglio resistente di progetto dell'anima
Mx,Ed	momento agente $M_x$ attorno all'asse x del sistema di riferimento geometrico della sezione
My,Ed	momento agente $M_y$ attorno all'asse y del sistema di riferimento geometrico della sezione
Mc,x,Rd	momento resistente $M_x$ attorno all'asse x del sistema di riferimento geometrico della sezione
Mc,y,Rd	momento resistente $M_y$ attorno all'asse y del sistema di riferimento geometrico della sezione
Mn,x,Rd	momento resistente $M_x$ , ridotto per la presenza di sforzo normale, attorno all'asse x del sistema di riferimento geometrico della sezione

<b>Mn,y,Rd</b>	<i>momento resistente <math>M_y</math>, ridotto per la presenza di sforzo normale, attorno all'asse y del sistema di riferimento geometrico della sezione</i>
<b>Npl,Rd</b>	<i>sforzo normale plastico resistente a compressione, eventualmente ridotto per la presenza del taglio</i>
<b>Mb,Rd</b>	<i>momento resistente di progetto per instabilità</i>
<b>Mb,x,Rd</b>	<i>momento resistente di progetto per instabilità <math>M_x</math> attorno all'asse x del sistema di riferimento geometrico della sezione</i>
<b>Mb,y,Rd</b>	<i>momento resistente di progetto per instabilità <math>M_x</math> attorno all'asse y del sistema di riferimento geometrico della sezione</i>
<b>Mx,Sd</b>	<i>momento agente <math>M_x</math> attorno all'asse x del sistema di riferimento geometrico della sezione</i>
<b>My,Sd</b>	<i>momento agente <math>M_y</math> attorno all'asse y del sistema di riferimento geometrico della sezione</i>
<b>Mx,eff,Sd</b>	<i>momento interno efficace <math>M_x</math> attorno all'asse x del sistema di riferimento geometrico della sezione</i>
<b>NEd</b>	<i>sforzo normale agente</i>
<b>Nt,Rd</b>	<i>sforzo normale resistente a trazione</i>
<b>Nc,Rd</b>	<i>sforzo normale resistente a compressione</i>
<b>Nb,Rd</b>	<i>resistenza di progetto per instabilità della membratura compressa</i>
<b>Nsd</b>	<i>sforzo normale agente</i>
<b>Nt,Sd</b>	<i>valore di progetto della trazione assiale</i>
<b>TEd</b>	<i>momento torcente agente (si considera che il momento torcente del solutore sia solo dovuto alla torsione uniforme)</i>
<b>TRd</b>	<i>resistenza torsionale di progetto</i>
<b>taut,Ed</b>	<i>tensione tangenziale massima dovuta alla torsione uniforme</i>
<b>R1</b>	<i>rapporto di verifica di resistenza a trazione</i>
<b>R2</b>	<i>rapporto di verifica di resistenza a compressione</i>
<b>R3</b>	<i>rapporto di verifica di resistenza a flessione semplice</i>
<b>R4</b>	<i>rapporto di verifica di resistenza a flessione semplice con forza assiale</i>
<b>R5</b>	<i>rapporto di verifica di resistenza a flessione deviata con forza assiale</i>
<b>R6</b>	<i>rapporto di verifica di resistenza a taglio <math>T_x</math></i>
<b>R7</b>	<i>rapporto di verifica di resistenza a taglio <math>T_y</math></i>
<b>R8</b>	<i>rapporto di verifica di resistenza a torsione</i>
<b>B1</b>	<i>rapporto di verifica di instabilità a compressione</i>
<b>B2</b>	<i>rapporto di verifica di instabilità a flessione semplice</i>
<b>B3</b>	<i>rapporto di verifica di instabilità a flessione deviata senza svergolamento</i>
<b>B4</b>	<i>rapporto di verifica di instabilità a flessione deviata con compressione senza svergolamento</i>
<b>B5</b>	<i>rapporto di verifica di resistenza a flessione deviata con trazione</i>
<b>B6</b>	<i>rapporto di verifica di instabilità a taglio <math>T_x</math></i>

B7	<i>rapporto di verifica di instabilità a taglio Tx</i>
S3	<i>rapporto di verifica di instabilità a flessione deviata e svergolamento</i>
S4	<i>rapporto di verifica di instabilità a flessione deviata con compressione e svergolamento</i>
(hw/tw)	<i>rapporto altezza-spessore per instabilità al taglio</i>
Mpl,Rd	<i>momento resistente della sezione</i>
Mf,Rd	<i>momento resistente delle ali</i>
MRd,Red	<i>momento resistente ridotto della sezione (7.1) EN 1993-1-5:2007</i>
B8	<i>rapporto Vsd.x/Vrd di verifica di instabilità a taglio Tx con tensioni normali per <math>M_y \leq M_f, Rd</math></i>
B9.1	<i>rapporto Vsd.x/Vrd di verifica di instabilità a taglio Tx con tensioni normali per <math>M_y &gt; M_f, Rd</math> e <math>V_x, Ed/Vbw, Rd \leq 0.5</math></i>
B9.2	<i>rapporto <math>M_y/Mrd</math> di verifica di instabilità a taglio Tx con tensioni normali per <math>M_y &gt; M_f, Rd</math> e <math>V_x, Ed/Vbw, Rd \leq 0.5</math></i>
B10.1	<i>rapporto Vsd.x/Vrd di verifica di instabilità a taglio Tx con tensioni normali per <math>M_y &gt; M_f, Rd</math> e <math>V_x, Ed/Vbw, Rd &gt; 0.5</math></i>
B10.2	<i>rapporto <math>M_y/Mrd</math> di verifica di instabilità a taglio Tx con tensioni normali per <math>M_y &gt; M_f, Rd</math> e <math>V_x, Ed/Vbw, Rd &gt; 0.5</math></i>
B10.3	<i>rapporto <math>M_y/Mrd, red</math> di verifica di instabilità a taglio Tx con tensioni normali per <math>M_y &gt; M_f, Rd</math> e <math>V_x, Ed/Vbw, Rd &gt; 0.5</math></i>
B11	<i>rapporto Vsd.y/Vrd di verifica di instabilità a taglio Ty con tensioni normali per <math>M_x \leq M_f, Rd</math></i>
B12.1	<i>rapporto Vsd.y/Vrd di verifica di instabilità a taglio Ty con tensioni normali per <math>M_x &gt; M_f, Rd</math> e <math>V_y, Ed/Vbw, Rd \leq 0.5</math></i>
B12.2	<i>rapporto <math>M_x/Mrd</math> di verifica di instabilità a taglio Ty con tensioni normali per <math>M_x &gt; M_f, Rd</math> e <math>V_y, Ed/Vbw, Rd \leq 0.5</math></i>
B13.1	<i>rapporto Vsd.y/Vrd di verifica di instabilità a taglio Ty con tensioni normali per <math>M_x &gt; M_f, Rd</math> e <math>V_y, Ed/Vbw, Rd &gt; 0.5</math></i>
B13.2	<i>rapporto <math>M_x/Mrd</math> di verifica di instabilità a taglio Ty con tensioni normali per <math>M_x &gt; M_f, Rd</math> e <math>V_y, Ed/Vbw, Rd &gt; 0.5</math></i>
B13.3	<i>rapporto <math>M_x/Mrd, red</math> di verifica di instabilità a taglio Ty con tensioni normali per <math>M_x &gt; M_f, Rd</math> e <math>V_y, Ed/Vbw, Rd &gt; 0.5</math></i>
fx	<i>freccia elastica secondo l'asse x del sistema di riferimento geometrico della sezione positiva se provoca spostamento in direzione opposto all'asse x stesso</i>
fy	<i>freccia elastica secondo l'asse y del sistema di riferimento geometrico della sezione positiva se provoca spostamento in direzione opposto all'asse y stesso</i>
comb	<i>combinazione di verifica</i>
x	<i>distanza della sezione di verifica dall'estremità iniziale dell'asta</i>
e.x	<i>distanza in x tra baricentro sezione geometrica - baricentro sezione efficace</i>
e.y	<i>distanza in y tra baricentro sezione geometrica - baricentro sezione efficace</i>
dMsd.x	<i>variazione del momento agente <math>M_x</math> causato da e.x</i>
dMsd.y	<i>variazione del momento agente causato <math>M_y</math> da e.y</i>
chi.min	<i>coefficiente chi minimo per verifica ad instabilità</i>
q0	<i>valore massimo del fattore di struttura</i>
comb equiv	<i>combinazione equivalente SLU o SLE avente le condizioni non sismiche con coefficienti combinatori uguali alla parte non sismica delle combinazioni SLV</i>

<b>MEd</b> 2008 per le colonne	valore di progetto del momento flettente delle travi o sollecitazione flessione di progetto calcolata secondo (7.5.7) D.M.
<b>Mpl,Rd</b>	resistenza plastica flessionale di progetto
<b>NEd</b> D.M. 2008 per le colonne	valore di progetto della sollecitazione assiale delle travi o sollecitazione assiale di progetto calcolata secondo (7.5.6)
<b>Npl,Rd</b>	resistenza plastica assiale di progetto
<b>VEd,Gx</b>	sollecitazione di taglio x di progetto dovuta alle azioni non sismiche
<b>VEd,Gy</b>	sollecitazione di taglio y di progetto dovuta alle azioni non sismiche
<b>VEd,Mx</b> cerniera plastica	forza di taglio x dovuta all'applicazione dei momenti plastici equiversi nelle sezioni in cui è attesa la formazione della
<b>VEd,My</b> cerniera plastica	forza di taglio y dovuta all'applicazione dei momenti plastici equiversi nelle sezioni in cui è attesa la formazione della
<b>Lplx</b>	distanza tra due estremi notevoli successivi nella inflessione attorno all'asse y
<b>Lply</b>	distanza tra due estremi notevoli successivi nella inflessione attorno all'asse x
<b>Vpl,Rdx</b>	resistenza plastica tagliante x di progetto
<b>Vpl,Rdy</b>	resistenza plastica tagliante y di progetto
<b>gammaRd</b>	fattore di sovraresistenza del materiale (7.5.1 D.M.2008)
<b>omega</b>	minimo valore tra gli (Mpl,Rd,i/MEd,i) di tutte le travi in cui si attende la formazione di cerniere plastiche
<b>MEd,Gx</b>	sollecitazione di flessione attorno all'asse x dovuta alle azioni non sismiche
<b>MEd,Ex</b>	sollecitazione di flessione attorno all'asse x dovuta alle azioni sismiche
<b>MEd,Gy</b>	sollecitazione di flessione attorno all'asse y dovuta alle azioni non sismiche
<b>MEd,Ey</b>	sollecitazione di flessione attorno all'asse y dovuta alle azioni sismiche
<b>NEd,G</b>	sollecitazione di compressione dovuta alle azioni non sismiche
<b>NEd,E</b>	sollecitazione di compressione dovuta alle azioni sismiche
<b>VEdx</b>	sollecitazione di taglio x di progetto calcolata secondo (7.5.8) D.M. 2008
<b>VEdy</b>	sollecitazione di taglio y di progetto calcolata secondo (7.5.8) D.M. 2008
<b>VEd,Ex</b>	sollecitazione di taglio x dovuta alle azioni sismiche
<b>VEd,Ey</b>	sollecitazione di taglio y dovuta alle azioni sismiche
<b>MC,pl,Rd</b>	momento resistente della colonna calcolato per i livelli di sollecitazione assiale
<b>Mb,pl,Rd</b>	momento resistente plastico della trave
<b>gammaRD</b>	fattore moltiplicativo (punto 7.5.4.3 D.M.2008 formula (7.5.11))

### Asta 1: Colonna in acciaio tronco Fondazione - Piano 1 [m]

Unita' di misura: m, daN, deg, °C, s  
 Lunghezza= 6.295 Nodo iniziale n.3 Nodo finale n.7 Cerniera iniziale: No Cerniera finale: No  
 Sezione: CASS1; Materiale: S235; Rotazione: 0°; Sovraresistenza:0%; Sisma Z:No;

Mensola Y: Nessuno; Mensola X: Nessuno;  
fy=23500000 classe peggiore 1  
Snellezza 68 curva X b curva Y b chix= 0.924 chiy= 0.772 betam=0.7 betan=0.7

Resistenza: trazione p. 4.2.4.1.2 (4.2.6) NTC08  
R1 =0.009 in comb. Famiglia "SLU" 14 x=6.295  
rox =0 roy =0 NEd=1650 Nt,Rd=189790.453

Resistenza: compressione p. 4.2.4.1.2 (4.2.10) NTC08  
R2 =0.003 in comb. Famiglia "SLU" 27 x=0  
rox =0 roy =0 NEd=-544.759 Nc,Rd=189790.453 classe 1

Resistenza: flessione semplice p. 4.2.4.1.2 (4.2.12) NTC08  
R3 =0.016 in comb. Famiglia "SLU" 6 x=5.036  
Mx,Ed=326.07219 Mc,x,Rd=19999.6175  
rox =0 roy =0 classe 1

Resistenza: flessione semplice con forza assiale p. 4.2.4.1.2 NTC08  
R4 =0.131 in comb. Famiglia "SLU" 19 x=0  
NEd=1230.954 Mx,Ed=2486.30469 Np1,Rd=189790.453 Mn,x,Rd=19999.6175  
formula conservativa (6.2) p. 6.2.1 EN 1993-1-1:2005  
rox =0 roy =0 classe 1

Resistenza: flessione deviata con forza assiale p. 4.2.4.1.2 NTC08  
R5 =0.228 in comb. Famiglia "SLV" 15 x=0  
NEd=680.955 Mx,Ed=1436.39313 My,Ed=1770.67641  
Np1,Rd=189790.453 Mn,x,Rd=19999.6175 Mn,y,Rd=11595.1225  
formula conservativa (6.2) p. 6.2.1 EN 1993-1-1:2005  
rox =0 roy =0 classe 1

Resistenza: taglio X p. 4.2.4.1.2 (4.2.17) NTC08  
R6 =0.007 in comb. Famiglia "SLU" 4 x=0  
VEd=-339.93 Vc,Rd=51686.598

Resistenza: taglio Y p. 4.2.4.1.2 (4.2.17) NTC08  
R7 =0.01 in comb. Famiglia "SLU" 6 x=0  
VEd=-564.93 Vc,Rd=57888.988

Instabilità: compressione semplice p. 4.2.4.1.3.1 (4.2.42) NTC08  
B1 =0.004 in comb. Famiglia "SLU" 27 x=0  
NEd=-544.759 Nb,Rd=146494.422  
chi =0.772 classe 1

Instabilità: flessione deviata p. 4.2.4.1.3.3 NTC08, p. 5.5.4. ENV 1993-1-1:1994  
B3 =0.019 in comb. Famiglia "SLU" 9 x=5.036 classe 1  
Mx,Sd=313.23303 My,Sd=42.79719 Mb,x,Rd=19999.6175 Mb,y,Rd=11595.1225

Instabilità: flessione deviata con compressione p. 4.2.4.1.3.3 NTC08, p. 5.5.4. ENV 1993-1-1:1994  
B4 =0.204 in comb. Famiglia "SLU" 35 x=0 classe 1  
Nsd=-544.759 Mx,Sd=2165.32578 My,Sd=1069.92969  
Nb,Rd=146494.422 Mb,x,Rd=19999.6175 Mb,y,Rd=11595.1225  
bm.x=1.757 bm.y=1.675 kx=1 ky=1

### *Piede asta 1: Estremo dissipativo per rotazione attorno agli assi x e y*

Unita' di misura: m, daN, deg, °C, s  
Distanza dell'estremo dal nodo iniziale dell'asta: 0.3

Parti compresse e/o inflesse delle zone dissipative Punto 7.5.3.1 Classificazione secondo EC3  
classe sezione=1<=2 in comb. SLV 1

Verifica a resistenza e instabilità dell'estremo dissipativo della colonna Punto 7.5.4.2 Formule (7.5.6) (7.5.7) (7.5.8) (7.5.9)  
Le verifiche previste non vengono condotte in quanto non esistono estremi notevoli dissipativi di trave idonei al calcolo di omega. \*\*\*

Criterio di gerarchia trave colonna Punto 7.5.4.3 Formula (7.5.11)  
Non e' prevista la verifica per l'estremo in esame attorno all'asse x in quanto non ci sono travi in acciaio che convergono nel nodo.  
Non e' prevista la verifica per l'estremo in esame attorno all'asse y in quanto non ci sono travi in acciaio che convergono nel nodo.

### *Asta 6: Colonna in acciaio tronco Fondazione - Piano 1 [m]*

Unita' di misura: m, daN, deg, °C, s  
Lunghezza= 6.295 Nodo iniziale n.4 Nodo finale n.8 Cerniera iniziale: No Cerniera finale: No  
Sezione: CASS1; Materiale: FE360; Rotazione: 0°; Sovreresistenza:0%; Sisma Z:No;  
Mensola Y: Nessuno; Mensola X: Nessuno;  
fy=23500000 classe peggiore 1  
Snellezza 68 curva X b curva Y b chix= 0.922 chiy= 0.768 betam=0.7 betan=0.7

Resistenza: trazione p. 4.2.4.1.2 (4.2.6) NTC08  
R1 =0.009 in comb. Famiglia "SLU" 14 x=6.295  
rox =0 roy =0 NEd=1650 Nt,Rd=189790.453

Resistenza: compressione p. 4.2.4.1.2 (4.2.10) NTC08  
R2 =0.003 in comb. Famiglia "SLU" 27 x=0  
rox =0 roy =0 NEd=-544.759 Nc,Rd=189790.453 classe 1

Resistenza: flessione semplice p. 4.2.4.1.2 (4.2.12) NTC08  
R3 =0.016 in comb. Famiglia "SLU" 6 x=5.036  
Mx,Ed=326.07219 Mc,x,Rd=19999.6175  
rox =0 roy =0 classe 1

Resistenza: flessione semplice con forza assiale p. 4.2.4.1.2 NTC08  
R4 =0.131 in comb. Famiglia "SLU" 19 x=0  
NEd=1230.954 Mx,Ed=2486.30469 Np1,Rd=189790.453 Mn,x,Rd=19999.6175  
formula conservativa (6.2) p. 6.2.1 EN 1993-1-1:2005  
rox =0 roy =0 classe 1

Resistenza: flessione deviata con forza assiale p. 4.2.4.1.2 NTC08  
R5 =0.228 in comb. Famiglia "SLV" 15 x=0  
NEd=680.955 Mx,Ed=1436.39313 My,Ed=1770.67641  
Np1,Rd=189790.453 Mn,x,Rd=19999.6175 Mn,y,Rd=11595.1225  
formula conservativa (6.2) p. 6.2.1 EN 1993-1-1:2005  
rox =0 roy =0 classe 1

Resistenza: taglio X p. 4.2.4.1.2 (4.2.17) NTC08  
R6 =0.007 in comb. Famiglia "SLU" 4 x=0  
VEd=-339.93 Vc,Rd=51686.598

Resistenza: taglio Y p. 4.2.4.1.2 (4.2.17) NTC08  
R7 =0.01 in comb. Famiglia "SLU" 6 x=0  
VEd=-564.93 Vc,Rd=57888.988

Instabilità: compressione semplice p. 4.2.4.1.3.1 (4.2.42) NTC08  
B1 =0.004 in comb. Famiglia "SLU" 27 x=0  
NEd=-544.759 Nb,Rd=145729.094  
chi =0.768 classe 1

Instabilità: flessione deviata p. 4.2.4.1.3.3 NTC08, p. 5.5.4. ENV 1993-1-1:1994  
B3 =0.019 in comb. Famiglia "SLU" 9 x=5.036 classe 1  
Mx,Sd=313.23303 My,Sd=42.79719 Mb,x,Rd=19999.6175 Mb,y,Rd=11595.1225

Instabilità: flessione deviata con compressione p. 4.2.4.1.3.3 NTC08, p. 5.5.4. ENV 1993-1-1:1994  
B4 =0.204 in comb. Famiglia "SLU" 35 x=0 classe 1  
NsD=-544.759 Mx,Sd=2165.32578 My,Sd=1069.92969  
Nb,Rd=145729.094 Mb,x,Rd=19999.6175 Mb,y,Rd=11595.1225  
bm.x=1.757 bm.y=1.675 kx=1 ky=1

### *Piede asta 6: Estremo dissipativo per rotazione attorno agli assi x e y*

Unita' di misura: m, daN, deg, °C, s  
Distanza dell'estremo dal nodo iniziale dell'asta: 0.3

Parti compresse e/o inflesse delle zone dissipative Punto 7.5.3.1 Classificazione secondo EC3  
classe sezione=1<=2 in comb. SLV 1

Verifica a resistenza e instabilità dell'estremo dissipativo della colonna Punto 7.5.4.2 Formule (7.5.6)(7.5.7)(7.5.8)(7.5.9)

Le verifiche previste non vengono condotte in quanto non esistono estremi notevoli dissipativi di trave idonei al calcolo di omega. \*\*\*

Criterio di gerarchia trave colonna Punto 7.5.4.3 Formula (7.5.11)

Non e' prevista la verifica per l'estremo in esame attorno all'asse x in quanto non ci sono travi in acciaio che convergono nel nodo.  
Non e' prevista la verifica per l'estremo in esame attorno all'asse y in quanto non ci sono travi in acciaio che convergono nel nodo.

### *Asta 7: Colonna in acciaio tronco Fondazione - Piano 1 [m]*

Unita' di misura: m, daN, deg, °C, s  
Lunghezza= 6.295 Nodo iniziale n.5 Nodo finale n.9 Cerniera iniziale: No Cerniera finale: No  
Sezione: CASS1; Materiale: FE360; Rotazione: 0°; Sovreresistenza:0%; Sisma Z:No;  
Mensola Y: Nessuno; Mensola X: Nessuno;  
fy=23500000 classe peggiore 1  
Snellezza 68 curva X b curva Y b chix= 0.922 chiy= 0.768 betam=0.7 betan=0.7

Resistenza: trazione p. 4.2.4.1.2 (4.2.6) NTC08  
R1 =0.009 in comb. Famiglia "SLU" 14 x=6.295  
rox =0 roy =0 NEd=1650 Nt,Rd=189790.453

Resistenza: compressione p. 4.2.4.1.2 (4.2.10) NTC08  
R2 =0.003 in comb. Famiglia "SLU" 27 x=0  
rox =0 roy =0 NEd=-544.759 Nc,Rd=189790.453 classe 1

Resistenza: flessione semplice p. 4.2.4.1.2 (4.2.12) NTC08  
R3 =0.016 in comb. Famiglia "SLU" 6 x=5.036  
Mx,Ed=326.07219 Mc,x,Rd=19999.6175  
rox =0 roy =0 classe 1

Resistenza: flessione semplice con forza assiale p. 4.2.4.1.2 NTC08  
R4 =0.131 in comb. Famiglia "SLU" 19 x=0  
NEd=1230.954 Mx,Ed=2486.30469 Np1,Rd=189790.453 Mn,x,Rd=19999.6175  
formula conservativa (6.2) p. 6.2.1 EN 1993-1-1:2005  
rox =0 roy =0 classe 1

Resistenza: flessione deviata con forza assiale p. 4.2.4.1.2 NTC08  
R5 =0.228 in comb. Famiglia "SLV" 15 x=0  
NEd=680.955 Mx,Ed=1436.39313 My,Ed=1770.67641  
Np1,Rd=189790.453 Mn,x,Rd=19999.6175 Mn,y,Rd=11595.1225  
formula conservativa (6.2) p. 6.2.1 EN 1993-1-1:2005  
rox =0 roy =0 classe 1

Resistenza: taglio X p. 4.2.4.1.2 (4.2.17) NTC08  
R6 =0.007 in comb. Famiglia "SLU" 4 x=0  
VEd=-339.93 Vc,Rd=51686.598

Resistenza: taglio Y p. 4.2.4.1.2 (4.2.17) NTC08  
R7 =0.01 in comb. Famiglia "SLU" 6 x=0  
VEd=-564.93 Vc,Rd=57888.988

Instabilità: compressione semplice p. 4.2.4.1.3.1 (4.2.42) NTC08  
B1 =0.004 in comb. Famiglia "SLU" 27 x=0  
NEd=-544.759 Nb,Rd=145729.094  
chi =0.768 classe 1

Instabilità: flessione deviata p. 4.2.4.1.3.3 NTC08, p. 5.5.4. ENV 1993-1-1:1994  
B3 =0.019 in comb. Famiglia "SLU" 9 x=5.036 classe 1  
Mx,Sd=313.23303 My,Sd=42.79719 Mb,x,Rd=19999.6175 Mb,y,Rd=11595.1225

Instabilità: flessione deviata con compressione p. 4.2.4.1.3.3 NTC08, p. 5.5.4. ENV 1993-1-1:1994  
B4 =0.204 in comb. Famiglia "SLU" 35 x=0 classe 1  
Nsd=-544.759 Mx,Sd=2165.32578 My,Sd=1069.92969  
Nb,Rd=145729.094 Mb,x,Rd=19999.6175 Mb,y,Rd=11595.1225  
bm.x=1.757 bm.y=1.675 kx=1 ky=1

## ***Piede asta 7: Estremo dissipativo per rotazione attorno agli assi x e y***

Unita' di misura: m, daN, deg, °C, s  
Distanza dell'estremo dal nodo iniziale dell'asta: 0.3

Parti compresse e/o inflesse delle zone dissipative Punto 7.5.3.1 Classificazione secondo EC3  
classe sezione=1<=2 in comb. SLV 1

Verifica a resistenza e instabilità dell'estremo dissipativo della colonna Punto 7.5.4.2 Formule  
(7.5.6)(7.5.7)(7.5.8)(7.5.9)

Le verifiche previste non vengono condotte in quanto non esistono estremi notevoli dissipativi di trave idonei al calcolo di omega. \*\*\*

Criterio di gerarchia trave colonna Punto 7.5.4.3 Formula (7.5.11)

Non e' prevista la verifica per l'estremo in esame attorno all'asse x in quanto non ci sono travi in acciaio che convergono nel nodo.

Non e' prevista la verifica per l'estremo in esame attorno all'asse y in quanto non ci sono travi in acciaio che convergono nel nodo.

## ***Modellazione del sottosuolo e metodi di analisi e di verifica***

Modellazione del sottosuolo e metodi di analisi e di verifica: contiene la descrizione del modello di calcolo adottato per il suolo, con i relativi parametri di modellazione; sono indicati anche gli eventuali metodi adottati per ricavare i parametri di modellazione ed i metodi e le condizioni con cui sono condotte le verifiche geotecniche.

## ***Modello di fondazione***

Le travi di fondazione sono modellate tramite uno specifico elemento finito che gestisce il suolo elastoplastico alla Winkler. Le fondazioni a plinto superficiale sono modellate con un numero elevato di molle verticali elastoplastiche agenti su nodi collegati rigidamente al nodo centrale.

Le fondazioni a platea sono modellate con l'inserimento di molle verticali elastoplastiche agenti nei nodi delle mesh.

I valori di pressione verticale limite per abbassamento ed innalzamento servono per definire i confini di plasticità nel caso si adotti un suolo elastoplastico. Ponendo a zero la pressione verticale limite per innalzamento si gestisce la non reagenza della fondazione in caso di sollevamento.

### Verifica di scorrimento

La verifica di scorrimento della fondazione superficiale viene eseguita considerando le caratteristiche del terreno immediatamente sottostante al piano di posa della fondazione, ricavato in base alla stratigrafia associata all'elemento, e trascurando, a favore di sicurezza, l'eventuale spinta passiva laterale.

Qualora l'elemento in verifica sia formato da parti non omogenee tra loro, ad esempio una travata in cui le singole travi di fondazione siano associate ad un differente sondaggio, verranno condotte verifiche geotecniche distinte sui singoli tratti.

Lo scorrimento di una fondazione avviene nel momento in cui le componenti delle forze parallele al piano di contatto tra fondazione e terreno vincono l'attrito e la coesione terreno-fondazione e, qualora fosse presente, la spinta passiva laterale.

Il coefficiente di sicurezza a scorrimento si ottiene dal rapporto tra le forze stabilizzanti di progetto (Rd) e quelle instabilizzanti (Ed):

$$Rd = (N \cdot \tan(\varphi) + c_a \cdot B \cdot L + \alpha \cdot S_p) / \gamma_{Rs}$$

$$|Ed = \sqrt{T_x^2 + T_y^2}$$

dove:

N = risultante delle forze normali al piano di scorrimento;

Tx, Ty = componenti delle forze tangenziali al piano di scorrimento;

tan(phi) = coefficiente di attrito terreno-fondazione;

ca = aderenza alla base, pari alla coesione del terreno di fondazione o ad una sua frazione;

B, L = dimensioni della fondazione;

alpha = fattore di riduzione della spinta passiva;

Sp = spinta passiva dell'eventuale terreno laterale;

gamma rs = fattore di sicurezza parziale per lo scorrimento;

Le normative prevedono che il fattore di sicurezza a scorrimento FS=Rd/Ed sia non minore di un prefissato limite.

### Verifica di capacità portante

La verifica di capacità portante della fondazione superficiale viene eseguita mediante formulazioni di letteratura geotecnica considerando le caratteristiche dei terreni sottostanti al piano di posa della fondazione, ricavati in base alla stratigrafia associata all'elemento.

Qualora l'elemento in verifica sia formato da parti non omogenee tra loro, ad esempio una travata in cui le singole travi di fondazione siano associate ad un differente sondaggio, verranno condotte verifiche geotecniche distinte sui singoli tratti.



La verifica viene fatta raffrontando la portanza di progetto (Rd) con la sollecitazione di progetto (Ed); la prima deriva dalla portanza calcolata con metodi della letteratura geotecnica, ridotta da opportuni fattori di sicurezza parziali; la seconda viene valutata ricavando la risultante della sollecitazione scaricata al suolo con una integrazione delle pressioni nel tratto di calcolo. Le normative prevedono che il fattore di sicurezza alla capacità portante, espresso come rapporto tra il carico ultimo di progetto della fondazione (Rd) ed il carico agente (Ed), sia non minore di un prefissato limite.

La portanza di una fondazione rappresenta il carico ultimo trasmissibile al suolo prima di arrivare alla rottura del terreno. Le formule di calcolo presenti in letteratura sono nate per la fondazione nastriforme indefinita ma aggiungono una serie di termini correttivi per considerare le effettive condizioni al contorno della fondazione, esprimendo la capacità portante ultima in termini di pressione limite agente su di una fondazione equivalente soggetta a carico centrato.

La determinazione della capacità portante ai fini della verifica è stata condotta secondo il metodo di Vesic, che viene descritto nei paragrafi successivi.

### Metodo di Vesic

La capacità portante valutata attraverso la formula di Vesic risulta, nel caso generale:

$$Q_{lim} = c \cdot N_c \cdot s_c \cdot d_c \cdot i_c \cdot b_c \cdot g_c + q \cdot N_q \cdot s_q \cdot d_q \cdot i_q \cdot b_q \cdot g_q + \frac{1}{2} \gamma \cdot B \cdot N_\gamma \cdot s_\gamma \cdot d_\gamma \cdot i_\gamma \cdot b_\gamma \cdot g_\gamma$$

Nel caso di terreno eminentemente coesivo ( $\phi = 0$ ) tale relazione diventa:

$$Q_{lim} = (2 + \pi) \cdot c_u \cdot (1 + s'_c + d'_c - i'_c - b'_c - g'_c) + q$$

dove:

- gamma' = peso di volume efficace dello strato di fondazione;
- B = larghezza efficace della fondazione ( $B = B_f - 2e$ );
- L = lunghezza efficace della fondazione ( $L = L_f - 2e$ );
- c = coesione dello strato di fondazione;
- c<sub>u</sub> = coesione non drenata dello strato di fondazione;
- q = sovraccarico del terreno sovrastante il piano di fondazione;
- N<sub>c</sub>, N<sub>q</sub>, N<sub>γ</sub> = fattori di capacità portante;
- s<sub>c</sub>, s<sub>q</sub>, s<sub>γ</sub> = fattori di forma della fondazione;
- d<sub>c</sub>, d<sub>q</sub>, d<sub>γ</sub> = fattori di profondità del piano di posa della fondazione;
- i<sub>c</sub>, i<sub>q</sub>, i<sub>γ</sub> = fattori di inclinazione del carico;
- b<sub>c</sub>, b<sub>q</sub>, b<sub>γ</sub> = fattori di inclinazione della base della fondazione;
- g<sub>c</sub>, g<sub>q</sub>, g<sub>γ</sub> = fattori di inclinazione del piano campagna;

Nel caso di piano di campagna inclinato ( $\beta > 0$ ) e  $\phi = 0$ , Vesic propone l'aggiunta, nella formula sopra definita, del termine

$0.5 \cdot \gamma \cdot B \cdot N_{\gamma}$  con  $N_{\gamma} = -2 \cdot \tan \beta$

Per la teoria di Vesic i coefficienti sopra definiti assumono le espressioni che seguono:

$$N_c = (N_q - 1) \cdot \text{ctg} \phi; \quad N_q = \text{tg}^2 \left( 45^\circ + \frac{\phi}{2} \right) \cdot e^{(\pi \cdot \text{tg} \phi)}; \quad N_{\gamma} = 2 \cdot (N_q + 1) \cdot \text{tg} \phi$$

$$s_c = 1 + \frac{B}{L} \cdot \frac{N_q}{N_c}; \quad s'_c = 0.2 \cdot \frac{B}{L}; \quad s_q = 1 + \frac{B}{L} \cdot \text{tg} \phi; \quad s_{\gamma} = 1 - 0.4 \cdot \frac{B}{L}$$

$$d_c = 1 + 0.4 \cdot k; \quad d'_c = 0.4 \cdot k; \quad d_q = 1 + 2 \cdot k \cdot \text{tg} \phi \cdot (1 - \sin \phi)^2; \quad d_{\gamma} = 1$$

$$i_c = i_q - \frac{1 - i_q}{N_q - 1}; \quad i'_c = \frac{m \cdot H}{B \cdot L \cdot c_a \cdot N_c}; \quad i_q = \left( 1 - \frac{H}{V + B \cdot L \cdot c_a \cdot \text{ctg} \phi} \right)^m;$$

$$i_{\gamma} = \left( 1 - \frac{H}{V + B \cdot L \cdot c_a \cdot \text{ctg} \phi} \right)^{m+1}$$

$$g_c = 1 - \frac{\beta^{\circ}}{147^{\circ}}; \quad g'_c = \frac{\beta^{\circ}}{147^{\circ}}; \quad g_q = (1 - \text{tg} \beta)^2; \quad g_{\gamma} = g_q$$

$$b_c = 1 - \frac{\eta^{\circ}}{147^{\circ}}; \quad b'_c = \frac{\eta^{\circ}}{147^{\circ}}; \quad b_q = (1 - \eta \cdot \text{tg} \phi)^2; \quad b_{\gamma} = b_q$$

$$k = \frac{D}{B_f} \quad (\text{se } \frac{D}{B_f} \leq 1); \quad k = \text{arctg} \left( \frac{D}{B_f} \right) \quad (\text{se } \frac{D}{B_f} > 1); \quad m = \frac{2 + \frac{B}{L}}{1 + \frac{B}{L}}$$

nelle quali si sono considerati i seguenti dati:

$\phi$  = angolo di attrito dello strato di fondazione;

$c_a$  = aderenza alla base della fondazione;

$\nu$  = inclinazione del piano di posa della fondazione sull'orizzontale ( $\nu = 0$  se orizzontale);

$\beta$  = inclinazione del pendio;

$H$  = componente orizzontale del carico trasmesso sul piano di posa della fondazione;

$V$  = componente verticale del carico trasmesso sul piano di posa della fondazione;

$D$  = profondità del piano di posa della fondazione dal piano campagna;

### ***Influenza degli strati sulla capacità portante***

Le formulazioni utilizzate per la portanza prevedono la presenza di uno stesso terreno nella zona interessata dalla potenziale rottura. In prima

approssimazione lo spessore di tale zona è pari a:

$$H = \frac{1}{2} \cdot B \cdot \tan(45^\circ + \phi / 2)$$

In presenza di stratificazioni di terreni diversi all'interno di tale zona, il calcolo diventa più complesso; non esiste una metodologia univoca per questi casi, differenti autori hanno proposto soluzioni diverse a seconda dei casi che si possono presentare. In prima approssimazione, nel caso di stratificazioni, viene trovata una media delle caratteristiche dei terreni, pesata sullo spessore degli strati interessati. Nel caso in cui il primo strato incontrato sia coesivo viene anche verificato che la compressione media agente sulla fondazione non superi la tensione limite di espulsione, circostanza che provocherebbe il rifluimento del terreno da sotto la fondazione, rendendo impossibile la portanza.

La tensione limite di espulsione qult per terreno coesivo viene calcolata come:

$$q_{ult} = 4c + q$$

dove c è la coesione e q è il sovraccarico agente sul piano di posa.

### *Influenza del sisma sulla capacità portante*

La capacità portante nelle combinazioni sismiche viene valutata mediante l'estensione di procedure classiche al caso di azione sismica.

L'**effetto inerziale** prodotto dalla struttura in elevazione sulla fondazione può essere considerato tenendo conto dell'effetto dell'inclinazione (rapporto tra forze T parallele al piano di posa e carico normale N) e dell'eccentricità (rapporto tra momento M e carico normale N) delle azioni in fondazione, e produce variazioni di tutti i coefficienti di capacità portante del carico limite, oltre alla riduzione dell'area efficace.

L'**effetto cinematico** si manifesta per effetto dell'inerzia delle masse del suolo sotto la fondazione come una riduzione della resistenza teorica calcolata in condizioni statiche; tale riduzione è in funzione del coefficiente sismico orizzontale kh, cioè dell'accelerazione normalizzata massima attesa al suolo, e delle caratteristiche del suolo. L'effetto è più marcato su terreni granulari, mentre nei suoli coesivi è poco rilevante.

Per tener conto nella determinazione del carico limite di tali effetti inerziali vengono introdotti nelle combinazioni sismiche anche i fattori correttivi e (earthquake), valutati secondo **Paolucci** e **Pecker**:

$$e_q = \left(1 - \frac{k_h}{tg\phi}\right)^{0.35}; \quad e_c = 1 - 0.32 \cdot k_h; \quad e_\gamma = e_q$$

### **Verifiche delle fondazioni**

*Verifiche delle fondazioni: contiene la descrizione degli stati limite considerati, gli approcci e le combinazioni di calcolo adottate; vengono poi elencate le pressioni e gli spostamenti massimi e minimi raggiunti nei diversi SL e le verifiche condotte sulle fondazioni presenti, superficiali e profonde.*

Nelle verifiche nei confronti degli Stati Limite ultimi SLU strutturali (STR) e geotecnici (GEO) si possono adottare, in alternativa, due diversi approcci progettuali:

DA1.1 - Approccio 1:

- Combinazione 1: (A1+M1+R1)

- Combinazione 2: (A2+M2+R2)

DA1.2 - Approccio 2:

- Combinazione 1:(A1+M1+R3)

Le seguenti verifiche delle fondazioni sono state condotte secondo l'approccio [2].

### Verifiche travate C.A.

x	<i>distanza da asse appoggio sinistro [cm]</i>
Asup	<i>area efficace di armatura longitudinale superiore [cm<sup>2</sup>]</i>
cs	<i>distanza tra bordo superiore e baricentro dell'armatura superiore [cm]</i>
Ainf	<i>area efficace di armatura longitudinale inferiore [cm<sup>2</sup>]</i>
ci	<i>distanza tra bordo inferiore e baricentro dell'armatura inferiore [cm]</i>
Mela	<i>momento flettente elastico [daN*cm]</i>
comb.	<i>combinazione che produce Mela</i>
MEd	<i>momento flettente di progetto [daN*cm]</i>
MRd	<i>momento ultimo [daN*cm]</i>
x/d	<i>distanza asse neutro dal bordo compresso / altezza utile</i>
Ast	<i>area delle staffe (cmq/cm) [cm<sup>2</sup>]</i>
Afp+	<i>area di staffe equivalenti da sagomati per taglio positivo [cm<sup>2</sup>]</i>
Afp-	<i>area di staffe equivalenti da sagomati per taglio negativo [cm<sup>2</sup>]</i>
VEd	<i>taglio di progetto [daN]</i>
VRcd	<i>resistenza a taglio per rottura delle bielle compresse [daN]</i>
VRd	<i>resistenza a taglio in assenza di staffatura [daN]</i>
VRsd	<i>resistenza a taglio per la presenza di armatura [daN]</i>
teta	<i>angolo di inclinazione delle bielle compresse [rad]</i>
ver.	<i>stato di verifica (vuoto = verificato)</i>
Mese.R	<i>momento flettente in combinazione rara [daN*cm]</i>
Comb.	<i>combinazione</i>
sigma c.	<i>tensione nel c.a [daN/cm<sup>2</sup>]</i>
sigma f.	<i>tensione nell'acciaio [daN/cm<sup>2</sup>]</i>
Mese.QP	<i>momento flettente in combinazione quasi permanente [daN*cm]</i>

srmi	<i>interasse tra le fessure al lembo inferiore [cm]</i>
wkiR	<i>apertura caratteristica delle fessure al lembo inferiore in combinazione rara [cm]</i>
wkiF	<i>apertura caratteristica delle fessure al lembo inferiore in combinazione frequente [cm]</i>
wkiQP	<i>apertura caratteristica delle fessure al lembo inferiore in combinazione quasi permanente [cm]</i>
srms	<i>interasse tra le fessure al lembo superiore [cm]</i>
wksR	<i>apertura caratteristica delle fessure al lembo superiore in combinazione rara [cm]</i>
wksF	<i>apertura caratteristica delle fessure al lembo superiore in combinazione frequente [cm]</i>
wksQP	<i>apertura caratteristica delle fessure al lembo superiore in combinazione quasi permanente [cm]</i>
sigma t.max	<i>massima pressione in fondazione [daN/cm<sup>2</sup>]</i>
sigma t.min	<i>minima pressione in fondazione [daN/cm<sup>2</sup>]</i>
N	<i>fattore di capacità portante, distinto nei 3 tipi (c, q, g)</i>
S	<i>fattore correttivo per la forma della fondazione, distinto nei 3 tipi (c, q, g)</i>
D	<i>fattore correttivo per la profondità del piano di posa, distinto nei 3 tipi (c, q, g)</i>
I	<i>fattore correttivo per l'inclinazione del carico, distinto nei 3 tipi (c, q, g)</i>
B	<i>fattore correttivo per l'inclinazione del piano di posa, distinto nei 3 tipi (c, q, g)</i>
G	<i>fattore correttivo per l'inclinazione del pendio, distinto nei 3 tipi (c, q, g)</i>
E	<i>fattore correttivo per l'inerzia sismica del suolo, distinto nei 3 tipi (c, q, g)</i>
Tipo	<i>tipologia del fattore di portanza, per coesione (c), sovraccarico (q) o attrito (g)</i>

Le unità di misura delle verifiche elencate nel capitolo sono in [m, daN, deg] ove non espressamente specificato.

Trave di fondazione a "Fondazione"

## CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

Acciaio B450C fyk= 45000000

Calcestruzzo C25/30 fck,cub (cubica)= 3000000 fcm (cilindrica)= 2490000

## OUTPUT CAMPATE

mensola sinistra asta FEM n° 2

sezione rettangolare H tot. 0.6 B 2.1 Cs 0.04 Ci 0.04

sovreresistenza 0%

Verifiche in stato limite ultimo

x	Asup	cs	Ainf	ci	Mela	comb.	MEd	MRd	x/d	Ast	Afp+	Afp-	VEd	comb.	VRcd	VRd	VRsd	teta	ver.
0	0	0.048	0	0.048	0	SLU 6	8.1	0	0	0.0000357	0	0	0	SLU 29	368017	41048	69485	45	
0	0	0.048	0	0.048	0	SLU 16	-35.01	0	0	0.0000357	0	0	0	SLU 6	368017	41048	-69485	45	
0.18	0.006283	0.058	0.006283	0.058	4.59	SLV FO 1	24.18	123976.91	0.13	0.0000357	0	0	49	SLV FO 1	361350	40513	68226	45	

x	Asup	cs	Ainf	ci	Mela	comb.	MEd	MRd	x/d	Ast	Afp+	Afp-	VEd	comb.	VRcd	VRd	VRsd	teta	ver.
0.18	0.006283	0.058	0.006283	0.058	-19.66	SLV FO 13	-104.85	-123976.91	0.13	0.0000357	0	0	-213	SLV FO 13	361350	49551	-68226	45	
0.37	0.005507	0.058	0.006283	0.058	17.71	SLU 27	26.64	123982.73	0.133	0.0000357	0	0	96	SLU 27	361350	40513	68226	45	
0.37	0.005507	0.058	0.006283	0.058	-77.2	SLV FO 13	-115.33	-109242.69	0.123	0.0000357	0	0	-413	SLV FO 13	361350	49551	-68226	45	
0.45	0.005255	0.058	0.006283	0.058	26.64	SLU 27	26.64	123981.2	0.134	0.0000357	0	0	118	SLU 27	361350	40513	68226	45	
0.45	0.005255	0.058	0.006283	0.058	-115.33	SLV FO 13	-115.33	-104461.23	0.121	0.0000357	0	0	-500	SLV FO 13	361350	49551	-68226	45	
0.55	0.004953	0.058	0.006283	0.058	32.53	SLU 27	32.53	123982.63	0.135	0	0	0	144	SLU 27	361350	40513	0	45	
0.55	0.004953	0.058	0.006283	0.058	-140.33	SLV FO 13	-140.33	-98724.08	0.118	0	0	0	-602	SLV FO 13	361350	48583	0	45	

**Verifiche in esercizio e pressioni in fondazione**

x	Mese.R	Comb.	sigma c.	sigma f.	Mese.QP	Comb.	sigma c.	srmi	wkiR	wkiF	wkiQP	srms	wksR	wksF	wksQP	sigma t.max	sigma t.min	ver.
0	0	5	0	0	0	5	0									-2076	-932	
0.18	-11.07	4	78	1167	-7.54	3	53									-2075	-963	
0.37	-45.65	4	308	4646	-29.84	3	210									-2074	-994	
0.45	-65.32	4	461	6976	-44.74	3	316									-2073	-1009	
0.55	-96.75	4	684	10375	-66.42	3	470									-2073	-1026	

campata n. 1 asta FEM n° 3

sezione rettangolare H tot. 0.6 B 2.1 Cs 0.04 Ci 0.04

sovraresistenza 0%

**Verifiche in stato limite ultimo**

x	Asup	cs	Ainf	ci	Mela	comb.	MEd	MRd	x/d	Ast	Afp+	Afp-	VEd	comb.	VRcd	VRd	VRsd	teta	ver.
0	0.004953	0.058	0.006283	0.058	1724.49	SLV FO 13	1724.49	123982.63	0.135	0	0	0	887	SLU 14	361350	52248	0	45	
0	0.004953	0.058	0.006283	0.058	-1416.43	SLV FO 1	-1416.43	-98724.08	0.118	0	0	0	-629	SLU 30	361350	45899	0	45	
0.1	0.004651	0.058	0.006161	0.058	1758.66	SLV FO 13	1758.66	121661.72	0.135	0.000034	0	0	832	SLU 14	361350	52248	64946	45	
0.1	0.004651	0.058	0.006161	0.058	-1379.2	SLV FO 1	-1379.2	-92982.83	0.116	0.000034	0	0	-639	SLU 30	361350	41743	-64946	45	
0.93	0.003142	0.058	0.003142	0.058	1440.98	SLV FO 13	1592.24	64215.25	0.103	0.000034	0	0	890	SLV FO 1	361350	41743	64946	45	
0.93	0.003142	0.058	0.003142	0.058	-657.03	SLV FO 1	-874.49	-64215.25	0.103	0.000034	0	0	-710	SLV FO 13	361350	41743	-64946	45	
1.87	0.003142	0.058	0.003142	0.058	678.88	SLU 17	855.23	64215.25	0.103	0.000034	0	0	835	SLV FO 1	361350	41743	64946	45	
1.87	0.003142	0.058	0.003142	0.058	-275.72	SLU 27	-309.9	-64215.25	0.103	0.000034	0	0	-1261	SLV FO 13	361350	41743	-64946	45	
2.7	0.003623	0.058	0.006161	0.058	794.43	SLV FO 1	794.43	121650.92	0.141	0.000034	0	0	676	SLV FO 1	361350	41743	64946	45	
2.7	0.003623	0.058	0.006161	0.058	-692.88	SLU 30	-692.88	-73410.98	0.108	0.000034	0	0	-1585	SLV FO 13	361350	52248	-64946	45	
2.8	0.003623	0.058	0.006283	0.058	828.33	SLV FO 1	828.33	123960.02	0.142	0	0	0	650	SLV FO 1	361350	45899	0	45	
2.8	0.003623	0.058	0.006283	0.058	-770.86	SLV FO 13	-770.86	-73411	0.108	0	0	0	-1614	SLV FO 13	361350	52248	0	45	

**Verifiche in esercizio e pressioni in fondazione**

x	Mese.R	Comb.	sigma c.	sigma f.	Mese.QP	Comb.	sigma c.	srmi	wkiR	wkiF	wkiQP	srms	wksR	wksF	wksQP	sigma t.max	sigma t.min	ver.
0	616.54	4	4407	65406	147.56	3	1055									-2073	-1026	
0	-53.43	1	378	5729	-53.43	1	1055											
0.1	647.21	4	4649	68882	189.73	3	1363									-2072	-1042	
0.1	-6.33	1	45	682	-6.33	1	1363											
0.93	697.85	4	5200	78007	391.98	3	2921									-2066	-1131	
1.87	381.89	4	2846	42688	331.24	3	2468									-2062	-1203	
2.7	144.23	1	1051	15436	144.23	1	1051									-2060	-1256	
2.7	-165.29	4	1179	18059	51.38	3	1051											
2.8	111.63	1	813	11928	111.63	1	813									-2060	-1262	
2.8	-245.01	4	1745	26751	4.64	3	813											

campata n. 2 asta FEM n° 4

sezione rettangolare H tot. 0.6 B 2.1 Cs 0.04 Ci 0.04

sovraresistenza 0%

Verifiche in stato limite ultimo

x	Asup	cs	Ainf	ci	Mela	comb.	MEd	MRd	x/d	Ast	Afp+	Afp-	VEd	comb.	VRcd	VRd	VRsd	teta	ver.
0	0.003623	0.058	0.006283	0.058	1025.83	SLV FO 13	1025.83	123960.02	0.142	0	0	0	1331	SLV FO 1	361350	52248	0	45	
0	0.003623	0.058	0.006283	0.058	-571.01	SLV FO 1	-571.01	-73411	0.108	0	0	0	-980	SLU 30	361350	45899	0	45	
0.1	0.003623	0.058	0.006161	0.058	980.15	SLV FO 13	980.15	121650.92	0.141	0.000034	0	0	1303	SLV FO 1	361350	52248	64946	45	
0.1	0.003623	0.058	0.006161	0.058	-505.97	SLV FO 1	-505.97	-73410.98	0.108	0.000034	0	0	-959	SLU 30	361350	41743	-64946	45	
0.93	0.003142	0.058	0.003142	0.058	570.34	SLU 14	692.53	64215.25	0.103	0.000034	0	0	999	SLV FO 1	361350	41743	64946	45	
0.93	0.003142	0.058	0.003142	0.058	-384.26	SLU 30	-547.46	-64215.25	0.103	0.000034	0	0	-1097	SLV FO 13	361350	41743	-64946	45	
1.87	0.003142	0.058	0.003142	0.058	1178.8	SLV FO 1	1283.98	64215.25	0.103	0.000034	0	0	510	SLV FO 1	361350	41743	64946	45	
1.87	0.003142	0.058	0.003142	0.058	-919.21	SLV FO 13	-1182.74	-64215.25	0.103	0.000034	0	0	-1090	SLV FO 13	361350	41743	-64946	45	
2.7	0.004651	0.058	0.006161	0.058	1366.54	SLV FO 1	1371.24	121661.73	0.135	0.000034	0	0	375	SLU 27	361350	41743	64946	45	
2.7	0.004651	0.058	0.006161	0.058	-1771.32	SLV FO 13	-1771.32	-92982.83	0.116	0.000034	0	0	-1090	SLU 17	361350	47575	-64946	45	
2.8	0.004953	0.058	0.006283	0.058	1333.89	SLV FO 1	1333.89	123982.63	0.135	0	0	0	401	SLU 27	361350	41743	0	45	
2.8	0.004953	0.058	0.006283	0.058	-1807.03	SLV FO 13	-1807.03	-98724.07	0.118	0	0	0	-1115	SLU 17	361350	47575	0	45	

Verifiche in esercizio e pressioni in fondazione

x	Mese.R	Comb.	sigma c.	sigma f.	Mese.QP	Comb.	sigma c.	srmi	wkiR	wkiF	wkiQP	srms	wksR	wksF	wksQP	sigma t.max	sigma t.min	ver.
0	468.28	4	3409	50035	218.63	3	1591									-2060	-1262	
0.1	453.75	4	3305	48562	237.09	3	1727									-2066	-1262	
0.93	309.53	1	2307	34599	309.53	1	2307									-2114	-1256	
1.87	260.89	1	1944	29162	260.89	1	1944									-2173	-1206	
1.87	-176.08	4	1312	19682	129.8	3	1944											
2.7	-659.87	4	4682	71091	-202.39	3	1436									-2238	-1109	
2.8	-723.39	4	5116	77570	-254.42	3	1799									-2247	-1095	

mensola destra asta FEM n° 5

sezione rettangolare H tot. 0.6 B 2.1 Cs 0.04 Ci 0.04

sovraresistenza 0%

Verifiche in stato limite ultimo

x	Asup	cs	Ainf	ci	Mela	comb.	MEd	MRd	x/d	Ast	Afp+	Afp-	VEd	comb.	VRcd	VRd	VRsd	teta	ver.
0	0.004953	0.058	0.006283	0.058	86.13	SLU 30	86.13	123982.63	0.135	0	0	0	511	SLV FO 1	361350	48583	0	45	
0	0.004953	0.058	0.006283	0.058	-118.89	SLV FO 1	-118.89	-98724.07	0.118	0	0	0	-371	SLU 30	361350	40513	0	45	
0.1	0.005255	0.058	0.006283	0.058	70.75	SLU 30	70.75	123981.2	0.134	0.0000357	0	0	424	SLV FO 1	361350	49551	68226	45	
0.1	0.005255	0.058	0.006283	0.058	-97.69	SLV FO 1	-97.69	104461.22	0.121	0.0000357	0	0	-308	SLU 30	361350	40513	-68226	45	
0.18	0.005507	0.058	0.006283	0.058	47.3	SLU 30	70.75	123982.73	0.133	0.0000357	0	0	350	SLV FO 1	361350	49551	68226	45	
0.18	0.005507	0.058	0.006283	0.058	-65.36	SLV FO 1	-97.69	109242.67	0.123	0.0000357	0	0	-254	SLU 30	361350	40513	-68226	45	
0.37	0.006283	0.058	0.006283	0.058	12.02	SLU 30	64.3	123976.91	0.13	0.0000357	0	0	180	SLV FO 1	361350	49551	68226	45	
0.37	0.006283	0.058	0.006283	0.058	-16.63	SLV FO 1	-88.8	123976.91	0.13	0.0000357	0	0	-130	SLU 30	361350	40513	-68226	45	
0.55	0	0.048	0	0.048	0	SLU 29	21.42	0	0	0.0000357	0	0	0	SLU 9	368017	41048	69485	45	
0.55	0	0.048	0	0.048	0	SLU 45	-29.63	0	0	0.0000357	0	0	0	SLU 36	368017	41048	-69485	45	

Verifiche in esercizio e pressioni in fondazione

x	Mese.R	Comb.	sigma c.	sigma f.	Mese.QP	Comb.	sigma c.	srmi	wkiR	wkiF	wkiQP	srms	wksR	wksF	wksQP	sigma t.max	sigma t.min	ver.
0	-53.43	1	378	5729	-53.43	1	378									-2247	-1095	
0.1	-35.92	1	254	3836	-35.92	1	254									-2256	-1082	
0.18	-23.92	1	169	2546	-23.92	1	169									-2263	-1070	
0.37	-6.02	1	42	634	-6.02	1	42									-2280	-1045	
0.55	0	13	0	0	0	8	0									-2296	-1020	

Verifica di capacità portante sul piano di posa

Lunghezza impronta (direzione x): 6.7

Larghezza impronta (direzione y): 2.1

Combinazione con fattore di sicurezza minore: SLV fondazioni 11

Azione di progetto (risultante del carico normale al piano di posa): -19062

Resistenza di progetto: 117562

Coefficiente parziale applicato alla resistenza: 2.3

Coefficiente di sicurezza normalizzato (Rd/Ed): 6.17

Parametri utilizzati nel calcolo

Forza risultante agente in direzione x: 449

Forza risultante agente in direzione y: 1380

Forza risultante agente in direzione z: -19062

Momento risultante agente attorno x: -8459.24

Momento risultante agente attorno y: 2317.9

Inclinazione del carico in direzione x: 1

Inclinazione del carico in direzione y: 4

Eccentricità del carico in direzione x: 0.12

Eccentricità del carico in direzione y: -0.44

Larghezza efficace ( $B'=B-2*e$ ): 1.2125

Lunghezza efficace ( $L'=L-2*e$ ): 6.4568

Accelerazione normalizzata massima al suolo: 0.24

Angolo di attrito di progetto: 35

Fattori di capacità portante

N	S	D	I	B	G	E	Tipo
---	---	---	---	---	---	---	------



N	S	D	I	B	G	E	Tipo
46.12	1.14	1	0.86	1	1	0.92	Coestione
33.3	1.13	1	0.87	1	1	0.86	Sovraccarico
48.03	0.92	1	0.8	1	1	0.86	Attrito

### Pressioni terreno in SLU

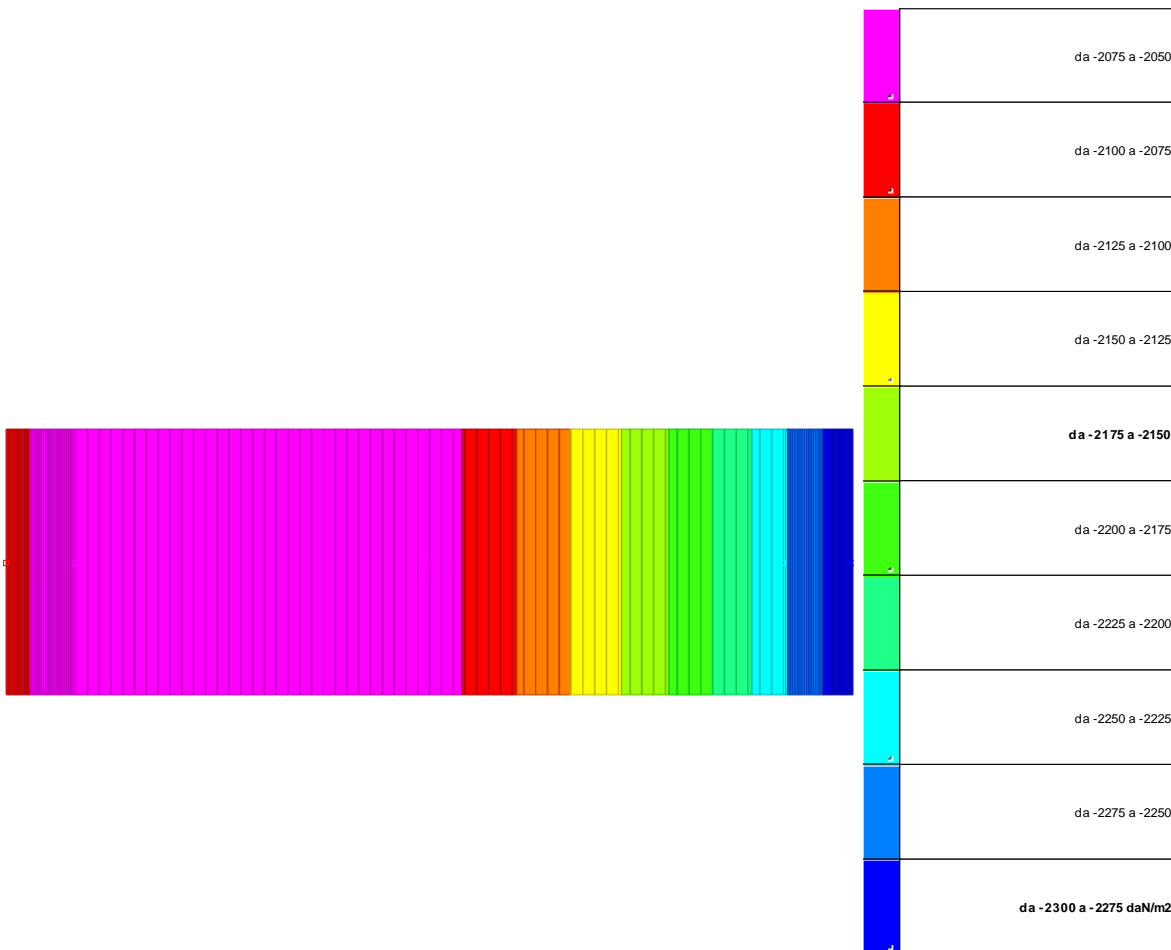


Immagine: rappresentazione in pianta delle massime compressioni sul terreno in famiglia SLU.

*Nodo:* Nodo che interagisce col terreno.

*Ind.:* Indice del nodo.

*Pressione minima:* Situazione in cui si verifica la pressione minima nel nodo.

*Cont.:* Nome breve della condizione o combinazione di carico a cui si riferisce la pressione minima.

*uz:* Spostamento massimo verticale del nodo. [m]

*Valore:* Pressione minima sul terreno del nodo. [daN/m2]

*Pressione massima:* Situazione in cui si verifica la pressione massima nel nodo.

*Cont.:* Nome breve della condizione o combinazione di carico a cui si riferisce la pressione massima.

*uz:* Spostamento minimo verticale del nodo. [m]

Valore: Pressione massima sul terreno del nodo. [daN/m<sup>2</sup>]

Compressione estrema massima -2296.1 al nodo di indice 6, di coordinate x = 711.69, y = 64.39, z = -0.3, nel contesto SLU 30.

Nodo Ind.	Pressione minima			Pressione massima		
	Cont.	uz	Valore	Cont.	uz	Valore
2	SLU 27	-0.0006921	-2076.3	SLU 17	-0.0003246	-973.9
3	SLU 27	-0.0006909	-2072.6	SLU 17	-0.0003458	-1037.3
4	SLU 27	-0.0006866	-2059.8	SLU 14	-0.0004207	-1262.1
5	SLU 30	-0.0007489	-2246.7	SLU 14	-0.0004038	-1211.4
6	SLU 30	-0.0007654	-2296.1	SLU 14	-0.0003979	-1193.7

### Pressioni terreno in SLVf/SLUEcc

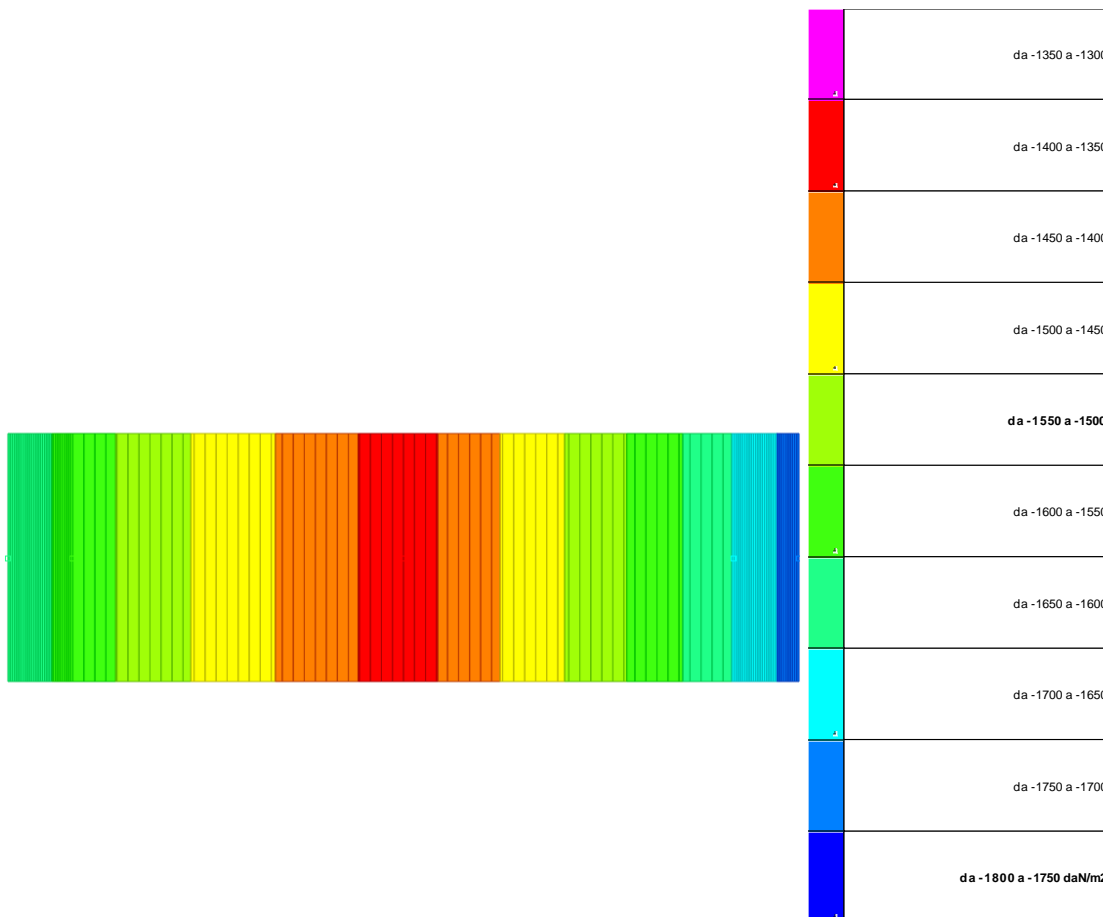


Immagine: rappresentazione in pianta delle massime compressioni sul terreno in famiglie SLVf/SLUEcc.

Nodo: Nodo che interagisce col terreno.

Ind.: Indice del nodo.

Pressione minima: Situazione in cui si verifica la pressione minima nel nodo.

Cont.: Nome breve della condizione o combinazione di carico a cui si riferisce la pressione minima.

uz: Spostamento massimo verticale del nodo. [m]

Valore: Pressione minima sul terreno del nodo. [daN/m<sup>2</sup>]

Pressione massima: Situazione in cui si verifica la pressione massima nel nodo.

Cont.: Nome breve della condizione o combinazione di carico a cui si riferisce la pressione massima.

uz: Spostamento minimo verticale del nodo. [m]  
 Valore: Pressione massima sul terreno del nodo. [daN/m<sup>2</sup>]

Compressione estrema massima -1723.9 al nodo di indice 6, di coordinate x = 711.69, y = 64.39, z = -0.3, nel contesto SLV fondazioni 13.

Nodo Ind.	Cont.	Pressione minima		Pressione massima	
		uz	Valore	uz	Valore
2	SLV FO 1	-0.0005453	-1636	SLV FO 13	-0.0003108
3	SLV FO 1	-0.0005276	-1582.9	SLV FO 13	-0.0003418
4	SLV FO 1	-0.0004565	-1369.6	SLV FO 1	-0.0004565
5	SLV FO 13	-0.0005509	-1652.6	SLV FO 1	-0.0003651
6	SLV FO 13	-0.0005746	-1723.9	SLV FO 1	-0.0003401

### Pressioni terreno in SLE/SLD

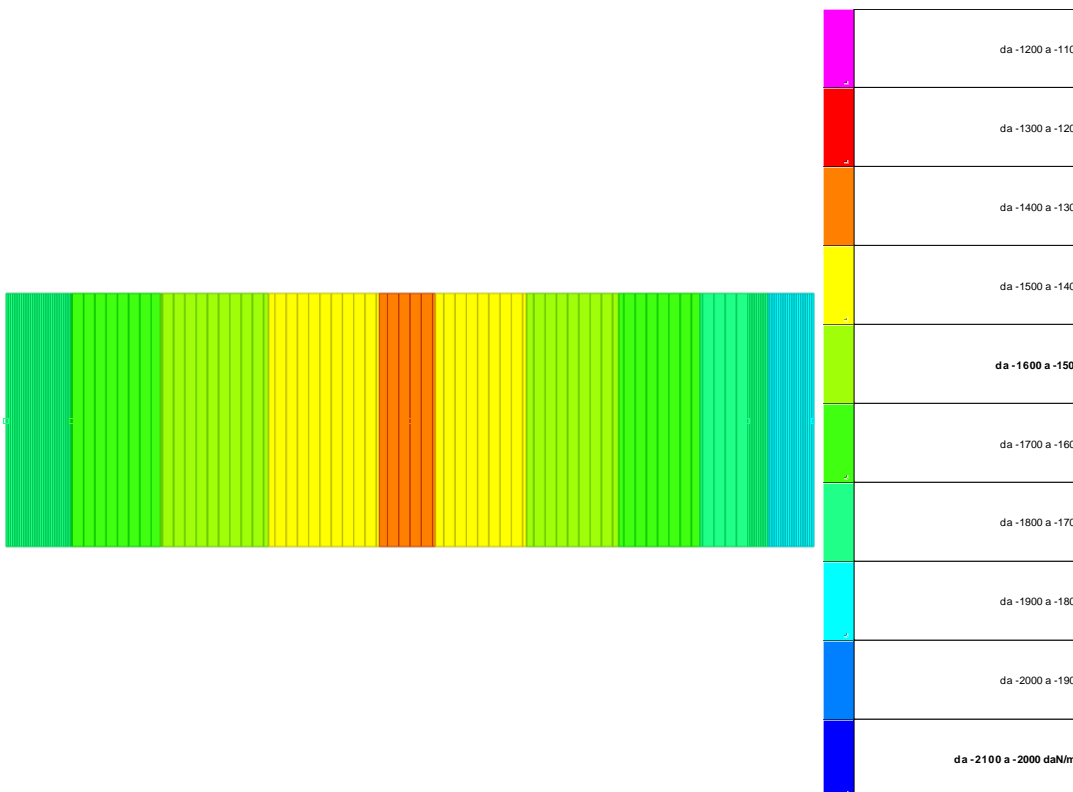


Immagine: rappresentazione in pianta delle massime compressioni sul terreno in famiglie SLE/SLD.

Nodo: Nodo che interagisce col terreno.

Ind.: Indice del nodo.

Pressione minima: Situazione in cui si verifica la pressione minima nel nodo.

Cont.: Nome breve della condizione o combinazione di carico a cui si riferisce la pressione minima.

uz: Spostamento massimo verticale del nodo. [m]

Valore: Pressione minima sul terreno del nodo. [daN/m<sup>2</sup>]

Pressione massima: Situazione in cui si verifica la pressione massima nel nodo.

Cont.: Nome breve della condizione o combinazione di carico a cui si riferisce la pressione massima.

uz: Spostamento minimo verticale del nodo. [m]

Valore: Pressione massima sul terreno del nodo. [daN/m<sup>2</sup>]

Compressione estrema massima -1870.4 al nodo di indice 6, di coordinate x = 711.69, y = 64.39, z = -0.3, nel contesto SLD 13.

Nodo Ind.	Cont.	Pressione minima		Pressione massima		
		uz	Valore	Cont.	uz	Valore
2	SLD 1	-0.0005942	-1782.5	SLD 13	-0.000262	-785.9
3	SLD 1	-0.0005663	-1699	SLD 13	-0.0003032	-909.5
4	SLD 1	-0.0004565	-1369.6	SLD 1	-0.0004565	-1369.6
5	SLD 13	-0.0005896	-1768.7	SLD 1	-0.0003264	-979.1
6	SLD 13	-0.0006235	-1870.4	SLD 1	-0.0002913	-873.8

**7.0 - RISCONTRO ALLE VERIFICHE CON CALCOLO SEMPLIFICATO  
A VANTAGGIO DI SICUREZZA.**

**IPOTESI 1**

- spinta vento 130 km/h (120 kg/m<sup>2</sup>)
- Si considera la condizione più gravosa dal punto di vista statico per cui il vento spiri in direzione parallela ai tubi e quindi investa ortogonalmente le apparecchiature.

TRONCO	tipo elemento	lunghezza (m)	superficie (mq)		spinta tot.(daN)	baricentro (m)	momento daN*m)
0	montanti	3,35	1,61	273,02	439,5622	1,68	738,4645
1	traversi	0,64	0,31	273,02	84,6362	1,68	142,18882
2	cabina		0,36	273,02	98,2872	1,29	126,79049
3	traversi	2,5	1	273,02	273,02	2,69	734,4238
4	interruttori	2,77	1,25	273,02	341,275	4,59	1566,4523
5	trsformatori	2	3	273,02	819,06	3,65	2989,569
					<b>1638,12</b>		<b>6297,8889</b>
					<b>2055,8406</b>		

**IPOTESI 2** spinta vento 65 km/h con formazione manicotto di ghiaccio □ si trascura in quanto meno gravosa.

**VERIFICA DELLA FONDAZIONE**

Definiamo quindi due condizioni di carico verticale:

$$W1 = 2.400 + 3.290 = 5.690 \text{ apertura poli}$$

$$W2 = -2.400 + 3.290 = 890 \text{ chiusura poli}$$

**Momento al piede longitudinale**

$$M_p = 6.298 + 150 * 6,02 + 600 * 3,35 = 9.211 \text{ daNm}$$

**Taglio al piede**

$$T_p = 2055 + 150 + 600 = 2.805 \text{ daN}$$

### Momento ribaltante

$$M_r = 9.211 + 2.805 \cdot 0,40 = 10.333 \text{ daNm}$$

Carico verticale a piano fondazione

Al fine del calcolo della stabilità considero la condizione più gravosa W2.

$$P_v = 890 + 8,44 \cdot 2.500 = 21.990 \text{ daN}$$

### Momento stabilizzante

$$M_s = 0,85 \cdot P_v \cdot B/2 = 0,85 \cdot 21.990 \cdot 2,50/2 = 23.365 \text{ daNm}$$

$$K = M_s/M_r = 23.365/10.333 > 1,5$$

Per quanto riguarda le pressioni trasmesse in fondazione risulta più gravosa la condizione di carico verticale W1.

### Eccentricità

$$\text{Carico per neve} = 2,50 \cdot 7,00 \cdot 120 = 2.100 \text{ daN}$$

$$W = 5.690 + 2.100 = 7.790 \text{ daN}$$

$$P_v = 7.790 + 8,44 \cdot 2.500 = 28.890 \text{ daN}$$

$$M = 10.333 \text{ daNm}$$

$$e = M_r/P_v = 10.333/28.890 = 0,35 \text{ m} < B/6 = 250/6 = 0,41$$

$$L = 700 \text{ cm} \quad B = 250 \text{ cm}$$

### Pressione massima sul terreno

$$\sigma_t \text{ max} = P_v/(B \cdot L) + (6 \cdot M/B \cdot L^2)$$

$$= 28.890 / (250 \cdot 700) + (6 \cdot 10.333 / (250 \cdot 700^2))$$

$R_s = 0,16 \text{ daN/cm}^2 < R_d = 1.19 \text{ daN/cm}^2$

## VERIFICA TIRAFONDI

Ogni piede della struttura è ancorata al blocco di fondazione attraverso 4 tirafondi  $\varnothing 20$

### Caratteristiche del singolo tirafondo:

Area lorda  $A_l = 3,14 \text{ cm}^2$

Area netta  $A_n = 2,45 \text{ cm}^2$

Lunghezza di ancoraggio  $L_b = 44,5 \text{ cm}$  lunghezza minima con uncino terminale.

### Caratteristiche materiali

Fe 510 – S355JR –  $f_d = 355 \text{ N/mm}^2$

Cls 250 – C20/25 – tensione tangenziale ultima =  $0.26 \cdot (25)^{2/3} = 2.22 \text{ N/mm}^2$  (barre ad aderenza migliorata)

### Carichi agenti (amplificati per verifica agli SLU):

momento al piede =  $1,5 \cdot 6.297 + 1,0 \cdot 150 \cdot 6,02 + 1,0 \cdot 600 \cdot 3,35 = 12.358/3 = 4.120 \text{ daNm}$

interasse tirafondi =  $0,64 \text{ m}$

trazione su ogni piede  $S_p = 4.120 / 0,64 = 6.437 \text{ daN}$

trazione su ogni tirafondo  $S = 6.437/2 = 3.218 \text{ daN}$

compressione max al piede  $N_p = (1,3 \cdot 3.290 + 1,0 \cdot 2.400)/3 = 2.226 \text{ daN}$

compressione su ogni tirafondo  $N = 2.226/4 = 557 \text{ daN}$

taglio max al piede  $T_p = (1,5 \cdot 2.055 + 1,0 \cdot 150 + 1,0 \cdot 600)/3 = 1.277 \text{ daN}$

taglio su ogni tirafondo  $T = 1.277/4 = 319 \text{ daN}$

### VERIFICA DI RESISTENZA

$$\sigma = N/A_n = 557/2,45 = 227 \text{ daN/cm}^2$$

$$\tau = T/A_n = 319/2,45 = 130 \text{ daN/cm}^2$$

$$\sigma_{ID} = 357 \text{ daN/cm}^2 < f_d = 3550 \text{ daN/cm}^2$$

### VERIFICA A SFILAMENTO

$$\tau = S / (\pi \cdot D \cdot L) = 3.218 / (3,14 \cdot 2 \cdot (44,5 + 20 \cdot 2)) = 6,00 \text{ daN/cm}^2 < f_{bd} = 22,2 \text{ daN/cm}^2$$

### VERIFICA PLINTO

Valori espressi in daN, kN e cm.

Metodo di calcolo: stati limite-norme italiane

Tipo C

Dimensioni del basamento: lungo X = 700 lungo Y = 250 spessore = 40

Copriferro per il plinto = 4 copriferro per il bicchiere = 4

Materiali: calcestruzzo Rck 350

Tensione di snervamento acciaio  $f_{yk} = 4000$

Coeff. di sicurezza parziali dei materiali: calcestruzzo 1.6 acciaio 2.5

Coeff. di sicurezza parziale per carichi permanenti: 1.5

Coeff. per limitazione tensioni in esercizio: calcestruzzo .45 acciaio .8

Coefficiente Beta2 Circ.M.LL.PP 252 B.6.6.3 .5

Resistenze di calcolo (stati limite ultimi):  $f_{cd} = 154.3$   $f_{yd} = 1600$

Tensioni limite in condizioni di esercizio :  $\sigma_c = 130.7$   $\sigma_s = 3200$   $f_{ctd} = 12.6$

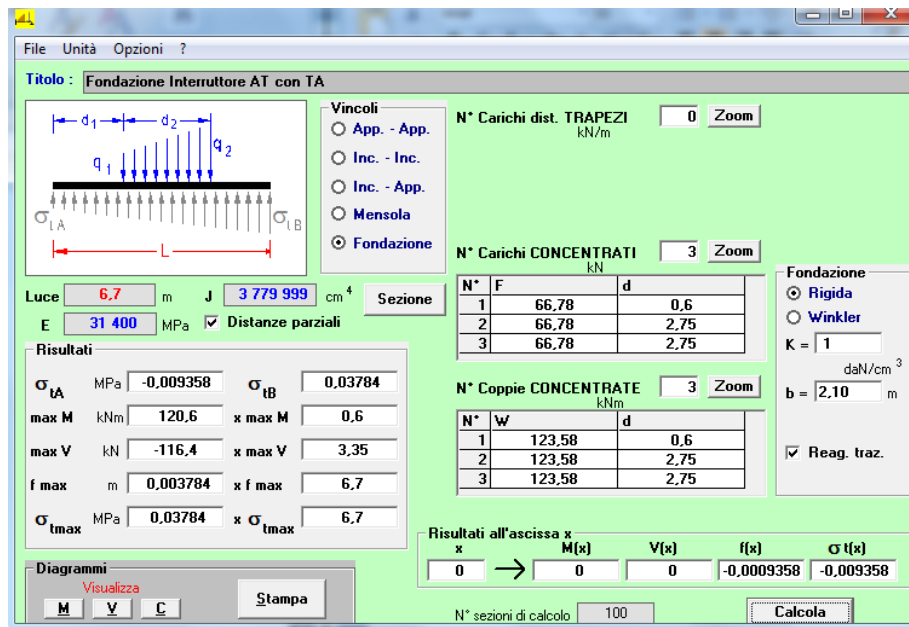
Tensione ammissibile del terreno:  $\sigma_t = .9$

Sollecitazioni trasmesse dal pilastro (30 x 30 cm) :

in condizioni ultime:

cond. n. 1  $N = -6678$   $M_x = 1235800$   $M_y = 0$   $T_x = 0$   $T_y = 3831$

Verifichiamo l'intera fondazione con i carichi applicati:



**Titolo:** Fondazione Interruttore AT con TA

**Vincoli:**  
 App. - App.  
 Inc. - Inc.  
 Inc. - App.  
 Mensola  
 Fondazione

**N° Carichi dist. TRAPEZI** 0 Zoom  
 kN/m

**N° Carichi CONCENTRATI** 3 Zoom  
 kN

N°	F	d
1	66,78	0,6
2	66,78	2,75
3	66,78	2,75

**N° Coppie CONCENTRATE** 3 Zoom  
 kNm

N°	W	d
1	123,58	0,6
2	123,58	2,75
3	123,58	2,75

**Fondazione:**  
 Rigida  
 Winkler  
 K = 1 daN/cm<sup>3</sup>  
 b = 2,10 m  
 Reag. traz.

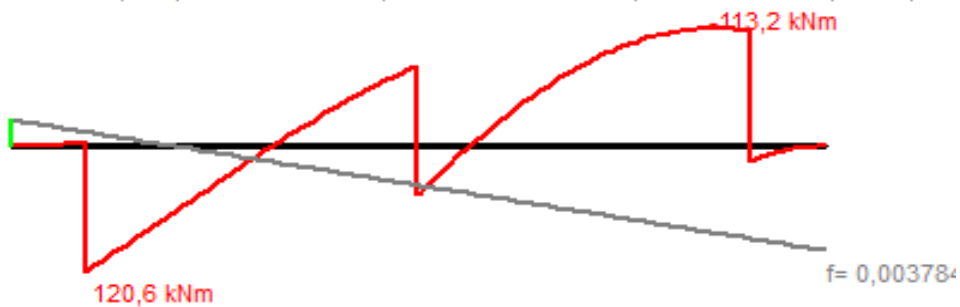
**Risultati:**  
 $\sigma_{tA}$  MPa: -0,009358     $\sigma_{tB}$  MPa: 0,03784  
 max M kNm: 120,6    x max M: 0,6  
 max V kN: -116,4    x max V: 3,35  
 f max m: 0,003784    x f max: 6,7  
 $\sigma_{tmax}$  MPa: 0,03784    x  $\sigma_{tmax}$ : 6,7

**Risultati all'ascissa x:**  
 x: 0 → M(x): 0    V(x): 0    f(x): -0,0009358     $\sigma_t(x)$ : -0,009358

N° sezioni di calcolo: 100    **Calcola**

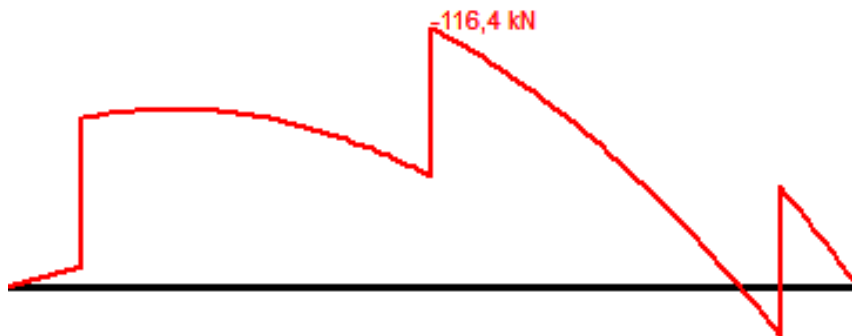
### MOMENTO FLETTENTE MASSIMO

File : - Fondazione Interruttore AT con TA  
 Luce = 6,7 m ; E = 31 400 MPa ; J = 3 779 999 cm<sup>4</sup> ; K = 1 daN/cm<sup>3</sup> ; b = 2,1 m

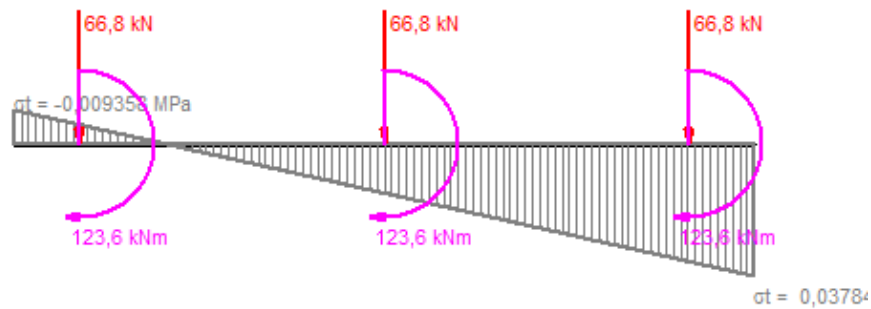




### TAGLIO MASSIMO



### CARICHI E SOLLECITAZIONI TERRENO



Verifiche in condizioni ultime

Verifiche per le sezioni parallele ad Y: flessione condizione n. 1

Armature e momenti di verifica:  $a_f = 15.83$   $a'_f = 15.83$

Verifiche per le sezioni parallele ad X: flessione condizione n. 1

Armature e momenti di verifica:  $a_f = 15.83$   $a'_f = 15.83$

Verifichiamo la sezione resistente in condizioni SLU i cui risultati sono riportati di seguito:

Verifica C.A. S.L.U. - File

File Materiali Opzioni Visualizza Progetto Sez. Rett. Sismica Normativa: NTC 2008 ?

Titolo : Verifica sezione

N° strati barre 2 Zoom

N°	b [cm]	h [cm]	N°	As [cm²]	d [cm]
1	210	60	1	15,83	4
			2	15,83	56

Sollecitazioni S.L.U. Metodo n

N <sub>Ed</sub>	66,78	0	kN
M <sub>xEd</sub>	120,60	0	kNm
M <sub>yEd</sub>	0	0	

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

Tipo rottura  
 Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

Materiali

B450C	C25/30
$\epsilon_{su}$ 67,5 %	$\epsilon_{c2}$ 2 %
$f_{yd}$ 391,3 N/mm <sup>2</sup>	$\epsilon_{cu}$ 3,5 %
$E_s$ 200 000 N/mm <sup>2</sup>	$f_{cd}$ 14,17
$E_s/E_c$ 15	$f_{cc}/f_{cd}$ 0,8
$\epsilon_{syd}$ 1,957 %	$\sigma_{c,adm}$ 9,75
$\sigma_{s,adm}$ 255 N/mm <sup>2</sup>	$\tau_{co}$ 0,6
	$\tau_{c1}$ 1,829

M<sub>xRd</sub> 360,9 kN m

$\sigma_c$  -14,17 N/mm<sup>2</sup>  
 $\sigma_s$  391,3 N/mm<sup>2</sup>  
 $\epsilon_c$  3,5 %  
 $\epsilon_s$  52,57 %  
 d 56 cm  
 x 3,495 x/d 0,06242  
 $\delta$  0,7

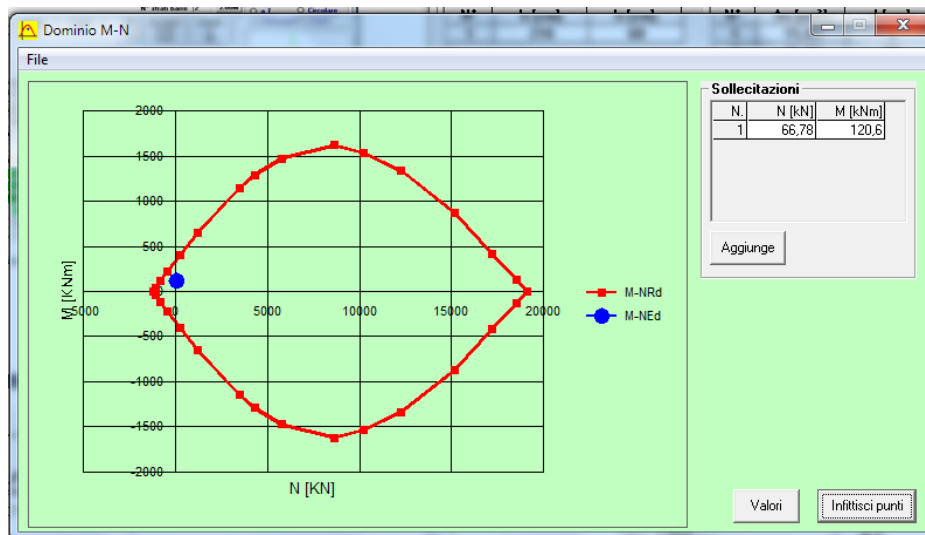
Tipo Sezione  
 Rettan.re  Trapezi  
 a T  Circolare  
 Rettangoli  Coord.

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

Tipo flessione  
 Retta  Deviata

N° rett. 100  
 Calcola MRd Dominio M-N  
 L<sub>0</sub> 0 cm Col. modello  
 Precompresso

### Dominio M-N



La sezione risulta verificata nelle condizione più sfavorevole ed a vantaggio di sicurezza.

Le verifiche sono soddisfatte e confortano quelle eseguite con calcolo automatico.

## 8.- CONCLUSIONI

In virtù di tutto quanto sopra descritto, con particolare riferimento:

- alle caratteristiche geometriche della struttura in oggetto;
- alla tipologia del vincolo esterno;
- alla sezione dei vari elementi strutturali;
- alle caratteristiche meccaniche dei materiali utilizzati;
- alle caratteristiche del terreno di fondazione;
- al modello di calcolo;
- ai carichi agenti (permanenti, variabili, e sismici);
- alle verifiche geotecniche;

si conclude che la struttura oggetto della presente relazione è conforme ai criteri di progettazione e di resistenza indicati della normativa vigente, prendendo in considerazione anche le indicazioni e le prescrizioni concernenti la realizzazione di strutture in zona sismica.