

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 FIUMEFREDDO – FONDAZIONE PER SEZIONATORE AT (VERTICALE) -  
RELAZIONE DI CALCOLO

SCALA:

-

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

RS2S 01 D 78 CL SE0100 003 A

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato	Data
A	Emissione Esecutiva	F.Massari	01/2018	L.Banelli	01/2018	E. Carlesimo	01/2018		

ITALFERR S.p.A.  
Gruppo Ferrovie dello Stato  
Direzione Generale  
UO Infrastrutture Sud  
Dott. Ing. Paolo Tiberi  
Ordine degli Ingegneri Prov. di Napoli n. 10876

## 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.....	14
4.1.4.-.. Coefficiente dinamico .....	15
<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 .....	16
4.1.8.-.. Periodo di riferimento per l'azione sismica.....	16
4.1.9.-.. Azioni di progetto.....	17
4.1.10.-.. Amplificazione stratigrafica .....	17
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.....	18
4.1.14.1. Tipologia strutturale .....	18
4.1.14.2. Fattore di struttura .....	18
4.1.15.-.. Spettri di risposta.....	19
<b>5.-.. COMBINAZIONI DEI CARICHI SECONDO IL D.M. 14/01/2008 .....</b>	<b>20</b>
<b>5.1.-.. APPROCCIO AGLI STATI LIMITE.....</b>	<b>21</b>
5.1.1.-.. Condizioni di carico.....	22

5.1.2.-.. Combinazioni di carico di progetto .....	23
<b>6.-VERIFICHE.....</b>	<b>24</b>
RISULTATI NUMERICI.....	24
Verifica Al Ribaltamento .....	24
Risultati numerici .....	25
Spostamenti nodali .....	27
Spostamenti nodali in combinazioni di carico.....	27
Reazioni nodali .....	39
Reazioni nodali in combinazioni di carico.....	39
Pressioni massime sul terreno .....	46
Cedimenti fondazioni .....	47
Sollecitazioni aste.....	47
Convenzioni di segno aste.....	47
Sistema locale aste verticali.....	48
Sistema locale aste non verticali.....	49
Sistema locale aste derivanti da travi in c.a. ....	50
Sollecitazioni estreme aste .....	50
<i>Sollecitazioni con sforzo normale (N) minimo .....</i>	<i>51</i>
<i>Sollecitazioni con sforzo normale (N) massimo.....</i>	<i>51</i>
<i>Sollecitazioni con momento M2 minimo .....</i>	<i>51</i>
<i>Sollecitazioni con momento M2 massimo .....</i>	<i>51</i>
<i>Sollecitazioni con momento M3 minimo .....</i>	<i>51</i>
<i>Sollecitazioni con momento M3 massimo .....</i>	<i>52</i>
Sollecitazioni gusci .....	52
Convenzioni di segno gusci .....	52
Convenzione di segno per gusci non verticali .....	52
Convenzione di segno per gusci verticali.....	53
Tagli ai livelli .....	55
Equilibrio forze.....	<b>Errore. Il segnalibro non è definito.</b>
Verifiche .....	57
Verifiche travate C.A.....	57

Verifiche aste in acciaio .....	61
<i>Asta 1: Colonna in acciaio tronco Fondazione - Piano 1 [cm].....</i>	<i>65</i>
<i>Piede asta 1: Estremo dissipativo per rotazione attorno agli assi x e y .....</i>	<i>66</i>
<i>Asta 2: Colonna in acciaio tronco Fondazione - Piano 1 [cm].....</i>	<i>66</i>
<i>Piede asta 2: Estremo dissipativo per rotazione attorno agli assi x e y .....</i>	<i>67</i>
<i>Asta 3: Colonna in acciaio tronco Fondazione - Piano 1 [cm].....</i>	<i>67</i>
<i>Piede asta 3: Estremo dissipativo per rotazione attorno agli assi x e y .....</i>	<i>68</i>
Modello di fondazione .....	68
<i>Verifica di scorrimento .....</i>	<i>68</i>
<i>Verifica di capacità portante.....</i>	<i>69</i>
<i>Metodo di Vesic.....</i>	<i>69</i>
<i>Influenza degli strati sulla capacità portante.....</i>	<i>71</i>
<i>Influenza del sisma sulla capacità portante.....</i>	<i>71</i>
Verifiche delle fondazioni .....	72
Verifiche travate C.A.....	72
Pressioni terreno in SLU .....	77
Pressioni terreno in SLVf/SLUEcc .....	78
Pressioni terreno in SLE/SLD .....	79
<b>7.0 - RISCONTRO ALLE VERIFICHE CON CALCOLO SEMPLIFICATO A VANTAGGIO DI SICUREZZA.</b>	<b>80</b>
<b>8.- CONCLUSIONI .....</b>	<b>85</b>

## PREMESSA E SCOPO DEL DOCUMENTO

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

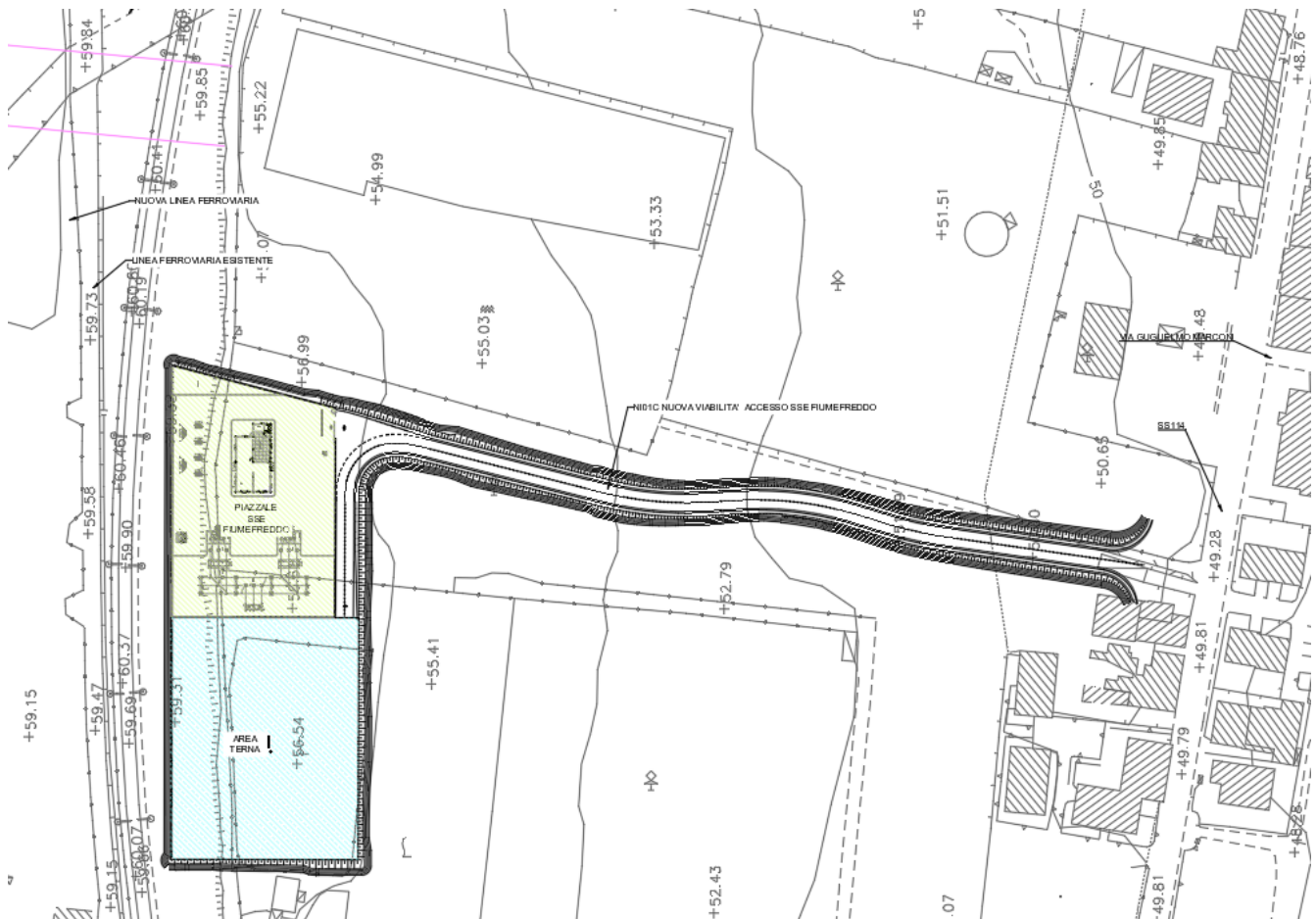


Figura 1- Stralcio planimetria SSE Fiumefreddo (CT)

In particolare, viene di seguito trattata la verifica della **struttura di fondazione** per sezionatore AT verticale 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	$f_{yk} = 3550 \text{ [daN /cm}^2\text{]}$
Tensione di rottura	$f_{tk} = 5100 \text{ [daN /cm}^2\text{]}$
Modulo di elasticità	$E = 210000 \text{ N/mm}^2$
Coefficiente di Poisson	$\nu = 0.3$
Coeff. espansione termica lineare	$\alpha = 12 \times 10^{-6} \text{ per } ^\circ\text{C}^{-1}$
Densità	$\rho = 7850 \text{ kg/m}^3$
Coefficiente sicurezza	$\gamma_{M0} = 1,05 \text{ (Resistenza Sezioni)}$
Coefficiente sicurezza	$\gamma_{M0} = 1,05 \text{ (Resistenza all'instabilità)}$
Coefficiente sicurezza	$\gamma_{M2} = 1,25 \text{ (Resistenza sezioni forate)}$

### 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:	$\leq 0.55$
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:	$f_{ctfm} = 1.2 f_{ctm} = 3.08 \text{ N/mm}^2$
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:

- **RS2S01D78RBFA0100001**: SSE FIUMEFREDDO - 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 0,00 a quota - 4,00 m ) – Depositi alluvionali - bb

(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 rinvencono 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

STRATO 2 (da quota -4,00 a quota -15,00 m )

(UTFa) Lave basaltiche di colore grigio, rossastro, marrone e nerastro, localmente scoriacee e a struttura da compatta a vacuolare, con morfologia aa o pahoehoe; i litotipi presentano diffusi fenocristalli di plagioclasio, pirosseno e olivina, in quantità e rapporti variabili, e risultano in genere piuttosto fratturati, con locali vuoti e cavità di dimensioni da decimetriche a millimetriche. (UPPb) Talora si rinvencono orizzonti di vulcanoclastiti massive o debolmente stratificate, da sciolte a mediamente cementate, costituite da bombe e lapilli in matrice cineritica di colore marrone, rossastro, grigio scuro e giallastro, da scarsa ad abbondante; localmente si rinvencono orizzonti decimetrici di depositi epiclastici e paleosuoli di colore bruno e giallastro. Prodotti vulcanici ed epiclastici del Vulcano Ellittico. Pleistocene superiore.

**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 riporto e/o limi alluvionali bb (da 0,00 a -4,00 m):

- Peso per unità di volume ( $\gamma$ ): 19 kN/mc;
- Angolo di attrito interno ( $\varphi$ ): 20°;
- Coesione (c): 0 kPa;
- E': 15 MPa

Complesso UTFa (da -4,00 in poi):

- Peso per unità di volume ( $\gamma$ ): 20-22 kN/mc;
- Angolo di attrito interno ( $\varphi$ ): 35°-38°;
- 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: 37,7925
	Longitudine: 15.2100
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  $T_c^*$ .

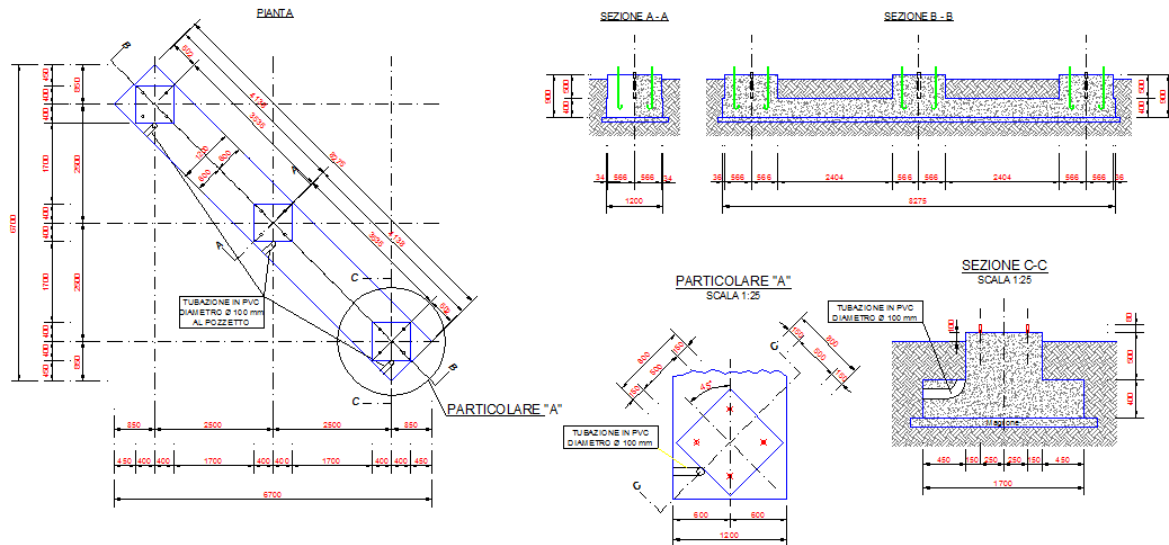
STATO LIMITE	$T_R$ [anni]	$a_g$ [g]	$F_0$ [-]	$T_c^*$ [s]
SLO	68	0,114	2,521	0,267
SLD	113	0,137	2,527	0,280
SLV	1068	0,271	2,635	0,342
SLC	2193	0,331	2,666	0,369

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	1,115	1,363	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 var. 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 =  $8,27 \times 1,20 \times 0,30 + 3 \times (0,50 \times 1,14) = 4,70$  mc
- quota max apparecchiatura = 5,25 m
- peso struttura di sostegno = 600 daN
- peso apparecchiatura = 950 daN

- peso tubi alluminio  $\varnothing 40/30 = 5,94 \cdot 3 \cdot 10/2 = 90$  daN

- forza di corto circuito = 150 daN a quota 5,25 m

- carico per neve =  $4,80 \cdot 1,40 \cdot 120 = 806$  daN

#### 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 N/m<sup>2</sup>) 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 kg/m<sup>3</sup>

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:  $a_s \approx 150$  m  $v_b = 28$  m/s

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

#### **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):  $d > 2$  km

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

Classe di esposizione: Tipo II

da cui

$k_r = 0,19$        $z_0 = 0,05$  m       $z_{\min} = 4,0$ m       $z = 6,0$  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  $q = q_{bce}$  (N/m<sup>2</sup>), 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:

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

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:

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

#### **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 Palermi, alla Via Tommaso Natale:

Longitudine = **15,2100**

Latitudine = **37,7925**

### 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.

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



 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	LINEA GIAMPILIERI - FIUMEFREDDO <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA GIAMPILIERI - FIUMEFREDDO</b> LOTTO 1					
	FONDAZIONE PER SEZIONATORE AT (VERTICALE) - RELAZIONE DI CALCOLO	COMMESSA RS2S	LOTTO 01	CODIFICA D78CLSE	DOCUMENTO 01 00 00 3	REV. A

#### 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

- **RS2S01D78RBFA0100001**: SSE FIUMEFREDDO - 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  $cu,30 > 250$  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:

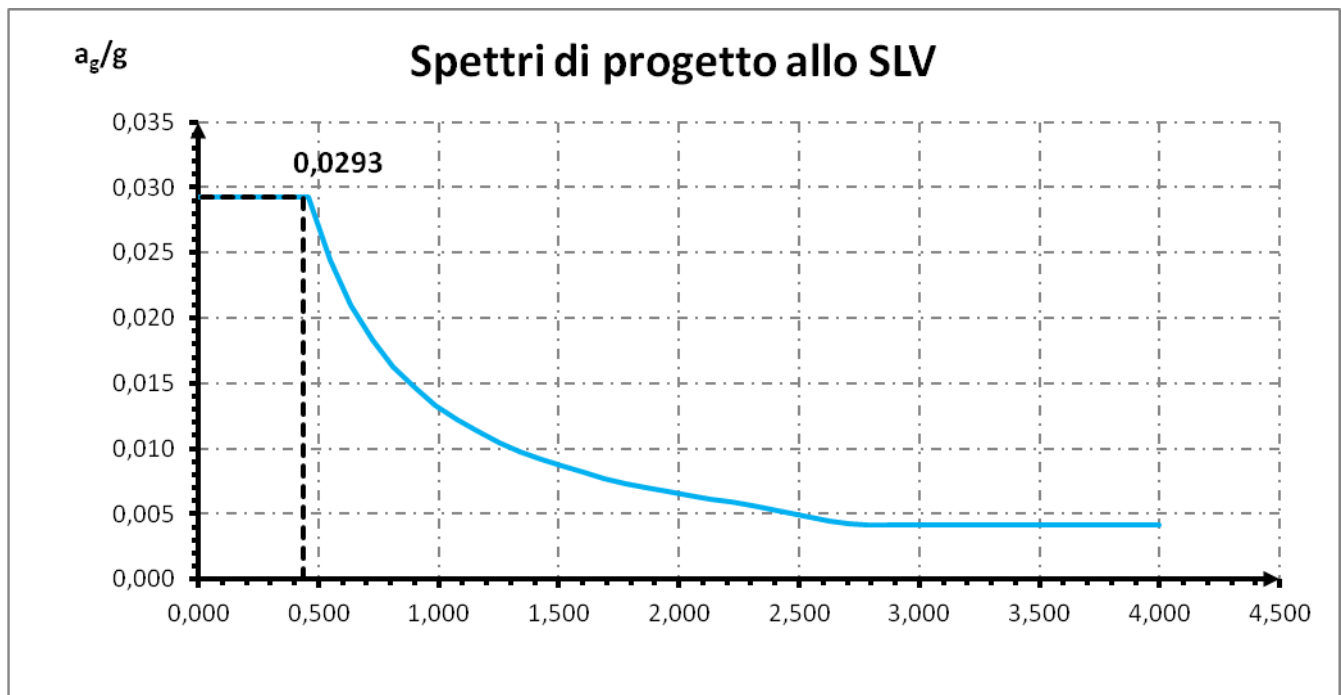
$$q = q_0 \times K_R \qquad [7.3.1 \text{ NTC 08}]$$

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 ( $T_1 = C_1 \times H^{(3/4)} = 0,437s$ ) come suggerito dalle NTC08 risulta essere compreso tra  $T_B$  e  $T_C$ , pertanto l'accelerazione spettrale di riferimento viene assunta pari a  $a_g/g = 0,0271$ , 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
Coesione 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.-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:

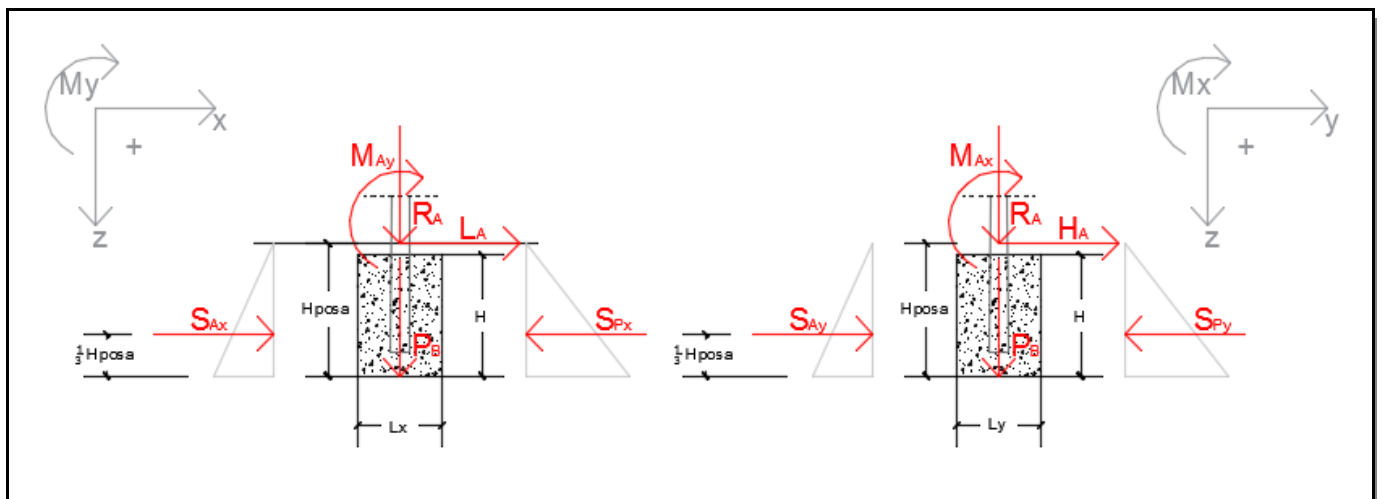
$$S_{ax} = K_a * \gamma * (H_{POSA}^2 / 2 * L_y)$$

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

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 sola direzione più sfavorevole 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.



	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)
cdc	3 308,00	780,00	0,7	175,00	1248	0	2 861,60	2,01

### 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 rigidità 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. [cm]

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

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

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. [cm]

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

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

rotazione: Spostamento rotazionale del nodo.

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

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

rz: Componente Z della rotazione del nodo. [deg]

























Ind.	Nodo			Cont. n.br.	spostamento			rotazione		
	x	y	z		ux	uy	uz	rx	ry	rz
9	71263.8	6438.8	499.5	SLV 6	-0.14056	0.33088	-0.01668	-0.0457	-0.0261	0
9	71263.8	6438.8	499.5	SLV 7	-0.14056	3.16548	-0.01668	-0.4756	-0.0261	0.0002
9	71263.8	6438.8	499.5	SLV 8	-0.14056	3.16548	-0.01668	-0.4756	-0.0261	0.0002
9	71263.8	6438.8	499.5	SLV 9	0.50814	0.33088	-0.01994	-0.0457	0.0804	0
9	71263.8	6438.8	499.5	SLV 10	0.50814	0.33088	-0.01994	-0.0457	0.0804	0
9	71263.8	6438.8	499.5	SLV 11	0.50814	3.16548	-0.01994	-0.4756	0.0804	0.0002
9	71263.8	6438.8	499.5	SLV 12	0.50814	3.16548	-0.01994	-0.4756	0.0804	0.0002
9	71263.8	6438.8	499.5	SLV 13	1.26495	1.32299	-0.02373	-0.1961	0.2047	0.0001
9	71263.8	6438.8	499.5	SLV 14	1.26495	1.32299	-0.02373	-0.1961	0.2047	0.0001
9	71263.8	6438.8	499.5	SLV 15	1.26495	2.17337	-0.02373	-0.3251	0.2047	0.0002
9	71263.8	6438.8	499.5	SLV 16	1.26495	2.17337	-0.02373	-0.3251	0.2047	0.0002
9	71263.8	6438.8	499.5	SLV FO 1	-1.00549	1.28047	-0.01235	-0.1897	-0.1681	0.0001
9	71263.8	6438.8	499.5	SLV FO 2	-1.00549	1.28047	-0.01235	-0.1897	-0.1681	0.0001
9	71263.8	6438.8	499.5	SLV FO 3	-1.00549	2.21589	-0.01235	-0.3315	-0.1681	0.0002
9	71263.8	6438.8	499.5	SLV FO 4	-1.00549	2.21589	-0.01235	-0.3315	-0.1681	0.0002
9	71263.8	6438.8	499.5	SLV FO 5	-0.17299	0.18915	-0.01652	-0.0242	-0.0314	0
9	71263.8	6438.8	499.5	SLV FO 6	-0.17299	0.18915	-0.01652	-0.0242	-0.0314	0
9	71263.8	6438.8	499.5	SLV FO 7	-0.17299	3.30721	-0.01652	-0.497	-0.0314	0.0002
9	71263.8	6438.8	499.5	SLV FO 8	-0.17299	3.30721	-0.01652	-0.497	-0.0314	0.0002
9	71263.8	6438.8	499.5	SLV FO 9	0.54057	0.18915	-0.0201	-0.0242	0.0858	0
9	71263.8	6438.8	499.5	SLV FO 10	0.54057	0.18915	-0.0201	-0.0242	0.0858	0
9	71263.8	6438.8	499.5	SLV FO 11	0.54057	3.30721	-0.0201	-0.497	0.0858	0.0002
9	71263.8	6438.8	499.5	SLV FO 12	0.54057	3.30721	-0.0201	-0.497	0.0858	0.0002
9	71263.8	6438.8	499.5	SLV FO 13	1.37307	1.28047	-0.02427	-0.1897	0.2225	0.0001
9	71263.8	6438.8	499.5	SLV FO 14	1.37307	1.28047	-0.02427	-0.1897	0.2225	0.0001
9	71263.8	6438.8	499.5	SLV FO 15	1.37307	2.21589	-0.02427	-0.3315	0.2225	0.0002
9	71263.8	6438.8	499.5	SLV FO 16	1.37307	2.21589	-0.02427	-0.3315	0.2225	0.0002

## 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\*cm]

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

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

Nodo Ind.	Cont. n.br.	Reazione a traslazione			Reazione a rotazione		
		x	y	z	x	y	z
2	SLU 1	0	0	278	0	-2542	0
2	SLU 2	-31	0	278	7940	-2542	-281
2	SLU 3	-20	-31	210	7940	-1950	-281
2	SLU 4	-28	0	181	0	-1697	0
2	SLU 5	-28	-21	181	5558	-1697	-196
2	SLU 6	0	-56	278	20801	-2542	-508
2	SLU 7	-20	-56	210	20801	-1950	-508
2	SLU 8	-28	-25	181	12861	-1697	-227
2	SLU 9	-28	-46	181	18419	-1697	-424
2	SLU 10	0	-25	278	12861	-2542	-227
2	SLU 11	0	-46	278	18419	-2542	-424
2	SLU 12	-20	-25	210	12861	-1950	-227
2	SLU 13	-20	-46	210	18419	-1950	-424
2	SLU 14	0	0	134	0	-1248	0
2	SLU 15	0	-31	134	7940	-1248	-281
2	SLU 16	-20	-31	66	7940	-656	-281
2	SLU 17	-28	0	37	0	-403	0
2	SLU 18	-28	-21	37	5558	-403	-196
2	SLU 19	0	-56	134	20801	-1248	-508
2	SLU 20	-20	-56	66	20801	-656	-508
2	SLU 21	-28	-25	37	12861	-403	-227
2	SLU 22	-28	-46	37	18419	-403	-424
2	SLU 23	0	-25	134	12861	-1248	-227
2	SLU 24	0	-46	134	18419	-1248	-424
2	SLU 25	-20	-25	66	12861	-656	-227
2	SLU 26	-20	-46	66	18419	-656	-424
2	SLU 27	0	0	361	0	-3305	0
2	SLU 28	0	-31	361	7940	-3305	-281
2	SLU 29	-20	-31	293	7940	-2713	-281
2	SLU 30	-28	0	264	0	-2459	0
2	SLU 31	-28	-21	264	5558	-2459	-196
2	SLU 32	0	-56	361	20801	-3305	-508
2	SLU 33	-20	-56	293	20801	-2713	-508
2	SLU 34	-28	-25	264	12861	-2459	-227
2	SLU 35	-28	-46	264	18419	-2459	-424

Nodo Ind.	Cont. n.br.	Reazione a traslazione			Reazione a rotazione		
		x	y	z	x	y	z
2	SLU 36	0	-25	361	12861	-3305	-227
2	SLU 37	0	-46	361	18419	-3305	-424
2	SLU 38	-20	-25	293	12861	-2713	-227
2	SLU 39	-20	-46	293	18419	-2713	-424
2	SLU 40	0	0	217	0	-2011	0
2	SLU 41	0	-31	217	7940	-2011	-281
2	SLU 42	-20	-31	149	7940	-1419	-281
2	SLU 43	-28	0	120	0	-1165	0
2	SLU 44	-28	-21	120	5558	-1165	-196
2	SLU 45	0	-56	217	20801	-2011	-508
2	SLU 46	-20	-56	149	20801	-1419	-508
2	SLU 47	-28	-25	120	12861	-1165	-227
2	SLU 48	-28	-46	120	18419	-1165	-424
2	SLU 49	0	-25	217	12861	-2011	-227
2	SLU 50	0	-46	217	18419	-2011	-424
2	SLU 51	-20	-25	149	12861	-1419	-227
2	SLU 52	-20	-46	149	18419	-1419	-424
2	SLE RA 1	0	0	182	0	-1679	0
2	SLE RA 2	0	-20	182	5293	-1679	-187
2	SLE RA 3	-13	-20	136	5293	-1285	-187
2	SLE RA 4	-19	0	117	0	-1116	0
2	SLE RA 5	-19	-14	117	3705	-1116	-131
2	SLE RA 6	0	-37	182	13867	-1679	-339
2	SLE RA 7	-13	-37	136	13867	-1285	-339
2	SLE RA 8	-19	-17	117	8574	-1116	-152
2	SLE RA 9	-19	-31	117	12279	-1116	-283
2	SLE RA 10	0	-17	182	8574	-1679	-152
2	SLE RA 11	0	-31	182	12279	-1679	-283
2	SLE RA 12	-13	-17	136	8574	-1285	-152
2	SLE RA 13	-13	-31	136	12279	-1285	-283
2	SLE FR 1	0	0	182	0	-1679	0
2	SLE FR 2	0	-10	182	2647	-1679	-94
2	SLE FR 3	-6	-10	162	2647	-1510	-94
2	SLE FR 4	-9	0	149	0	-1397	0
2	SLE FR 5	-9	-6	149	1588	-1397	-56
2	SLE FR 6	0	-23	182	9506	-1679	-215
2	SLE FR 7	-6	-23	162	9506	-1510	-215
2	SLE FR 8	-9	-13	149	6859	-1397	-121
2	SLE FR 9	-9	-19	149	8447	-1397	-177
2	SLE FR 10	0	-15	182	7716	-1679	-136
2	SLE FR 11	0	-21	182	9304	-1679	-193
2	SLE FR 12	-6	-15	162	7716	-1510	-136
2	SLE FR 13	-6	-21	162	9304	-1510	-193
2	SLE QP 1	0	0	182	0	-1679	0
2	SLE QP 2	0	-6	182	1588	-1679	-56
2	SLE QP 3	-6	0	162	0	-1510	0
2	SLE QP 4	-6	-6	162	1588	-1510	-56
2	SLE QP 5	0	-13	182	6859	-1679	-121
2	SLE QP 6	0	-19	182	8447	-1679	-177
2	SLE QP 7	-6	-13	162	6859	-1510	-121
2	SLE QP 8	-6	-19	162	8447	-1510	-177
2	SLD 1	13	-13	288	5355	-2608	-123
2	SLD 2	13	-13	288	5355	-2608	-123
2	SLD 3	13	-25	288	11539	-2608	-232
2	SLD 4	13	-25	288	11539	-2608	-232
2	SLD 5	0	1	200	-1860	-1839	5
2	SLD 6	0	1	200	-1860	-1839	5
2	SLD 7	0	-39	200	18754	-1839	-360
2	SLD 8	0	-39	200	18754	-1839	-360
2	SLD 9	-11	1	125	-1860	-1181	5
2	SLD 10	-11	1	125	-1860	-1181	5
2	SLD 11	-11	-39	125	18754	-1181	-360
2	SLD 12	-11	-39	125	18754	-1181	-360
2	SLD 13	-24	-13	37	5355	-413	-123
2	SLD 14	-24	-13	37	5355	-413	-123
2	SLD 15	-24	-25	37	11539	-413	-232
2	SLD 16	-24	-25	37	11539	-413	-232
2	SLV 1	6	-16	243	6463	-2214	-142
2	SLV 2	6	-16	243	6463	-2214	-142
2	SLV 3	6	-23	243	10431	-2214	-212
2	SLV 4	6	-23	243	10431	-2214	-212
2	SLV 5	-2	-7	186	1832	-1721	-60
2	SLV 6	-2	-7	186	1832	-1721	-60
2	SLV 7	-2	-32	186	15062	-1721	-294
2	SLV 8	-2	-32	186	15062	-1721	-294
2	SLV 9	-9	-7	138	1832	-1299	-60
2	SLV 10	-9	-7	138	1832	-1299	-60
2	SLV 11	-9	-32	138	15062	-1299	-294
2	SLV 12	-9	-32	138	15062	-1299	-294
2	SLV 13	-17	-16	82	6463	-806	-142
2	SLV 14	-17	-16	82	6463	-806	-142
2	SLV 15	-17	-23	82	10431	-806	-212
2	SLV 16	-17	-23	82	10431	-806	-212
2	SLV FO 1	7	-15	251	6264	-2285	-139
2	SLV FO 2	7	-15	251	6264	-2285	-139
2	SLV FO 3	7	-24	251	10630	-2285	-216
2	SLV FO 4	7	-24	251	10630	-2285	-216
2	SLV FO 5	-2	-5	189	1171	-1743	-49
2	SLV FO 6	-2	-5	189	1171	-1743	-49
2	SLV FO 7	-2	-33	189	15723	-1743	-306
2	SLV FO 8	-2	-33	189	15723	-1743	-306
2	SLV FO 9	-9	-5	136	1171	-1278	-49
2	SLV FO 10	-9	-5	136	1171	-1278	-49
2	SLV FO 11	-9	-33	136	15723	-1278	-306
2	SLV FO 12	-9	-33	136	15723	-1278	-306



Nodo Ind.	Cont. n.br.	Reazione a traslazione			Reazione a rotazione		
		x	y	z	x	y	z
2	SLV FO 13	-18	-15	73	6264	-736	-139
2	SLV FO 14	-18	-15	73	6264	-736	-139
2	SLV FO 15	-18	-24	73	10630	-736	-216
2	SLV FO 16	-18	-24	73	10630	-736	-216
3	SLU 1	0	0	2002	0	-98912	0
3	SLU 2	0	-213	2002	61397	-98912	-10354
3	SLU 3	-146	-213	1864	61397	-96873	-10354
3	SLU 4	-209	0	1805	0	-96000	0
3	SLU 5	-209	-149	1805	42978	-96000	-7248
3	SLU 6	0	-386	2002	160842	-98912	-18739
3	SLU 7	-146	-386	1864	160842	-96873	-18739
3	SLU 8	-209	-173	1805	99445	-96000	-8385
3	SLU 9	-209	-322	1805	142423	-96000	-15633
3	SLU 10	0	-173	2002	99445	-98912	-8385
3	SLU 11	0	-322	2002	142423	-98912	-15633
3	SLU 12	-146	-173	1864	99445	-96873	-8385
3	SLU 13	-146	-322	1864	142423	-96873	-15633
3	SLU 14	0	0	1327	0	-72095	0
3	SLU 15	0	-213	1327	61397	-72095	-10354
3	SLU 16	-146	-213	1189	61397	-70057	-10354
3	SLU 17	-209	0	1130	0	-69183	0
3	SLU 18	-209	-149	1130	42978	-69183	-7248
3	SLU 19	0	-386	1327	160842	-72095	-18739
3	SLU 20	-146	-386	1189	160842	-70057	-18739
3	SLU 21	-209	-173	1130	99445	-69183	-8385
3	SLU 22	-209	-322	1130	142423	-69183	-15633
3	SLU 23	0	-173	1327	99445	-72095	-8385
3	SLU 24	0	-322	1327	142423	-72095	-15633
3	SLU 25	-146	-173	1189	99445	-70057	-8385
3	SLU 26	-146	-322	1189	142423	-70057	-15633
3	SLU 27	0	0	2603	0	-128585	0
3	SLU 28	0	-213	2603	61397	-128585	-10354
3	SLU 29	-146	-213	2465	61397	-126547	-10354
3	SLU 30	-209	0	2406	0	-125673	0
3	SLU 31	-209	-149	2406	42978	-125673	-7248
3	SLU 32	0	-386	2603	160842	-128585	-18739
3	SLU 33	-146	-386	2465	160842	-126547	-18739
3	SLU 34	-209	-173	2406	99445	-125673	-8385
3	SLU 35	-209	-322	2406	142423	-125673	-15633
3	SLU 36	0	-173	2603	99445	-128585	-8385
3	SLU 37	0	-322	2603	142423	-128585	-15633
3	SLU 38	-146	-173	2465	99445	-126547	-8385
3	SLU 39	-146	-322	2465	142423	-126547	-15633
3	SLU 40	0	0	1927	0	-101769	0
3	SLU 41	0	-213	1927	61397	-101769	-10354
3	SLU 42	-146	-213	1789	61397	-99730	-10354
3	SLU 43	-209	0	1730	0	-98857	0
3	SLU 44	-209	-149	1730	42978	-98857	-7248
3	SLU 45	0	-386	1927	160842	-101769	-18739
3	SLU 46	-146	-386	1789	160842	-99730	-18739
3	SLU 47	-209	-173	1730	99445	-98857	-8385
3	SLU 48	-209	-322	1730	142423	-98857	-15633
3	SLU 49	0	-173	1927	99445	-101769	-8385
3	SLU 50	0	-322	1927	142423	-101769	-15633
3	SLU 51	-146	-173	1789	99445	-99730	-8385
3	SLU 52	-146	-322	1789	142423	-99730	-15633
3	SLE RA 1	0	0	1552	0	-81034	0
3	SLE RA 2	0	-142	1552	40931	-81034	-6903
3	SLE RA 3	-97	-142	1460	40931	-79675	-6903
3	SLE RA 4	-139	0	1421	0	-79093	0
3	SLE RA 5	-139	-99	1421	28652	-79093	-4832
3	SLE RA 6	0	-257	1552	107228	-81034	-12493
3	SLE RA 7	-97	-257	1460	107228	-79675	-12493
3	SLE RA 8	-139	-115	1421	66296	-79093	-5590
3	SLE RA 9	-139	-215	1421	94948	-79093	-10422
3	SLE RA 10	0	-115	1552	66296	-81034	-5590
3	SLE RA 11	0	-215	1552	94948	-81034	-10422
3	SLE RA 12	-97	-115	1460	66296	-79675	-5590
3	SLE RA 13	-97	-215	1460	94948	-79675	-10422
3	SLE FR 1	0	0	1552	0	-81034	0
3	SLE FR 2	0	-71	1552	20466	-81034	-3451
3	SLE FR 3	-42	-71	1512	20466	-80452	-3451
3	SLE FR 4	-70	0	1486	0	-80063	0
3	SLE FR 5	-70	-43	1486	12279	-80063	-2071
3	SLE FR 6	0	-163	1552	73503	-81034	-7923
3	SLE FR 7	-42	-163	1512	73503	-80452	-7923
3	SLE FR 8	-70	-92	1486	53037	-80063	-4472
3	SLE FR 9	-70	-135	1486	65317	-80063	-6543
3	SLE FR 10	0	-104	1552	59667	-81034	-5031
3	SLE FR 11	0	-146	1552	71946	-81034	-7102
3	SLE FR 12	-42	-104	1512	59667	-80452	-5031
3	SLE FR 13	-42	-146	1512	71946	-80452	-7102
3	SLE QP 1	0	0	1552	0	-81034	0
3	SLE QP 2	0	-43	1552	12279	-81034	-2071
3	SLE QP 3	-42	0	1512	0	-80452	0
3	SLE QP 4	-42	-43	1512	12279	-80452	-2071
3	SLE QP 5	0	-92	1552	53037	-81034	-4472
3	SLE QP 6	0	-135	1552	65317	-81034	-6543
3	SLE QP 7	-42	-92	1512	53037	-80452	-4472
3	SLE QP 8	-42	-135	1512	65317	-80452	-6543
3	SLD 1	94	-93	1768	41407	-84231	-4527
3	SLD 2	94	-93	1768	41407	-84231	-4527
3	SLD 3	94	-176	1768	89227	-84231	-8559
3	SLD 4	94	-176	1768	89227	-84231	-8559
3	SLD 5	-1	4	1589	-14383	-81586	177

Nodo Ind.	Cont. n.br.	Reazione a traslazione			Reazione a rotazione		
		x	y	z	x	y	z
3	SLD 6	-1	4	1589	-14383	-81586	177
3	SLD 7	-1	-273	1589	145016	-81586	-13263
3	SLD 8	-1	-273	1589	145016	-81586	-13263
3	SLD 9	-82	4	1436	-14383	-79318	177
3	SLD 10	-82	4	1436	-14383	-79318	177
3	SLD 11	-82	-273	1436	145016	-79318	-13263
3	SLD 12	-82	-273	1436	145016	-79318	-13263
3	SLD 13	-177	-93	1257	41407	-76672	-4527
3	SLD 14	-177	-93	1257	41407	-76672	-4527
3	SLD 15	-177	-176	1257	89227	-76672	-8559
3	SLD 16	-177	-176	1257	89227	-76672	-8559
3	SLV 1	45	-108	1676	49972	-82877	-5249
3	SLV 2	45	-108	1676	49972	-82877	-5249
3	SLV 3	45	-161	1676	80662	-82877	-7837
3	SLV 4	45	-161	1676	80662	-82877	-7837
3	SLV 5	-16	-46	1562	14167	-81179	-2230
3	SLV 6	-16	-46	1562	14167	-81179	-2230
3	SLV 7	-16	-223	1562	116466	-81179	-10856
3	SLV 8	-16	-223	1562	116466	-81179	-10856
3	SLV 9	-68	-46	1463	14167	-79724	-2230
3	SLV 10	-68	-46	1463	14167	-79724	-2230
3	SLV 11	-68	-223	1463	116466	-79724	-10856
3	SLV 12	-68	-223	1463	116466	-79724	-10856
3	SLV 13	-129	-108	1348	49972	-78026	-5249
3	SLV 14	-129	-108	1348	49972	-78026	-5249
3	SLV 15	-129	-161	1348	80662	-78026	-7837
3	SLV 16	-129	-161	1348	80662	-78026	-7837
3	SLV FO 1	54	-105	1693	48437	-83120	-5120
3	SLV FO 2	54	-105	1693	48437	-83120	-5120
3	SLV FO 3	54	-164	1693	82196	-83120	-7966
3	SLV FO 4	54	-164	1693	82196	-83120	-7966
3	SLV FO 5	-13	-37	1567	9052	-81252	-1799
3	SLV FO 6	-13	-37	1567	9052	-81252	-1799
3	SLV FO 7	-13	-232	1567	121581	-81252	-11287
3	SLV FO 8	-13	-232	1567	121581	-81252	-11287
3	SLV FO 9	-70	-37	1458	9052	-79651	-1799
3	SLV FO 10	-70	-37	1458	9052	-79651	-1799
3	SLV FO 11	-70	-232	1458	121581	-79651	-11287
3	SLV FO 12	-70	-232	1458	121581	-79651	-11287
3	SLV FO 13	-137	-105	1332	48437	-77783	-5120
3	SLV FO 14	-137	-105	1332	48437	-77783	-5120
3	SLV FO 15	-137	-164	1332	82196	-77783	-7966
3	SLV FO 16	-137	-164	1332	82196	-77783	-7966
4	SLU 1	0	0	3378	0	-11	0
4	SLU 2	0	-346	3378	75750	-11	-25
4	SLU 3	-253	-346	3377	75750	-1952	-25
4	SLU 4	-361	0	3377	0	-2784	0
4	SLU 5	-361	-242	3377	53025	-2784	-17
4	SLU 6	0	-626	3378	198441	-11	-44
4	SLU 7	-253	-626	3377	198441	-1952	-44
4	SLU 8	-361	-280	3377	122691	-2784	-20
4	SLU 9	-361	-522	3377	175716	-2784	-37
4	SLU 10	0	-280	3378	122691	-11	-20
4	SLU 11	0	-522	3378	175716	-11	-37
4	SLU 12	-253	-280	3377	122691	-1952	-20
4	SLU 13	-253	-522	3377	175716	-1952	-37
4	SLU 14	0	0	2677	0	44	0
4	SLU 15	0	-346	2677	75750	44	-25
4	SLU 16	-253	-346	2677	75750	-1897	-25
4	SLU 17	-361	0	2677	0	-2729	0
4	SLU 18	-361	-242	2677	53025	-2729	-17
4	SLU 19	0	-626	2677	198441	44	-44
4	SLU 20	-253	-626	2677	198441	-1897	-44
4	SLU 21	-361	-280	2677	122691	-2729	-20
4	SLU 22	-361	-522	2677	175716	-2729	-37
4	SLU 23	0	-280	2677	122691	44	-20
4	SLU 24	0	-522	2677	175716	44	-37
4	SLU 25	-253	-280	2677	122691	-1897	-20
4	SLU 26	-253	-522	2677	175716	-1897	-37
4	SLU 27	0	0	4391	0	-15	0
4	SLU 28	0	-346	4391	75750	-15	-25
4	SLU 29	-253	-346	4391	75750	-1956	-25
4	SLU 30	-361	0	4391	0	-2787	0
4	SLU 31	-361	-242	4391	53025	-2787	-17
4	SLU 32	0	-626	4391	198441	-15	-44
4	SLU 33	-253	-626	4391	198441	-1956	-44
4	SLU 34	-361	-280	4391	122691	-2787	-20
4	SLU 35	-361	-522	4391	175716	-2787	-37
4	SLU 36	0	-280	4391	122691	-15	-20
4	SLU 37	0	-522	4391	175716	-15	-37
4	SLU 38	-253	-280	4391	122691	-1956	-20
4	SLU 39	-253	-522	4391	175716	-1956	-37
4	SLU 40	0	0	3690	0	40	0
4	SLU 41	0	-346	3690	75750	40	-25
4	SLU 42	-253	-346	3690	75750	-1901	-25
4	SLU 43	-361	0	3690	0	-2732	0
4	SLU 44	-361	-242	3690	53025	-2732	-17
4	SLU 45	0	-626	3690	198441	40	-44
4	SLU 46	-253	-626	3690	198441	-1901	-44
4	SLU 47	-361	-280	3690	122691	-2732	-20
4	SLU 48	-361	-522	3690	175716	-2732	-37
4	SLU 49	0	-280	3690	122691	40	-20
4	SLU 50	0	-522	3690	175716	40	-37
4	SLU 51	-253	-280	3690	122691	-1901	-20
4	SLU 52	-253	-522	3690	175716	-1901	-37

Nodo Ind.	Cont. n.br.	Reazione a traslazione			Reazione a rotazione		
		x	y	z	x	y	z
4	SLE RA 1	0	0	2911	0	25	0
4	SLE RA 2	0	-230	2911	50500	25	-16
4	SLE RA 3	-168	-230	2910	50500	-1269	-16
4	SLE RA 4	-241	0	2910	0	-1823	0
4	SLE RA 5	-241	-161	2910	35350	-1823	-11
4	SLE RA 6	0	-417	2911	132294	25	-30
4	SLE RA 7	-168	-417	2910	132294	-1269	-30
4	SLE RA 8	-241	-187	2910	81794	-1823	-13
4	SLE RA 9	-241	-348	2910	117144	-1823	-25
4	SLE RA 10	0	-187	2911	81794	25	-13
4	SLE RA 11	0	-348	2911	117144	25	-25
4	SLE RA 12	-168	-187	2910	81794	-1269	-13
4	SLE RA 13	-168	-348	2910	117144	-1269	-25
4	SLE FR 1	0	0	2911	0	25	0
4	SLE FR 2	0	-115	2911	25250	25	-8
4	SLE FR 3	-72	-115	2910	25250	-529	-8
4	SLE FR 4	-120	0	2910	0	-899	0
4	SLE FR 5	-120	-69	2910	15150	-899	-5
4	SLE FR 6	0	-265	2911	90685	25	-19
4	SLE FR 7	-72	-265	2910	90685	-529	-19
4	SLE FR 8	-120	-149	2910	65435	-899	-11
4	SLE FR 9	-120	-218	2910	80585	-899	-15
4	SLE FR 10	0	-168	2911	73615	25	-12
4	SLE FR 11	0	-237	2911	88765	25	-17
4	SLE FR 12	-72	-168	2910	73615	-529	-12
4	SLE FR 13	-72	-237	2910	88765	-529	-17
4	SLE QP 1	0	0	2911	0	25	0
4	SLE QP 2	0	-69	2911	15150	25	-5
4	SLE QP 3	-72	0	2910	0	-529	0
4	SLE QP 4	-72	-69	2910	15150	-529	-5
4	SLE QP 5	0	-149	2911	65435	25	-11
4	SLE QP 6	0	-218	2911	80585	25	-15
4	SLE QP 7	-72	-149	2910	65435	-529	-11
4	SLE QP 8	-72	-218	2910	80585	-529	-15
4	SLD 1	162	-151	2911	51086	3070	-11
4	SLD 2	162	-151	2911	51086	3070	-11
4	SLD 3	162	-286	2911	110084	3070	-20
4	SLD 4	162	-286	2911	110084	3070	-20
4	SLD 5	-2	6	2911	-17745	551	0
4	SLD 6	-2	6	2911	-17745	551	0
4	SLD 7	-2	-443	2911	178916	551	-31
4	SLD 8	-2	-443	2911	178916	551	-31
4	SLD 9	-143	6	2910	-17745	-1609	0
4	SLD 10	-143	6	2910	-17745	-1609	0
4	SLD 11	-143	-443	2910	178916	-1609	-31
4	SLD 12	-143	-443	2910	178916	-1609	-31
4	SLD 13	-307	-151	2910	51086	-4128	-11
4	SLD 14	-307	-151	2910	51086	-4128	-11
4	SLD 15	-307	-286	2910	110084	-4128	-20
4	SLD 16	-307	-286	2910	110084	-4128	-20
4	SLV 1	78	-175	2911	61653	1781	-12
4	SLV 2	78	-175	2911	61653	1781	-12
4	SLV 3	78	-262	2911	99517	1781	-19
4	SLV 4	78	-262	2911	99517	1781	-19
4	SLV 5	-27	-74	2911	17478	164	-5
4	SLV 6	-27	-74	2911	17478	164	-5
4	SLV 7	-27	-362	2911	143692	164	-26
4	SLV 8	-27	-362	2911	143692	164	-26
4	SLV 9	-117	-74	2910	17478	-1222	-5
4	SLV 10	-117	-74	2910	17478	-1222	-5
4	SLV 11	-117	-362	2910	143692	-1222	-26
4	SLV 12	-117	-362	2910	143692	-1222	-26
4	SLV 13	-223	-175	2910	61653	-2839	-12
4	SLV 14	-223	-175	2910	61653	-2839	-12
4	SLV 15	-223	-262	2910	99517	-2839	-19
4	SLV 16	-223	-262	2910	99517	-2839	-19
4	SLV FO 1	93	-171	2911	59760	2012	-12
4	SLV FO 2	93	-171	2911	59760	2012	-12
4	SLV FO 3	93	-266	2911	101410	2012	-19
4	SLV FO 4	93	-266	2911	101410	2012	-19
4	SLV FO 5	-23	-60	2911	11168	233	-4
4	SLV FO 6	-23	-60	2911	11168	233	-4
4	SLV FO 7	-23	-377	2911	150003	233	-27
4	SLV FO 8	-23	-377	2911	150003	233	-27
4	SLV FO 9	-122	-60	2910	11168	-1291	-4
4	SLV FO 10	-122	-60	2910	11168	-1291	-4
4	SLV FO 11	-122	-377	2910	150003	-1291	-27
4	SLV FO 12	-122	-377	2910	150003	-1291	-27
4	SLV FO 13	-238	-171	2910	59760	-3070	-12
4	SLV FO 14	-238	-171	2910	59760	-3070	-12
4	SLV FO 15	-238	-266	2910	101410	-3070	-19
4	SLV FO 16	-238	-266	2910	101410	-3070	-19
5	SLU 1	0	0	1999	0	99012	0
5	SLU 2	0	-214	1999	61430	99012	10398
5	SLU 3	-146	-214	2137	61430	101109	10398
5	SLU 4	-208	0	2197	0	102008	0
5	SLU 5	-208	-150	2197	43001	102008	7279
5	SLU 6	0	-387	1999	160928	99012	18819
5	SLU 7	-146	-387	2137	160928	101109	18819
5	SLU 8	-208	-173	2197	99498	102008	8421
5	SLU 9	-208	-322	2197	142499	102008	15699
5	SLU 10	0	-173	1999	99498	99012	8421
5	SLU 11	0	-322	1999	142499	99012	15699
5	SLU 12	-146	-173	2137	99498	101109	8421
5	SLU 13	-146	-322	2137	142499	101109	15699

Nodo Ind.	Cont. n.br.	Reazione a traslazione			Reazione a rotazione		
		x	y	z	x	y	z
5	SLU 14	0	0	1321	0	72042	0
5	SLU 15	0	-214	1321	61430	72042	10398
5	SLU 16	-146	-214	1460	61430	74140	10398
5	SLU 17	-208	0	1520	0	75038	0
5	SLU 18	-208	-150	1520	43001	75038	7279
5	SLU 19	0	-387	1321	160928	72042	18819
5	SLU 20	-146	-387	1460	160928	74140	18819
5	SLU 21	-208	-173	1520	99498	75038	8421
5	SLU 22	-208	-322	1520	142499	75038	15699
5	SLU 23	0	-173	1321	99498	72042	8421
5	SLU 24	0	-322	1321	142499	72042	15699
5	SLU 25	-146	-173	1460	99498	74140	8421
5	SLU 26	-146	-322	1460	142499	74140	15699
5	SLU 27	0	0	2598	0	128715	0
5	SLU 28	0	-214	2598	61430	128715	10398
5	SLU 29	-146	-214	2737	61430	130812	10398
5	SLU 30	-208	0	2797	0	131711	0
5	SLU 31	-208	-150	2797	43001	131711	7279
5	SLU 32	0	-387	2598	160928	128715	18819
5	SLU 33	-146	-387	2737	160928	130812	18819
5	SLU 34	-208	-173	2797	99498	131711	8421
5	SLU 35	-208	-322	2797	142499	131711	15699
5	SLU 36	0	-173	2598	99498	128715	8421
5	SLU 37	0	-322	2598	142499	128715	15699
5	SLU 38	-146	-173	2737	99498	130812	8421
5	SLU 39	-146	-322	2737	142499	130812	15699
5	SLU 40	0	0	1921	0	101746	0
5	SLU 41	0	-214	1921	61430	101746	10398
5	SLU 42	-146	-214	2060	61430	103843	10398
5	SLU 43	-208	0	2119	0	104742	0
5	SLU 44	-208	-150	2119	43001	104742	7279
5	SLU 45	0	-387	1921	160928	101746	18819
5	SLU 46	-146	-387	2060	160928	103843	18819
5	SLU 47	-208	-173	2119	99498	104742	8421
5	SLU 48	-208	-322	2119	142499	104742	15699
5	SLU 49	0	-173	1921	99498	101746	8421
5	SLU 50	0	-322	1921	142499	101746	15699
5	SLU 51	-146	-173	2060	99498	103843	8421
5	SLU 52	-146	-322	2060	142499	103843	15699
5	SLE RA 1	0	0	1547	0	81032	0
5	SLE RA 2	0	-142	1547	40953	81032	6932
5	SLE RA 3	-97	-142	1640	40953	82430	6932
5	SLE RA 4	-139	0	1679	0	83029	0
5	SLE RA 5	-139	-100	1679	28667	83029	4852
5	SLE RA 6	0	-258	1547	107285	81032	12546
5	SLE RA 7	-97	-258	1640	107285	82430	12546
5	SLE RA 8	-139	-115	1679	66332	83029	5614
5	SLE RA 9	-139	-215	1679	94999	83029	10466
5	SLE RA 10	0	-115	1547	66332	81032	5614
5	SLE RA 11	0	-215	1547	94999	81032	10466
5	SLE RA 12	-97	-115	1640	66332	82430	5614
5	SLE RA 13	-97	-215	1640	94999	82430	10466
5	SLE FR 1	0	0	1547	0	81032	0
5	SLE FR 2	0	-71	1547	20477	81032	3466
5	SLE FR 3	-42	-71	1587	20477	81631	3466
5	SLE FR 4	-69	0	1613	0	82031	0
5	SLE FR 5	-69	-43	1613	12286	82031	2080
5	SLE FR 6	0	-163	1547	73542	81032	7957
5	SLE FR 7	-42	-163	1587	73542	81631	7957
5	SLE FR 8	-69	-92	1613	53065	82031	4491
5	SLE FR 9	-69	-135	1613	65351	82031	6571
5	SLE FR 10	0	-104	1547	59699	81032	5053
5	SLE FR 11	0	-146	1547	71985	81032	7132
5	SLE FR 12	-42	-104	1587	59699	81631	5053
5	SLE FR 13	-42	-146	1587	71985	81631	7132
5	SLE QP 1	0	0	1547	0	81032	0
5	SLE QP 2	0	-43	1547	12286	81032	2080
5	SLE QP 3	-42	0	1587	0	81631	0
5	SLE QP 4	-42	-43	1587	12286	81631	2080
5	SLE QP 5	0	-92	1547	53065	81032	4491
5	SLE QP 6	0	-135	1547	65351	81032	6571
5	SLE QP 7	-42	-92	1587	53065	81631	4491
5	SLE QP 8	-42	-135	1587	65351	81631	6571
5	SLD 1	94	-93	1329	41429	77742	4546
5	SLD 2	94	-93	1329	41429	77742	4546
5	SLD 3	94	-177	1329	89274	77742	8595
5	SLD 4	94	-177	1329	89274	77742	8595
5	SLD 5	-1	4	1510	-14391	80464	-178
5	SLD 6	-1	4	1510	-14391	80464	-178
5	SLD 7	-1	-274	1510	145094	80464	13320
5	SLD 8	-1	-274	1510	145094	80464	13320
5	SLD 9	-82	4	1664	-14391	82798	-178
5	SLD 10	-82	4	1664	-14391	82798	-178
5	SLD 11	-82	-274	1664	145094	82798	13320
5	SLD 12	-82	-274	1664	145094	82798	13320
5	SLD 13	-177	-93	1844	41429	85521	4546
5	SLD 14	-177	-93	1844	41429	85521	4546
5	SLD 15	-177	-177	1844	89274	85521	8595
5	SLD 16	-177	-177	1844	89274	85521	8595
5	SLV 1	45	-108	1422	49998	79135	5271
5	SLV 2	45	-108	1422	49998	79135	5271
5	SLV 3	45	-162	1422	80705	79135	7870
5	SLV 4	45	-162	1422	80705	79135	7870
5	SLV 5	-16	-46	1537	14174	80882	2239
5	SLV 6	-16	-46	1537	14174	80882	2239

Nodo ind.	Cont. n.br.	Reazione a traslazione			Reazione a rotazione		
		x	y	z	x	y	z
5	SLV 7	-16	-224	1537	116529	80882	10902
5	SLV 8	-16	-224	1537	116529	80882	10902
5	SLV 9	-68	-46	1636	14174	82380	2239
5	SLV 10	-68	-46	1636	14174	82380	2239
5	SLV 11	-68	-224	1636	116529	82380	10902
5	SLV 12	-68	-224	1636	116529	82380	10902
5	SLV 13	-128	-108	1752	49998	84127	5271
5	SLV 14	-128	-108	1752	49998	84127	5271
5	SLV 15	-128	-162	1752	80705	84127	7870
5	SLV 16	-128	-162	1752	80705	84127	7870
5	SLV FO 1	54	-106	1405	48463	78885	5141
5	SLV FO 2	54	-106	1405	48463	78885	5141
5	SLV FO 3	54	-164	1405	82240	78885	8000
5	SLV FO 4	54	-164	1405	82240	78885	8000
5	SLV FO 5	-13	-37	1532	9057	80807	1806
5	SLV FO 6	-13	-37	1532	9057	80807	1806
5	SLV FO 7	-13	-233	1532	121646	80807	11335
5	SLV FO 8	-13	-233	1532	121646	80807	11335
5	SLV FO 9	-70	-37	1641	9057	82455	1806
5	SLV FO 10	-70	-37	1641	9057	82455	1806
5	SLV FO 11	-70	-233	1641	121646	82455	11335
5	SLV FO 12	-70	-233	1641	121646	82455	11335
5	SLV FO 13	-137	-106	1768	48463	84377	5141
5	SLV FO 14	-137	-106	1768	48463	84377	5141
5	SLV FO 15	-137	-164	1768	82240	84377	8000
5	SLV FO 16	-137	-164	1768	82240	84377	8000
6	SLU 1	0	0	274	0	2467	0
6	SLU 2	0	-30	274	7899	2467	274
6	SLU 3	-19	-30	341	7899	3045	274
6	SLU 4	-28	0	369	0	3292	0
6	SLU 5	-28	-21	369	5529	3292	192
6	SLU 6	0	-55	274	20692	2467	495
6	SLU 7	-19	-55	341	20692	3045	495
6	SLU 8	-28	-25	369	12793	3292	222
6	SLU 9	-28	-46	369	18322	3292	413
6	SLU 10	0	-25	274	12793	2467	222
6	SLU 11	0	-46	274	18322	2467	413
6	SLU 12	-19	-25	341	12793	3045	222
6	SLU 13	-19	-46	341	18322	3045	413
6	SLU 14	0	0	131	0	1204	0
6	SLU 15	0	-30	131	7899	1204	274
6	SLU 16	-19	-30	198	7899	1781	274
6	SLU 17	-28	0	227	0	2028	0
6	SLU 18	-28	-21	227	5529	2028	192
6	SLU 19	0	-55	131	20692	1204	495
6	SLU 20	-19	-55	198	20692	1781	495
6	SLU 21	-28	-25	227	12793	2028	222
6	SLU 22	-28	-46	227	18322	2028	413
6	SLU 23	0	-25	131	12793	1204	222
6	SLU 24	0	-46	131	18322	1204	413
6	SLU 25	-19	-25	198	12793	1781	222
6	SLU 26	-19	-46	198	18322	1781	413
6	SLU 27	0	0	356	0	3208	0
6	SLU 28	0	-30	356	7899	3208	274
6	SLU 29	-19	-30	423	7899	3785	274
6	SLU 30	-28	0	452	0	4032	0
6	SLU 31	-28	-21	452	5529	4032	192
6	SLU 32	0	-55	356	20692	3208	495
6	SLU 33	-19	-55	423	20692	3785	495
6	SLU 34	-28	-25	452	12793	4032	222
6	SLU 35	-28	-46	452	18322	4032	413
6	SLU 36	0	-25	356	12793	3208	222
6	SLU 37	0	-46	356	18322	3208	413
6	SLU 38	-19	-25	423	12793	3785	222
6	SLU 39	-19	-46	423	18322	3785	413
6	SLU 40	0	0	213	0	1944	0
6	SLU 41	0	-30	213	7899	1944	274
6	SLU 42	-19	-30	280	7899	2521	274
6	SLU 43	-28	0	309	0	2768	0
6	SLU 44	-28	-21	309	5529	2768	192
6	SLU 45	0	-55	213	20692	1944	495
6	SLU 46	-19	-55	280	20692	2521	495
6	SLU 47	-28	-25	309	12793	2768	222
6	SLU 48	-28	-46	309	18322	2768	413
6	SLU 49	0	-25	213	12793	1944	222
6	SLU 50	0	-46	213	18322	1944	413
6	SLU 51	-19	-25	280	12793	2521	222
6	SLU 52	-19	-46	280	18322	2521	413
6	SLE RA 1	0	0	178	0	1625	0
6	SLE RA 2	0	-20	178	5266	1625	183
6	SLE RA 3	-13	-20	223	5266	2010	183
6	SLE RA 4	-18	0	242	0	2174	0
6	SLE RA 5	-18	-14	242	3686	2174	128
6	SLE RA 6	0	-37	178	13795	1625	330
6	SLE RA 7	-13	-37	223	13795	2010	330
6	SLE RA 8	-18	-16	242	8529	2174	148
6	SLE RA 9	-18	-31	242	12215	2174	276
6	SLE RA 10	0	-16	178	8529	1625	148
6	SLE RA 11	0	-31	178	12215	1625	276
6	SLE RA 12	-13	-16	223	8529	2010	148
6	SLE RA 13	-13	-31	223	12215	2010	276
6	SLE FR 1	0	0	178	0	1625	0
6	SLE FR 2	0	-10	178	2633	1625	91
6	SLE FR 3	-6	-10	198	2633	1790	91
6	SLE FR 4	-9	0	210	0	1900	0

Nodo Ind.	Cont. n.br.	Reazione a traslazione			Reazione a rotazione		
		x	y	z	x	y	z
6	SLE FR 5	-9	-6	210	1580	1900	55
6	SLE FR 6	0	-23	178	9456	1625	210
6	SLE FR 7	-6	-23	198	9456	1790	210
6	SLE FR 8	-9	-13	210	6823	1900	118
6	SLE FR 9	-9	-19	210	8403	1900	173
6	SLE FR 10	0	-15	178	7676	1625	133
6	SLE FR 11	0	-21	178	9256	1625	188
6	SLE FR 12	-6	-15	198	7676	1790	133
6	SLE FR 13	-6	-21	198	9256	1790	188
6	SLE QP 1	0	0	178	0	1625	0
6	SLE QP 2	0	-6	178	1580	1625	55
6	SLE QP 3	-6	0	198	0	1790	0
6	SLE QP 4	-6	-6	198	1580	1790	55
6	SLE QP 5	0	-13	178	6823	1625	118
6	SLE QP 6	0	-19	178	8403	1625	173
6	SLE QP 7	-6	-13	198	6823	1790	118
6	SLE QP 8	-6	-19	198	8403	1790	173
6	SLD 1	12	-13	73	5327	720	120
6	SLD 2	12	-13	73	5327	720	120
6	SLD 3	12	-25	73	11479	720	226
6	SLD 4	12	-25	73	11479	720	226
6	SLD 5	0	1	160	-1850	1469	-5
6	SLD 6	0	1	160	-1850	1469	-5
6	SLD 7	0	-39	160	18656	1469	351
6	SLD 8	0	-39	160	18656	1469	351
6	SLD 9	-11	1	235	-1850	2111	-5
6	SLD 10	-11	1	235	-1850	2111	-5
6	SLD 11	-11	-39	235	18656	2111	351
6	SLD 12	-11	-39	235	18656	2111	351
6	SLD 13	-23	-13	322	5327	2860	120
6	SLD 14	-23	-13	322	5327	2860	120
6	SLD 15	-23	-25	322	11479	2860	226
6	SLD 16	-23	-25	322	11479	2860	226
6	SLV 1	6	-15	118	6429	1103	139
6	SLV 2	6	-15	118	6429	1103	139
6	SLV 3	6	-23	118	10377	1103	207
6	SLV 4	6	-23	118	10377	1103	207
6	SLV 5	-2	-7	174	1823	1584	59
6	SLV 6	-2	-7	174	1823	1584	59
6	SLV 7	-2	-32	174	14983	1584	287
6	SLV 8	-2	-32	174	14983	1584	287
6	SLV 9	-9	-7	222	1823	1996	59
6	SLV 10	-9	-7	222	1823	1996	59
6	SLV 11	-9	-32	222	14983	1996	287
6	SLV 12	-9	-32	222	14983	1996	287
6	SLV 13	-17	-15	278	6429	2477	139
6	SLV 14	-17	-15	278	6429	2477	139
6	SLV 15	-17	-23	278	10377	2477	207
6	SLV 16	-17	-23	278	10377	2477	207
6	SLV FO 1	7	-15	110	6231	1034	135
6	SLV FO 2	7	-15	110	6231	1034	135
6	SLV FO 3	7	-23	110	10574	1034	211
6	SLV FO 4	7	-23	110	10574	1034	211
6	SLV FO 5	-2	-5	171	1164	1563	48
6	SLV FO 6	-2	-5	171	1164	1563	48
6	SLV FO 7	-2	-33	171	15641	1563	298
6	SLV FO 8	-2	-33	171	15641	1563	298
6	SLV FO 9	-9	-5	224	1164	2016	48
6	SLV FO 10	-9	-5	224	1164	2016	48
6	SLV FO 11	-9	-33	224	15641	2016	298
6	SLV FO 12	-9	-33	224	15641	2016	298
6	SLV FO 13	-18	-15	286	6231	2545	135
6	SLV FO 14	-18	-15	286	6231	2545	135
6	SLV FO 15	-18	-23	286	10574	2545	211
6	SLV FO 16	-18	-23	286	10574	2545	211

## 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. [cm]

Valore: Pressione minima sul terreno del nodo. [daN/cm<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. [cm]

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

Compressione estrema massima -0.14373 al nodo di indice 6, di coordinate  $x = 71318$ ,  $y = 6439$ ,  $z = -15$ , nel contesto SLU 30.

Nodo Ind.	Pressione minima			Pressione massima		
	Cont.	uz	Valore	Cont.	uz	Valore
2	SLU 27	-0.03663	-0.10989	CRTFP R1g. Ux+	0	0
3	SLU 27	-0.03604	-0.10811	CRTFP R1g. Ux+	0	0
4	SLU 27	-0.03411	-0.10233	CRTFP R1g. Ux+	0	0
5	SLU 30	-0.04257	-0.12771	CRTFP R1g. Ux+	0	0
6	SLU 30	-0.04791	-0.14373	CRTFP R1g. Ux+	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. [cm]

Press.: Pressione sul terreno corrispondente allo spostamento. [daN/cm<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. [cm]

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

Spostamento estremo minimo -0.04791 al nodo di indice 6, di coordinate  $x = 71318$ ,  $y = 6439$ ,  $z = -15$ , nel contesto SLU 30. Spostamento estremo minimo 0 al nodo di indice 2, di coordinate  $x = 70499$ ,  $y = 6439$ ,  $z = -15$ , nel contesto Calcolo rigidità torsionale/flessionale di piano Rig. Ux+.

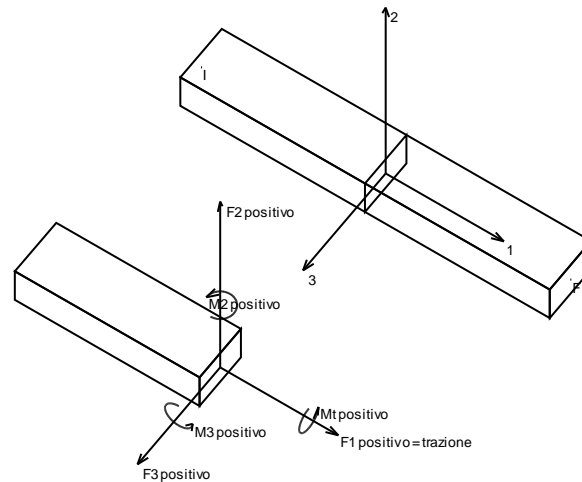
Nodo Ind.	Spostamento massimo			Spostamento minimo		
	Cont.	uz	Press.	Cont.	uz	Press.
2	CRTFP R1g. Ux+	0	0	SLU 27	-0.03663	-0.10989
3	CRTFP R1g. Ux+	0	0	SLU 27	-0.03604	-0.10811
4	CRTFP R1g. Ux+	0	0	SLU 27	-0.03411	-0.10233
5	CRTFP R1g. Ux+	0	0	SLU 30	-0.04257	-0.12771
6	CRTFP R1g. Ux+	0	0	SLU 30	-0.04791	-0.14373

## 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).

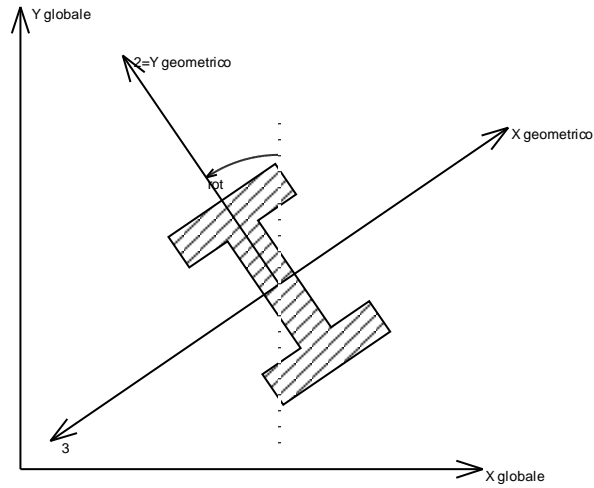
Il sistema è definito diversamente per tre categorie di aste, a seconda che siano originate da:

- 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.

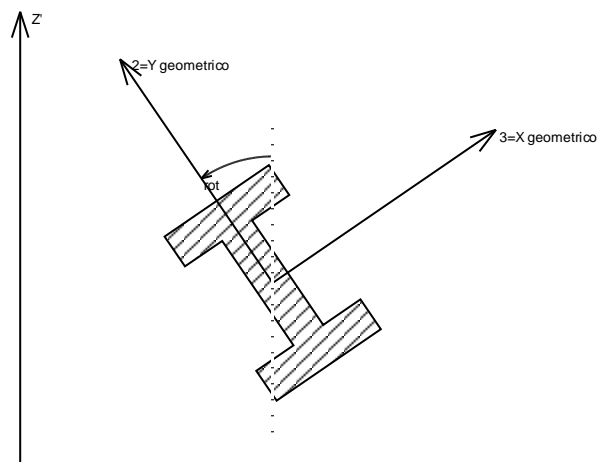
### **Sistema locale aste verticali**





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

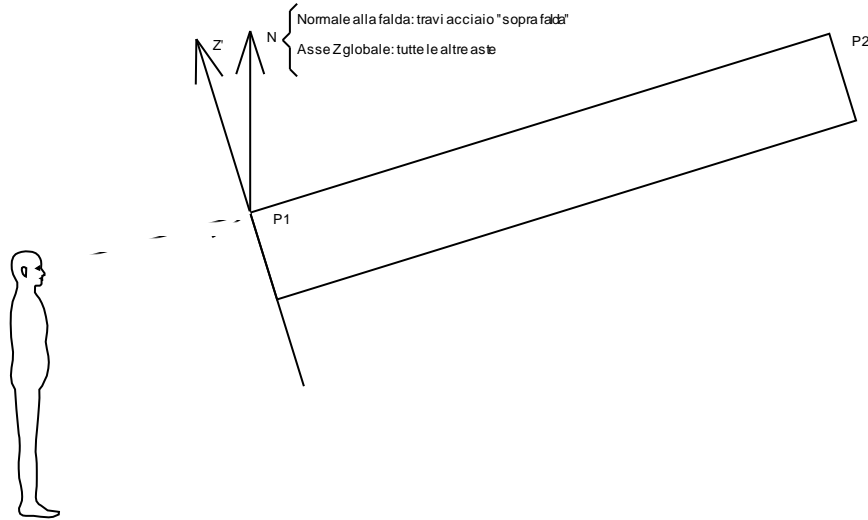
### ***Sistema locale aste non verticali***



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

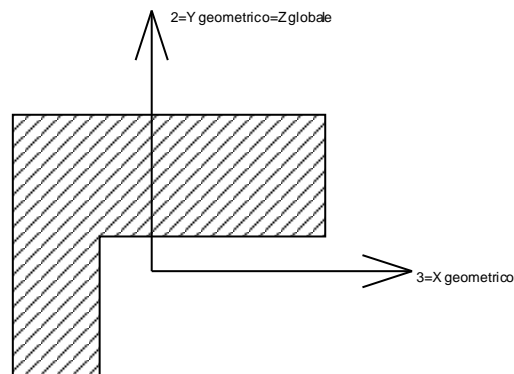
L'asse Z' è illustrato nella figura seguente dove:

- 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.

### 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. [cm]

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

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

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\*cm]

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

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

### 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
3		0	71264	6439	-15	-241	0	0	0	0	0
2		0	70909	6439	-15	-241	0	0	0	0	0
1		0	70554	6439	-15	-241	0	0	0	0	0
4		0	70554	6439	-15	-222	302	0	0	0	67878
5		0	70909	6439	-15	-138	407	0	0	0	36757

### 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
3		30	71264	6439	500	780	0	0	0	0	0
2		30	70909	6439	500	780	0	0	0	0	0
1		30	70554	6439	500	780	0	0	0	0	0
5		30	71264	6439	-15	223	45	0	0	0	-64754
4		30	70909	6439	-15	139	222	0	0	0	-34715

### 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
3		0	71264	6439	-15	334	121	125	0	-78483	48201
2		0	70909	6439	-15	334	121	125	0	-78483	48201
1		0	70554	6439	-15	334	121	125	0	-78483	48201
7		30	70554	6439	-15	0	-58	-110	-44734	-3053	1647
4		0	70554	6439	-15	0	127	392	142500	-3053	1647

### 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
3		0	71264	6439	-15	334	121	-236	0	107072	48201
2		0	70909	6439	-15	334	121	-236	0	107072	48201
1		0	70554	6439	-15	334	121	-236	0	107072	48201
5		12	71051	6439	-15	0	26	5	26410	37634	-7513
4		18	70767	6439	-15	0	-26	-4	-26352	37530	-7475

### 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
5		30	71264	6439	-15	189	469	-95	-36770	-719	-102928
4		0	70554	6439	-15	100	-400	95	36685	-737	-76323
1		0	70554	6439	-15	334	-5	-1	0	-13539	-16743
2		0	70909	6439	-15	334	-5	-1	0	-13539	-16743
3		0	71264	6439	-15	334	-5	-1	0	-13539	-16743

### 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
3		0	71264	6439	-15	-186	503	0	0	0	187234
2		0	70909	6439	-15	-186	503	0	0	0	187234
1		0	70554	6439	-15	-186	503	0	0	0	187234
4		0	70554	6439	-15	-188	54	95	36685	-737	95625
5		30	71264	6439	-15	-100	19	-95	-36770	-719	69363

### Sollecitazioni gusci

#### Convenzioni di segno gusci

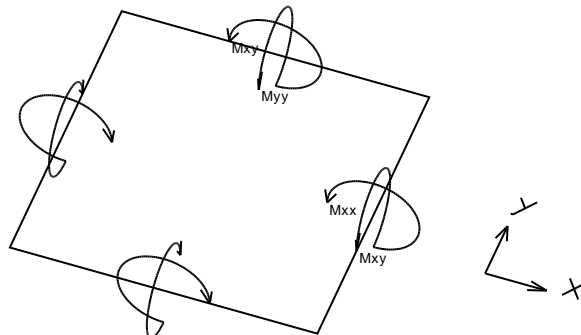
Sono individuate distinte convenzioni di segno in relazione al tipo di elemento strutturale a cui il guscio si riferisce:

- 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.

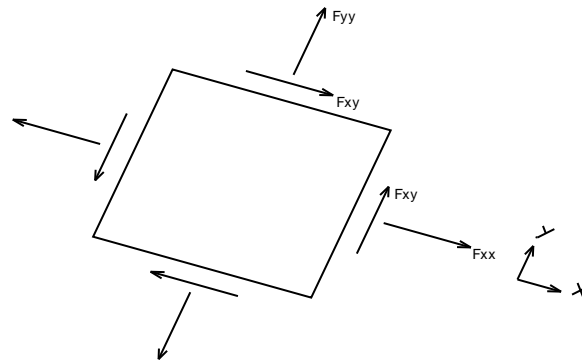
In figura è mostrato un elemento infinitesimo di shell orizzontale con indicato il sistema di riferimento e i parametri di sollecitazione  $M_{xx}$ ,  $M_{yy}$ ,  $M_{xy}$ .



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:

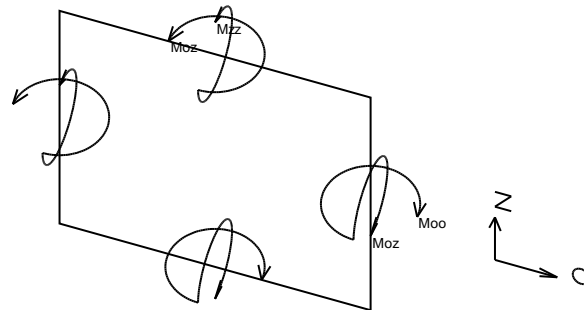
- $F_{xx}$ : sforzo estensionale [Forza/Lunghezza] agente sul bordo di normale x (verso positivo indicato dalla freccia in figura che mette in trazione l'elemento);
- $F_{yy}$ : sforzo estensionale [Forza/Lunghezza] agente sul bordo di normale all'asse y (verso positivo indicato dalla freccia in figura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

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

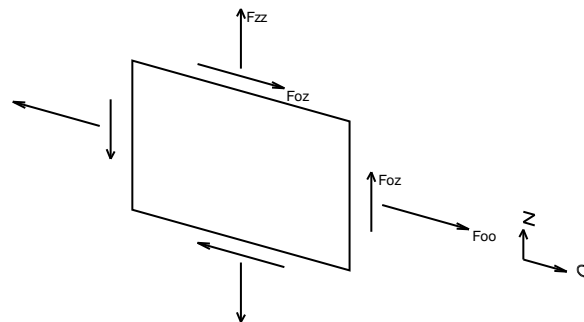
### **Convenzione di segno per gusci verticali**

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  $M_{oo}$ ,  $M_{zz}$ ,  $M_{oz}$ .



- Moo: momento flettente distribuito  $[Forza \cdot Lunghezza / Lunghezza]$  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  $[Forza \cdot Lunghezza / Lunghezza]$  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  $[Forza \cdot Lunghezza / Lunghezza]$  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	-557	0	0	-557	0	0	0
Fondazione	SLU 2	0	833	-557	0	833	-557	0	0	0
Fondazione	SLU 3	583	833	-557	583	833	-557	0	0	0
Fondazione	SLU 4	833	0	-557	833	0	-557	0	0	0
Fondazione	SLU 5	833	583	-557	833	583	-557	0	0	0
Fondazione	SLU 6	0	1508	-557	0	1508	-557	0	0	0
Fondazione	SLU 7	583	1508	-557	583	1508	-557	0	0	0
Fondazione	SLU 8	833	675	-557	833	675	-557	0	0	0
Fondazione	SLU 9	833	1258	-557	833	1258	-557	0	0	0
Fondazione	SLU 10	0	675	-557	0	675	-557	0	0	0
Fondazione	SLU 11	0	1258	-557	0	1258	-557	0	0	0
Fondazione	SLU 12	583	675	-557	583	675	-557	0	0	0
Fondazione	SLU 13	583	1258	-557	583	1258	-557	0	0	0
Fondazione	SLU 14	0	0	1783	0	0	1783	0	0	0
Fondazione	SLU 15	0	833	1783	0	833	1783	0	0	0
Fondazione	SLU 16	583	833	1783	583	833	1783	0	0	0
Fondazione	SLU 17	833	0	1783	833	0	1783	0	0	0
Fondazione	SLU 18	833	583	1783	833	583	1783	0	0	0
Fondazione	SLU 19	0	1508	1783	0	1508	1783	0	0	0
Fondazione	SLU 20	583	1508	1783	583	1508	1783	0	0	0
Fondazione	SLU 21	833	675	1783	833	675	1783	0	0	0
Fondazione	SLU 22	833	1258	1783	833	1258	1783	0	0	0
Fondazione	SLU 23	0	675	1783	0	675	1783	0	0	0
Fondazione	SLU 24	0	1258	1783	0	1258	1783	0	0	0
Fondazione	SLU 25	583	675	1783	583	675	1783	0	0	0
Fondazione	SLU 26	583	1258	1783	583	1258	1783	0	0	0
Fondazione	SLU 27	0	0	-724	0	0	-724	0	0	0
Fondazione	SLU 28	0	833	-724	0	833	-724	0	0	0
Fondazione	SLU 29	583	833	-724	583	833	-724	0	0	0
Fondazione	SLU 30	833	0	-724	833	0	-724	0	0	0
Fondazione	SLU 31	833	583	-724	833	583	-724	0	0	0
Fondazione	SLU 32	0	1508	-724	0	1508	-724	0	0	0
Fondazione	SLU 33	583	1508	-724	583	1508	-724	0	0	0
Fondazione	SLU 34	833	675	-724	833	675	-724	0	0	0
Fondazione	SLU 35	833	1258	-724	833	1258	-724	0	0	0
Fondazione	SLU 36	0	675	-724	0	675	-724	0	0	0
Fondazione	SLU 37	0	1258	-724	0	1258	-724	0	0	0
Fondazione	SLU 38	583	675	-724	583	675	-724	0	0	0
Fondazione	SLU 39	583	1258	-724	583	1258	-724	0	0	0
Fondazione	SLU 40	0	0	1616	0	0	1616	0	0	0
Fondazione	SLU 41	0	833	1616	0	833	1616	0	0	0
Fondazione	SLU 42	583	833	1616	583	833	1616	0	0	0
Fondazione	SLU 43	833	0	1616	833	0	1616	0	0	0
Fondazione	SLU 44	833	583	1616	833	583	1616	0	0	0
Fondazione	SLU 45	0	1508	1616	0	1508	1616	0	0	0
Fondazione	SLU 46	583	1508	1616	583	1508	1616	0	0	0
Fondazione	SLU 47	833	675	1616	833	675	1616	0	0	0
Fondazione	SLU 48	833	1258	1616	833	1258	1616	0	0	0
Fondazione	SLU 49	0	675	1616	0	675	1616	0	0	0
Fondazione	SLU 50	0	1258	1616	0	1258	1616	0	0	0
Fondazione	SLU 51	583	675	1616	583	675	1616	0	0	0
Fondazione	SLU 52	583	1258	1616	583	1258	1616	0	0	0
Fondazione	SLE RA 1	0	0	1003	0	0	1003	0	0	0
Fondazione	SLE RA 2	0	556	1003	0	556	1003	0	0	0
Fondazione	SLE RA 3	389	556	1003	389	556	1003	0	0	0
Fondazione	SLE RA 4	556	0	1003	556	0	1003	0	0	0
Fondazione	SLE RA 5	556	389	1003	556	389	1003	0	0	0
Fondazione	SLE RA 6	0	1006	1003	0	1006	1003	0	0	0
Fondazione	SLE RA 7	389	1006	1003	389	1006	1003	0	0	0
Fondazione	SLE RA 8	556	450	1003	556	450	1003	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/cm <sup>2</sup> ]
sigma t.min	minima pressione in fondazione [daN/cm <sup>2</sup> ]
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 [cm, daN, deg] ove non espressamente specificato.

Trave di fondazione a "Fondazione"

CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

Acciaio B450C fyk= 4500

Calcestruzzo C25/30 fck,cub (cubica)= 300 fcm (cilindrica)= 249

OUTPUT CAMPATE

mensola sinistra asta FEM n° 7

sezione rettangolare H tot. 30 B 120 Cs 2 Ci 2

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	2.8	0	2.8	0	SLU 40	105	0	0	0.223	0	0	0	SLU 33	103624	14431	21399	45	
0	0	2.8	0	2.8	0	SLU 17	-590	0	0	0.223	0	0	0	SLU 46	103624	14431	-21399	45	
18	12.06	3.6	24.13	3.6	246	SLU 27	663	2260184	0.194	0.223	0	0	27	SLU 27	100576	14153	20770	45	
18	12.06	3.6	24.13	3.6	-1369	SLU 17	-3648	-1181373	0.135	0.223	0	0	-147	SLU 17	100576	15050	-20770	45	
37	18.62	3.6	24.13	3.6	968	SLU 27	1387	2262059	0.178	0.223	0	0	52	SLU 27	100576	15050	20770	45	
37	18.62	3.6	24.13	3.6	-5285	SLU 17	-7516	-1769688	0.153	0.223	0	0	-278	SLU 17	100576	17392	-20770	45	
44	20.15	3.6	24.13	3.6	1387	SLU 27	1387	2262154	0.176	0.223	0	0	62	SLU 27	100576	15050	20770	45	
44	20.15	3.6	24.13	3.6	-7516	SLU 17	-7516	-1906674	0.157	0.223	0	0	-326	SLU 17	100576	17856	-20770	45	
55	20.7	3.6	24.13	3.6	1726	SLU 27	1726	2262179	0.175	0	0	0	76	SLU 27	100576	16906	0	45	
55	20.7	3.6	24.13	3.6	-9306	SLU 17	-9306	-1956215	0.159	0	0	0	-393	SLU 17	100576	17856	0	45	

Verifiche in esercizio e pressioni in fondazione

x	Mese.R	Comb.	sigma c.	sigma f.	Mese.QP	Comb.	sigma c.	srm	wkiR	wkiF	wkiQP	srms	wksR	wksF	wksQP	sigma t.max	sigma t.min	ver.
0	0	3	0	0	0	2	0									-0.11	0	
18	-850	4	0	1	-548	3	0									-0.11	-0.01	

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.
37	-3275	4	0	2	-2128	3	0									-0.11	-0.02	
44	-4655	4	0	3	-3034	3	0									-0.11	-0.02	
55	-7089	4	0	5	-4643	3	0									-0.11	-0.03	

campata n. 1; asta FEM n° 4

sezione rettangolare H tot. 30 B 120 Cs 2 Ci 2

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	20.7	3.6	24.13	3.6	68482	SLV FO 13	68482	2262179	0.175		0	0	376	SLU 14	100576	18961		0	45
0	20.7	3.6	24.13	3.6	-48983	SLV FO 1	-48983	-1956215	0.159	0	0	0	-340	SLU 30	100576	18290		0	45
11	20.15	3.6	24.13	3.6	70208	SLV FO 13	70208	2262154	0.176	0.186	0	0	339	SLU 14	100576	18961	17298		45
11	20.15	3.6	24.13	3.6	-47418	SLV FO 1	-47418	-1906674	0.157	0.186	0	0	-350	SLU 30	100576	17573	-17298		45
118	12.06	3.6	12.06	3.6	53566	SLU 17	56277	1181199	0.135	0.186	0	0	236	SLV FO 1	100576	15050	17298		45
118	12.06	3.6	12.06	3.6	-16584	SLV FO 1	-19477	-1181199	0.135	0.186	0	0	-335	SLU 30	100576	15050	-17298		45
237	12.06	3.6	12.06	3.6	11920	SLU 17	17145	1181199	0.135	0.186	0	0	131	SLV FO 1	100576	15050	17298		45
237	12.06	3.6	12.06	3.6	-8741	SLU 27	-11034	-1181199	0.135	0.186	0	0	-447	SLU 17	100576	15050	-17298		45
344	20.15	3.6	24.13	3.6	15217	SLV FO 1	15217	2262154	0.176	0.186	0	0	114	SLU 27	100576	15050	17298		45
344	20.15	3.6	24.13	3.6	-44304	SLU 17	-44304	-1906674	0.157	0.186	0	0	-597	SLU 17	100576	17856	-17298		45
355	20.7	3.6	24.13	3.6	15237	SLV FO 1	15237	2262179	0.175	0	0	0	121	SLU 27	100576	17041		0	45
355	20.7	3.6	24.13	3.6	-47567	SLU 17	-47567	-1956215	0.159	0	0	0	-611	SLU 17	100576	17856		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		40559	4	2	29	9651	3	0								-0.11	-0.03	
0		-3595	1	0	3	-3595	1	0										
11		41345	4	2	30	11395	3	1								-0.11	-0.03	
11		-1440	1	0	1	-1440	1	1										
118		33262	4	2	26	16443	3	1								-0.1	-0.06	
237		5705	4	0	4	5393	3	0								-0.1	-0.06	
344		-29510	4	1	22	-14419	3	1								-0.1	-0.06	
355		-33587	4	2	25	-16891	3	1								-0.1	-0.06	

campata n. 2 asta FEM n° 5

sezione rettangolare H tot. 30 B 120 Cs 2 Ci 2

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	20.7	3.6	24.13	3.6	34693	SLU 30	34693	2262179	0.175	0	0	0	393	SLV FO 1	100576	18961		0	45
0	20.7	3.6	24.13	3.6	-33156	SLV FO 1	-33156	-1956215	0.159	0	0	0	-435	SLU 30	100576	18290		0	45
11	20.15	3.6	24.13	3.6	32351	SLU 30	32351	2262154	0.176	0.186	0	0	385	SLV FO 1	100576	18961	17298		45
11	20.15	3.6	24.13	3.6	-31051	SLV FO 1	-31051	-1906674	0.157	0.186	0	0	-429	SLU 30	100576	17573	-17298		45
118	12.06	3.6	12.06	3.6	11371	SLU 14	13022	1181199	0.135	0.186	0	0	301	SLV FO 1	100576	15050	17298		45
118	12.06	3.6	12.06	3.6	-9572	SLU 30	-13707	-1181199	0.135	0.186	0	0	-351	SLU 30	100576	15050	-17298		45
237	12.06	3.6	12.06	3.6	35308	SLV FO 1	37432	1181199	0.135	0.186	0	0	186	SLV FO 1	100576	15050	17298		45
237	12.06	3.6	12.06	3.6	-45847	SLU 30	-48811	-1181199	0.135	0.186	0	0	-355	SLV FO 13	100576	15050	-17298		45

x	Asup	cs	Ainf	ci	Mela	comb.	MEd	MRd	x/d	Ast	Afp+	Afp-	VEd	comb.	VRcd	VRd	VRsd	teta	ver.
344	20.15	3.6	24.13	3.6	44738	SLV FO 1	44798	2262154	0.176	0.186	0	0	152	SLU 27	100576	15050	17298	45	
344	20.15	3.6	24.13	3.6	-73159	SLV FO 13	-73159	-1906674	0.157	0.186	0	0	-537	SLU 17	100576	17856	-17298	45	
355	20.7	3.6	24.13	3.6	43124	SLV FO 1	43124	2262179	0.175	0	0	0	166	SLU 27	100576	17041	0	45	
355	20.7	3.6	24.13	3.6	-74579	SLV FO 13	-74579	-1956215	0.159	0	0	0	-551	SLU 17	100576	17856	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	14061	4	1	10	-9735	1	0									-0.1	-0.06	
0	-9735	1	0	7	-9735	1	0											
11	13558	4	1	10	-7944	1	0									-0.1	-0.06	
11	-7944	1	0	6	-7944	1	0											
118	5329	1	0	4	5329	1	0									-0.1	-0.06	
237	9357	1	0	7	9357	1	0									-0.11	-0.06	
237	-14792	4	1	11	2112	3	0											
344	-44229	4	2	32	-14210	3	1									-0.12	-0.05	
355	-47752	4	2	35	-16782	3	1									-0.13	-0.04	

mensola destra asta FEM n° 6

sezione rettangolare H tot. 30 B 120 Cs 2 Ci 2

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	20.7	3.6	24.13	3.6	5840	SLU 30	5840	2262179	0.175	0	0	0	249	SLV FO 1	100576	18961	0	45	
0	20.7	3.6	24.13	3.6	-5807	SLV FO 1	-5807	-1956215	0.159	0	0	0	-249	SLU 30	100576	18961	0	45	
11	20.15	3.6	24.13	3.6	4705	SLU 30	4705	2262154	0.176	0.228	0	0	206	SLV FO 1	100576	18961	21162	45	
11	20.15	3.6	24.13	3.6	-4674	SLV FO 1	-4674	-1906674	0.157	0.228	0	0	-207	SLU 30	100576	18961	-21162	45	
18	18.68	3.6	24.13	3.6	3339	SLU 30	4705	2262024	0.178	0.228	0	0	177	SLV FO 1	100576	18961	21162	45	
18	18.68	3.6	24.13	3.6	-3313	SLV FO 1	-4674	-1774930	0.153	0.228	0	0	-177	SLU 30	100576	18961	-21162	45	
36	12.06	3.6	24.13	3.6	869	SLU 30	2336	2260184	0.194	0.228	0	0	94	SLV FO 1	100576	18961	21162	45	
36	12.06	3.6	24.13	3.6	-860	SLV FO 1	-2315	-1181373	0.135	0.228	0	0	-94	SLU 30	100576	14153	-21162	45	
54	0	2.8	0	2.8	0	SLU 5	386	0	0	0.228	0	0	0	SLU 5	103624	14431	21803	45	
54	0	2.8	0	2.8	0	SLU 36	-382	0	0	0.228	0	0	0	SLU 38	103624	14431	-21803	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	-3510	1	0	3	-3510	1	0									-0.13	-0.04	
11	-2267	1	0	2	-2267	1	0									-0.13	-0.04	
18	-1598	1	0	1	-1598	1	0									-0.13	-0.04	
36	11	4	0	0	-409	1	0									-0.14	-0.03	
36	-409	1	0	0	-409	1	0											
54	0	9	0	0	0	7	0									-0.14	-0.03	

Verifica di capacità portante sul piano di posa

Lunghezza impronta (direzione x): 819

Larghezza impronta (direzione y): 120

Combinazione con fattore di sicurezza minore: SLU 6

Azione di progetto (risultante del carico normale al piano di posa): -7930

Resistenza di progetto: 0

Coefficiente parziale applicato alla resistenza: 2.3

Coefficiente di sicurezza normalizzato (Rd/Ed): 0\*

Parametri utilizzati nel calcolo

Forza risultante agente in direzione x: 0

Forza risultante agente in direzione y: 1509

Forza risultante agente in direzione z: -7930

Momento risultante agente attorno x: -584331

Momento risultante agente attorno y: 232

Inclinazione del carico in direzione x: 0

Inclinazione del carico in direzione y: 11

Eccentricità del carico in direzione x: 0

Eccentricità del carico in direzione y: -74

Larghezza efficace ( $B'=B-2*e$ ): -27.38

Lunghezza efficace ( $L'=L-2*e$ ): 819.11

Angolo di attrito di progetto: 35

Fattori di capacità portante

N	S	D	I	B	G	E	Tipo
0	0	0	0	0	0	0	Coestione
0	0	0	0	0	0	0	Sovraccarico
0	0	0	0	0	0	0	Attrito

### Verifiche aste in acciaio

Fy *tensione di snervamento*

Fy eff *tensione di snervamento efficace del materiale del profilo tale da modificare il parametro  $\hat{\mu}=(235/fy)0.5$  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	<i>coefficiente <math>chi.x</math> per verifica ad instabilità secondo asse X dell'asta</i>
chiy	<i>coefficiente <math>chi.y</math> per verifica ad instabilità secondo asse Y dell'asta</i>
chilt	<i>coefficiente <math>chi.lt</math> per verifica ad instabilità flessotorsionale</i>
lambdait.ad	<i>coefficiente adimensionale <math>lambda.lt</math> per verifica ad instabilità flessotorsionale</i>
bm.x	<i>coefficiente di momento equivalente per <math>Mx</math></i>
bm.y	<i>coefficiente di momento equivalente per <math>My</math></i>
bm.lt	<i>coefficiente di momento equivalente per instabilità flessotorsionale</i>
kx	<i>coefficiente per verifica ad instabilità secondo asse X dell'asta</i>
ky	<i>coefficiente per verifica ad instabilità secondo asse Y dell'asta</i>
klt	<i>coefficiente per verifica ad instabilità flessotorsionale</i>
rox	<i>rapporto di taglio <math>ro</math> per verifica di resistenza per flessione e/o compressione con taglio x</i>
roy	<i>rapporto di taglio <math>ro</math> per verifica di resistenza per flessione e/o compressione con taglio y</i>
alfa	<i>costante alfa per verifica di resistenza a flessione deviata</i>
beta	<i>costante beta per verifica di resistenza a flessione deviata</i>
VEd	<i>taglio agente</i>
Vx,Ed	<i>taglio agente <math>Tx</math></i>
Vy,Ed	<i>taglio agente <math>Ty</math></i>
Vc,Rd	<i>taglio resistente</i>
Vbw,Rd	<i>taglio resistente di progetto dell'anima</i>
Mx,Ed	<i>momento agente <math>Mx</math> attorno all'asse x del sistema di riferimento geometrico della sezione</i>
My,Ed	<i>momento agente <math>My</math> attorno all'asse y del sistema di riferimento geometrico della sezione</i>
Mc,x,Rd	<i>momento resistente <math>Mx</math> attorno all'asse x del sistema di riferimento geometrico della sezione</i>
Mc,y,Rd	<i>momento resistente <math>My</math> attorno all'asse y del sistema di riferimento geometrico della sezione</i>
Mn,x,Rd	<i>momento resistente <math>Mx</math>, ridotto per la presenza di sforzo normale, attorno all'asse x del sistema di riferimento geometrico della sezione</i>
Mn,y,Rd	<i>momento resistente <math>My</math>, ridotto per la presenza di sforzo normale, attorno all'asse y del sistema di riferimento geometrico della sezione</i>
Npl,Rd	<i>sforzo normale plastico resistente a compressione, eventualmente ridotto per la presenza del taglio</i>
Mb,Rd	<i>momento resistente di progetto per instabilità</i>
Mb,x,Rd	<i>momento resistente di progetto per instabilità <math>Mx</math> attorno all'asse x del sistema di riferimento geometrico della sezione</i>
Mb,y,Rd	<i>momento resistente di progetto per instabilità <math>My</math> attorno all'asse y del sistema di riferimento geometrico della sezione</i>
Mx,Sd	<i>momento agente <math>Mx</math> attorno all'asse x del sistema di riferimento geometrico della sezione</i>
My,Sd	<i>momento agente <math>My</math> attorno all'asse y del sistema di riferimento geometrico della sezione</i>

<b>Mx,eff,Sd</b>	<i>momento interno efficace Mx 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 Tx</i>
<b>R7</b>	<i>rapporto di verifica di resistenza a taglio Ty</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 Tx</i>
<b>B7</b>	<i>rapporto di verifica di instabilità a taglio Ty</i>
<b>S3</b>	<i>rapporto di verifica di instabilità a flessione deviata e svergolamento</i>
<b>S4</b>	<i>rapporto di verifica di instabilità a flessione deviata con compressione e svergolamento</i>
<b>(hw/tw)</b>	<i>rapporto altezza-spessore per instabilità al taglio</i>
<b>Mpl,Rd</b>	<i>momento resistente della sezione</i>
<b>Mf,Rd</b>	<i>momento resistente delle ali</i>
<b>MRd,Red</b>	<i>momento resistente ridotto della sezione (7.1) EN 1993-1-5:2007</i>
<b>B8</b>	<i>rapporto Vsd.x/Vrd di verifica di instabilità a taglio Tx con tensioni normali per My&lt;=Mf,Rd</i>

B9.1	<i>rapporto <math>V_{sd,x}/V_{rd}</math> di verifica di instabilità a taglio <math>T_x</math> con tensioni normali per <math>M_y &gt; M_f, R_d</math> e <math>V_x, E_d/V_{bw}, R_d \leq 0.5</math></i>
B9.2	<i>rapporto <math>M_y/M_{rd}</math> di verifica di instabilità a taglio <math>T_x</math> con tensioni normali per <math>M_y &gt; M_f, R_d</math> e <math>V_x, E_d/V_{bw}, R_d \leq 0.5</math></i>
B10.1	<i>rapporto <math>V_{sd,x}/V_{rd}</math> di verifica di instabilità a taglio <math>T_x</math> con tensioni normali per <math>M_y &gt; M_f, R_d</math> e <math>V_x, E_d/V_{bw}, R_d &gt; 0.5</math></i>
B10.2	<i>rapporto <math>M_y/M_{rd}</math> di verifica di instabilità a taglio <math>T_x</math> con tensioni normali per <math>M_y &gt; M_f, R_d</math> e <math>V_x, E_d/V_{bw}, R_d &gt; 0.5</math></i>
B10.3	<i>rapporto <math>M_y/M_{rd,red}</math> di verifica di instabilità a taglio <math>T_x</math> con tensioni normali per <math>M_y &gt; M_f, R_d</math> e <math>V_x, E_d/V_{bw}, R_d &gt; 0.5</math></i>
B11	<i>rapporto <math>V_{sd,y}/V_{rd}</math> di verifica di instabilità a taglio <math>T_y</math> con tensioni normali per <math>M_x \leq M_f, R_d</math></i>
B12.1	<i>rapporto <math>V_{sd,y}/V_{rd}</math> di verifica di instabilità a taglio <math>T_y</math> con tensioni normali per <math>M_x &gt; M_f, R_d</math> e <math>V_y, E_d/V_{bw}, R_d \leq 0.5</math></i>
B12.2	<i>rapporto <math>M_x/M_{rd}</math> di verifica di instabilità a taglio <math>T_y</math> con tensioni normali per <math>M_x &gt; M_f, R_d</math> e <math>V_y, E_d/V_{bw}, R_d \leq 0.5</math></i>
B13.1	<i>rapporto <math>V_{sd,y}/V_{rd}</math> di verifica di instabilità a taglio <math>T_y</math> con tensioni normali per <math>M_x &gt; M_f, R_d</math> e <math>V_y, E_d/V_{bw}, R_d &gt; 0.5</math></i>
B13.2	<i>rapporto <math>M_x/M_{rd}</math> di verifica di instabilità a taglio <math>T_y</math> con tensioni normali per <math>M_x &gt; M_f, R_d</math> e <math>V_y, E_d/V_{bw}, R_d &gt; 0.5</math></i>
B13.3	<i>rapporto <math>M_x/M_{rd,red}</math> di verifica di instabilità a taglio <math>T_y</math> con tensioni normali per <math>M_x &gt; M_f, R_d</math> e <math>V_y, E_d/V_{bw}, R_d &gt; 0.5</math></i>
$f_x$	<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>
$f_y$	<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>
MEd 2008 per le colonne	<i>valore di progetto del momento flettente delle travi o sollecitazione flessione di progetto calcolata secondo (7.5.7) D.M. 2008 per le colonne</i>
Mpl,Rd	<i>resistenza plastica flessionale di progetto</i>
NEd D.M. 2008 per le colonne	<i>valore di progetto della sollecitazione assiale delle travi o sollecitazione assiale di progetto calcolata secondo (7.5.6) D.M. 2008 per le colonne</i>
Npl,Rd	<i>resistenza plastica assiale di progetto</i>
VEd,Gx	<i>sollecitazione di taglio x di progetto dovuta alle azioni non sismiche</i>
VEd,Gy	<i>sollecitazione di taglio y di progetto dovuta alle azioni non sismiche</i>
VEd,Mx	<i>forza di taglio x dovuta all'applicazione dei momenti plastici equiversi nelle sezioni in cui è attesa la formazione della cerniera plastica</i>



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

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

Unita' di misura: cm, daN, deg, °C, s  
Lunghezza= 514.5 Nodo iniziale n.3 Nodo finale n.7 Cerniera iniziale: No Cerniera finale: No  
Sezione: EN10219 219\*7; Materiale: S235; Rotazione: 0°; Sovreresistenza:0%; Sisma Z:No;  
Mensola Y: Nessuno; Mensola X: Nessuno;  
fy=2350 classe peggiore 1  
Snellezza 48 curva X c curva Y c chix= 0.837 chiy= 0.837 betam=0.7 betan=0.7

Resistenza: trazione p. 4.2.4.1.2 (4.2.6) NTC08  
R1 =0.008 in comb. Famiglia "SLU" 14 x=514.5  
rox =0 roy =0 NEd=780 Nt,Rd=102900.672

Resistenza: compressione p. 4.2.4.1.2 (4.2.10) NTC08  
R2 =0.002 in comb. Famiglia "SLU" 27 x=0  
rox =0 roy =0 NEd=-241.4 Nc,Rd=102900.672 classe 1

Resistenza: flessione semplice p. 4.2.4.1.2 (4.2.12) NTC08  
R3 =0.046 in comb. Famiglia "SLU" 6 x=394.45  
Mx,Ed=30902.49 Mc,x,Rd=668513.188  
rox =0 roy =0 classe 1

Resistenza: flessione semplice con forza assiale p. 4.2.4.1.2 NTC08  
R4 =0.286 in comb. Famiglia "SLU" 19 x=0  
NEd=594.307 Mx,Ed=187234.266 Npl,Rd=102900.672 Mn,x,Rd=668513.188  
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 =0.361 in comb. Famiglia "SLU" 20 x=0  
NEd=594.307 Mx,Ed=187234.266 My,Ed=50030.238

Np1,Rd=102900.672 Mn,x,Rd=668513.188 Mn,y,Rd=668513  
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=-277.83 Vc,Rd=37821.41

Resistenza: taglio Y p. 4.2.4.1.2 (4.2.17) NTC08  
R7 =0.013 in comb. Famiglia "SLU" 6 x=0  
Ved=-502.83 Vc,Rd=37821.41

Instabilità: compressione semplice p. 4.2.4.1.3.1 (4.2.42) NTC08  
B1 =0.003 in comb. Famiglia "SLU" 27 x=0  
NEd=-241.4 Nb,Rd=86101.773  
chi =0.837 classe 1

Instabilità: flessione deviata p. 4.2.4.1.3.3 NTC08, p. 5.5.4. ENV 1993-1-1:1994  
B3 =0.05 in comb. Famiglia "SLU" 7 x=394.45 classe 1  
Mx,Sd=30902.49 My,Sd=2723.868 Mb,x,Rd=668513.188 Mb,y,Rd=668513

Instabilità: flessione deviata con compressione p. 4.2.4.1.3.3 NTC08, p. 5.5.4. ENV 1993-1-1:1994  
B4 =0.358 in comb. Famiglia "SLU" 33 x=0 classe 1  
Nsd=-241.4 Mx,Sd=187234.266 My,Sd=50030.238  
Nb,Rd=86101.773 Mb,x,Rd=668513.188 Mb,y,Rd=668513  
bm.x=1.752 bm.y=1.675 kx=1 ky=1

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

Unita' di misura: cm, daN, deg, °C, s  
Distanza dell'estremo dal nodo iniziale dell'asta: 15

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 2: Colonna in acciaio tronco Fondazione - Piano 1 [cm]

Unita' di misura: cm, daN, deg, °C, s  
Lunghezza= 514.5 Nodo iniziale n.4, Nodo finale n.8 Cerniera iniziale: No Cerniera finale: No  
Sezione: EN10219 219\*7; Materiale: FE360; Rotazione: 0°; Sovreresistenza:0%; Sisma Z:No;  
Mensola Y: Nessuno; Mensola X: Nessuno;  
fy=2350 classe peggiore 1  
Snellezza 48 curva X c curva Y c chix= 0.834 chiy= 0.834 betam=0.7 betan=0.7

Resistenza: trazione p. 4.2.4.1.2 (4.2.6) NTC08  
R1 =0.008 in comb. Famiglia "SLU" 14 x=514.5  
rox =0 roy =0 NEd=780 Nt,Rd=102900.672

Resistenza: compressione p. 4.2.4.1.2 (4.2.10) NTC08  
R2 =0.002 in comb. Famiglia "SLU" 27 x=0  
rox =0 roy =0 NEd=-241.4 Nc,Rd=102900.672 classe 1

Resistenza: flessione semplice p. 4.2.4.1.2 (4.2.12) NTC08  
R3 =0.046 in comb. Famiglia "SLU" 6 x=394.45  
Mx,Ed=30902.49 Mc,x,Rd=668513.188  
rox =0 roy =0 classe 1

Resistenza: flessione semplice con forza assiale p. 4.2.4.1.2 NTC08  
R4 =0.286 in comb. Famiglia "SLU" 19 x=0  
NEd=594.307 Mx,Ed=187234.266 My,Ed=50030.238  
Np1,Rd=102900.672 Mn,x,Rd=668513.188 Mn,y,Rd=668513  
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 =0.361 in comb. Famiglia "SLU" 20 x=0  
NEd=594.307 Mx,Ed=187234.266 My,Ed=50030.238  
Np1,Rd=102900.672 Mn,x,Rd=668513.188 Mn,y,Rd=668513  
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=-277.83 Vc,Rd=37821.41

Resistenza: taglio Y p. 4.2.4.1.2 (4.2.17) NTC08  
R7 =0.013 in comb. Famiglia "SLU" 6 x=0  
Ved=-502.83 Vc,Rd=37821.41

Instabilità: compressione semplice p. 4.2.4.1.3.1 (4.2.42) NTC08  
B1 =0.003 in comb. Famiglia "SLU" 27 x=0  
NEd=-241.4 Nb,Rd=85815.305  
chi =0.834 classe 1

Instabilità: flessione deviata p. 4.2.4.1.3.3 NTC08, p. 5.5.4. ENV 1993-1-1:1994  
B3 =0.05 in comb. Famiglia "SLU" 7 x=394.45 classe 1  
Mx,Sd=30902.49 My,Sd=2723.868 Mb,x,Rd=668513.188 Mb,y,Rd=668513

Instabilità: flessione deviata con compressione p. 4.2.4.1.3.3 NTC08, p. 5.5.4. ENV 1993-1-1:1994  
B4 =0.358 in comb. Famiglia "SLU" 33 x=0 classe 1  
Nsd=-241.4 Mx,Sd=187234.266 My,Sd=50030.238  
Nb,Rd=85815.305 Mb,x,Rd=668513.188 Mb,y,Rd=668513  
bm.x=1.752 bm.y=1.675 kx=1 ky=1

### *Piede asta 2: Estremo dissipativo per rotazione attorno agli assi x e y*

Unita' di misura: cm, daN, deg, °C, s  
Distanza dell'estremo dal nodo iniziale dell'asta: 15

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 3: Colonna in acciaio tronco Fondazione - Piano 1 [cm]*

Unita' di misura: cm, daN, deg, °C, s  
Lunghezza= 514.5 Nodo iniziale n.5 Nodo finale n.9 Cerniera iniziale: No Cerniera finale: No  
Sezione: EN10219 219\*7; Materiale: FE360; Rotazione: 0°; Sovreresistenza:0%; Sisma Z:No;  
Mensola Y: Nessuno; Mensola X: Nessuno;  
fy=2350 classe peggiore 1  
Snellezza 48 curva X c curva Y c chix= 0.834 chiy= 0.834 betam=0.7 betan=0.7

Resistenza: trazione p. 4.2.4.1.2 (4.2.6) NTC08  
R1 =0.008 in comb. Famiglia "SLU" 14 x=514.5  
rox =0 roy =0 NEd=780 Nt,Rd=102900.672

Resistenza: compressione p. 4.2.4.1.2 (4.2.10) NTC08  
R2 =0.002 in comb. Famiglia "SLU" 27 x=0  
rox =0 roy =0 NEd=-241.4 Nc,Rd=102900.672 classe 1

Resistenza: flessione semplice p. 4.2.4.1.2 (4.2.12) NTC08  
R3 =0.046 in comb. Famiglia "SLU" 6 x=394.45  
Mx,Ed=30902.49 Mc,x,Rd=668513.188  
rox =0 roy =0 classe 1

Resistenza: flessione semplice con forza assiale p. 4.2.4.1.2 NTC08  
R4 =0.286 in comb. Famiglia "SLU" 19 x=0  
NEd=594.307 Mx,Ed=187234.266 Np1,Rd=102900.672 Mn,x,Rd=668513.188  
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 =0.361 in comb. Famiglia "SLU" 20 x=0  
NEd=594.307 Mx,Ed=187234.266 My,Ed=50030.238  
Np1,Rd=102900.672 Mn,x,Rd=668513.188 Mn,y,Rd=668513  
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=-277.83 Vc,Rd=37821.41

Resistenza: taglio Y p. 4.2.4.1.2 (4.2.17) NTC08  
R7 =0.013 in comb. Famiglia "SLU" 6 x=0  
VEd=-502.83 Vc,Rd=37821.41

Instabilità: compressione semplice p. 4.2.4.1.3.1 (4.2.42) NTC08  
B1 =0.003 in comb. Famiglia "SLU" 27 x=0  
NEd=-241.4 Nb,Rd=85815.305  
chi =0.834 classe 1

Instabilità: flessione deviata p. 4.2.4.1.3.3 NTC08, p. 5.5.4. ENV 1993-1-1:1994  
B3 =0.05 in comb. Famiglia "SLU" 7 x=394.45 classe 1  
Mx,Sd=30902.49 My,Sd=2723.868 Mb,x,Rd=668513.188 Mb,y,Rd=668513

Instabilità: flessione deviata con compressione p. 4.2.4.1.3.3 NTC08, p. 5.5.4. ENV 1993-1-1:1994  
B4 =0.358 in comb. Famiglia "SLU" 33 x=0 classe 1  
Nsd=-241.4 Mx,Sd=187234.266 My,Sd=50030.238  
Nb,Rd=85815.305 Mb,x,Rd=668513.188 Mb,y,Rd=668513  
bm.x=1.752 bm.y=1.675 kx=1 ky=1

### *Piede asta 3: Estremo dissipativo per rotazione attorno agli assi x e y*

Unita' di misura: cm, daN, deg, °C, s  
Distanza dell'estremo dal nodo iniziale dell'asta: 15

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.

### **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 = Bf - 2e);  
 L = lunghezza efficace della fondazione (L = Lf - 2e);  
 c = coesione dello strato di fondazione;  
 cu = coesione non drenata dello strato di fondazione;  
 q = sovraccarico del terreno sovrastante il piano di fondazione;  
 Nc, Nq, Ny = fattori di capacità portante;  
 sc, sq, sy = fattori di forma della fondazione;  
 dc, dq, dy = fattori di profondità del piano di posa della fondazione;  
 ic, iq, iy = fattori di inclinazione del carico;  
 bc, bq, by = fattori di inclinazione della base della fondazione;  
 gc, gq, gy = 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

$$0.5 \cdot \text{gamma} \cdot B \cdot N_{\text{gamma}} \quad \text{con } N_{\text{gamma}} = -2 \cdot \text{sen } \beta$$

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  $q_{ult}$  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  $k_h$ , 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  $\gamma$  (earthquake), valutati secondo **Paolucci** e **Pecker**:

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

## 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	distanza da asse appoggio sinistro [cm]
Asup	area efficace di armatura longitudinale superiore [cm <sup>2</sup> ]
cs	distanza tra bordo superiore e baricentro dell'armatura superiore [cm]
Ainf	area efficace di armatura longitudinale inferiore [cm <sup>2</sup> ]
ci	distanza tra bordo inferiore e baricentro dell'armatura inferiore [cm]
Mela	momento flettente elastico [daN*cm]
comb.	combinazione che produce Mela
MEd	momento flettente di progetto [daN*cm]
MRd	momento ultimo [daN*cm]
x/d	distanza asse neutro dal bordo compresso / altezza utile
Ast	area delle staffe (cmq/cm) [cm <sup>2</sup> ]
Afp+	area di staffe equivalenti da sagomati per taglio positivo [cm <sup>2</sup> ]
Afp-	area di staffe equivalenti da sagomati per taglio negativo [cm <sup>2</sup> ]
VEd	taglio di progetto [daN]
VRcd	resistenza a taglio per rottura delle bielle compresse [daN]
VRd	resistenza a taglio in assenza di staffatura [daN]



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/cm2]</i>
sigma f.	<i>tensione nell'acciaio [daN/cm2]</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	<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/cm2]</i>
sigma t.min	<i>minima pressione in fondazione [daN/cm2]</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 [cm, daN, deg] ove non espressamente specificato.

Trave di fondazione a "Fondazione"

## CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

Acciaio B450C  $f_{yk} = 4500$

Calcestruzzo C25/30  $f_{ck, cub} (cubica) = 300$   $f_{cm} (cilindrica) = 249$



LINEA GIAMPILIERI - FIUMEFREDDO  
**PROGETTO DEFINITIVO**  
**RADDOPPIO DELLA TRATTA GIAMPILIERI - FIUMEFREDDO**  
 LOTTO 1

FONDAZIONE PER SEZIONATORE AT (VERTICALE)  
 - RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. FOGLIO  
 RS2S 01 D78CLSE 01 00 00 3 A 74 di 85

**OUTPUT CAMPATE**

mensola sinistra; asta FEM n° 7

sezione rettangolare H tot. 30 B 120 Cs 2 Ci 2

**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	2.8	0	2.8	0	SLU 40	105	0	0	0.223	0	0	0	SLU 33	103624	14431	21399	45	
0	0	2.8	0	2.8	0	SLU 17	-590	0	0	0.223	0	0	0	SLU 46	103624	14431	-21399	45	
18	12.06	3.6	24.13	3.6	246	SLU 27	663	2260184	0.194	0.223	0	0	27	SLU 27	100576	14153	20770	45	
18	12.06	3.6	24.13	3.6	-1369	SLU 17	-3648	-1181373	0.135	0.223	0	0	-147	SLU 17	100576	15050	-20770	45	
37	18.62	3.6	24.13	3.6	968	SLU 27	1387	2262059	0.178	0.223	0	0	52	SLU 27	100576	15050	20770	45	
37	18.62	3.6	24.13	3.6	-5285	SLU 17	-7516	-1769688	0.153	0.223	0	0	-278	SLU 17	100576	17392	-20770	45	
44	20.15	3.6	24.13	3.6	1387	SLU 27	1387	2262154	0.176	0.223	0	0	62	SLU 27	100576	15050	20770	45	
44	20.15	3.6	24.13	3.6	-7516	SLU 17	-7516	-1906674	0.157	0.223	0	0	-326	SLU 17	100576	17856	-20770	45	
55	20.7	3.6	24.13	3.6	1726	SLU 27	1726	2262179	0.175	0	0	0	76	SLU 27	100576	16906	0	45	
55	20.7	3.6	24.13	3.6	-9306	SLU 17	-9306	-1956215	0.159	0	0	0	-393	SLU 17	100576	17856	0	45	

**Verifiche in esercizio e pressioni in fondazione**

x	Mese.R	Comb.	sigma c.	sigma f.	Mese.QP	Comb.	sigma c.	srm	wkiR	wkiF	wkiQP	srms	wksR	wksF	wksQP	sigma t.max	sigma t.min	ver.
0	0	3	0	0	0	2	0									-0.11	0	
18	-850	4	0	1	-548	3	0									-0.11	-0.01	
37	-3275	4	0	2	-2128	3	0									-0.11	-0.02	
44	-4655	4	0	3	-3034	3	0									-0.11	-0.02	
55	-7089	4	0	5	-4643	3	0									-0.11	-0.03	

campata n. 1 asta FEM n° 4

sezione rettangolare H tot. 30 B 120 Cs 2 Ci 2

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	20.7	3.6	24.13	3.6	68482	SLV FO 13	68482	2262179	0.175	0	0	0	376	SLU 14	100576	18961	0	45	
0	20.7	3.6	24.13	3.6	-48983	SLV FO 1	-48983	-1956215	0.159	0	0	0	-340	SLU 30	100576	18290	0	45	
11	20.15	3.6	24.13	3.6	70208	SLV FO 13	70208	2262154	0.176	0.186	0	0	339	SLU 14	100576	18961	17298	45	
11	20.15	3.6	24.13	3.6	-47418	SLV FO 1	-47418	-1906674	0.157	0.186	0	0	-350	SLU 30	100576	17573	-17298	45	
118	12.06	3.6	12.06	3.6	53566	SLU 17	56277	1181199	0.135	0.186	0	0	236	SLV FO 1	100576	15050	17298	45	
118	12.06	3.6	12.06	3.6	-16584	SLV FO 1	-19477	-1181199	0.135	0.186	0	0	-335	SLU 30	100576	15050	-17298	45	
237	12.06	3.6	12.06	3.6	11920	SLU 17	17145	1181199	0.135	0.186	0	0	131	SLV FO 1	100576	15050	17298	45	
237	12.06	3.6	12.06	3.6	-8741	SLU 27	-11034	-1181199	0.135	0.186	0	0	-447	SLU 17	100576	15050	-17298	45	
344	20.15	3.6	24.13	3.6	15217	SLV FO 1	15217	2262154	0.176	0.186	0	0	114	SLU 27	100576	15050	17298	45	
344	20.15	3.6	24.13	3.6	-44304	SLU 17	-44304	-1906674	0.157	0.186	0	0	-597	SLU 17	100576	17856	-17298	45	
355	20.7	3.6	24.13	3.6	15237	SLV FO 1	15237	2262179	0.175	0	0	0	121	SLU 27	100576	17041	0	45	
355	20.7	3.6	24.13	3.6	-47567	SLU 17	-47567	-1956215	0.159	0	0	0	-611	SLU 17	100576	17856	0	45	

**Verifiche in esercizio e pressioni in fondazione**

x	Mese.R	Comb.	sigma c.	sigma f.	Mese.QP	Comb.	sigma c.	srm	wkiR	wkiF	wkiQP	srms	wksR	wksF	wksQP	sigma t.max	sigma t.min	ver.
0	40559	4	2	29	9651	3	0									-0.11	-0.03	
0	-3595	1	0	3	-3595	1	0											
11	41345	4	2	30	11395	3	1									-0.11	-0.03	
11	-1440	1	0	1	-1440	1	1											
118	33262	4	2	26	16443	3	1									-0.1	-0.06	
237	5705	4	0	4	5393	3	0									-0.1	-0.06	
344	-29510	4	1	22	-14419	3	1									-0.1	-0.06	
355	-33587	4	2	25	-16891	3	1									-0.1	-0.06	

campata n. 2 asta FEM n° 5

sezione rettangolare H tot. 30 B 120 Cs 2 Ci 2

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	20.7	3.6	24.13	3.6	34693	SLU 30	34693	2262179	0.175	0	0	0	393	SLV FO 1	100576	18961	0	45	
0	20.7	3.6	24.13	3.6	-33156	SLV FO 1	-33156	-1956215	0.159	0	0	0	-435	SLU 30	100576	18290	0	45	
11	20.15	3.6	24.13	3.6	32351	SLU 30	32351	2262154	0.176	0.186	0	0	385	SLV FO 1	100576	18961	17298	45	
11	20.15	3.6	24.13	3.6	-31051	SLV FO 1	-31051	-1906674	0.157	0.186	0	0	-429	SLU 30	100576	17573	-17298	45	
118	12.06	3.6	12.06	3.6	11371	SLU 14	13022	1181199	0.135	0.186	0	0	301	SLV FO 1	100576	15050	17298	45	
118	12.06	3.6	12.06	3.6	-9572	SLU 30	-13707	-1181199	0.135	0.186	0	0	-351	SLU 30	100576	15050	-17298	45	
237	12.06	3.6	12.06	3.6	35308	SLV FO 1	37432	1181199	0.135	0.186	0	0	186	SLV FO 1	100576	15050	17298	45	
237	12.06	3.6	12.06	3.6	-45847	SLU 30	-48811	-1181199	0.135	0.186	0	0	-355	SLV FO 13	100576	15050	-17298	45	
344	20.15	3.6	24.13	3.6	44738	SLV FO 1	44798	2262154	0.176	0.186	0	0	152	SLU 27	100576	15050	17298	45	
344	20.15	3.6	24.13	3.6	-73159	SLV FO 13	-73159	-1906674	0.157	0.186	0	0	-537	SLU 17	100576	17856	-17298	45	
355	20.7	3.6	24.13	3.6	43124	SLV FO 1	43124	2262179	0.175	0	0	0	166	SLU 27	100576	17041	0	45	
355	20.7	3.6	24.13	3.6	-74579	SLV FO 13	-74579	-1956215	0.159	0	0	0	-551	SLU 17	100576	17856	0	45	

Verifiche in esercizio e pressioni in fondazione

x	Mese.R	Comb.	sigma c.	sigma f.	Mese.QP	Comb.	sigma c.	srm	wkIR	wkIF	wkIQP	srms	wksR	wksF	wksQP	sigma t.max	sigma t.min	ver.
0	14061	4	1	10	-9735	1	0									-0.1	-0.06	
0	-9735	1	0	7	-9735	1	0											
11	13558	4	1	10	-7944	1	0									-0.1	-0.06	
11	-7944	1	0	6	-7944	1	0											
118	5329	1	0	4	5329	1	0									-0.1	-0.06	
237	9357	1	0	7	9357	1	0									-0.11	-0.06	
237	-14792	4	1	11	2112	3	0											
344	-44229	4	2	32	-14210	3	1									-0.12	-0.05	
355	-47752	4	2	35	-16782	3	1									-0.13	-0.04	

mensola destra asta FEM n° 6

sezione rettangolare H tot. 30 B 120 Cs 2 Ci 2

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	20.7	3.6	24.13	3.6	5840	SLU 30	5840	2262179	0.175	0	0	0	249	SLV FO 1	100576	18961	0	45	
0	20.7	3.6	24.13	3.6	-5807	SLV FO 1	-5807	-1956215	0.159	0	0	0	-249	SLU 30	100576	18961	0	45	
11	20.15	3.6	24.13	3.6	4705	SLU 30	4705	2262154	0.176	0.228	0	0	206	SLV FO 1	100576	18961	21162	45	
11	20.15	3.6	24.13	3.6	-4674	SLV FO 1	-4674	-1906674	0.157	0.228	0	0	-207	SLU 30	100576	18961	-21162	45	
18	18.68	3.6	24.13	3.6	3339	SLU 30	4705	2262024	0.178	0.228	0	0	177	SLV FO 1	100576	18961	21162	45	
18	18.68	3.6	24.13	3.6	-3313	SLV FO 1	-4674	-1774930	0.153	0.228	0	0	-177	SLU 30	100576	18961	-21162	45	
36	12.06	3.6	24.13	3.6	869	SLU 30	2336	2260184	0.194	0.228	0	0	94	SLV FO 1	100576	18961	21162	45	
36	12.06	3.6	24.13	3.6	-860	SLV FO 1	-2315	-1181373	0.135	0.228	0	0	-94	SLU 30	100576	14153	-21162	45	
54	0	2.8	0	2.8	0	SLU 5	386	0	0	0.228	0	0	0	SLU 5	103624	14431	21803	45	
54	0	2.8	0	2.8	0	SLU 36	-382	0	0	0.228	0	0	0	SLU 38	103624	14431	-21803	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	-3510	1	0	3	-3510	1	0									-0.13	-0.04	
11	-2267	1	0	2	-2267	1	0									-0.13	-0.04	
18	-1598	1	0	1	-1598	1	0									-0.13	-0.04	
36	11	4	0	0	-409	1	0									-0.14	-0.03	
36	-409	1	0	0	-409	1	0											
54	0	9	0	0	0	7	0									-0.14	-0.03	

Verifica di capacità portante sul piano di posa

Lunghezza impronta (direzione x): 819

Larghezza impronta (direzione y): 120

Combinazione con fattore di sicurezza minore: SLU 6

Azione di progetto (risultante del carico normale al piano di posa): -7930

Resistenza di progetto: 0

Coefficiente parziale applicato alla resistenza: 2.3

Coefficiente di sicurezza normalizzato (Rd/Ed): 0\*

Parametri utilizzati nel calcolo

Forza risultante agente in direzione x: 0

Forza risultante agente in direzione y: 1509

Forza risultante agente in direzione z: -7930

Momento risultante agente attorno x: -584331

Momento risultante agente attorno y: 232

Inclinazione del carico in direzione x: 0

Inclinazione del carico in direzione y: 11

Eccentricità del carico in direzione x: 0

Eccentricità del carico in direzione y: -74

Larghezza efficace ( $B'=B-2*e$ ): -27.38

Lunghezza efficace ( $L'=L-2*e$ ): 819.11

Angolo di attrito di progetto: 35

Fattori di capacità portante

N	S	D	I	B	G	E	Tipo
0	0	0	0	0	0	0	Coesione
0	0	0	0	0	0	0	Sovraccarico
0	0	0	0	0	0	0	Attrito

### Pressioni terreno in SLU

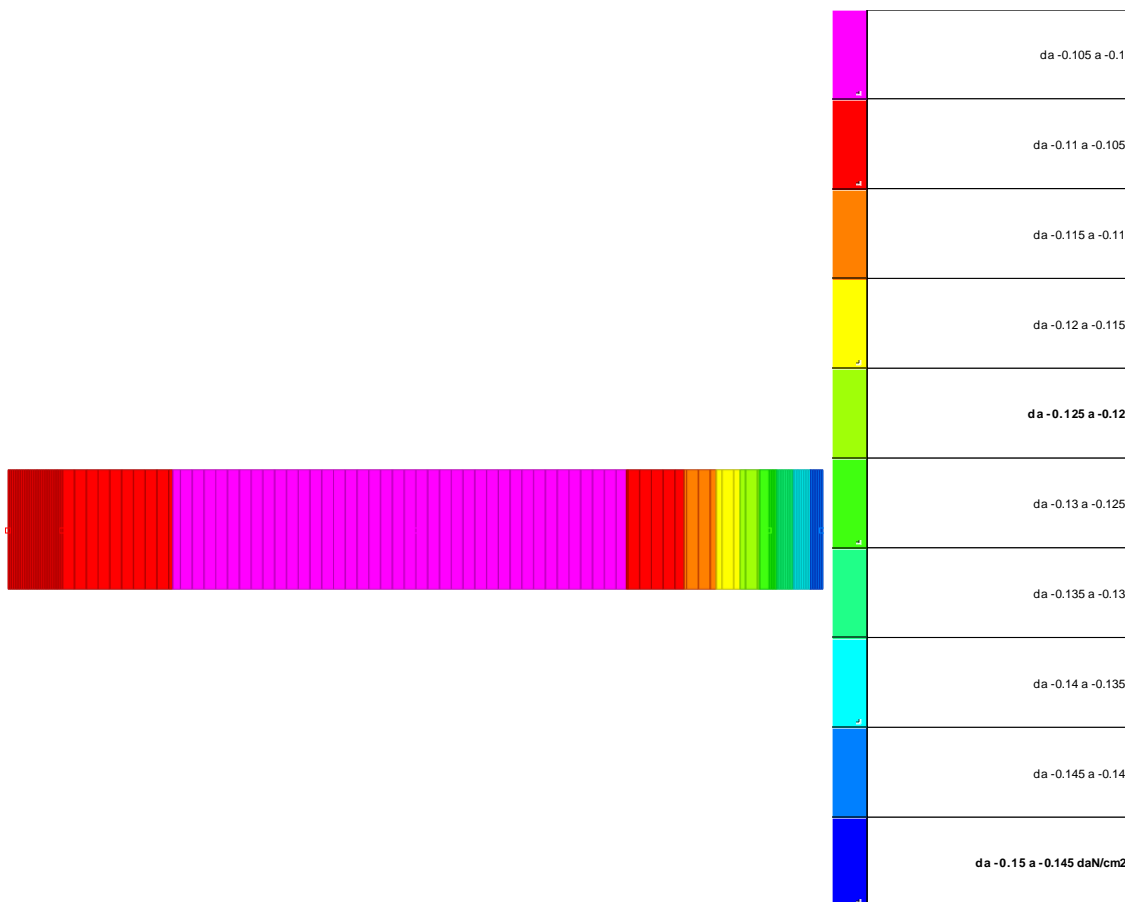


Immagine: rappresentazione in pianta delle massime compressioni sul terreno in famiglia SLU.

**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. [cm]

**Valore:** Pressione minima sul terreno del nodo. [daN/cm2]

**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. [cm]

**Valore:** Pressione massima sul terreno del nodo. [daN/cm2]

Compressione estrema massima -0.14373 al nodo di indice 6, di coordinate  $x = 71318$ ,  $y = 6439$ ,  $z = -15$ , nel contesto SLU 30.

Nodo Ind.	Cont.	Pressione minima		Pressione massima		
		uz	Valore	Cont.	uz	Valore
2	SLU 27	-0.03663	-0.10989	SLU 17	-0.00156	-0.00469
3	SLU 27	-0.03604	-0.10811	SLU 17	-0.00877	-0.0263
4	SLU 27	-0.03411	-0.10233	SLU 17	-0.02161	-0.06482
5	SLU 30	-0.04257	-0.12771	SLU 14	-0.01512	-0.04537
6	SLU 30	-0.04791	-0.14373	SLU 14	-0.0127	-0.03811

### Pressioni terreno in SLVf/SLUEcc

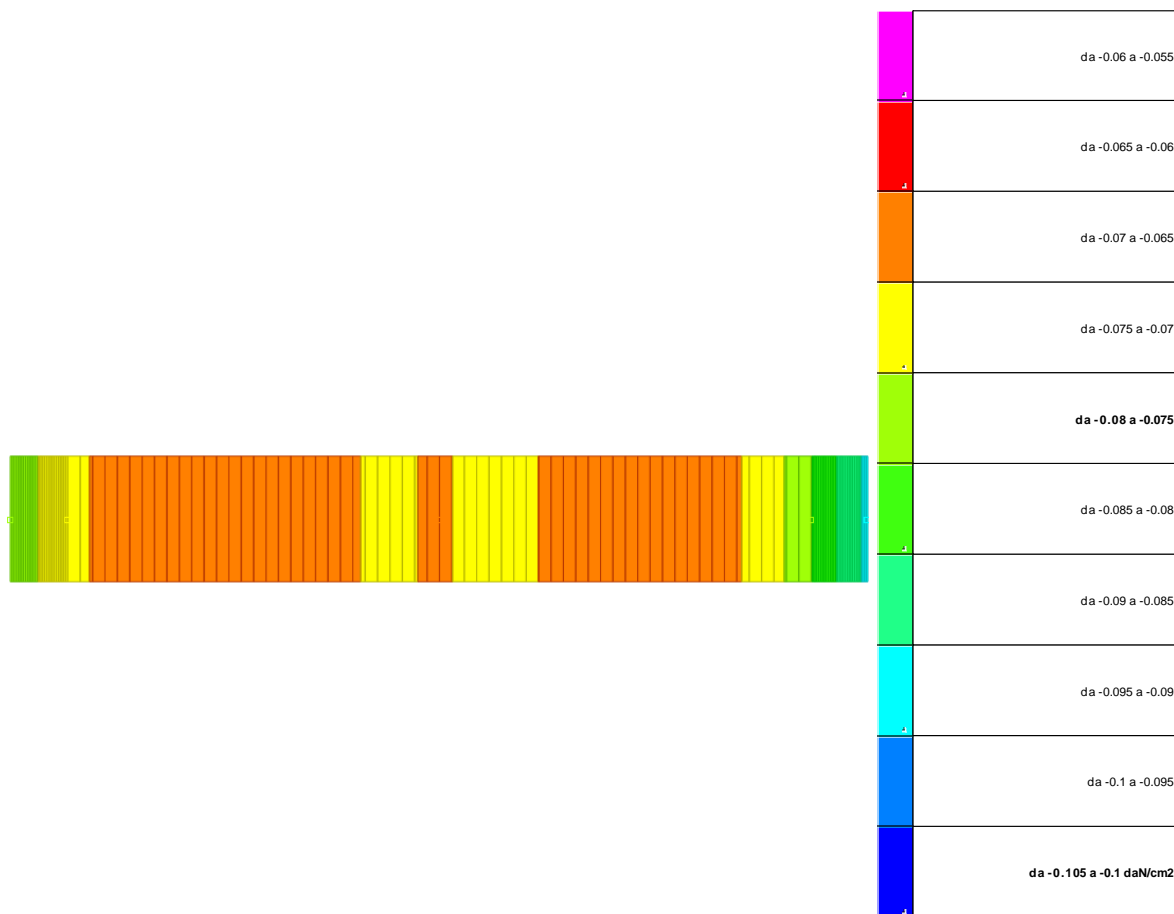


Immagine: rappresentazione in pianta delle massime compressioni sul terreno in famiglie SLVf/SLUEcc.

*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. [cm]*

*Valore: Pressione minima sul terreno del nodo. [daN/cm2]*

*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. [cm]*

*Valore: Pressione massima sul terreno del nodo. [daN/cm2]*

Compressione estrema massima -0.0913 al nodo di indice 6, di coordinate  $x = 71318$ ,  $y = 6439$ ,  $z = -15$ , nel contesto SLV fondazioni 13.

Nodo Ind.	Cont.	Pressione minima		Pressione massima		
		uz	Valore	Cont.	uz	Valore
2	SLV FO 1	-0.02595	-0.07785	SLV FO 13	-0.00539	-0.01616
3	SLV FO 1	-0.02398	-0.07195	SLV FO 13	-0.01219	-0.03658
4	SLV FO 1	-0.02316	-0.06948	SLV FO 13	-0.02315	-0.06944
5	SLV FO 13	-0.02659	-0.07978	SLV FO 1	-0.01467	-0.044
6	SLV FO 13	-0.03043	-0.0913	SLV FO 1	-0.00981	-0.02942

### Pressioni terreno in SLE/SLD

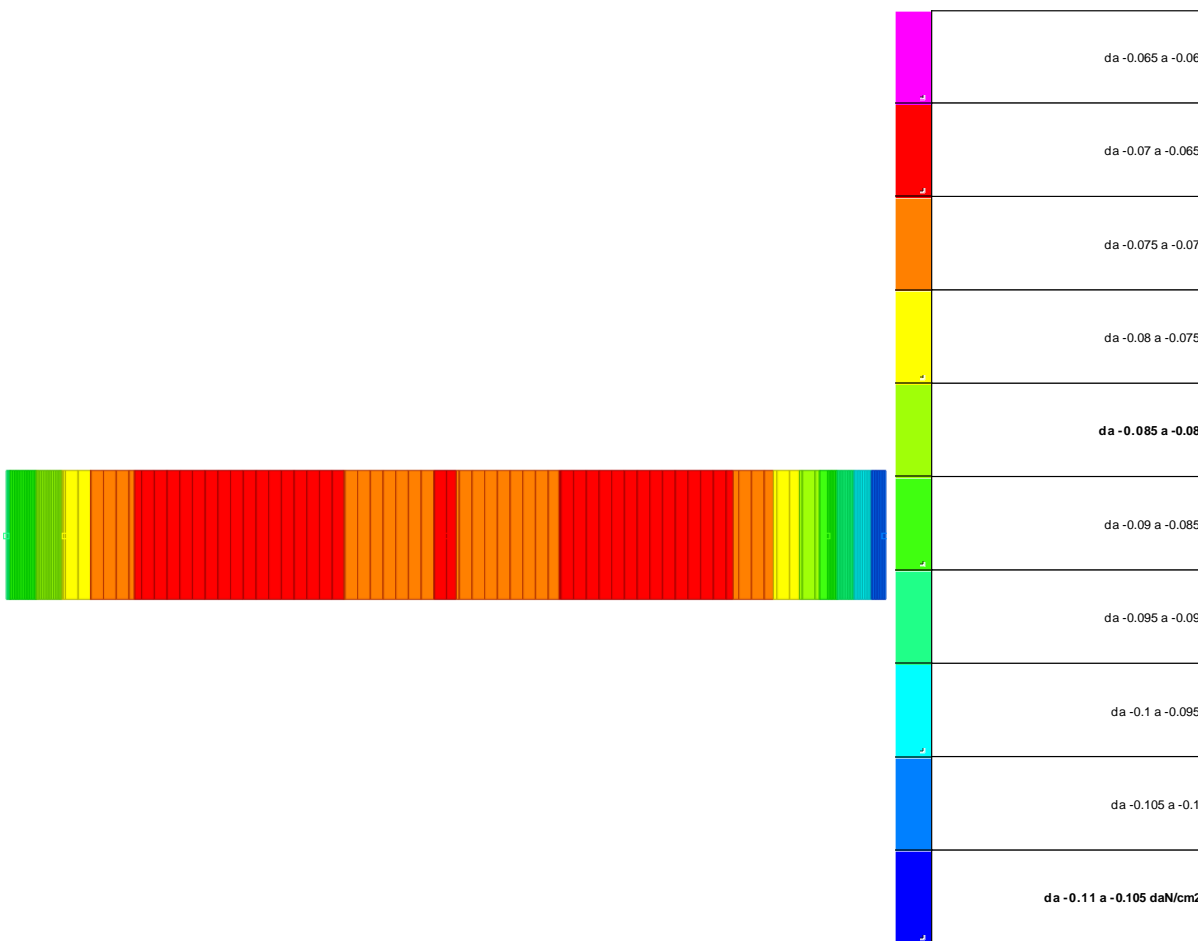


Immagine: rappresentazione in pianta delle massime compressioni sul terreno in famiglie SLE/SLD.

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. [cm]

Valore: Pressione minima sul terreno del nodo. [daN/cm2]

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. [cm]

Valore: Pressione massima sul terreno del nodo. [daN/cm2]

Compressione estrema massima -0.10418 al nodo di indice 6, di coordinate  $x = 71318$ ,  $y = 6439$ ,  $z = -15$ , nel contesto SLD 13.

Nodo Ind.	Cont.	Pressione minima		Pressione massima		
		uz	Valore	Cont.	uz	Valore
2	SLD 1	-0.03023	-0.09069	SLD 13	-0.00111	-0.00332
3	SLD 1	-0.02644	-0.07932	SLD 13	-0.00974	-0.02921
4	SLD 1	-0.02316	-0.06949	SLD 13	-0.02314	-0.06943
5	SLD 13	-0.02908	-0.08724	SLD 1	-0.01218	-0.03655
6	SLD 13	-0.03473	-0.10418	SLD 1	-0.00551	-0.01654

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

- Dimensioni blocco di fondazione =  $8,27 \times 1,20 \times 0,30 + 3 \times (0,50 \times 1,14) = 4,70$  mc
- quota max apparecchiatura = 5,25
- carichi verticali = 1710 daN

Spinta del Vento

#### IPOTESI 1

- spinta vento 130 km/h (120 kg/m<sup>2</sup>) T = -5 °C
- Si considera la condizione più gravosa dal punto di vista statico per cui il vento spiri in direzione parallela ai conduttori e quindi investa ortogonalmente le apparecchiature.

CALCOLO DELLA SPINTA DEL VENTO SUL SEZIONATORE							
velocità vento 130 Km/h - pressione del vento 120 daN/mq per sup piane-72 daN/mq per sup cilindriche							
TRONCO	tipo elemento		lunghezza (m)	superficie (mq)	spinta tot.(daN)	baricentro (m)	momento (daN*m)
0	colonne	219	3,39	1,48	106,91	1,70	181,21
1	traverso		5	0,50	60,00	3,34	200,40
2	comando			0,31	36,99	0,46	16,83
3	traversi		2,5	1,00	120,00	3,59	430,80
4	sezionatori	sup cilindrica	1,86	4,19	301,32	4,59	1383,06
5	piatti inf	020*0,40		0,08	9,60	0,20	1,92
6	piatti sup	0,085*0,20		0,02	2,04	2,55	5,20
					7,48	636,86	2219,42

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

## 7.1. VERIFICA DELLA FONDAZIONE

**Momento al piede**



$$M_{px} = M_{py} = 3.450 \text{ daNm} = 2.220 + (150 \cdot 5,25) + (83 \cdot 5,25) \text{ daNm}$$

### Taglio al piede

$$T_{px} = T_{py} = 915 \text{ daN}$$

### Momento ribaltante

$$M_{rx} = M_{ry} = 3.450 + 915 \cdot 0,80 = 4.182 \text{ daNm}$$

### Carico verticale a piano fondazione

$$W = 1.710 \text{ daN}$$

$$P_v = 1.710 + 4,70 \cdot 2.500 + 1.600 \cdot 2,4 \cdot 0,5 \cdot 1,2 \cdot 2 = 18.068 \text{ daN}$$

### Momento stabilizzante

$$M_{sx} = P_v \cdot B/2 = 18.068 \cdot 1,20/2 = 10.840 \text{ daNm}$$

$$M_{sy} = P_v \cdot B/2 = 18.068 \cdot 8,27/2 = 74.712 \text{ daNm}$$

$$K_x = M_s/M_r = 10.840/4.182 > 1,5$$

$$K_y = M_s/M_r = 74.712/4.182 > 1,5$$

## VERIFICA TIRAFONDI

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

Caratteristiche del singolo tirafondo:

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

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

Lunghezza di ancoraggio  $L_b = 60 \text{ cm}$  lunghezza minima con uncino terminale.

### Caratteristiche materiali

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

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 al piede:

$$N_p = 1.710 \text{ daN}$$

$$T_{px} = T_{py} = 915 \text{ daN}$$

Si incrementa il momento al piede di una quantità generata in considerazione della presenza di 3 cm di malta tipo emaco e che la superficie superiore del cls non lavori per circa  $\frac{1}{2} \varphi$ .

$$M_{px} = M_{py} = 3.450 + 915 \cdot (0,03 + 0,01) = 3.490 \text{ daNm}$$

$$S_{xi} = S_{yi} = M_p / i / n = 3.490 / 0,40 / 3 / 2 = 1.455 \text{ daN}$$

$$\text{trazione su tirafondo più sollecitato } S_{pi\_max} = -1.710 \cdot 1,3 / 12 + 1,5 \cdot 1.455 = 2.000 \text{ daN}$$

$$\text{compressione su tirafondo più sollecitato } N_{pi\_max} = -1.710 \cdot 1,3 / 12 - 1,5 \cdot 1.455 = -2.370 \text{ daN}$$

$$\text{taglio su ogni tirafondo } T_{pi} = 1,5 \cdot 915 / 12 = 115 \text{ daN}$$

### VERIFICA DI RESISTENZA

$$\sigma = N / A_n = 2.370 / 2,45 = 970 \text{ daN/cm}^2 < 3.550 \text{ daN/cm}^2$$

$$\tau = T / A_n = 115 / 2,45 = 47 \text{ daN/cm}^2 < 2.050 \text{ daN/cm}^2$$

$$(970 / 3.550)^2 + (47 / 2.050)^2 = 0,08 < 1,00$$

### VERIFICA A SFILAMENTO

Lunghezza tirafondo = 60 cm

$$\tau = N / (3,14 \cdot D \cdot L) = 2.000 / (3,14 \cdot 2 \cdot (60 + 20 \cdot 2)) = 3,20 \text{ daN/cm}^2 < f_{bd} = 22,2 \text{ daN/cm}^2$$

### VERIFICA PLINTO

Valori espressi in daN, cm.

Metodo di calcolo: stati limite-norme italiane

Tipo C

Dimensioni del basamento: lungo X = 827 lungo Y = 120 spessore = 30

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 :  $s_c = 130.7$   $s_f = 3200$   $f_{ctd} = 12.6$

Tensione ammissibile del terreno:  $s_t = .9$

### **Sollecitazioni trasmesse dal pilastro (30 x 30 cm) :**

in condizioni ultime:

cond. n. 1  $N = -2223$   $M_x = 655000$   $M_y = 655000$   $T_x = 1375$   $T_y = 1375$

in condizioni di esercizio:

cond. n. 1  $N = -1710$   $M_x = 345000$   $M_y = 345000$   $T_x = 915$   $T_y = 915$

### **Pressioni sul terreno**

in condizioni di esercizio:

$s_t$  max.  $-.38$   $s_t$  min.  $0$  nella cond. n. 1  $s_t$  media  $-.16$  nella cond. n. 1 sezione parzializzata

$s_t$   $.38 < .86$

Verifiche in condizioni ultime

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

Armature e momenti di verifica:  $a_f = 32.17$   $a'_f = 16.08$

$M_{sd} = 568103$  daN\*cm (asse o filo pilastro)  $M_{sd} = 0$  daN\*cm (filo risega)

$M_u = 1271034$  daN\*cm (asse o filo pilastro)  $M_u = 0$  daN\*cm (filo risega)

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

Armature e momenti di verifica:  $a_f = 26.7$   $a'_f = 26.7$

$M_{sd} = 488555$  daN\*cm (asse o filo pilastro)  $M_{sd} = 0$  daN\*cm (filo risega)

$M_u = 1252859$  daN\*cm (asse o filo pilastro)  $M_u = 0$  daN\*cm (filo risega)

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.