

**ITINERARIO INTERNAZIONALE E78 S.G.C. GROSSETO – FANO**  
**Tratto Selci Lama (E45) – S. Stefano di Gaifa**  
**Adeguamento a 2 corsie della Galleria della Guinza (lotto 2)**  
**e del tratto Guinza – Mercatello Ovest (lotto 3)**  
**1° stralcio**

**PROGETTO DEFINITIVO**

cod. AN58

**PROGETTAZIONE: ANAS - DIREZIONE PROGETTAZIONE E REALIZZAZIONE LAVORI**

**PROGETTISTI:**

Ing. **VINCENZO MARZI**  
 Ordine Ingegneri di Bari n. 3594

**IL GEOLOGO**

Geol. **FRANCESCO MATALONI**  
 Ordine Geologici del Lazio n. 725

**IL RESPONSABILE DEL S.I.A.**

Arch. **GIOVANNI MAGARO'**  
 Ordine Architetti di Roma n. 16183

**COORDINATORE PER LA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE**

Geom. **FABIO QUONDAM**

**VISTO: IL RESP. DEL PROCEDIMENTO**

Dott. ing. **ANTONIO SCALAMANDRÈ**

PROTOCOLLO

DATA:

**OPERE D'ARTE MINORI**  
**FONDAZIONI**  
**RELAZIONE TECNICA E DI CALCOLO - P.M.V.**

CODICE PROGETTO		NOME FILE			REVISIONE
PROGETTO	LIV. PROG.	N. PROG.	T00OM03STRE02_A.dwg		
<b>L0702M</b>	<b>D</b>	<b>1801</b>	CODICE ELAB.	<b>T00OM03STRE02</b>	<b>A</b>
D					
C					
B					
A					
REV.	DESCRIZIONE	DATA	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO

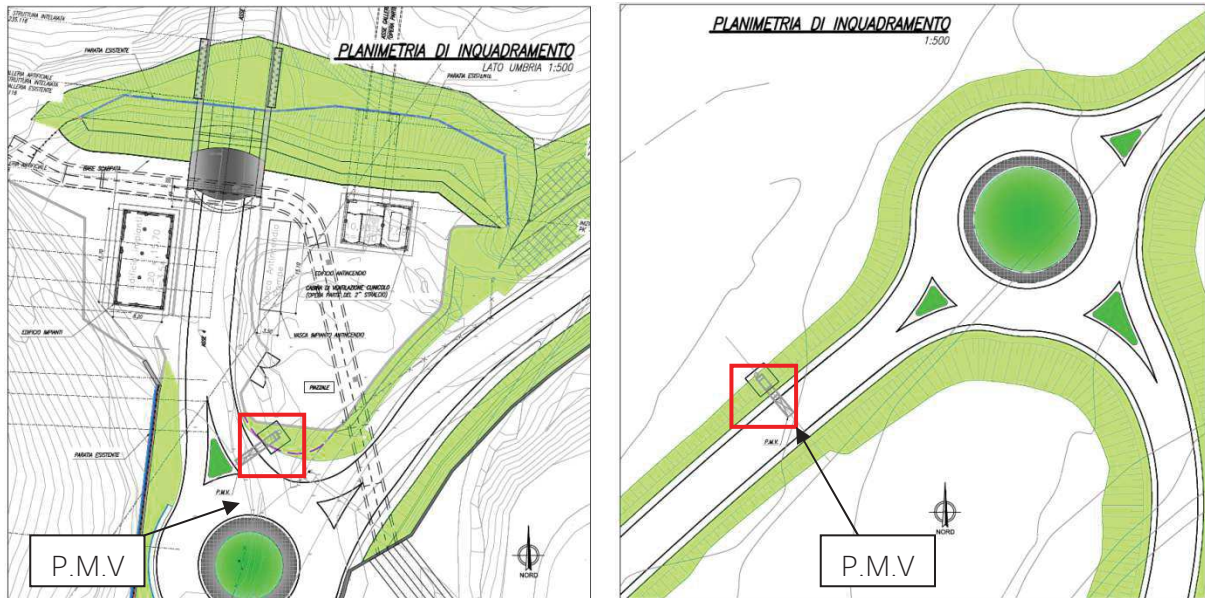
INDICE

1. PREMESSA.....	3
2. DESCRIZIONE DEL PROGETTO .....	5
2.1 STANDARDS PROGETTUALI E NORMATIVE DI RIFERIMENTO.....	6
3. DESCRIZIONE DELLE OPERE .....	7
3.1 FONDAZIONI PORTALE.....	7
3.2 MATERIALI IMPIEGATI.....	9
3.2.1 Calcestruzzo.....	9
3.2.2 Acciaio per c.a. ....	10
4. PARAMETRI GEOTECNICI DI CALCOLO.....	11
5. AZIONI DI PROGETTO.....	15
5.1.1 Carichi permanenti strutturali.....	15
5.1.2 Carichi Variabili.....	16
5.1.3 Carichi da neve.....	18
5.1.4 Carichi da vento.....	20
5.2 INQUADRAMENTO SISMICO.....	21
5.2.1 PARAMETRI SISMICI ADOTTATI PER LE OPERE .....	21
5.3 COMBINAZIONI DI CARICO .....	37
5.4 METODO DI VERIFICA .....	42
6. PROGETTO DELLA FONDAZIONE.....	44
6.1 PREMESSA.....	44
6.2 MODELLAZIONE E ANALISI.....	44
6.3 SOFTWARE UTILIZZATO .....	44

7. CALCOLO FONDAZIONI .....	46
7.1 CALCOLO DELLE SOLLECITAZIONI SULLA PALIFICATA.....	46
7.1.1 1 Convenzioni di segno aste .....	46
7.2 VERIFICHE MICROPALI.....	49
7.3 VERIFICHE DEI MICROPALI.....	52
7.4 VERIFICHE PLINTI SU PALI.....	62

## 1. PREMESSA

La presente relazione ha per oggetto il calcolo delle fondazioni di due portali a bandiera di sbraccio pari a 16 m, su cui viene applicato un pannello a messaggio variabile (PMV) di lunghezza 8.5 m ed altezza 2.75 m. I portali saranno installati sullo Tratto Selci Lama (E45) – S. Stefano di Gaifa nell'ambito del progetto di adeguamento a 2 corsie della galleria della Guinza.



1-1 Inquadramento dell'opera

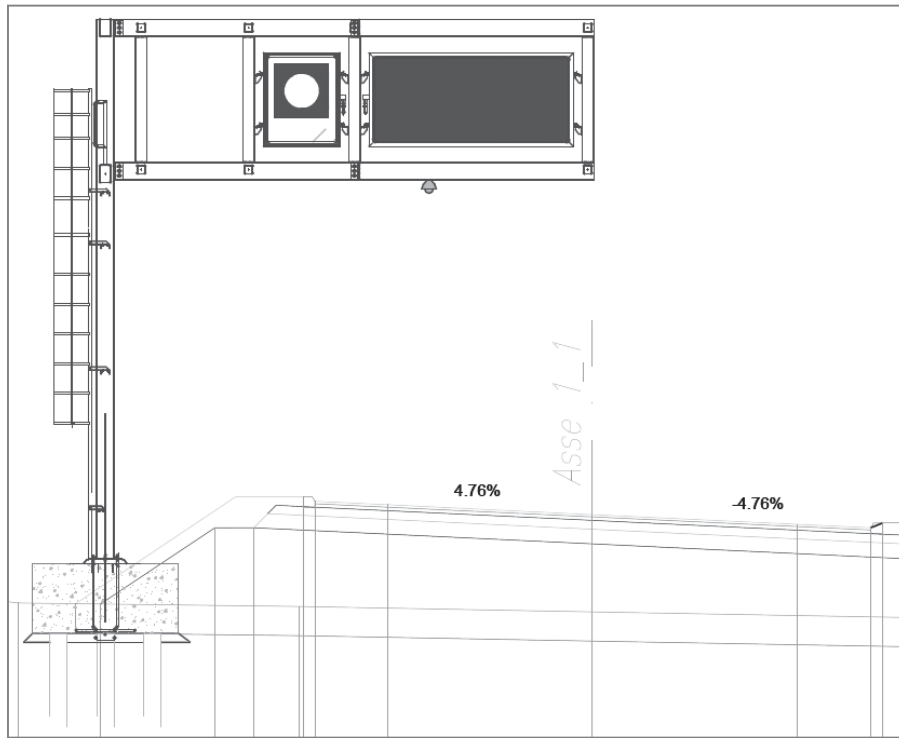


Figura 1 Schema del sistema PMV-fondazione – Sezione tipo lato Marche

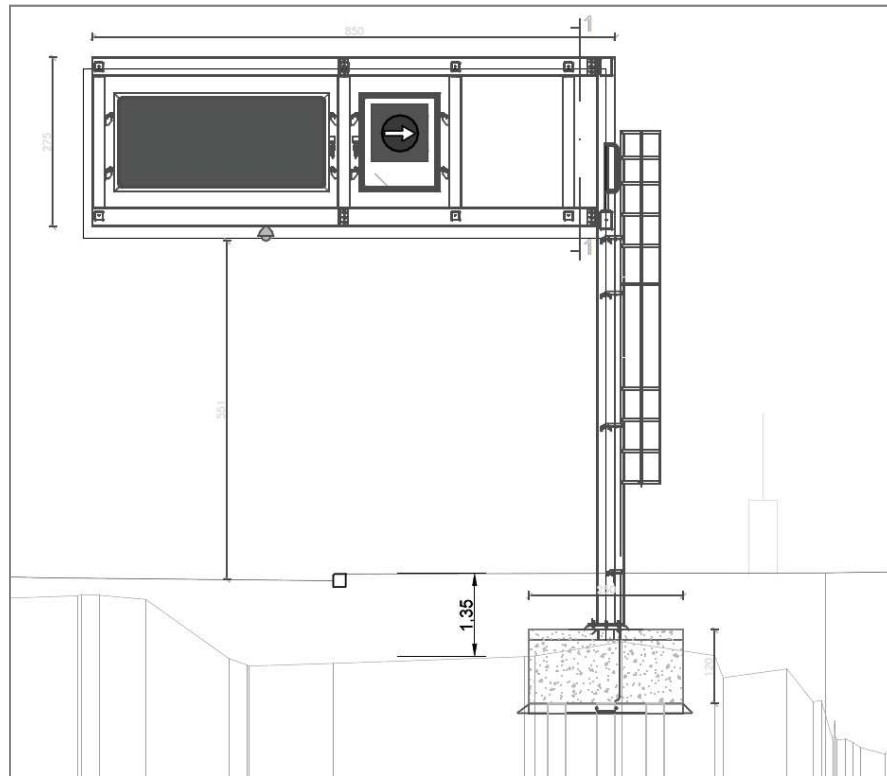


Figura 2 Schema del sistema PMV-fondazione – Sezione tipo lato Umbria

## 2. DESCRIZIONE DEL PROGETTO

Il presente calcolo ricade nell'ambito del progetto definitivo "adeguamento a due corsie della Galleria della Guinza (Lotto 2°) e del Tratto Guinza – Mercatello Ovest (Lotto 3°) .

L'intervento è localizzato tra le Regioni Umbria e Marche, nei Comuni di San Giustino (PG) e Mercatello sul Metauro (PU). Più dettagliatamente, il 2° Lotto comprende la Galleria della Guinza, mentre il 3° Lotto comprende tutte le opere dall'uscita della Guinza sul lato marchigiano, fino al termine dell'intervento.

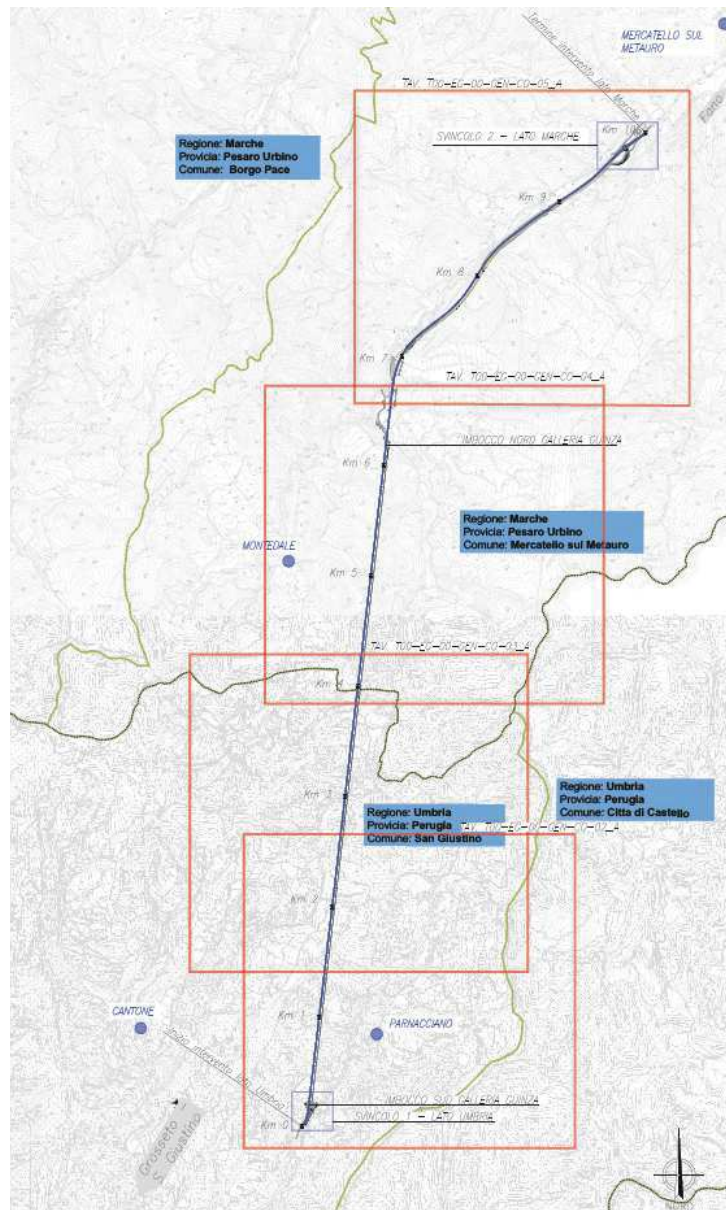


Figura 3: corografia

## 2.1 STANDARDS PROGETTUALI E NORMATIVE DI RIFERIMENTO

Il progetto è stato redatto seguendo l'istruzione tecnica ANAS - "Capitolato d'oneri – Prescrizioni per la redazione del Progetto esecutivo".

Il progetto è stato eseguito nel rispetto della normativa:

- ◆ Legge 5/11/1981 n. 1086: "Norme per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio armato normale, precompresso ed a struttura metallica".
- ◆ Legge 2 febbraio 1974 n. 64: "Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche".
- ◆ D.M. 17 gennaio 2018 – Testo unitario – Norme Tecniche per le Costruzioni.
- ◆ CIRCOLARE 2 Febbraio 2009 n° 617 – Istruzioni per l'applicazione delle Nuove norme tecniche per le costruzioni di cui al decreto ministeriale 14.01.2008.
- ◆ AICAP/93: Ancoraggi nei terreni e nelle rocce. Raccomandazioni.
- ◆ C.N.R. U.N.I. 10011 1988
- ◆ UNI EN 1992-2005 - Progettazione delle strutture di calcestruzzo.
- ◆ UNI EN 1997-2005 - Progettazione geotecnica.
- ◆ UNI EN 1998-2005 - Progettazione delle strutture per la resistenza sismica.
- ◆ UNI EN 206-1-2001 - Calcestruzzo, "Specificazione, prestazione, produzione e conformità".

### 3.DESCRIZIONE DELLE OPERE

La struttura di fondazione in esame è costituita da un plinto in cemento armato intestato su micropali.

Nello specifico le dimensioni in pianta della fondazione sono 4.0x4.0 m, ed altezza costante pari a 1.50 m. I micropali sono in numero di 9 ed hanno lunghezza di perforazione pari a 10 m e diametro 300 mm. Il tubo di armatura misura un diametro pari a 197.3 mm con spessore 10mm. La sovrastruttura presenta un'eccentricità di 75 cm rispetto al baricentro della palificata lungo in direzione parallela all'asse del portale. Tale disposizione consente di limitare gli sforzi di trazione nei micropali di estremità. Di seguito si riportano le immagini rappresentative dell'opera.

#### 3.1 FONDAZIONI PORTALE

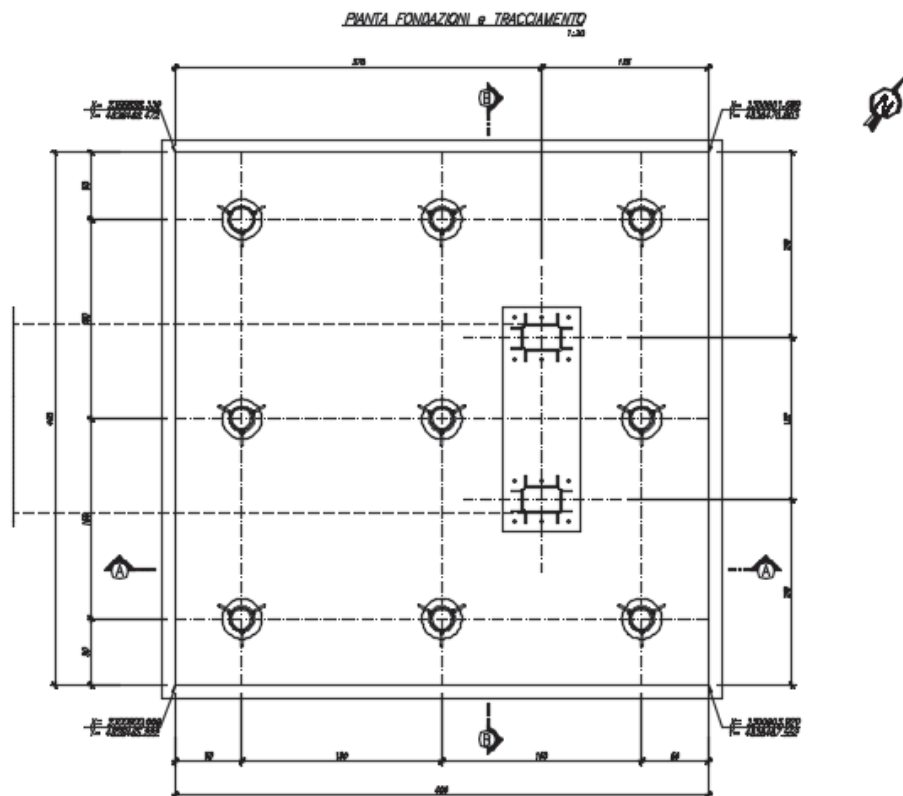


Figura 4 Carpenteria delle fondazioni – vista in pianta



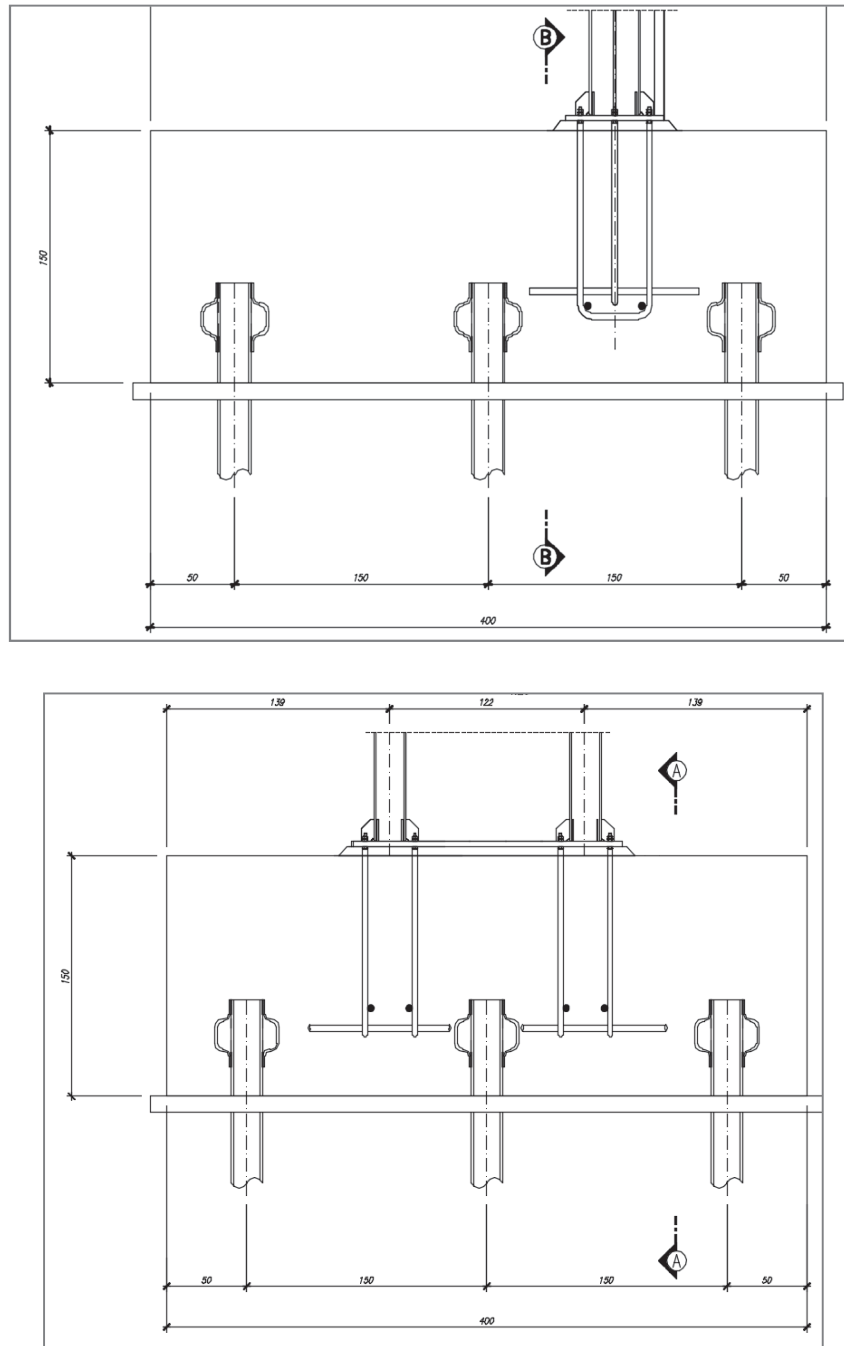


Figura 5 carpenteria delle fondazioni Sezione trasversale e longitudinale

### 3.2 MATERIALI IMPIEGATI

#### 3.2.1 Calcestruzzo

##### Calcestruzzo per pali

##### Classe di resistenza C28/35

- Resistenza caratteristica cubica:  $R_{ck} = 35 \text{ MPa}$
- Resistenza caratteristica cilindrica:  $f_{ck} = 0,83R_{ck} = 29.05 \text{ MPa}$
- Resistenza caratteristica cilindrica media:  $f_{cm} = f_{ck} + 8 = 37.05 \text{ MPa}$
- Resistenza media a trazione semplice:  $f_{ctm} = 0,30 f_{ck}^{2/3} = 3.33 \text{ MPa}$
- Resistenza media a trazione per flessione:  $f_{cfm} = 1,2 f_{ctm} = 3,99 \text{ MPa}$
- Resistenza caratteristica a trazione semplice(5%):  $f_{ctk} = 0,7f_{ctm} = 2.33 \text{ MPa}$
- Resistenza caratteristica a trazione semplice(95%):  $f_{ctk} = 1,3f_{ctm} = 4.43 \text{ MPa}$
- Modulo di elasticità longitudinale:  $E_{cm} = 22.000[f_{cm}/10]^{0,3} = 32588 \text{ MPa}$
- Classe di esposizione: XC2
- Copriferro:  $c = 50 \text{ mm}$
- Massime tensioni di compressione in esercizio:
- Combinazione rara  $\sigma_{c,ad} = 0.60f_{ck} = 17.43 \text{ MPa}$
- Combinazione quasi permanente  $\sigma_{c,ad} = 0.45f_{ck} = 13.07 \text{ MPa}$

##### *Malta per iniezione tiranti e micropali*

##### Classe di resistenza C25/30

- Rapporto acqua/cemento 0.5
- Massa volumica  $> 1.8 \text{ g/cm}^3$

##### *Spritz beton*

##### Classe di resistenza C25/30

- Massima dimensione dell'aggregato 10 mm
- Contenuto minimo di cemento 300 kg/mc
- Classe di esposizione XC2
- Resistenza media su carote a 48h  $\geq 13 \text{ MPa}$   
a 28gg  $\geq 25 \text{ MPa}$

### 3.2.2 Acciaio per c.a.

*Acciaio per cemento armato tipo B 450 C avente le seguenti caratteristiche:*

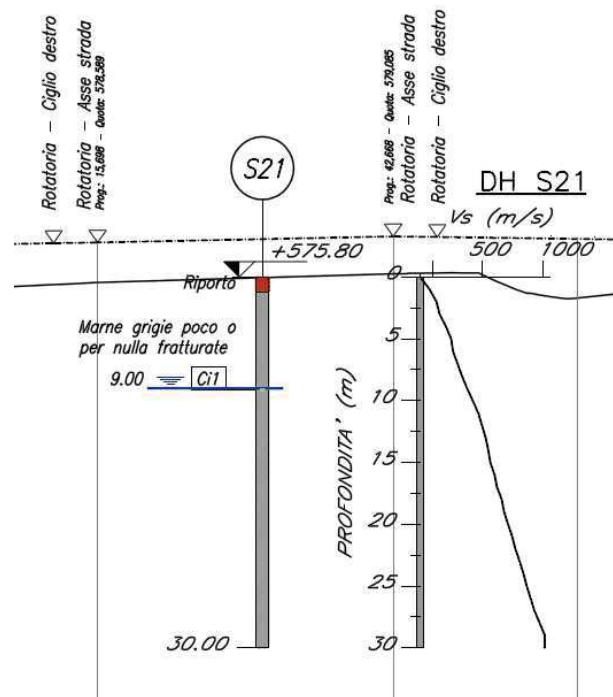
- Tensione caratteristica di snervamento  $f_{yk} \geq 450 \text{ MPa}$
- Tensione caratteristica di rottura  $f_{tk} \geq 540 \text{ MPa}$
- Modulo elastico  $E_s = 206000 \text{ MPa}$
- Rapporto  $1,15 \leq (f_t / f_y)_k < 1,35$  (frattile 10%)
- Rapporto  $(f_y / f_{y,nom})_k \leq 1,25$  (frattile 5%)
- Allungamento  $(A_{gt})_k \geq 7,5 \%$  (frattile 10%)
- Coefficiente sicurezza SLU:  $\gamma_s = 1,15$
- Resistenza di calcolo SLU:  $f_{sd} = f_{yk} / \gamma_c = 391,30 \text{ MPa}$
- Tensione di calcolo SLE:  $\sigma_{y,ad} = 0,80 f_{yk} = 360 \text{ MPa}$

*Tubi per micropali*

Acciaio EN 10025 – S355 JO

#### 4.PARAMETRI GEOTECNICI DI CALCOLO

Il profilo stratigrafico, lungo l'asse principale dove sono ubicate le opere, può ritenersi omogeneo e caratterizzato dalla presenza di marne poco o per nulla fratturate come mostrato nella stratigrafia proveniente dal sondaggio S21 mostrato in figura.



Per il dimensionamento dei micropali si è utilizzato l'approccio di Bustamante e Doix (1985) che sostanzialmente affida la trasmissione del carico completamente per attrito laterale.

La portata limite del micropalo valvolato è data da:

$$Q_{lim} = Q_{Punta} + Q_{Laterale} = Q_{Punta} + \pi(\alpha\phi) s L$$

Dove la portata di punta è valutata come  $Q_{Punta} = 0.15 Q_{Laterale}$

Il valore della resistenza tangenziale all'interfaccia "s" da introdurre nei calcoli è ricavabile dal valore medio della resistenza a rottura determinabile a partire dagli abachi di Bustamante e Doix (Resistenza Laterale secondo Bustamante e Doix) in essi sono riportati, in base alla litologia dell'ammasso e alla tecnologia di iniezione, i valori limite di resistenza dell'interfaccia. In funzione della resistenza alla penetrazione ( $N_{spt}$ ) o dai risultati di prove pressiometriche, è possibile ricavare il valore della resistenza laterale unitaria s.

La curva a cui fare riferimento dipende dal tipo di iniezione secondo quanto riportato nella tabella 2 dove con

IRS, viene ad essere indicata una tipologia di iniezione ripetuta e selettiva, mentre con IGU, viene ad essere indicata una tipologia di iniezione effettuata in una unica soluzione.

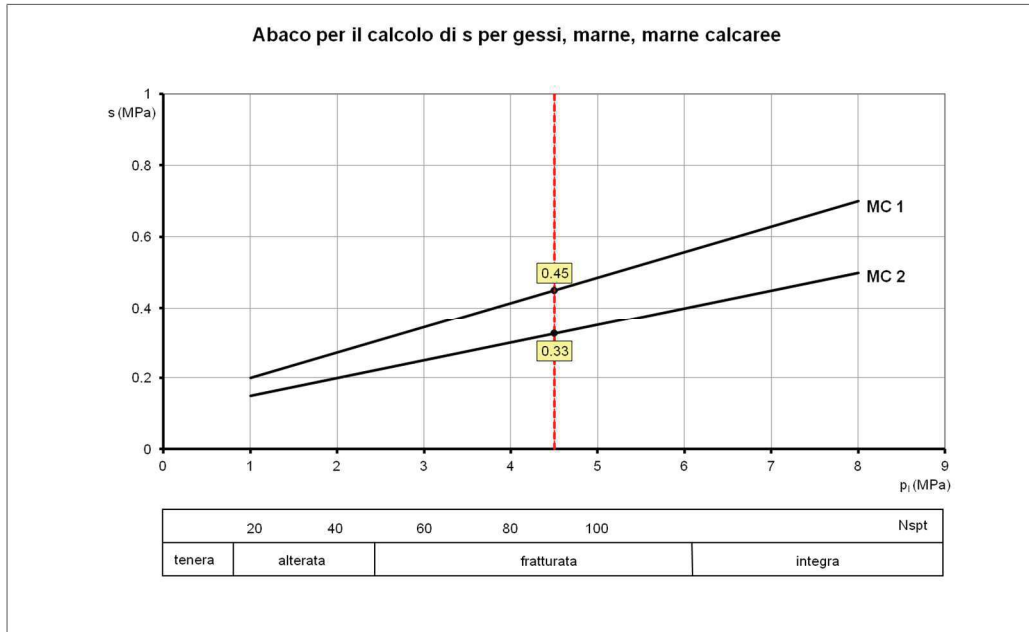


Figura 6 Resistenza Laterale secondo Bustamante e Doix

TERRENO	Valori di $\alpha$		Quantità minima di miscela consigliata	
	IRS	IGU	IRS	IGU
Ghiaia	1,8	1,3-1,4	1,5 Vs	1,5 Vs
Ghiaia sabbiosa	1,6-1,8	1,2-1,4	1,5 Vs	1,5 Vs
Sabbia ghiaiosa	1,5-1,6	1,2-1,3	1,5 Vs	1,5 Vs
Sabbia grossa	1,4-1,5	1,1-1,2	1,5 Vs	1,5 Vs
Sabbia media	1,4-1,5	1,1-1,2	1,5 Vs	1,5 Vs
Sabbia fine	1,4-1,5	1,1-1,2	1,5 Vs	1,5 Vs
Sabbia limosa	1,4-1,5	1,1-1,2	(1,5-2) Vs	1,5 Vs
Limo	1,4-1,6	1,1-1,2	2 Vs	1,5 Vs
Argilla	1,8-2,0	1,2	(2,5-3) Vs	(1,5-2) Vs
Marne	1,8	1,1-1,2	(1,5-2) Vs per strati compatti	
Calcari marnosi	1,8	1,1-1,2	(2-6) Vs o più per strati fratturati	
Calcari alterati o fratturati	1,8	1,1-1,2		
Roccia alterata e/o fratturata	1,2	1,1	(1,1-1,5) Vs per strati poco fratturati; 2 Vs o più per strati fratturati	

Figura 7 Correlazione tra  $\alpha$  ed il tipo di iniezione

TERRENO	Tipo di iniezione	
	IRS	IGU
Da ghiaia a sabbia limosa	SG1	SG2
Limo e argilla	AL1	AL2
Marna, calcare marnoso, calcare tenero fratturato	MC1	MC2
Roccia alterata e/o fratturata	≥R1	≥R2

Figura 8 Tipo di iniezione

Nel caso specifico si precisa quanto segue:

- Il palo è stato realizzato con semplice iniezione a gravità;
- Il parametro di amplificazione del diametro del bulbo è stato considerato pari cautelativamente pari a 1,00;
- La i portanza alla punta è stata stimata pari al 15% della  $Q_{laterale}$ ;
- Le pressioni "si" sono state correlate sia alle prove NSpt ( mediante valori superiori a  $N_{colpi}=10$ ) sia ai valori riportati nelle norme FHWA NHI-05-039-2005, studio pubblicato dalla Federal Highway Administration. Per micropali di tipo A ( micropali gettati a gravità) i valori di resistenza al taglio lungo le superfici laterali a contatto tra miscela e terreno, in terreni identificati come litoidi, sono pari a 205-550 kPa, così come riportato nella tabella allegata.

*Cautelativamente si sono adottati valori di pressioni agenti sul fusto del micropali "si" variabili tra 120 - 200 kPa.*

PROGETTO DEFINITIVO

RELAZIONE TECNICA E DI CALCOLO - PMV

Soil / Rock Description	Grout-to-Ground Bond Ultimate Strengths, kPa (psi)			
	Type A	Type B	Type C	Type D
Silt & Clay (some sand) (soft, medium plastic)	35-70 (5-10)	35-95 (5-14)	50-120 (5-17.5)	50-145 (5-21)
Silt & Clay (some sand) (stiff, dense to very dense)	50-120 (5-17.5)	70-190 (10-27.5)	95-190 (14-27.5)	95-190 (14-27.5)
Sand (some silt) (fine, loose-medium dense)	70-145 (10-21)	70-190 (10-27.5)	95-190 (14-27.5)	95-240 (14-35)
Sand (some silt, gravel) (fine-coarse, med.-very dense)	95-215 (14-31)	120-360 (17.5-52)	145-360 (21-52)	145-385 (21-56)
Gravel (some sand) (medium-very dense)	95-265 (14-38.5)	120-360 (17.5-52)	145-360 (21-52)	145-385 (21-56)
Glacial Till (silt, sand, gravel) (medium-very dense, cemented)	95-190 (14-27.5)	95-310 (14-45)	120-310 (17.5-45)	120-335 (17.5-48.5)
<b>Soft Shales (fresh-moderate fracturing, little to no weathering)</b>	<b>205-550 (30-80)</b>	<b>N/A</b>	<b>N/A</b>	<b>N/A</b>
Slates and Hard Shales (fresh- moderate fracturing, little to no weathering)	515-1,380 (75-200)	N/A	N/A	N/A
Limestone (fresh-moderate fracturing, little to no weathering)	1,035-2,070 (150-300)	N/A	N/A	N/A
Sandstone (fresh-moderate fracturing, little to no weathering)	520-1,725 (75.5-250)	N/A	N/A	N/A
Granite and Basalt (fresh- moderate fracturing, little to no weathering)	1,380-4,200 (200-609)	N/A	N/A	N/A

Type A: Gravity grout only

Type B: Pressure grouted through the casing during casing withdrawal

Type C: Primary grout placed under gravity head, then one phase of secondary "global" pressure grouting

Type D: Primary grout placed under gravity head, then one or more phases of secondary "global" pressure grouting

Figura 9 **Tabella** Valori di resistenza al taglio laterale per il dimensionamento dei micropali (FHWA NHI-05-039).

## 5. AZIONI DI PROGETTO

Le azioni che insistono sulla fondazione sono calcolate modellando la struttura superiore del pmv così come fornita dagli schemi tipologici Anas. Di seguito si riportano le azioni applicate alla sovrastruttura.

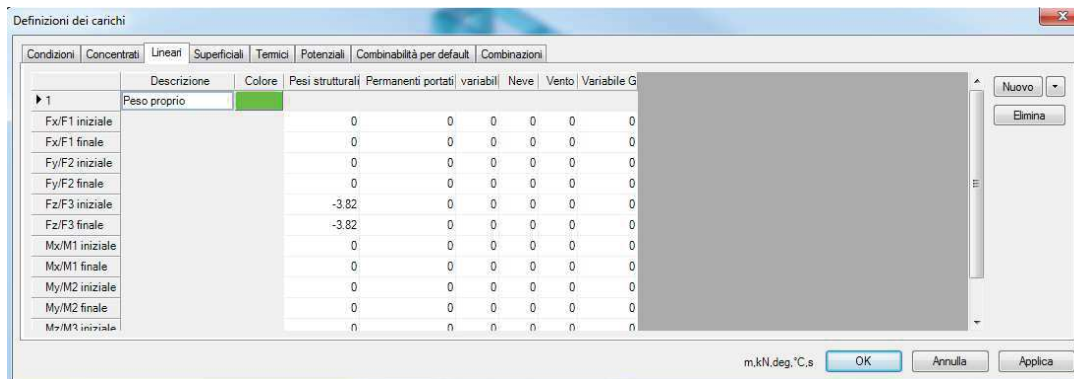
### 5.1.1 Carichi permanenti strutturali

I carichi permanenti strutturali sono stati desunti dai dati forniti nei tipologici Anas come di seguito illustrato in funzione dei dati geometrici del portale.

Dati Geometrici			Forze Verticali	
H cartello	2.75	m		Valore
Lcartello	13	m	Peso Struttura	65
H asse montante	9.3	m	Neve	27.95

IL carico lineare sul singolo corrente è stato calcolato con la relazione:

$$q \left( \frac{kN}{m} \right) = \frac{P (kN)}{2l} = \frac{65}{2 * 8.5} = 3.82 \frac{kN}{m}$$



IL carico è stato quindi distribuito linearmente ai correnti superiori del portale bandiera.



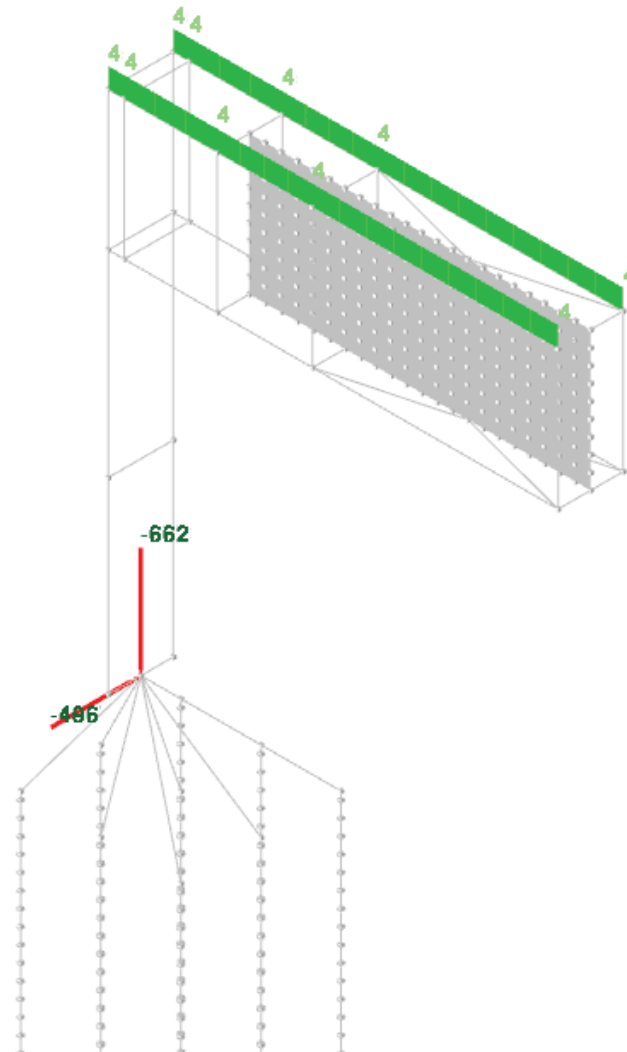


Figura 10 Pesì strutturali applicati ai correnti superiori (3.82 kN/m) – azioni alla base del plinto Mxx (kNm) e Fz (kN)

### 5.1.2 Carichi Variabili

È stato applicato come carico di superficie:

- Carico di Manutenzione:

$$q_m = 0.5 \text{ kN/m}^2$$

- Spinta attiva del sovraccarico accidentale a monte:

Nell'area di progetto va considerato un sovraccarico accidentale per zone carrabili. Nella condizione più sfavorevole ricadono nel cuneo di spinta della fondazione n° 1 ruota di un semiasse per un carico complessivo pari a :

- $P_w = 60 \text{ kN}$
- L: lunghezza d'incidenza del carico = 1.3 m

○  $Q = Pw/L = 60 \text{ (kN)}/1.3\text{(m)} = 46 \text{ kN/m}^2$

La spinta dovuta al sovraccarico accidentale a tergo delle pareti della vasca risulta paria :

$$SLL = qL * H = 12.5 * 1.5 = 18.8 \text{ kN/m}$$

Dove

- H è l'altezza del plinto = 1.5 m
- $qL = ka * Q = 0.27 * 46 \text{ (kN/m}^2) = 12.5 \text{ kN/m}^2$

La sovra spinta laterale per la fondazione è stata calcolata imputabile alla sosta di mezzi pesanti nel piazzale contiguo al pmv.

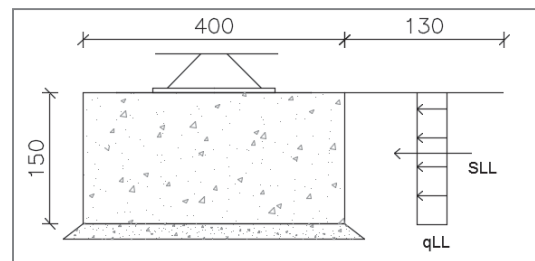


Figura 11 Schema sovra spinta per sovraccarico a monte

Il carico è stato applicato nel baricentro del plinto e discretizzato con un'azione orizzontale puntuale  $F_y$  più un momento aggiuntivo  $M$ , come mostrato in figura:

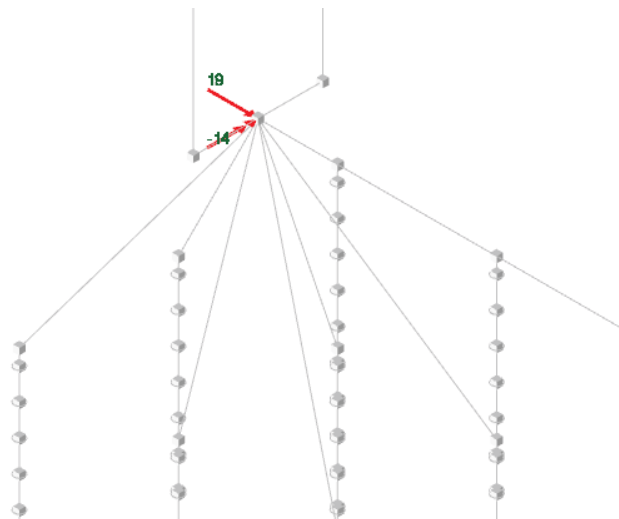


Figura 12 Spinta attiva del sovraccarico accidentale a monte-  $M_{xx}$  (kNm) –  $F_{yy}$  (kN)

### 5.1.3 Carichi da neve

☐	<b>Zona I - Alpina</b> Aosta, Belluno, Bergamo, Biella, Bolzano, Brescia, Como, Cuneo, Lecco, Pordenone, Sondrio, Torino, Trento, Udine, Verbania, Vercelli, Vicenza.	$q_{sk} = 1,50 \text{ kN/mq}$ $a_s \leq 200 \text{ m}$ $q_{sk} = 1,39 [1 + (a_s/728)^2] \text{ kN/mq}$ $a_s > 200 \text{ m}$
◻	<b>Zona I - Mediterranea</b> Alessandria, Ancona, Asti, Bologna, Cremona, Forlì-Cesena, Lodi, Milano, Modena, Novara, Parma, Pavia, Pesaro e Urbino, Piacenza, Ravenna, Reggio Emilia, Rimini, Treviso, Varese.	$q_{sk} = 1,50 \text{ kN/mq}$ $a_s \leq 200 \text{ m}$ $q_{sk} = 1,35 [1 + (a_s/602)^2] \text{ kN/mq}$ $a_s > 200 \text{ m}$
☐	<b>Zona II</b> Arezzo, Ascoli Piceno, Bari, Campobasso, Chieti, Ferrara, Firenze, Foggia, Genova, Gorizia, Imperia, Isernia, La Spezia, Lucca, Macerata, Mantova, Massa Carrara, Padova, Perugia, Pescara, Pistoia, Prato, Rovigo, Savona, Teramo, Trieste, Venezia, Verona.	$q_{sk} = 1,00 \text{ kN/mq}$ $a_s \leq 200 \text{ m}$ $q_{sk} = 0,85 [1 + (a_s/481)^2] \text{ kN/mq}$ $a_s > 200 \text{ m}$
☐	<b>Zona III</b> Agrigento, Avellino, Benevento, Brindisi, Cagliari, Caltanissetta, Carbonia-Iglesias, Caserta, Catania, Catanzaro, Cosenza, Crotone, Enna, Frosinone, Grosseto, L'Aquila, Latina, Lecce, Livorno, Matera, Medio Campidano, Messina, Napoli, Nuoro, Ogliastra, Olbia Tempio, Oristano, Palermo, Pisa, Potenza, Ragusa, Reggio Calabria, Rieti, Roma, Salerno, Sassari, Siena, Siracusa, Taranto, Terni, Trapani, Vibo Valentia, Viterbo.	$q_{sk} = 0,60 \text{ kN/mq}$ $a_s \leq 200 \text{ m}$ $q_{sk} = 0,51 [1 + (a_s/481)^2] \text{ kN/mq}$ $a_s > 200 \text{ m}$

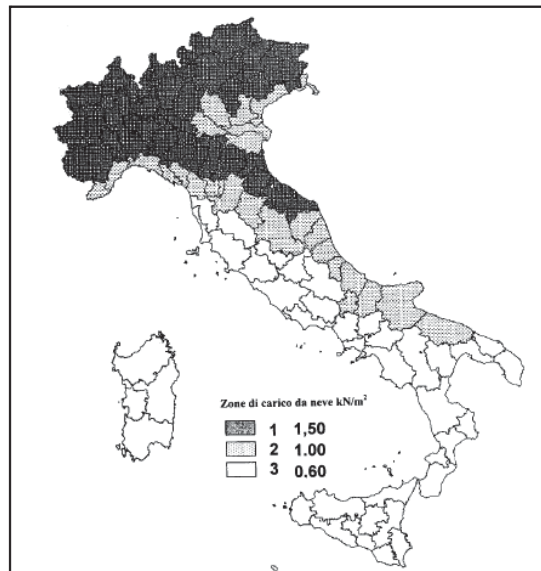
$q_s$  (carico neve sulla copertura [N/mq]) =  $\mu_i \cdot q_{sk} \cdot C_E \cdot C_t$   
 $\mu_i$  (coefficiente di forma)  
 $q_{sk}$  (valore caratteristico della neve al suolo [kN/mq])  
 $C_E$  (coefficiente di esposizione)  
 $C_t$  (coefficiente termico)

#### Valore caratteristico della neve al suolo

$a_s$ (altitudine sul livello del mare [m])	600
$q_{sk}$ (val. caratt. della neve al suolo [kN/mq])	2.69

#### Coefficiente termico

Il coefficiente termico può essere utilizzato per tener conto della riduzione del carico neve a causa dello scioglimento della stessa, causata dalla perdita di calore della costruzione. Tale coefficiente tiene conto delle proprietà di isolamento termico del materiale utilizzato in copertura. In assenza di uno specifico e documentato studio, deve essere utilizzato  $C_t = 1$ .



#### Coefficiente di esposizione

Topografia	Descrizione	$C_E$
Normale	Aree in cui non è presente una significativa rimozione di neve sulla costruzione prodotta dal vento, a causa del terreno, altre costruzioni o alberi.	1

#### Valore del carico della neve al suolo

$q_s$ (carico della neve al suolo [kN/mq])	2.69
--	------

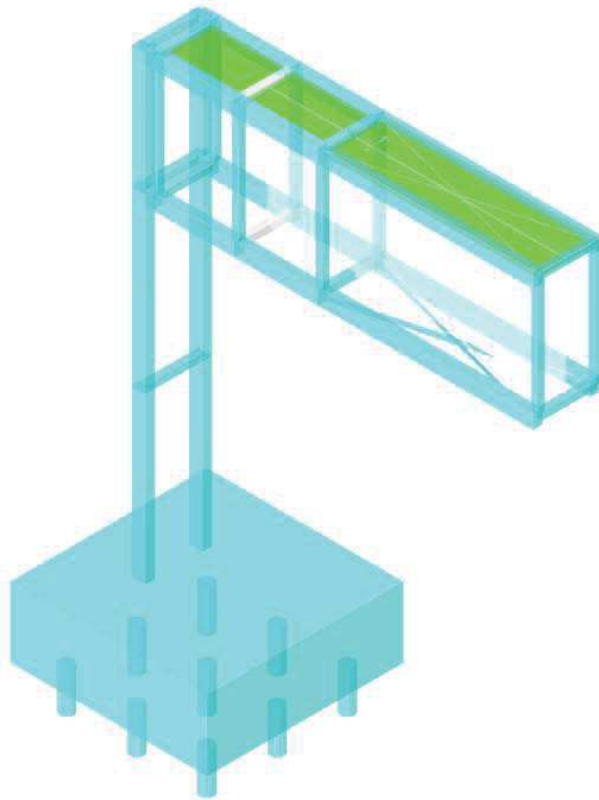
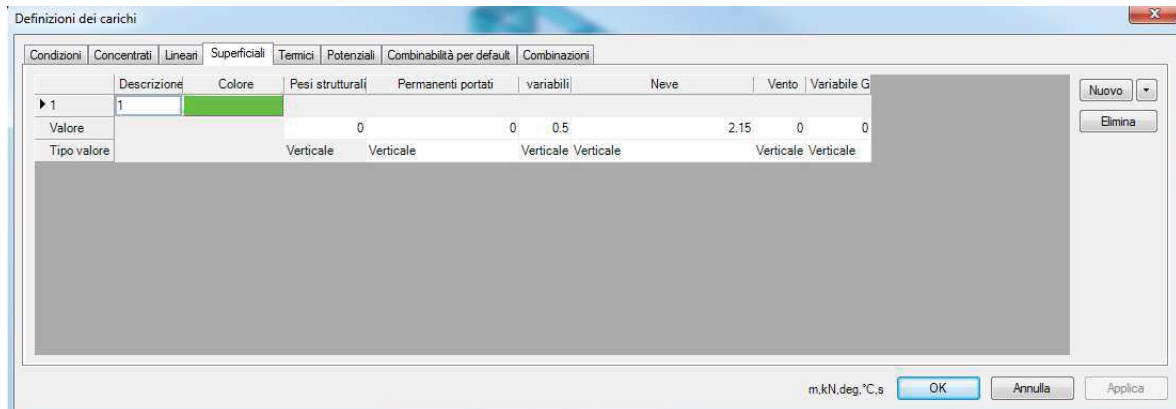


Figura 13 Carico da neve di distribuito kN/m2

### 5.1.4 Carichi da vento

	Ce(z)	Cp	vb	qv
				kN/m <sup>2</sup>
Pressione vento	2.092	1.8	0.492	<b>1.85</b>

Cautelativamente è sotto utilizzato un carico di 2 kN/m<sup>2</sup> distribuito sull'intera superficie del tabellone investita dal vento.

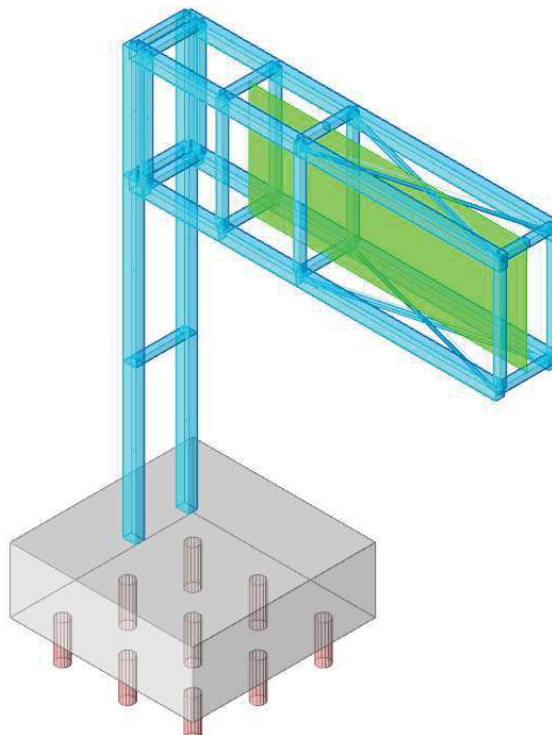
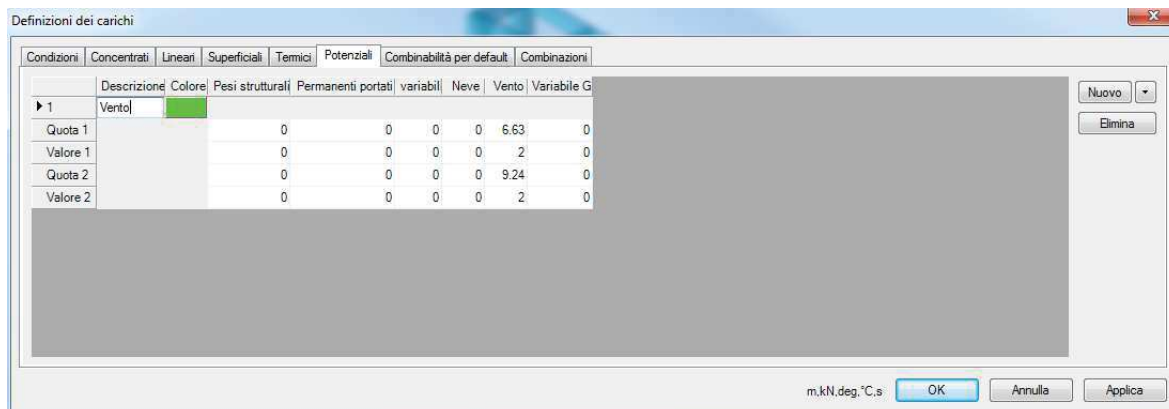


Figura 14 Carichi da vento kN/m<sup>2</sup>



## 5.2 INQUADRAMENTO SISMICO

La normativa precedente sulle costruzioni in zona sismica (D.M. LLPP 16 gennaio 1996) suddivideva il territorio nazionale, dal punto di vista sismico, in “zone non classificate” e in “zone classificate”, quest’ultime erano suddivise in tre categorie sismiche.

La nuova legislazione antisismica viene sancita dal D.M. 17 gennaio 2018 “norme tecniche per le costruzioni”

### CRITERIO DI VALUTAZIONE DELL’AZIONE SISMICA

Le azioni sismiche di progetto, in base alle quali valutare il rispetto dei diversi stati limite considerati, si definiscono a partire dalla “pericolosità sismica di base” del sito di costruzione. Essa costituisce l’elemento di conoscenza primario per la determinazione delle azioni sismiche.

La pericolosità sismica è definita in termini di accelerazione orizzontale massima attesa  $a_g$  in condizioni di campo libero su sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale, nonché di ordinate dello spettro di risposta elastico in accelerazione ad essa corrispondente  $S_e(T)$ , con riferimento a prefissate probabilità di eccedenza  $P_vR$ , nel periodo di riferimento  $V_R$ . Ai fine della Normativa vigente le forme spettrali sono definite, per ciascuna delle probabilità di superamento nel periodo di riferimento  $P_vR$  a partire dai valori dei seguenti parametri sul sito di riferimento rigido orizzontale:

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

### 5.2.1 PARAMETRI SISMICI ADOTTATI PER LE OPERE

Saranno fornite le caratteristiche spettrali per tutti gli stati limite di verifica e cioè

SLO – Stato limite di operatività

SLD – Stato limite di danno

SLV – Stato limite di salvaguardia della vita

SLC – Stato limite di collasso

#### PARAMETRI SISMICI

Nelle verifiche delle opere fuori terra sono stati assunti i seguenti parametri sismici:

Vita nominale dell'opera 50 anni

Classe d'uso dell'opera III

Categoria del suolo B

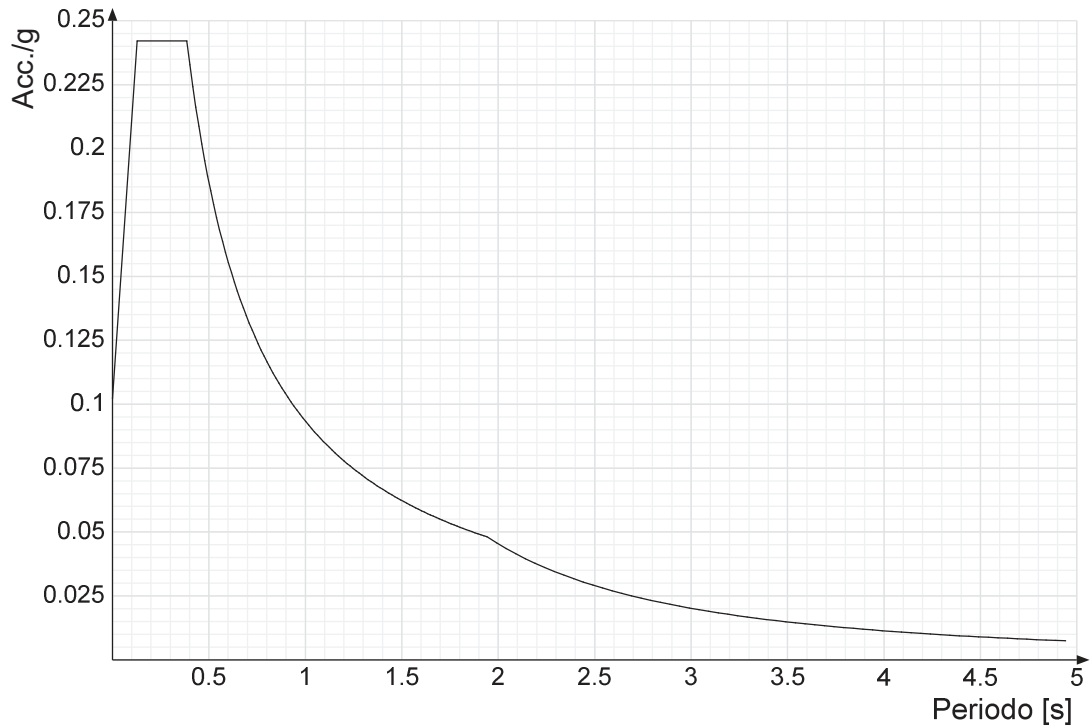
Per gli stati limite di esercizio lo spettro di progetto da utilizzare, sia per le componenti orizzontali sia per quelle verticali è lo spettro elastico corrispondente riferito alla probabilità di superamento nel periodo di riferimento considerato.

Negli stati limite ultimi lo spettro di progetto da utilizzare, sia per le componenti orizzontali sia per quelle verticali, è lo spettro elastico corrispondente riferito alla probabilità di superamento nel periodo di riferimento considerata, con le ordinate ridotte sostituendo il coefficiente  $\eta$  con  $1/q$  dove  $q$  è il fattore di struttura definito opportunamente secondo quanto riportato al capitolo 7 del DM 18-1-2018.

Si otterrà per un fattore di struttura 1.5.

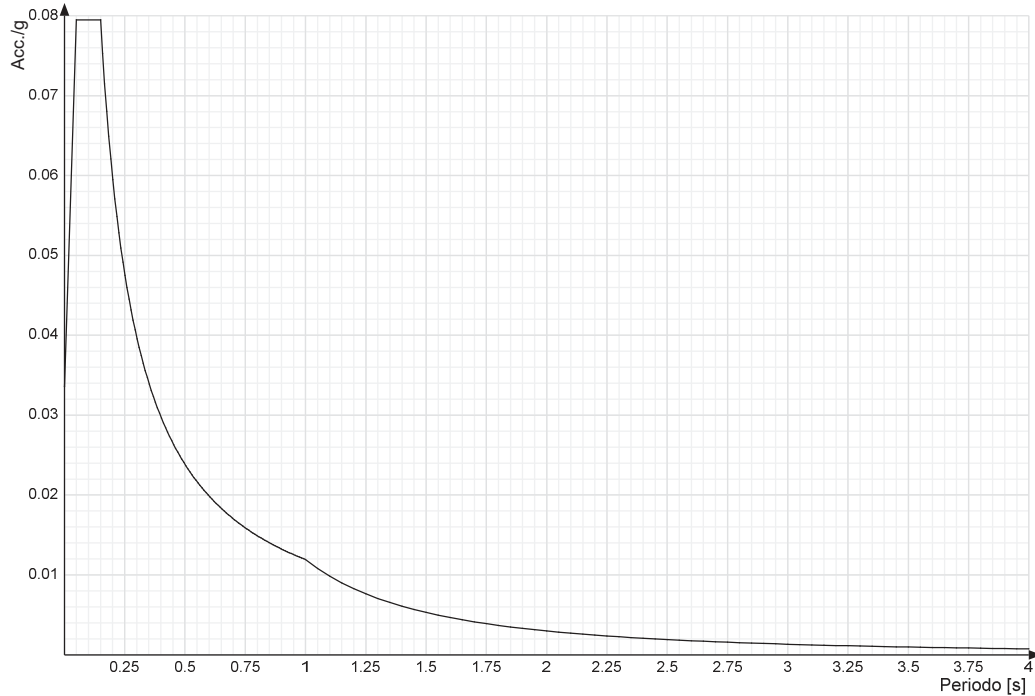
SLATO LIMITE	$T_R$ [anni]	$a_g$ [g]	$F_o$ [-]	$T_C^*$ [s]
SLO	45	0.085	2.371	0.271
SLD	75	0.109	2.335	0.277
SLV	712	0.261	2.385	0.310
SLC	1462	0.329	2.405	0.322

**Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti orizzontali SLO § 3.2.3.2.1 [3.2.2]**

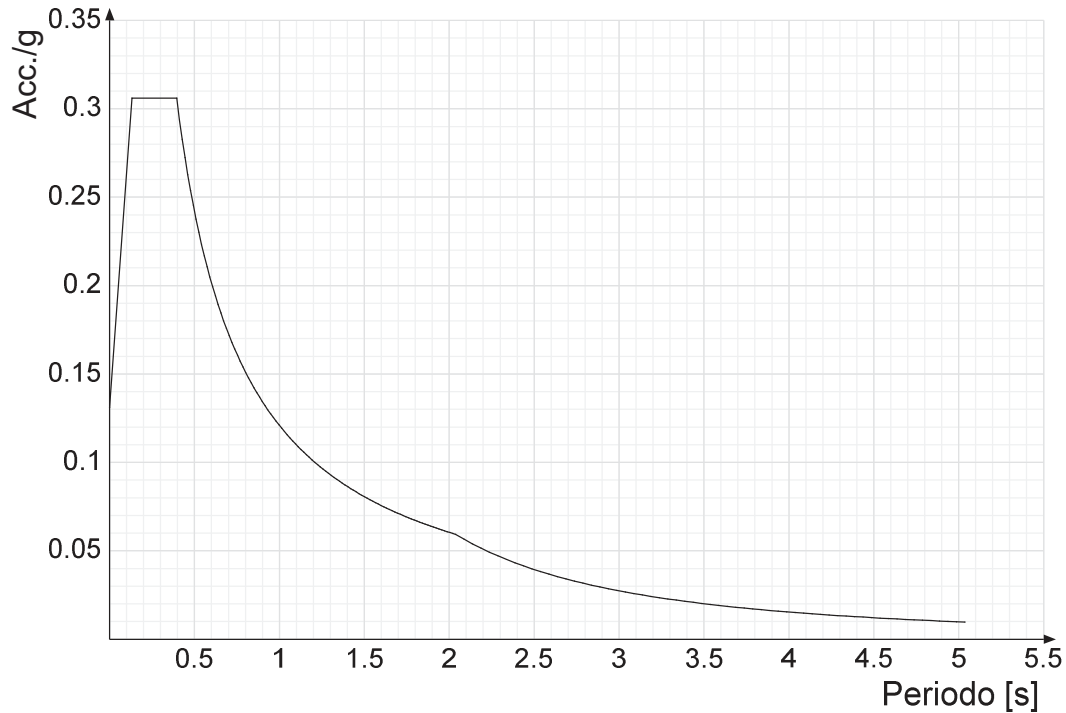




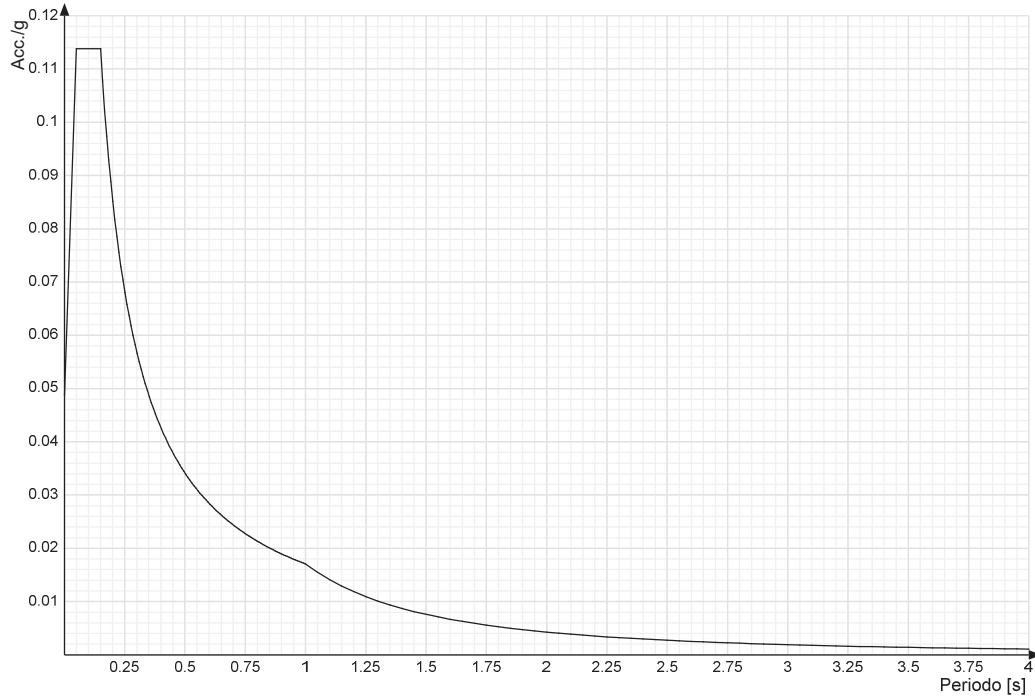
**Spettro di risposta elastico in accelerazione della componente verticale SLO § 3.2.3.2.2 [3.2.8]**



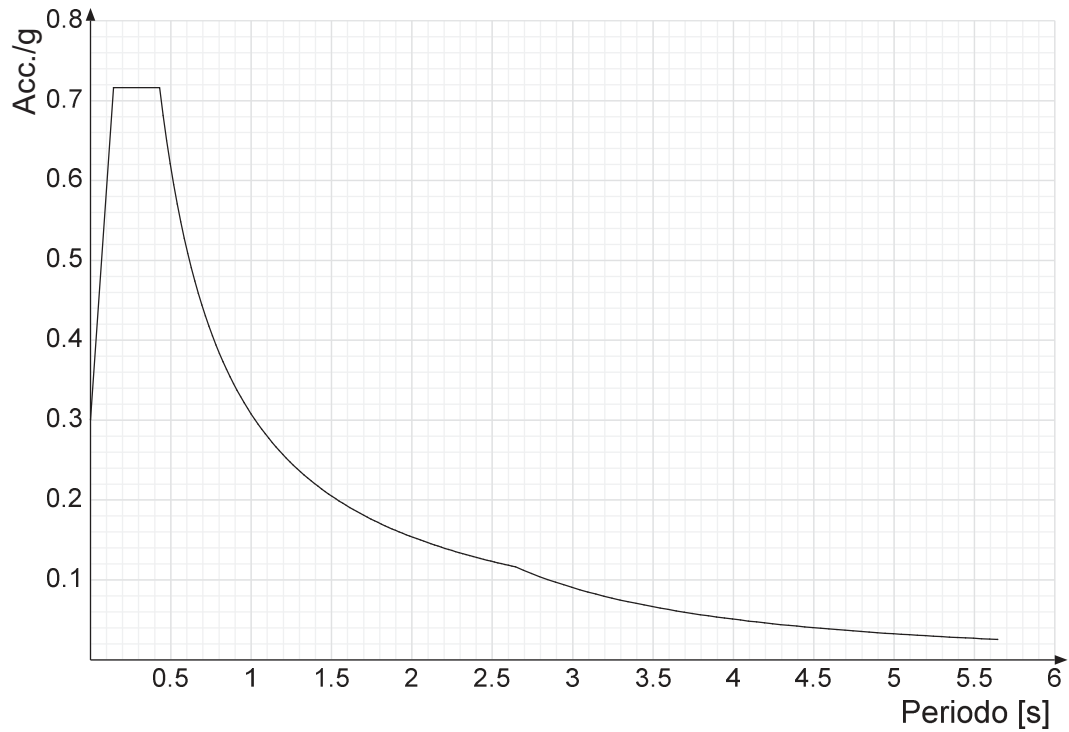
**Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti orizzontali SLD § 3.2.3.2.1 [3.2.2]**



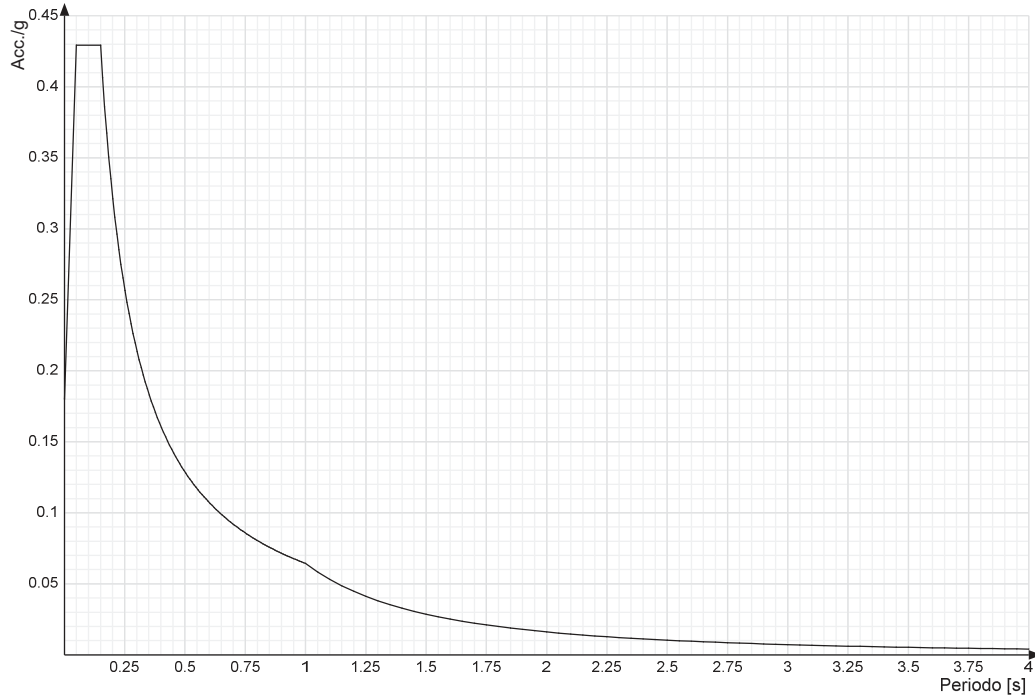
**Spettro di risposta elastico in accelerazione della componente verticale SLD § 3.2.3.2.2 [3.2.8]**



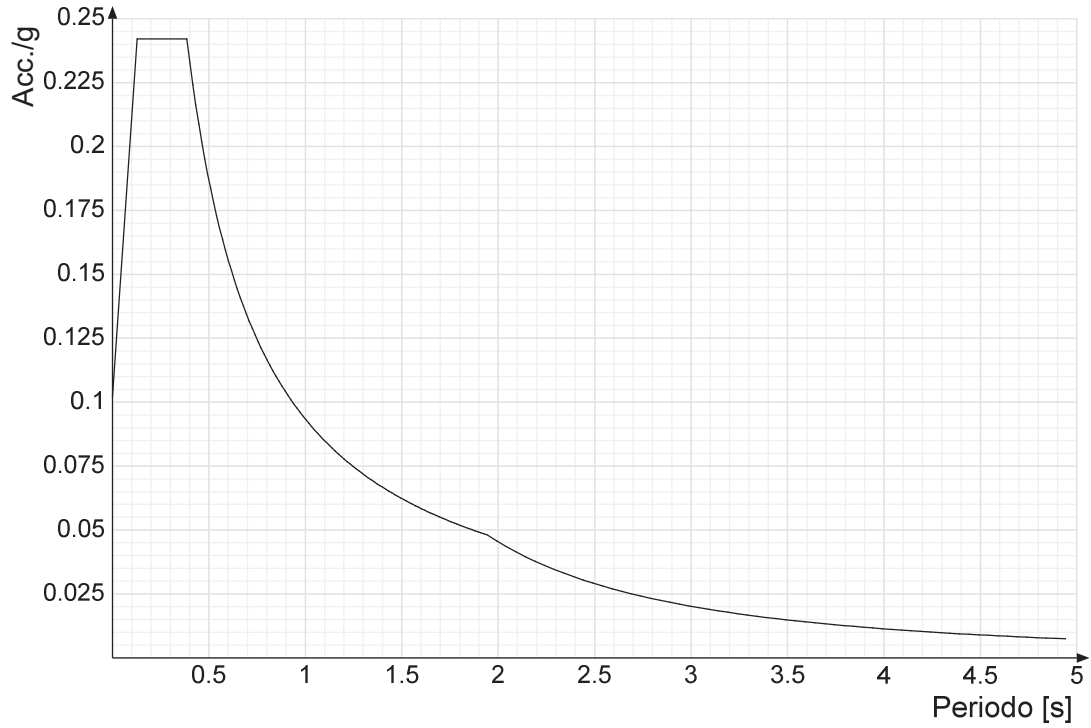
**Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti orizzontali SLV § 3.2.3.2.1 [3.2.2]**



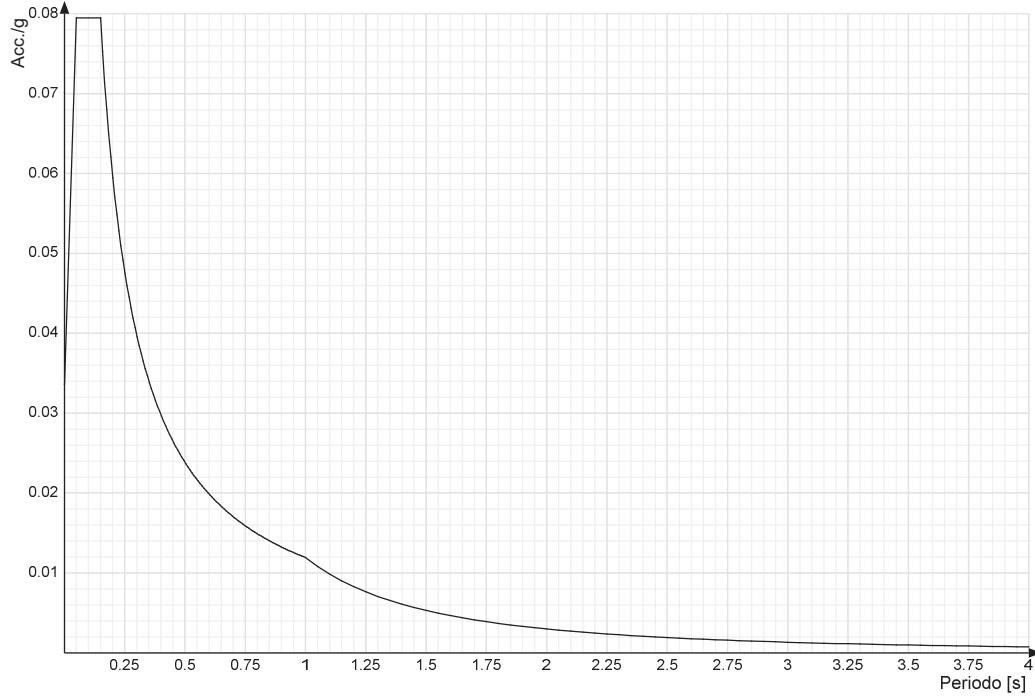
**Spettro di risposta elastico in accelerazione della componente verticale SLV § 3.2.3.2.2 [3.2.8]**



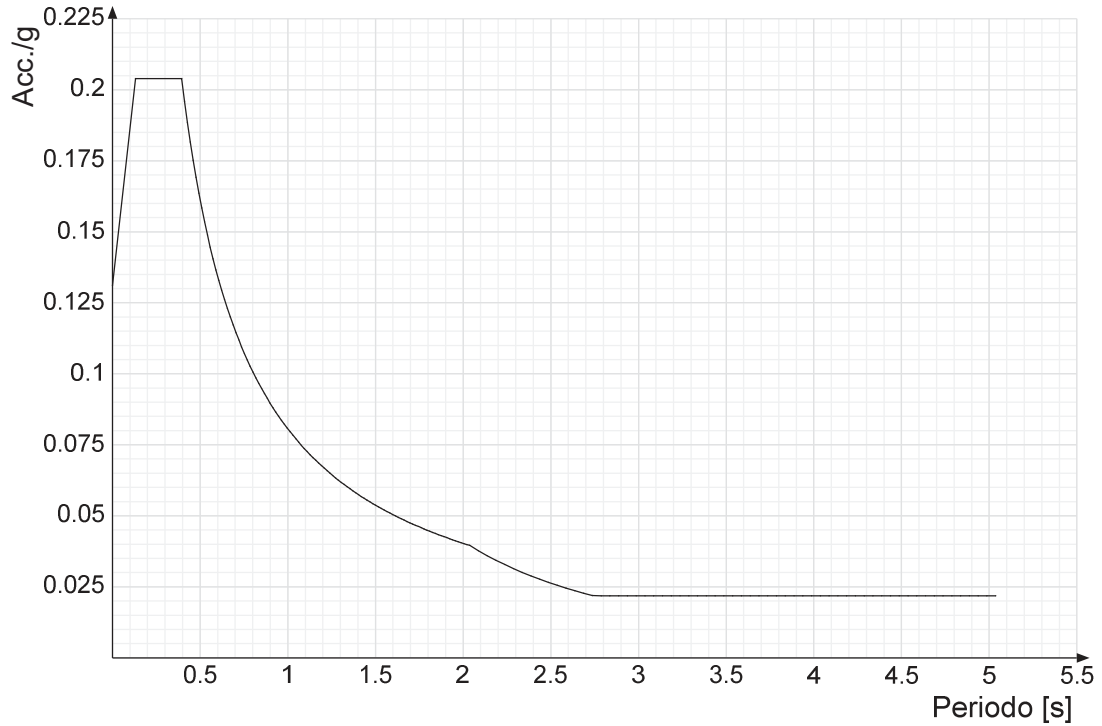
**Spettro di risposta di progetto in accelerazione delle componenti orizzontali SLO § 3.2.3.4**



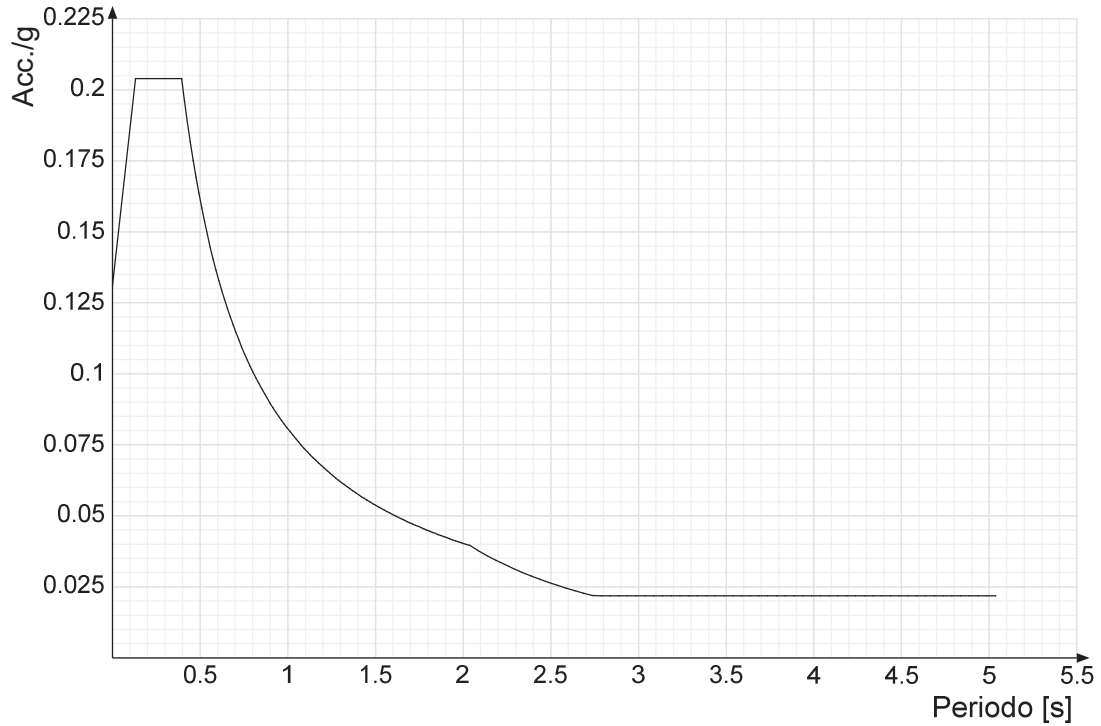
**Spettro di risposta di progetto in accelerazione della componente verticale SLO § 3.2.3.4**



**Spettro di risposta di progetto in accelerazione della componente X SLD § 3.2.3.5**

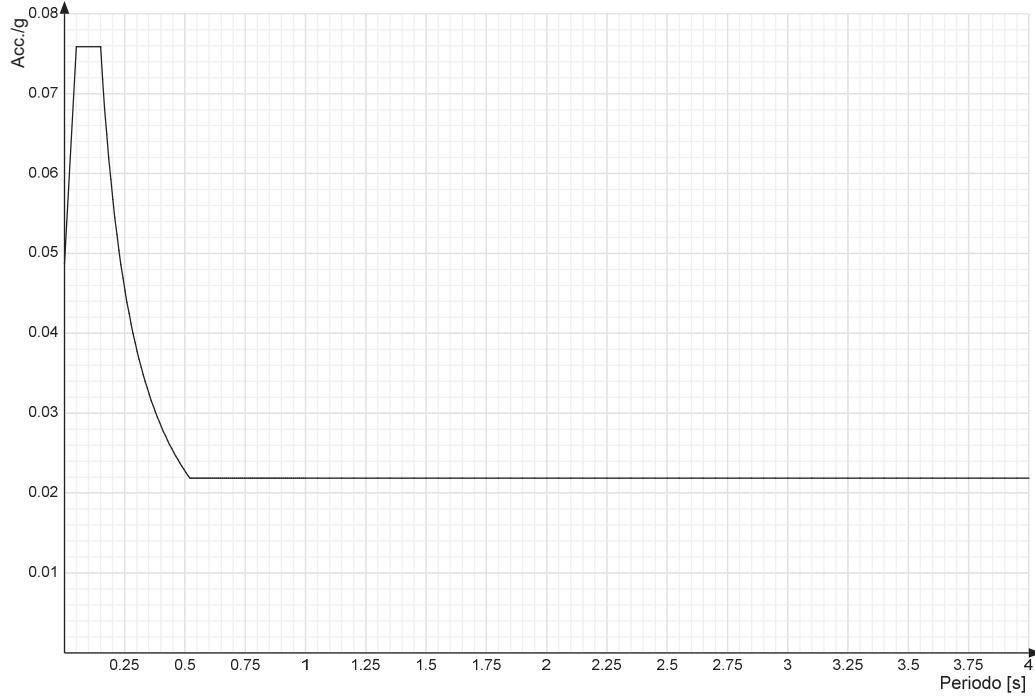


**Spettro di risposta di progetto in accelerazione della componente Y SLD § 3.2.3.5**

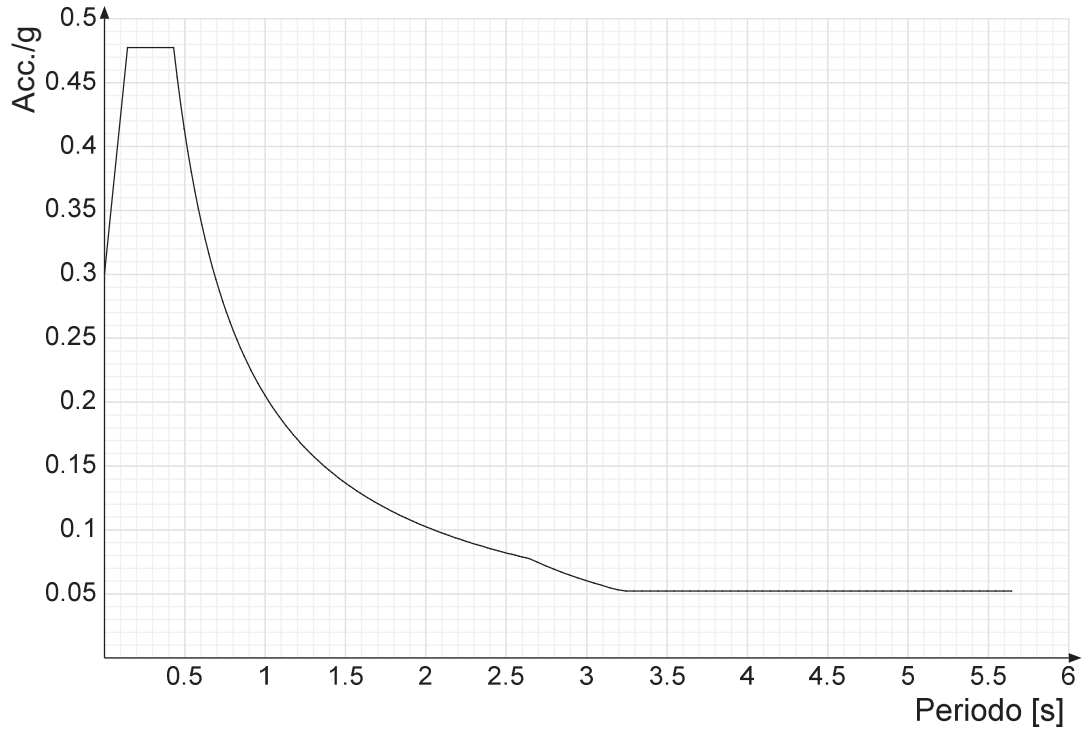




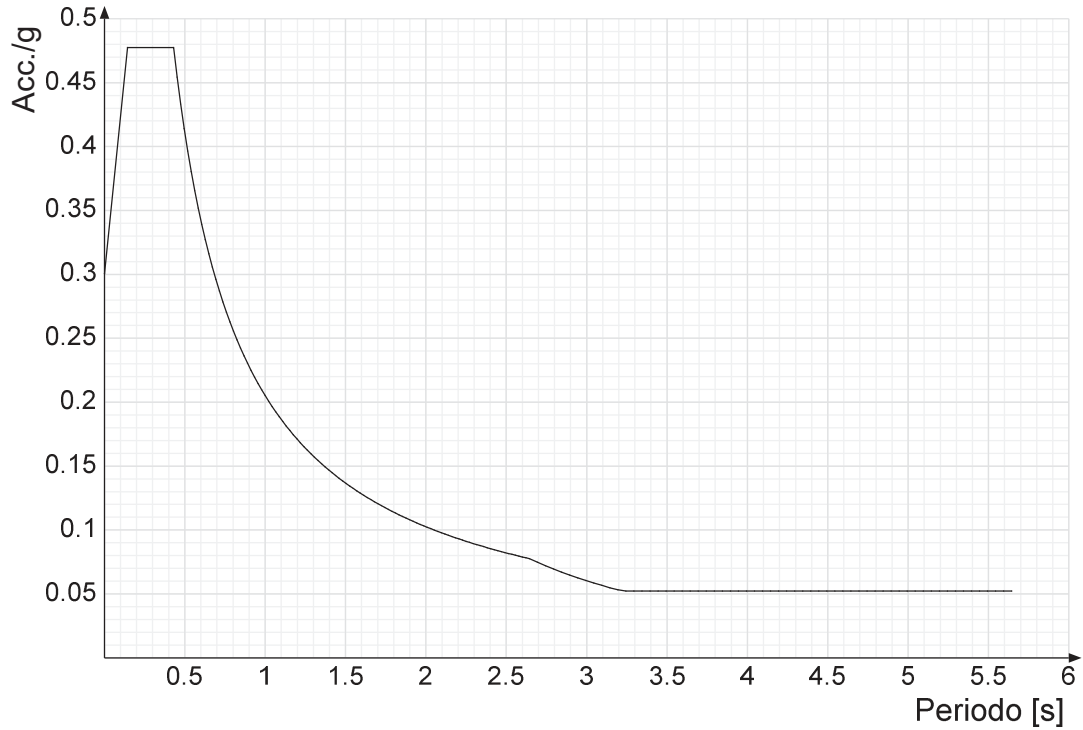
**Spettro di risposta di progetto in accelerazione della componente verticale SLD § 3.2.3.5**



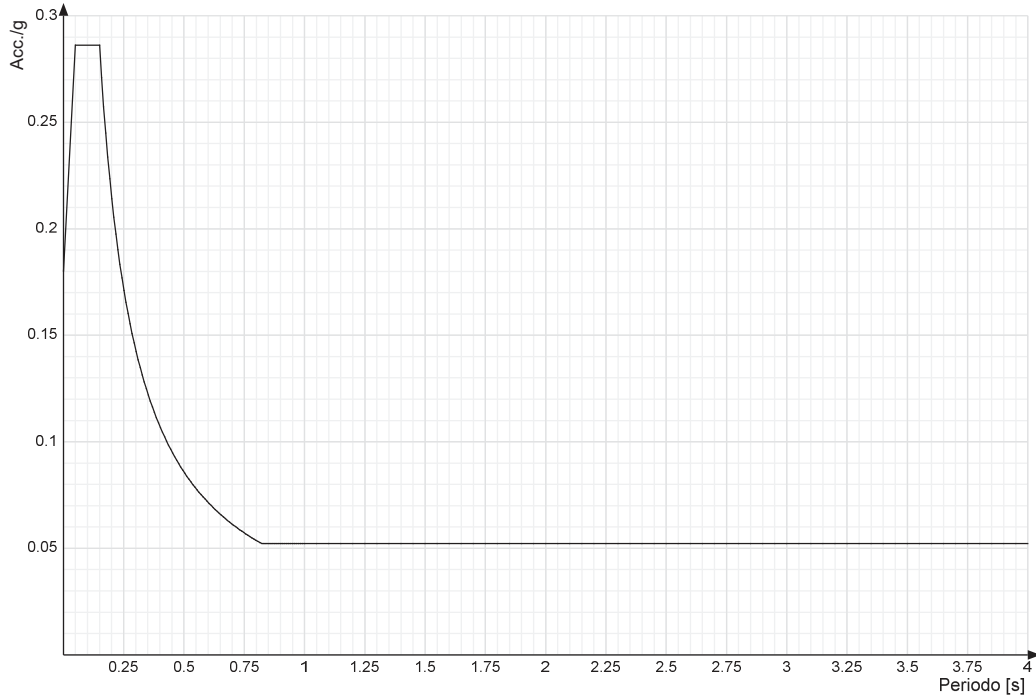
**Spettro di risposta di progetto in accelerazione della componente X SLV § 3.2.3.5**



Spettro di risposta di progetto in accelerazione della componente Y SLV § 3.2.3.5

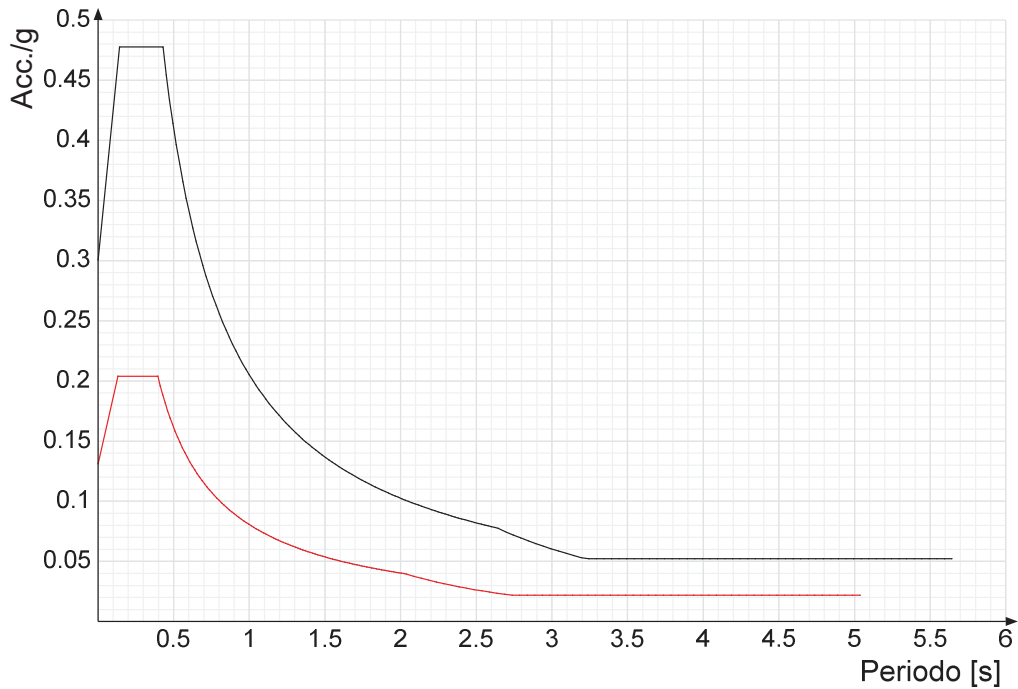


**Spettro di risposta di progetto in accelerazione della componente verticale SLV § 3.2.3.5**



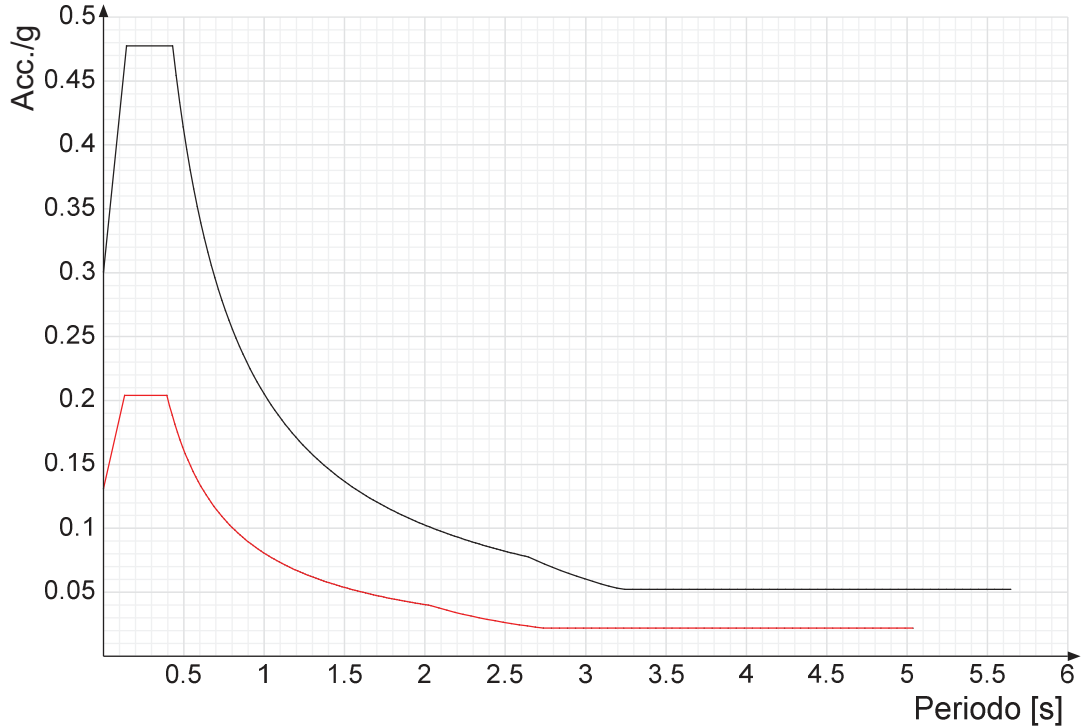
**Confronti spettri SLV-SLD**

Vengono confrontati lo spettro Spettro di risposta di progetto in accelerazione della componente X SLD § 3.2.3.5 (di colore rosso) e Spettro di risposta di progetto in accelerazione della componente X SLV § 3.2.3.5 (di colore nero).

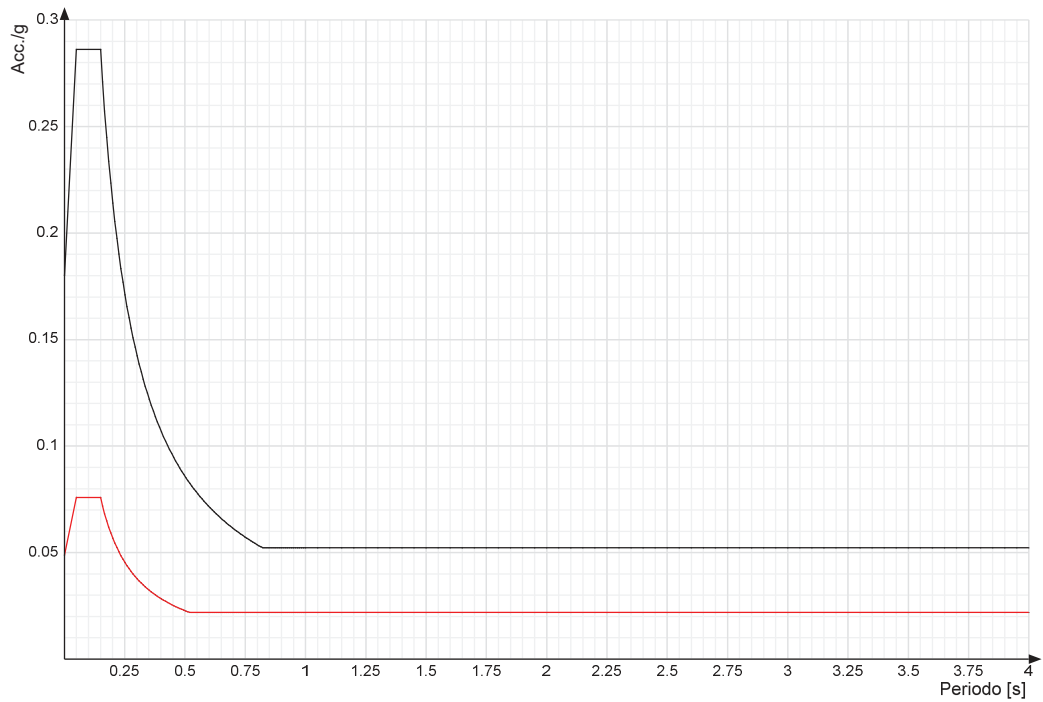


Vengono confrontati lo spettro Spettro di risposta di progetto in accelerazione della componente Y SLD § 3.2.3.5 (di colore rosso) e

Spettro di risposta di progetto in accelerazione della componente Y SLV § 3.2.3.5 (di colore nero).



Vengono confrontati lo spettro Spettro di risposta di progetto in accelerazione della componente verticale SLD § 3.2.3.5 (di colore rosso) e Spettro di risposta di progetto in accelerazione della componente verticale SLV § 3.2.3.5 (di colore nero).



### 5.3 COMBINAZIONI DI CARICO

**Nome:** E' il nome esteso che contraddistingue la condizione elementare di carico.

**Nome breve:** E' il nome compatto della condizione elementare di carico, che viene utilizzato altrove nella relazione.

**Pesi:** Pesi strutturali

**Port.:** Permanenti portati

**variabili:** variabili

**Neve:** Neve

**Vento:** Vento

**Variabile G:** Variabile G

**ΔT:** ΔT

**X SLO:** Sisma X SLO

**Y SLO:** Sisma Y SLO

**Z SLO:** Sisma Z SLO

**EY SLO:** Eccentricità Y per sisma X SLO

**EX SLO:** Eccentricità X per sisma Y SLO

**Tr x SLO:** Terreno sisma X SLO

**Tr y SLO:** Terreno sisma Y SLO

**Tr z SLO:** Terreno sisma Z SLO

**X SLD:** Sisma X SLD

**Y SLD:** Sisma Y SLD

**Z SLD:** Sisma Z SLD

**EY SLD:** Eccentricità Y per sisma X SLD

**EX SLD:** Eccentricità X per sisma Y SLD

**Tr x SLD:** Terreno sisma X SLD

**Tr y SLD:** Terreno sisma Y SLD

**Tr z SLD:** Terreno sisma Z SLD

**X SLV:** Sisma X SLV

**Y SLV:** Sisma Y SLV

**Z SLV:** Sisma Z SLV

**EY SLV:** Eccentricità Y per sisma X SLV

**EX SLV:** Eccentricità X per sisma Y SLV

**Tr x SLV:** Terreno sisma X SLV

**Tr y SLV:** Terreno sisma Y SLV

**Tr z SLV:** Terreno sisma Z SLV

**R Ux:** Rig. Ux

**R Uy:** Rig. Uy

**R Rz:** Rig. Rz

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	Neve	Vento	Variabile G	ΔT
1	SLU 1	1	0.8	0	0	0	0	0
2	SLU 2	1	0.8	0	0	0	1.5	0
3	SLU 3	1	0.8	0	0	0.9	1.5	0
4	SLU 4	1	0.8	0	0	1.5	0	0
5	SLU 5	1	0.8	0	0	1.5	1.05	0
6	SLU 6	1	0.8	0	0.75	0	1.5	0
7	SLU 7	1	0.8	0	0.75	0.9	1.5	0
8	SLU 8	1	0.8	0	0.75	1.5	0	0
9	SLU 9	1	0.8	0	0.75	1.5	1.05	0
10	SLU 10	1	0.8	0	1.5	0	0	0
11	SLU 11	1	0.8	0	1.5	0	1.05	0
12	SLU 12	1	0.8	0	1.5	0.9	0	0
13	SLU 13	1	0.8	0	1.5	0.9	1.05	0

PROGETTO DEFINITIVO

RELAZIONE TECNICA E DI CALCOLO - PMV

Nome	Nome breve	Pesi	Port.	variabili	Neve	Vento	Variabile G	ΔT
14	SLU 14	1	0.8	1.05	0	0	1.5	0
15	SLU 15	1	0.8	1.05	0	0.9	1.5	0
16	SLU 16	1	0.8	1.05	0	1.5	0	0
17	SLU 17	1	0.8	1.05	0	1.5	1.05	0
18	SLU 18	1	0.8	1.05	0.75	0	1.5	0
19	SLU 19	1	0.8	1.05	0.75	0.9	1.5	0
20	SLU 20	1	0.8	1.05	0.75	1.5	0	0
21	SLU 21	1	0.8	1.05	0.75	1.5	1.05	0
22	SLU 22	1	0.8	1.05	1.5	0	0	0
23	SLU 23	1	0.8	1.05	1.5	0	1.05	0
24	SLU 24	1	0.8	1.05	1.5	0.9	0	0
25	SLU 25	1	0.8	1.05	1.5	0.9	1.05	0
26	SLU 26	1	0.8	1.5	0	0	0	0
27	SLU 27	1	0.8	1.5	0	0	1.05	0
28	SLU 28	1	0.8	1.5	0	0.9	0	0
29	SLU 29	1	0.8	1.5	0	0.9	1.05	0
30	SLU 30	1	0.8	1.5	0.75	0	0	0
31	SLU 31	1	0.8	1.5	0.75	0	1.05	0
32	SLU 32	1	0.8	1.5	0.75	0.9	0	0
33	SLU 33	1	0.8	1.5	0.75	0.9	1.05	0
34	SLU 34	1	1.5	0	0	0	0	0
35	SLU 35	1	1.5	0	0	0	1.5	0
36	SLU 36	1	1.5	0	0	0.9	1.5	0
37	SLU 37	1	1.5	0	0	1.5	0	0
38	SLU 38	1	1.5	0	0	1.5	1.05	0
39	SLU 39	1	1.5	0	0.75	0	1.5	0
40	SLU 40	1	1.5	0	0.75	0.9	1.5	0
41	SLU 41	1	1.5	0	0.75	1.5	0	0
42	SLU 42	1	1.5	0	0.75	1.5	1.05	0
43	SLU 43	1	1.5	0	1.5	0	0	0
44	SLU 44	1	1.5	0	1.5	0	1.05	0
45	SLU 45	1	1.5	0	1.5	0.9	0	0
46	SLU 46	1	1.5	0	1.5	0.9	1.05	0
47	SLU 47	1	1.5	1.05	0	0	1.5	0
48	SLU 48	1	1.5	1.05	0	0.9	1.5	0
49	SLU 49	1	1.5	1.05	0	1.5	0	0
50	SLU 50	1	1.5	1.05	0	1.5	1.05	0
51	SLU 51	1	1.5	1.05	0.75	0	1.5	0
52	SLU 52	1	1.5	1.05	0.75	0.9	1.5	0
53	SLU 53	1	1.5	1.05	0.75	1.5	0	0
54	SLU 54	1	1.5	1.05	0.75	1.5	1.05	0
55	SLU 55	1	1.5	1.05	1.5	0	0	0
56	SLU 56	1	1.5	1.05	1.5	0	1.05	0
57	SLU 57	1	1.5	1.05	1.5	0.9	0	0
58	SLU 58	1	1.5	1.05	1.5	0.9	1.05	0
59	SLU 59	1	1.5	1.5	0	0	0	0
60	SLU 60	1	1.5	1.5	0	0	1.05	0
61	SLU 61	1	1.5	1.5	0	0.9	0	0
62	SLU 62	1	1.5	1.5	0	0.9	1.05	0
63	SLU 63	1	1.5	1.5	0.75	0	0	0
64	SLU 64	1	1.5	1.5	0.75	0	1.05	0
65	SLU 65	1	1.5	1.5	0.75	0.9	0	0
66	SLU 66	1	1.5	1.5	0.75	0.9	1.05	0
67	SLU 67	1.3	0.8	0	0	0	0	0
68	SLU 68	1.3	0.8	0	0	0	1.5	0
69	SLU 69	1.3	0.8	0	0	0.9	1.5	0
70	SLU 70	1.3	0.8	0	0	1.5	0	0
71	SLU 71	1.3	0.8	0	0	1.5	1.05	0
72	SLU 72	1.3	0.8	0	0.75	0	1.5	0
73	SLU 73	1.3	0.8	0	0.75	0.9	1.5	0
74	SLU 74	1.3	0.8	0	0.75	1.5	0	0
75	SLU 75	1.3	0.8	0	0.75	1.5	1.05	0
76	SLU 76	1.3	0.8	0	1.5	0	0	0
77	SLU 77	1.3	0.8	0	1.5	0	1.05	0
78	SLU 78	1.3	0.8	0	1.5	0.9	0	0
79	SLU 79	1.3	0.8	0	1.5	0.9	1.05	0
80	SLU 80	1.3	0.8	1.05	0	0	1.5	0
81	SLU 81	1.3	0.8	1.05	0	0.9	1.5	0
82	SLU 82	1.3	0.8	1.05	0	1.5	0	0
83	SLU 83	1.3	0.8	1.05	0	1.5	1.05	0
84	SLU 84	1.3	0.8	1.05	0.75	0	1.5	0
85	SLU 85	1.3	0.8	1.05	0.75	0.9	1.5	0
86	SLU 86	1.3	0.8	1.05	0.75	1.5	0	0
87	SLU 87	1.3	0.8	1.05	0.75	1.5	1.05	0
88	SLU 88	1.3	0.8	1.05	1.5	0	0	0
89	SLU 89	1.3	0.8	1.05	1.5	0	1.05	0
90	SLU 90	1.3	0.8	1.05	1.5	0.9	0	0
91	SLU 91	1.3	0.8	1.05	1.5	0.9	1.05	0
92	SLU 92	1.3	0.8	1.5	0	0	0	0
93	SLU 93	1.3	0.8	1.5	0	0	1.05	0
94	SLU 94	1.3	0.8	1.5	0	0.9	0	0
95	SLU 95	1.3	0.8	1.5	0	0.9	1.05	0

PROGETTO DEFINITIVO

RELAZIONE TECNICA E DI CALCOLO - PMV

Nome	Nome breve	Pesi	Port.	variabili	Neve	Vento	Variabile G	ΔT
96	SLU 96	1.3	0.8	1.5	0.75	0	0	0
97	SLU 97	1.3	0.8	1.5	0.75	0	1.05	0
98	SLU 98	1.3	0.8	1.5	0.75	0.9	0	0
99	SLU 99	1.3	0.8	1.5	0.75	0.9	1.05	0
100	SLU 100	1.3	1.5	0	0	0	0	0
101	SLU 101	1.3	1.5	0	0	0	1.5	0
102	SLU 102	1.3	1.5	0	0	0.9	1.5	0
103	SLU 103	1.3	1.5	0	0	1.5	0	0
104	SLU 104	1.3	1.5	0	0	1.5	1.05	0
105	SLU 105	1.3	1.5	0	0.75	0	1.5	0
106	SLU 106	1.3	1.5	0	0.75	0.9	1.5	0
107	SLU 107	1.3	1.5	0	0.75	1.5	0	0
108	SLU 108	1.3	1.5	0	0.75	1.5	1.05	0
109	SLU 109	1.3	1.5	0	1.5	0	0	0
110	SLU 110	1.3	1.5	0	1.5	0	1.05	0
111	SLU 111	1.3	1.5	0	1.5	0.9	0	0
112	SLU 112	1.3	1.5	0	1.5	0.9	1.05	0
113	SLU 113	1.3	1.5	1.05	0	0	1.5	0
114	SLU 114	1.3	1.5	1.05	0	0.9	1.5	0
115	SLU 115	1.3	1.5	1.05	0	1.5	0	0
116	SLU 116	1.3	1.5	1.05	0	1.5	1.05	0
117	SLU 117	1.3	1.5	1.05	0.75	0	1.5	0
118	SLU 118	1.3	1.5	1.05	0.75	0.9	1.5	0
119	SLU 119	1.3	1.5	1.05	0.75	1.5	0	0
120	SLU 120	1.3	1.5	1.05	0.75	1.5	1.05	0
121	SLU 121	1.3	1.5	1.05	1.5	0	0	0
122	SLU 122	1.3	1.5	1.05	1.5	0	1.05	0
123	SLU 123	1.3	1.5	1.05	1.5	0.9	0	0
124	SLU 124	1.3	1.5	1.05	1.5	0.9	1.05	0
125	SLU 125	1.3	1.5	1.5	0	0	0	0
126	SLU 126	1.3	1.5	1.5	0	0	1.05	0
127	SLU 127	1.3	1.5	1.5	0	0.9	0	0
128	SLU 128	1.3	1.5	1.5	0	0.9	1.05	0
129	SLU 129	1.3	1.5	1.5	0.75	0	0	0
130	SLU 130	1.3	1.5	1.5	0.75	0	1.05	0
131	SLU 131	1.3	1.5	1.5	0.75	0.9	0	0
132	SLU 132	1.3	1.5	1.5	0.75	0.9	1.05	0
133	SLU 133	1.3	1.5	1.5	0.75	-0.9	-1.05	0
134	SLU 134	1.3	1.5	1.5	0.75	-0.9	1.05	0
135	SLU 135	1.3	1.5	1.5	0.75	0.9	-1.05	0

**Famiglia SLE rara**

Il nome compatto della famiglia è SLE RA.

Nome	Nome breve	Pesi	Port.	variabili	Neve	Vento	Variabile G	ΔT
1	SLE RA 1	1	1	0	0	0	0	0
2	SLE RA 2	1	1	0	0	0	1	0
3	SLE RA 3	1	1	0	0	0.6	1	0
4	SLE RA 4	1	1	0	0	1	0	0
5	SLE RA 5	1	1	0	0	1	0.7	0
6	SLE RA 6	1	1	0	0.5	0	1	0
7	SLE RA 7	1	1	0	0.5	0.6	1	0
8	SLE RA 8	1	1	0	0.5	1	0	0
9	SLE RA 9	1	1	0	0.5	1	0.7	0
10	SLE RA 10	1	1	0	1	0	0	0
11	SLE RA 11	1	1	0	1	0	0.7	0
12	SLE RA 12	1	1	0	1	0.6	0	0
13	SLE RA 13	1	1	0	1	0.6	0.7	0
14	SLE RA 14	1	1	0.7	0	0	1	0
15	SLE RA 15	1	1	0.7	0	0.6	1	0
16	SLE RA 16	1	1	0.7	0	1	0	0
17	SLE RA 17	1	1	0.7	0	1	0.7	0
18	SLE RA 18	1	1	0.7	0.5	0	1	0
19	SLE RA 19	1	1	0.7	0.5	0.6	1	0
20	SLE RA 20	1	1	0.7	0.5	1	0	0
21	SLE RA 21	1	1	0.7	0.5	1	0.7	0
22	SLE RA 22	1	1	0.7	1	0	0	0
23	SLE RA 23	1	1	0.7	1	0	0.7	0
24	SLE RA 24	1	1	0.7	1	0.6	0	0
25	SLE RA 25	1	1	0.7	1	0.6	0.7	0
26	SLE RA 26	1	1	1	0	0	0	0
27	SLE RA 27	1	1	1	0	0	0.7	0
28	SLE RA 28	1	1	1	0	0.6	0	0
29	SLE RA 29	1	1	1	0	0.6	0.7	0
30	SLE RA 30	1	1	1	0.5	0	0	0
31	SLE RA 31	1	1	1	0.5	0	0.7	0
32	SLE RA 32	1	1	1	0.5	0.6	0	0
33	SLE RA 33	1	1	1	0.5	0.6	0.7	0

**Famiglia SLE frequente**

Il nome compatto della famiglia è SLE FR.



PROGETTO DEFINITIVO

RELAZIONE TECNICA E DI CALCOLO - PMV

Nome	Nome breve	Pesi	Port.	variabili	Neve	Vento	Variabile G	ΔT
1	SLE FR 1	1	1	0	0	0	0	0
2	SLE FR 2	1	1	0	0	0	0.5	0
3	SLE FR 3	1	1	0	0	0.2	0	0
4	SLE FR 4	1	1	0	0	0.2	0.3	0
5	SLE FR 5	1	1	0	0.2	0	0	0
6	SLE FR 6	1	1	0	0.2	0	0.3	0
7	SLE FR 7	1	1	0.3	0	0	0.5	0
8	SLE FR 8	1	1	0.3	0	0.2	0	0
9	SLE FR 9	1	1	0.3	0	0.2	0.3	0
10	SLE FR 10	1	1	0.3	0.2	0	0	0
11	SLE FR 11	1	1	0.3	0.2	0	0.3	0
12	SLE FR 12	1	1	0.5	0	0	0	0
13	SLE FR 13	1	1	0.5	0	0	0.3	0

**Famiglia SLE quasi permanente**

Il nome compatto della famiglia è SLE QP.

Nome	Nome breve	Pesi	Port.	variabili	Neve	Vento	Variabile G	ΔT
1	SLE QP 1	1	1	0	0	0	0	0
2	SLE QP 2	1	1	0	0	0	0.3	0
3	SLE QP 3	1	1	0.3	0	0	0	0
4	SLE QP 4	1	1	0.3	0	0	0	0.3

**Famiglia SLO**

Il nome compatto della famiglia è SLO.

Poiché il numero di condizioni elementari previste per le combinazioni di questa famiglia è cospicuo, la tabella verrà spezzata in più parti.

Nome	Nome breve	Pesi	Port.	variabili	Neve	Vento	Variabile G	ΔT	X SLO
1	SLO 1	1	1	0.3	0	0	0.3	0	-1
2	SLO 2	1	1	0.3	0	0	0.3	0	-1
3	SLO 3	1	1	0.3	0	0	0.3	0	-1
4	SLO 4	1	1	0.3	0	0	0.3	0	-1
5	SLO 5	1	1	0.3	0	0	0.3	0	-0.3
6	SLO 6	1	1	0.3	0	0	0.3	0	-0.3
7	SLO 7	1	1	0.3	0	0	0.3	0	-0.3
8	SLO 8	1	1	0.3	0	0	0.3	0	-0.3
9	SLO 9	1	1	0.3	0	0	0.3	0	0.3
10	SLO 10	1	1	0.3	0	0	0.3	0	0.3
11	SLO 11	1	1	0.3	0	0	0.3	0	0.3
12	SLO 12	1	1	0.3	0	0	0.3	0	0.3
13	SLO 13	1	1	0.3	0	0	0.3	0	1
14	SLO 14	1	1	0.3	0	0	0.3	0	1
15	SLO 15	1	1	0.3	0	0	0.3	0	1
16	SLO 16	1	1	0.3	0	0	0.3	0	1

Nome	Nome breve	Y SLO	Z SLO	EY SLO	EX SLO	Tr x SLO	Tr y SLO	Tr z SLO
1	SLO 1	-0.3	0	-1	0.3	-1	-0.3	0
2	SLO 2	-0.3	0	-1	-0.3	-1	-0.3	0
3	SLO 3	0.3	0	-1	0.3	-1	0.3	0
4	SLO 4	0.3	0	1	-0.3	-1	0.3	0
5	SLO 5	-1	0	-0.3	1	-0.3	-1	0
6	SLO 6	-1	0	0.3	-1	-0.3	-1	0
7	SLO 7	1	0	-0.3	1	-0.3	1	0
8	SLO 8	1	0	0.3	-1	-0.3	1	0
9	SLO 9	-1	0	-0.3	1	0.3	-1	0
10	SLO 10	-1	0	0.3	-1	0.3	-1	0
11	SLO 11	1	0	-0.3	1	0.3	1	0
12	SLO 12	1	0	0.3	-1	0.3	1	0
13	SLO 13	-0.3	0	-1	0.3	1	-0.3	0
14	SLO 14	-0.3	0	1	-0.3	1	-0.3	0
15	SLO 15	0.3	0	-1	0.3	1	0.3	0
16	SLO 16	0.3	0	1	-0.3	1	0.3	0

**Famiglia SLD**

Il nome compatto della famiglia è SLD.

Poiché il numero di condizioni elementari previste per le combinazioni di questa famiglia è cospicuo, la tabella verrà spezzata in più parti.

Nome	Nome breve	Pesi	Port.	variabili	Neve	Vento	Variabile G	ΔT	X SLD
1	SLD 1	1	1	0.3	0	0	0.3	0	-1
2	SLD 2	1	1	0.3	0	0	0.3	0	-1
3	SLD 3	1	1	0.3	0	0	0.3	0	-1
4	SLD 4	1	1	0.3	0	0	0.3	0	-1
5	SLD 5	1	1	0.3	0	0	0.3	0	-0.3
6	SLD 6	1	1	0.3	0	0	0.3	0	-0.3
7	SLD 7	1	1	0.3	0	0	0.3	0	-0.3
8	SLD 8	1	1	0.3	0	0	0.3	0	-0.3
9	SLD 9	1	1	0.3	0	0	0.3	0	0.3
10	SLD 10	1	1	0.3	0	0	0.3	0	0.3
11	SLD 11	1	1	0.3	0	0	0.3	0	0.3

PROGETTO DEFINITIVO

RELAZIONE TECNICA E DI CALCOLO - PMV

Nome	Nome breve	Pesi	Port.	variabili	Neve	Vento	Variabile G	ΔT	X SLD
12	SLD 12	1	1	0.3	0	0	0.3	0	0.3
13	SLD 13	1	1	0.3	0	0	0.3	0	1
14	SLD 14	1	1	0.3	0	0	0.3	0	1
15	SLD 15	1	1	0.3	0	0	0.3	0	1
16	SLD 16	1	1	0.3	0	0	0.3	0	1

Nome	Nome breve	Y SLD	Z SLD	EY SLD	EX SLD	Tr x SLD	Tr y SLD	Tr z SLD
1	SLD 1	-0.3	0	-1	0.3	-1	-0.3	0
2	SLD 2	-0.3	0	1	-0.3	-1	-0.3	0
3	SLD 3	0.3	0	-1	0.3	-1	0.3	0
4	SLD 4	0.3	0	1	-0.3	-1	0.3	0
5	SLD 5	-1	0	-0.3	1	-0.3	-1	0
6	SLD 6	-1	0	0.3	-1	-0.3	-1	0
7	SLD 7	1	0	-0.3	1	-0.3	1	0
8	SLD 8	1	0	0.3	-1	-0.3	1	0
9	SLD 9	-1	0	-0.3	1	0.3	-1	0
10	SLD 10	-1	0	0.3	-1	0.3	-1	0
11	SLD 11	1	0	-0.3	1	0.3	1	0
12	SLD 12	1	0	0.3	-1	0.3	1	0
13	SLD 13	-0.3	0	-1	0.3	1	-0.3	0
14	SLD 14	-0.3	0	1	-0.3	1	-0.3	0
15	SLD 15	0.3	0	-1	0.3	1	0.3	0
16	SLD 16	0.3	0	1	-0.3	1	0.3	0

**Famiglia SLV**

Il nome compatto della famiglia è SLV.

Poiché il numero di condizioni elementari previste per le combinazioni di questa famiglia è cospicuo, la tabella verrà spezzata in più parti.

Nome	Nome breve	Pesi	Port.	variabili	Neve	Vento	Variabile G	ΔT	X SLV
1	SLV 1	1	1	0.3	0	0	0.3	0	-1
2	SLV 2	1	1	0.3	0	0	0.3	0	-1
3	SLV 3	1	1	0.3	0	0	0.3	0	-1
4	SLV 4	1	1	0.3	0	0	0.3	0	-1
5	SLV 5	1	1	0.3	0	0	0.3	0	-0.3
6	SLV 6	1	1	0.3	0	0	0.3	0	-0.3
7	SLV 7	1	1	0.3	0	0	0.3	0	-0.3
8	SLV 8	1	1	0.3	0	0	0.3	0	-0.3
9	SLV 9	1	1	0.3	0	0	0.3	0	0.3
10	SLV 10	1	1	0.3	0	0	0.3	0	0.3
11	SLV 11	1	1	0.3	0	0	0.3	0	0.3
12	SLV 12	1	1	0.3	0	0	0.3	0	0.3
13	SLV 13	1	1	0.3	0	0	0.3	0	1
14	SLV 14	1	1	0.3	0	0	0.3	0	1
15	SLV 15	1	1	0.3	0	0	0.3	0	1
16	SLV 16	1	1	0.3	0	0	0.3	0	1

Nome	Nome breve	Y SLV	Z SLV	EY SLV	EX SLV	Tr x SLV	Tr y SLV	Tr z SLV
1	SLV 1	-0.3	0	-1	0.3	-1	-0.3	0
2	SLV 2	-0.3	0	1	-0.3	-1	-0.3	0
3	SLV 3	0.3	0	-1	0.3	-1	0.3	0
4	SLV 4	0.3	0	1	-0.3	-1	0.3	0
5	SLV 5	-1	0	-0.3	1	-0.3	-1	0
6	SLV 6	-1	0	0.3	-1	-0.3	-1	0
7	SLV 7	1	0	-0.3	1	-0.3	1	0
8	SLV 8	1	0	0.3	-1	-0.3	1	0
9	SLV 9	-1	0	-0.3	1	0.3	-1	0
10	SLV 10	-1	0	0.3	-1	0.3	-1	0
11	SLV 11	1	0	-0.3	1	0.3	1	0
12	SLV 12	1	0	0.3	-1	0.3	1	0
13	SLV 13	-0.3	0	-1	0.3	1	-0.3	0
14	SLV 14	-0.3	0	1	-0.3	1	-0.3	0
15	SLV 15	0.3	0	-1	0.3	1	0.3	0
16	SLV 16	0.3	0	1	-0.3	1	0.3	0

**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

#### 5.4 METODO DI VERIFICA

Per quanto riguarda le opere di fondazione, in base a quanto prescritto al punto 6.4.2.1 delle NTC2018, vengono effettuate le verifiche nei confronti dei seguenti stati limite ultimi:

- SLU di tipo geotecnico (GEO):
  - collasso per carico limite dell'insieme fondazione-terreno
  - collasso per scorrimento sul piano di posa
- SLU di tipo strutturale (STR):
  - raggiungimento della resistenza negli elementi strutturali.

Tali verifiche sono state condotte seguendo l'approccio 2:

- (A1+M1+R3)

tenendo conto dei valori dei coefficienti parziali riportati nelle Tab. 6.2.I, 6.2.II e 6.4.I delle NTC2008:

**Tabella 6.2.I – Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni.**

CARICHI	EFFETTO	Coefficiente Parziale $\gamma_F$ (o $\gamma_E$ )	EQU	(A1) STR	(A2) GEO
Permanenti	Favorevole	$\gamma_{G1}$	0,9	1,0	1,0
	Sfavorevole		1,1	1,3	1,0
Permanenti non strutturali <sup>(1)</sup>	Favorevole	$\gamma_{G2}$	0,0	0,0	0,0
	Sfavorevole		1,5	1,5	1,3
Variabili	Favorevole	$\gamma_{Qi}$	0,0	0,0	0,0
	Sfavorevole		1,5	1,5	1,3

(1) Nel caso in cui i carichi permanenti non strutturali (ad es. i carichi permanenti portati) siano compiutamente definiti, si potranno adottare gli stessi coefficienti validi per le azioni permanenti.

**Tabella 6.2.II – Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno**

PARAMETRO	GRANDEZZA ALLA QUALE APPLICARE IL COEFFICIENTE PARZIALE	COEFFICIENTE PARZIALE $\gamma_M$	(M1)	(M2)
Tangente dell'angolo di resistenza al taglio	$\tan \phi'_k$	$\gamma_{\phi'}$	1,0	1,25
Coazione efficace	$c'_k$	$\gamma_{c'}$	1,0	1,25
Resistenza non drenata	$c_{uk}$	$\gamma_{cu}$	1,0	1,4
Peso dell'unità di volume	$\gamma$	$\gamma_r$	1,0	1,0

**Tabella 6.4.I – Coefficienti parziali  $\gamma_R$  per le verifiche agli stati limite ultimi di fondazioni superficiali.**

VERIFICA	COEFFICIENTE PARZIALE (R1)	COEFFICIENTE PARZIALE (R2)	COEFFICIENTE PARZIALE (R3)
Capacità portante	$\gamma_R = 1,0$	$\gamma_R = 1,8$	$\gamma_R = 2,3$
Scorrimento	$\gamma_R = 1,0$	$\gamma_R = 1,1$	$\gamma_R = 1,1$

Figura 15: coefficienti parziali da NTC18

Per ciò che riguarda le verifiche nei confronti degli stati limiti di esercizio (SLE), in base a quanto prescritto al punto 6.4.2.2 delle NTC2018, è necessario controllare che i valori degli spostamenti e delle distorsioni siano compatibili con le strutture in elevazione.

In particolare la determinazione degli spostamenti viene eseguita considerando la combinazione di carico caratteristica rara illustrata in dettaglio nei capitoli precedenti.

## 6.PROGETTO DELLA FONDAZIONE

### 6.1PREMESSA

Data l'elevata eccentricità dei carichi agenti rispetto al baricentro della fondazione, è stata scelta una tipologia di fondazione indiretta costituita da un plinto in ca e micropali costituiti da tubolare in acciaio e riempimento in calcestruzzo.

In una prima fase, è stata effettuata una verifica manuale del singolo micropalo soggetto ad un carico assiale e di taglio. Una volta definiti i parametri di capacità portante laterale e di punta sono stati utilizzati per tarare il modello di calcolo e l'interazione terreno micropalo.

### 6.2MODELLAZIONE E ANALISI

L'analisi dell'opera è stata effettuata con il software di calcolo agli elementi finiti Sismicad 12.12. Sono stati utilizzati elementi finiti frame per la modellazione della sovrastruttura e dei micropali, mentre link rigidi di collegamento tra base della sovrastruttura e la testa dei micropali schematizzano l'azione del plinto di base.

### 6.3 SOFTWARE UTILIZZATO

#### **Specifiche tecniche**

Denominazione del software: Sismicad 12.12

Produttore del software: Concrete

Concrete srl, via della Pieve, 15, 35121 PADOVA - Italy

<http://www.concrete.it>

Rivenditore: CONCRETE SRL - Via della Pieve 19 - 35121 Padova - tel.049-8754720

Versione: 12.12

Identificatore licenza: SW-8542838

Intestatario della licenza: 3TI ITALIA SPA - Lungotevere Vittorio Gassman, 22 - Roma

Versione regolarmente licenziata

#### *Schematizzazione strutturale e criteri di calcolo delle sollecitazioni*

Il programma schematizza la struttura attraverso l'introduzione nell'ordine di fondazioni, poste anche a quote diverse, platee, platee nervate, plinti e travi di fondazione poggianti tutte su suolo elastico alla Winkler, di elementi verticali, pilastri e pareti in c.a. anche con fori, di orizzontamenti costituiti da solai orizzontali e inclinati (falde), e relative travi di piano e di falda; è ammessa anche l'introduzione di elementi prismatici in c.a. di interpiano con possibilità di collegamento in inclinato a solai posti a quote diverse.

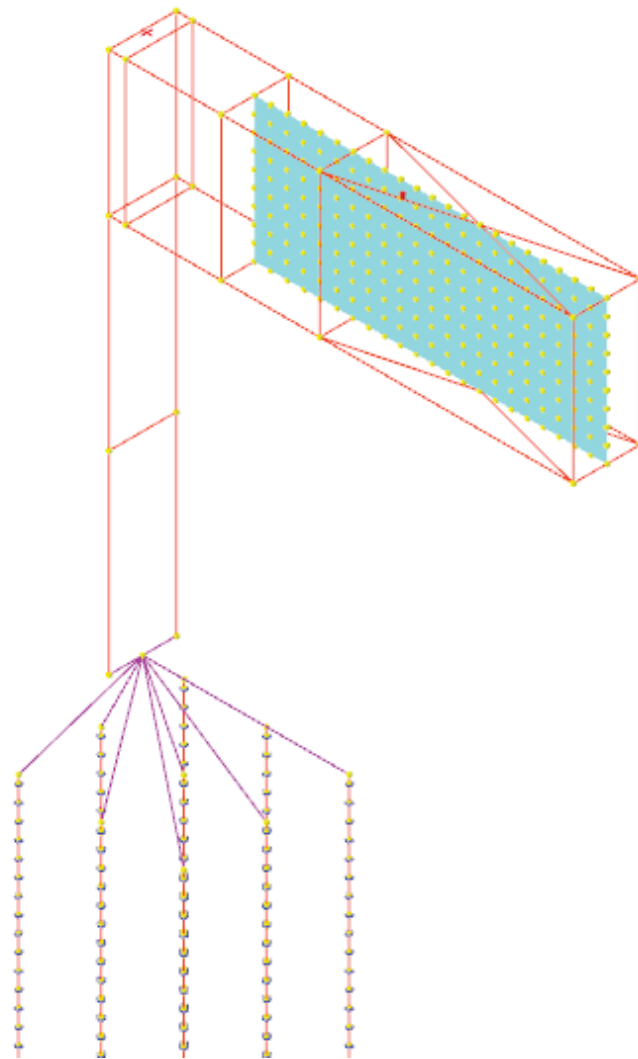


Figura 16 Modello agli elementi finiti- Sovrastruttura e micropali

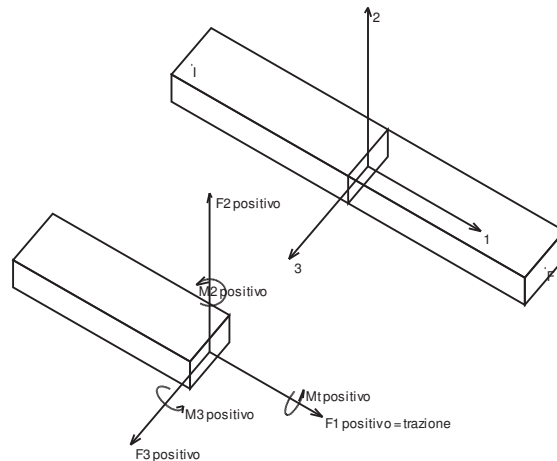
## 7.CALCOLO FONDAZIONI

### 7.1 CALCOLO DELLE SOLLECITAZIONI SULLA PALIFICATA

#### 7.1.11 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:

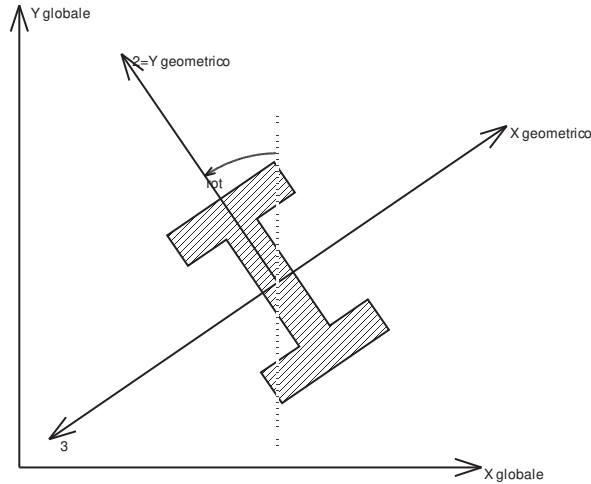
presa un'asta con nodo iniziale i e nodo finale f, asse 1 che va da i a f, assi 2 e 3 presi secondo quanto indicato nei paragrafi successivi relativi al sistema locale delle aste sezionando l'asta in un punto e considerando la sezione sinistra del punto in cui si è effettuato il taglio (sezione da cui 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.

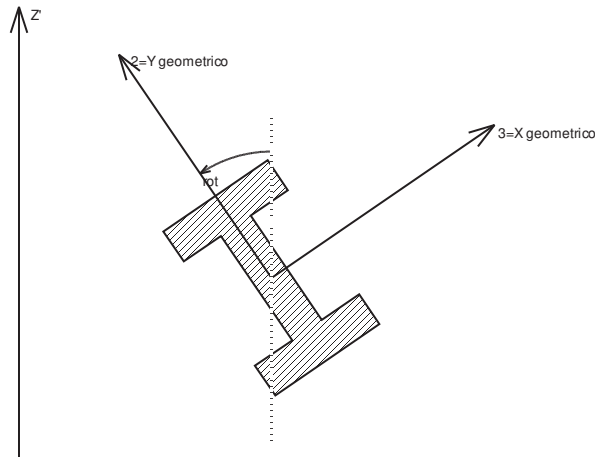
Nel seguito si indica con 1, 2 e 3 il sistema locale dell'asta che non sempre coincide con gli assi principali della sezione. Si ricorda che per assi principali si intendono gli assi rispetto a cui si ha il raggio di inerzia minimo e massimo. Gli assi 1, 2 e 3 rispettano la regola della mano destra.

**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;

**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 1 e 31, dove 1 corrisponde alla sezione al nodo iniziale, 16 è la sezione in



mezzeria, 31 corrisponde alla sezione al nodo finale).

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

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

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

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

**Soll.traslazionale:** componente traslazionale della sollecitazione dell'asta.

**F1:** componente F1 della sollecitazione dell'asta. [kN]

**F2:** componente F2 della sollecitazione dell'asta. [kN]

**F3:** componente F3 della sollecitazione dell'asta. [kN]

**Soll.rotazionale:** componente rotazionale della sollecitazione dell'asta.

**M1:** componente M1 della sollecitazione dell'asta. [kN\*m]

**M2:** componente M2 della sollecitazione dell'asta. [kN\*m]

**M3:** componente M3 della sollecitazione dell'asta. [kN\*m]

### Sollecitazioni con sforzo normale (N) minimo

Vengono mostrate le sole 5 aste più sollecitate.

Asta Ind.	Cont. N.br.	Pos.	Posizione			Soll.traslazionale			Soll.rotazionale		
			X	Y	Z	F1	F2	F3	M1	M2	M3
220	SLU 90	1	0	0.3	6.63	-228.86	6.22	0.97	0.2663	-1.2693	11.5357
224	SLU 88	1	1.22	0.3	6.63	-223.99	5.07	-0.42	-0.2366	0.6788	9.8728
459	SLU 87	31	-0.89	2.25	-2.25	-212.32	4	8.96	0.022	-5.4444	5.0349
389	SLU 134	31	2.11	2.25	-2.25	-207.29	1.52	-5.37	-0.0132	3.1189	3.3238
460	SLU 87	31	-0.89	2.25	-2.54	-205.32	3.7	7.28	0.0191	-3.3024	3.9476

### 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
31	SLU 90	1	0	0	6.63	233.72	92.37	-0.99	3.2623	2.8359	173.289
30	SLU 88	1	1.22	0	6.63	217.62	82.5	-0.84	-1.1995	1.5483	156.7691
248	Vento	1	1.22	0	-0.6	87.29	13.55	8.3	35.169	-21.1306	44.0934
247	X SLV	1	0	0	-0.6	78.08	7.45	-6.56	-20.0887	16.8878	22.7029
2	Vento	1	1.22	0	2.93	54.34	11.76	8.31	36.2598	-11.9857	5.3568

### 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
248	SLU 20	1	1.22	0	-0.6	53.43	20.32	12.46	52.751	-31.4944	355.3025
247	SLU 4	1	0	0	-0.6	-163.48	-20.32	12.44	52.7552	-31.4719	177.0701
212	SLU 134	1	1.22	0	6.63	-99.42	-343.89	5.65	-11.1899	-20.085	-250.079
211	SLU 134	1	0	0	6.63	-60.69	-225.32	7.66	-10.5231	-20.033	-183.8015
1	SLU 21	1	0	0	2.93	-124.82	-17.56	12.49	54.4456	-17.6673	281.1483

### 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
211	SLU 86	1	0	0	6.63	-123.12	-340.45	-12.56	18.2239	36.3765	-253.6713
212	SLU 70	1	1.22	0	6.63	-25.86	-181.07	-14.34	17.4554	36.2323	-146.5118
1	SLU 86	31	0	0	6.63	-134.64	-17.53	12.51	54.4613	28.6909	418.9838
2	SLU 70	31	1.22	0	6.63	-5.31	17.54	12.4	54.441	28.3952	259.277
247	SLU 134	1	0	0	-0.6	24.57	12.19	-7.49	-31.6473	19.328	406.6678

### 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
211	SLU 90	1	0	0	6.63	-114.63	-337.78	-7.42	11.0847	22.2797	-256.1633
212	SLU 134	1	1.22	0	6.63	-99.42	-343.89	5.65	-11.1899	-20.085	-250.079
234	SLU 90	1	0	0.3	6.63	-134.62	-91.03	-9.42	2.8452	11.8761	-136.7742
235	SLU 89	1	1.22	0.3	6.63	-88.5	-92.42	0.53	0.4396	0.8838	-136.5034
31	SLU 88	31	0	0	9.24	230.6	90.62	-1	-1.2254	-1.2685	-69.0705

### 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
248	SLU 90	1	1.22	0	-0.6	-27	12.19	7.49	31.6486	-18.7563	436.4831
1	SLU 90	31	0	0	6.63	-110.02	-10.47	7.54	32.7121	17.4827	430.744
247	SLU 133	1	0	0	-0.6	24.57	12.19	-7.49	-31.6473	19.328	406.6678
2	SLU 133	31	1.22	0	6.63	-147.38	-10.69	-7.55	-32.5771	-16.6463	401.6997
31	SLU 90	1	0	0	6.63	233.72	92.37	-0.99	3.2623	2.8359	173.289

## 7.2 VERIFICHE MICROPALI

Di seguito si riporta la verifica del singolo micropalo:

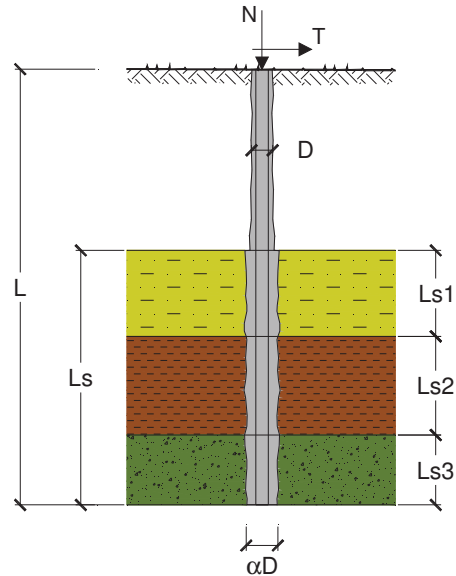
### CAPACITA' PORTANTE DI UN MICROPALO

**OPERA:** PMV - Portanza del palo singolo

**DATI DI INPUT:**

**Sollecitazioni Agenti:**

	Permanenti	Temporanee	Calcolo
<b>N (kN)</b>	100.00	0.00	100.00
<b>T (kN)</b>	10.00	0.00	10.00



coefficienti parziali			azioni		resistenza laterale	
Metodo di calcolo			permanenti	variabili	$\gamma_s$	$\gamma_{s \text{ traz}}$
			$\gamma_G$	$\gamma_Q$		
SLU	A1+M1+R1	<input type="checkbox"/>	1.30	1.50	1.00	1.00
	A2+M1+R2	<input type="checkbox"/>	1.00	1.30	1.45	1.60
	A1+M1+R3	<input type="checkbox"/>	1.30	1.50	1.15	1.25
	SISMA	<input type="checkbox"/>	1.00	1.00	1.15	1.25
DM88			1.00	1.00	1.00	1.00
definiti dal progettista			1.00	1.00	1.15	1.25

n	1	2	3	4	5	7	$\geq 10$	DM88	prog.
$\xi_s$	1.70	1.65	1.60	1.55	1.50	1.45	1.40	1.00	1.00
$\xi_t$	1.70	1.55	1.48	1.42	1.34	1.28	1.21	1.00	1.00

**Caratteristiche del micropalo:**

Diametro di perforazione del micropalo (D): 0.3 (m)

Lunghezza del micropalo (L): 10.00 (m)

**Armatura:**

<input type="checkbox"/> IPE	<input type="checkbox"/> INP	<input type="checkbox"/> HEA	<input type="checkbox"/> HEB	<input type="checkbox"/> HEM	<input type="checkbox"/> Tubi	<input type="checkbox"/> ALTRO
IPE 180	INP 160	HEA 300	HEB 160	HEM 200	$\emptyset 193,7 \times 10,0$	

PROGETTO DEFINITIVO

RELAZIONE TECNICA E DI CALCOLO - PMV

Area dell'armatura (A<sub>arm</sub>): 5771 (mm<sup>2</sup>)

Momento di inerzia della sezione di armatura (J<sub>arm</sub>): 2.442E+07 (mm<sup>4</sup>)

Modulo di resistenza della sezione di armatura (W<sub>arm</sub>): 252,100 (mm<sup>3</sup>)

Tipo di acciaio  ▼

Tensione di snervamento dell'acciaio (f<sub>y</sub>): 355 (N/mm<sup>2</sup>)

Coefficiente Parziale Acciaio γ<sub>M</sub>: 1.38

Tensione ammissibile dell'acciaio (σ<sub>lim</sub>): 257 (N/mm<sup>2</sup>)

Modulo di elasticità dell'acciaio (E<sub>arm</sub>): 210,000 (N/mm<sup>2</sup>)

**Coefficiente di Reazione Laterale:**

Coeff. di Winkler (k): 3.0 (MN/m<sup>3</sup>)

**CAPACITA' PORTANTE ESTERNA**

**Capacità portante di fusto**

$$QI = \sum_i \pi \cdot Ds_i \cdot s_i \cdot l_i$$

Tipo di Terreno	Spessore l <sub>s</sub> (m)	α (-)	Ds <sub>i</sub> = α · D (m)	s <sub>i</sub> media (MPa)	s <sub>i</sub> minima (MPa)	s <sub>i</sub> calcolo (MPa)	Qs <sub>i</sub> (kN)
Marna	2.00	1.00	0.30	0.100	0.100	0.051	96.42
Marna	3.00	1.00	0.30	0.100	0.100	0.051	144.63
Marna	5.00	1.00	0.30	0.200	0.200	0.102	482.09

$$L_s = 10.00 \quad (m) \quad QI = 723.13 \quad (kN)$$

**Capacità portante di punta**

$$Qp = \%Punta \cdot QI$$

(consigliato 10-15%)

% Punta

15%

$$Qp = 108.47 \quad (kN)$$

**CARICO LIMITE DEL MICROPALO**

$$Qlim = Qb + QI$$

$$Qlim = 831.60 \quad (kN)$$

**COEFFICIENTE DI SICUREZZA**

$$Fs = Qlim / N \quad (Fs > 1)$$

$$Fs = 8.32$$

**CAPACITA' PORTANTE PER INSTABILITA' DELL'EQUILIBRIO ELASTICO**

Reaz. Laterale per unità di lunghezza e di spostam.( $\beta$ ) ( $\beta = k \cdot D_{arm}$ ): 0.58 (N/mm<sup>2</sup>)

$Pk = 2 \cdot (\beta \cdot E_{arm} \cdot J_{arm})^{0.5}$   $\eta = Pk / N$  (consigliato  $\eta > 10$ )

$Pk = 3452.24$  (MN)  $\eta = 34.52$

**VERIFICA ALLE FORZE ORIZZONTALI**

Momento massimo per carichi orizzontali (M):  
 (ipotesi di palo con testa impedita di ruotare)

$$M = T / (2 \cdot b)$$

$$b = \sqrt[4]{\frac{k \cdot D}{4 \cdot E_{arm} \cdot J_{arm}}}$$

$b = 0.458$  (1/m)

Momento Massimo (M):

$M = 10.92$  (kN m)

**VERIFICHE STRUTTURALI DEL MICROPALO**

Acciaio S 355 (Fe 510)

*Tensioni nel singolo micropalo*

$$\sigma = N/A_{arm} \pm M/W_{arm}$$

$$\tau = 2 \cdot T/A_{arm}$$

$\sigma_{max} = 60.66$  (N/mm<sup>2</sup>)  $\sigma_{min} = -26.01$  (N/mm<sup>2</sup>)

$\tau = 3.47$  (N/mm<sup>2</sup>)

$$\sigma_{id} = (\sigma^2 + 3 \tau^2)^{0.5}$$

$\sigma_{id} = 60.96$  (N/mm<sup>2</sup>) verifica soddisfatta

Le verifiche sono state ripetute con il software di calcolo strutturale Sismicad 12.12.

### 7.3 VERIFICHE DEI MICROPALI

**Verifica:** stato di verifica

**Posizione:** posizione del palo

**Quota:** quota sezione [m]

**Filo:** numero del filo (se assegnato)

**Ind.:** indice del palo

**Xp:** coordinata x del palo che ha prodotto la verifica peggiore [m]

**Yp:** coordinata y del palo che ha prodotto la verifica peggiore [m]

**Taglio:** verifica a taglio

**Tx:** taglio Tx [kN]

**Ty:** taglio Ty [kN]

**Mt:** momento torcente [kN\*m]

**Comb.:** combinazione peggiore a taglio torsione

**Vrd:** resistenza di progetto a taglio torsione [kN]

**C.S.tt:** coefficiente di sicurezza minimo a taglio/torsione

**PressoFlessione:** verifica a pressoflessione

**Mx:** momento Mx [kN\*m]

**My:** momento My [kN\*m]

**N:** sforzo normale [kN]

**Comb.:** combinazione peggiore a pressoflessione

**Mrd:** resistenza di progetto a pressoflessione [kN]

**C.S.pf:** coefficiente di sicurezza minimo a pressoflessione

**yR laterale:** coefficiente parziale di sicurezza sulla resistenza laterale

**yR punta:** coefficiente parziale di sicurezza sulla resistenza alla punta

**Pl,d:** portanza laterale di progetto [kN]

**Pp,d:** portanza di punta di progetto [kN]

**Def.vol:** deformazione volumetrica (usata per formula portanza punta secondo Vesic)

**Comb.:** combinazione peggiore

**Cnd:** condizione peggiore a breve termine (BT) o lungo termine (LT)

**N:** sforzo normale in testa [kN]

**Ed:** azione totale di progetto [kN]

**Rd:** resistenza totale di progetto [kN]

**C.S.:** coefficiente di sicurezza

**yR trasversale:** coeff. parziale di sicurezza sulla resistenza trasversale

**RRF:** fattore di riduzione per liquefazione

**Cnd:** condizione di calcolo: D calcolo condotto per la condizione drenata e terreno incoerente, ND calcolo condotto per la condizione non drenata e terreno eminentemente coesivo

**Rd:** resistenza trasversale di progetto [kN]

**Ed (T):** azione trasversale di progetto [kN]

**C.S.:** coefficiente di sicurezza Rd/Ed

**Tipo:** tipologia del palo o micropalo : TL a testa libera, TI testa incastrata

**L.fr.s.:** larghezza del fronte di spinta [m]

**L.tr.lib.:** lunghezza del tratto libero [m]

**L.tr.inf.:** lunghezza del tratto infisso nel terreno [m]

**Coes.:** coesione non drenata di progetto [kN/m<sup>2</sup>]

**Fi:** angolo di attrito interno di progetto [deg]

**P.spec:** peso specifico del terreno di progetto [kN/m<sup>3</sup>]

**T max:** sforzo trasversale massimo al collasso [kN]

**Mecc.coll.:** meccanismo di collasso: PC palo corto (nessuna cerniera), PI palo intermedio (una cerniera), PL\_L palo lungo libero (cerniera lungo il fusto), PL\_V palo lungo vincolato (doppia cerniera)

**M.plast.sup.:** momento di plasticizzazione della cerniera plastica superiore o momento massimo lungo il fusto in caso di palo corto [kN\*m]

**Quota sup.:** quota cerniera plastica superiore o quota del momento massimo lungo il fusto in caso di palo corto [m]

**N sup.:** sforzo normale di calcolo alla quota superiore [kN]

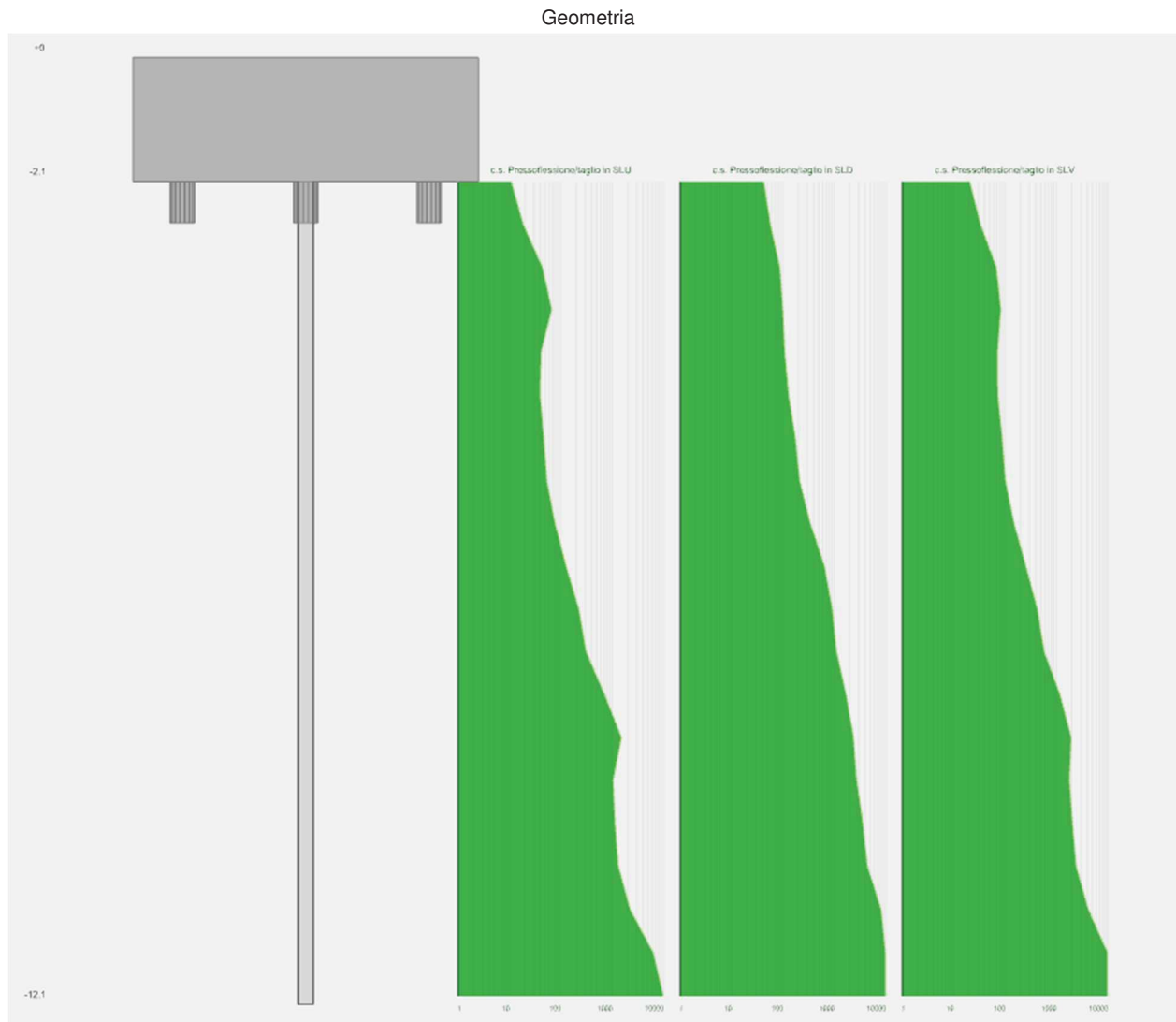
**M.plast.inf.:** momento di plasticizzazione della cerniera plastica inferiore [kN\*m]

**Quota inf.:** quota cerniera plastica inferiore [m]

**N inf.:** sforzo normale di calcolo alla quota inferiore [kN]

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

Verifiche effettuate secondo D.M. 17-01-18 (N.T.C.)



#### Pali coinvolti

Palo a coordinate x,y: (-0.89, -0.75)[plinto a filo 9];(0.61, -0.75)[plinto a filo 9];(2.11, -0.75)[plinto a filo 9];(2.11, 0.75)[plinto a filo 9];(2.11, 2.25)[plinto a filo 9];(0.61, 2.25)[plinto a filo 9];(-0.89, 2.25)[plinto a filo 9];(-0.89, 0.75)[plinto a filo 9];(0.61, 0.75)[plinto a filo 9];

#### Caratteristiche geometriche

Tubo in acciaio UNI10219 194x10  
Diametro tubo 194 mm  
Spessore tubo 10 mm  
Lunghezza 10 m

#### Caratteristiche dei materiali

Calcestruzzo C28/35  
Acciaio S355

#### Verifiche secondo DM18

Posizione					Taglio					PressoFlessione					Verifica		
Quota	Filo	Ind.	Xp	Yp	Tx	Ty	Mt	Comb.	Vrd	C.S.tt	Mx	My	N	Comb.	Mrd	C.S.pf	
0	9	4	2.11	0.75	5.54	-	-	SLU 86	684.87	50.47	11.7333	2.9059	-165.72	SLU 86	10901.41	9.02	SI
0	9	5	2.11	2.25	17.95	-	-	SLU 86	684.87	31.4	11.7333	13.4351	-205.34	SLU 86	10901.41	6.11	SI

Posizione				Taglio						PressoFlessione						Verifica			
Quota	Filo	Ind.	Xp	Yp	Tx	Ty	Mt	Comb.	Vrd	C.S.tt	Mx	My	N	Comb.	Mrd	C.S.pf			
0	9	1	-	-	-6.86	16.62	-	-	SLU 5	684.87	38.09	-	-7.6234	14.14	SLU 5	10901.41	7.24	Si	
0	9	7	0.89	0.75	-	-	0.0442	-	SLU 5	684.87	28	12.9934	-	-13.4351	-58.39	SLU 5	10901.41	5.83	Si
0	9	2	0.89	0.75	17.95	16.62	-	-	SLU 5	684.87	85.05	-2.4642	-7.6234	-44.38	SLU 5	10901.41	13.61	Si	
0	9	8	0.61	-	-6.86	4.22	-	-	SLU 5	684.87	39.09	-	-2.9058	-22.12	SLU 5	10901.41	8.19	Si	
0	9	9	0.89	0.75	5.54	16.62	0.0442	-	SLU 5	684.87	98.32	4.4393	-1.7434	-107.44	SLU 133	10901.41	22.86	Si	
0	9	3	2.11	-	-6.86	-	-	-	SLU 86	684.87	48.37	11.7333	-7.6234	-126.1	SLU 86	10901.41	7.79	Si	
0	9	6	0.61	0.75	17.95	4.22	0.0442	-	SLU 5	684.87	37.15	-2.4642	13.4351	-116.92	SLU 5	10901.41	7.98	Si	
0	9	4	2.11	0.75	-0.49	2.38	0.0037	-	SLD 3	684.54	281.86	-1.1073	-0.2385	-75.01	SLD 3	10901.41	96.25	Si	
0	9	5	2.11	2.25	-1.29	2.38	0.0037	-	SLD 3	684.54	252.96	-1.1073	-0.9852	-104.64	SLD 3	10901.41	73.55	Si	
0	9	1	-	-	-1.07	2.38	-	-	SLD 16	684.59	262.61	-1.1072	-0.8651	-45.37	SLD 16	10901.41	77.58	Si	
0	9	7	0.89	0.75	1.29	2.38	0.0037	-	SLD 16	684.59	252.97	-1.1072	0.9855	-104.64	SLD 16	10901.41	73.55	Si	
0	9	2	0.89	0.75	-1.07	1.33	0.0037	-	SLD 16	684.59	400.61	-0.2212	-0.8651	-51.18	SLD 16	10901.41	122.08	Si	
0	9	8	0.89	0.75	0.49	2.38	0.0037	-	SLD 16	684.59	281.88	-1.1072	0.2385	-75.01	SLD 16	10901.41	96.25	Si	
0	9	9	0.61	0.75	0.15	1.65	0.0004	-	SLD 11	684.57	413.67	-0.3734	0.0716	-80.82	SLD 12	10901.41	286.75	Si	
0	9	3	2.11	0.75	1.07	2.38	0.0037	-	SLD 3	684.54	262.6	-1.1073	0.865	-45.37	SLD 3	10901.41	77.59	Si	
0	9	6	0.61	2.25	1.29	1.33	0.0037	-	SLD 16	684.59	368.66	-0.2212	0.9855	-110.45	SLD 16	10901.41	107.93	Si	
0	9	4	2.11	0.75	-1.18	4.13	0.0092	-	SLV 3	684.5	159.42	-2.5161	-0.5747	-66.81	SLV 3	10901.41	42.24	Si	
0	9	5	2.11	2.25	-3.23	4.13	0.0092	-	SLV 3	684.5	130.67	-2.5161	-2.4607	-98.9	SLV 3	10901.41	30.98	Si	
0	9	1	-	-	-2.55	4.13	-	-	SLV 16	684.63	141.1	-2.516	-2.1016	-34.73	SLV 16	10901.41	33.25	Si	
0	9	7	0.89	0.75	3.23	4.13	0.0092	-	SLV 16	684.63	130.68	-2.516	2.4613	-98.91	SLV 16	10901.41	30.97	Si	
0	9	2	0.61	-	-2.55	1.54	0.0092	-	SLV 16	684.63	229.61	-0.322	-2.1016	-48.72	SLV 16	10901.41	51.27	Si	
0	9	8	0.89	0.75	1.18	4.13	0.0092	-	SLV 16	684.63	159.45	-2.516	0.5748	-66.81	SLV 16	10901.41	42.24	Si	
0	9	9	0.61	0.75	0.36	2.34	0.0012	-	SLV 11	684.57	289.19	-0.7092	0.1726	-80.82	SLV 12	10901.41	149.36	Si	
0	9	3	2.11	0.75	2.55	4.13	0.0092	-	SLV 3	684.5	141.08	-2.5161	2.1012	-34.73	SLV 3	10901.41	33.26	Si	
0	9	6	0.61	2.25	3.23	1.54	0.0092	-	SLV 16	684.63	191.41	-0.322	2.4613	-112.91	SLV 16	10901.41	43.92	Si	
-1.04	9	4	2.11	0.75	1.45	-5.23	0.0249	-	SLU 86	684.74	126.22	2.225	-0.7812	-144.06	SLU 86	10901.41	45.14	Si	
-1.04	9	3	2.11	0.75	-3.32	-5.23	0.0249	-	SLU 86	684.74	110.52	2.225	-2.0848	-109.59	SLU 86	10901.41	34.87	Si	
-1.04	9	1	-	-	-3.32	5.97	0.0249	-	SLU 5	684.74	100.23	-0.9016	-2.0849	12.42	SLU 5	10901.41	46.57	Si	
-1.04	9	2	0.61	-	-3.32	1.2	0.0249	-	SLU 5	684.74	193.81	0.9214	-2.0848	-58.66	SLU 86	10901.41	46.98	Si	
-1.04	9	6	0.61	2.25	6.22	1.2	0.0249	-	SLU 5	684.74	108.12	1.1009	0.3134	-118.02	SLU 135	10901.41	92.23	Si	
-1.04	9	5	2.11	2.25	6.22	-5.23	0.0249	-	SLU 86	684.74	84.28	2.225	0.5224	-178.53	SLU 86	10901.41	46.02	Si	
-1.04	9	8	0.89	0.75	1.45	5.97	0.0249	-	SLU 5	684.74	111.49	1.8801	0.4688	-123.91	SLU 133	10901.41	54.66	Si	
-1.04	9	7	0.89	2.25	6.22	5.97	0.0249	-	SLU 5	684.74	79.44	1.8801	-0.3133	-148.38	SLU 133	10901.41	55.21	Si	
-1.04	9	9	0.61	0.75	-0.87	-1.95	0.0149	-	SLU 133	684.46	320.8	1.1009	-0.4687	-93.35	SLU 135	10901.41	89.72	Si	
-1.04	9	4	2.11	0.75	-0.12	0.57	0.0021	-	SLD 3	684.55	1178.97	0.6601	-0.0837	-75.27	SLD 16	10901.41	163.16	Si	
-1.04	9	3	2.11	0.75	0.39	0.57	0.0021	-	SLD 3	684.55	990.83	0.6601	-0.1597	-49.48	SLD 16	10901.41	159.66	Si	
-1.04	9	1	-	-	-0.39	0.57	0.0021	-	SLD 16	684.58	990.84	0.6601	0.1596	-49.48	SLD 3	10901.41	159.67	Si	
-1.04	9	2	0.61	0.75	-0.39	0.17	0.0021	-	SLD 16	684.58	1602.18	0.6038	-0.0516	-41.2	SLD 12	10901.41	180.77	Si	
-1.04	9	6	0.61	2.25	0.45	0.17	0.0021	-	SLD 16	684.58	1416.34	0.6038	0.0421	-99.23	SLD 12	10901.41	181	Si	
-1.04	9	5	2.11	2.25	-0.45	0.57	0.0021	-	SLD 3	684.55	941.79	0.6601	0.1281	-101.06	SLD 16	10901.41	161.3	Si	
-1.04	9	8	0.89	0.75	0.12	0.57	0.0021	-	SLD 16	684.58	1179.05	0.6601	0.0837	-75.27	SLD 3	10901.41	163.16	Si	
-1.04	9	7	0.89	2.25	0.45	0.57	0.0021	-	SLD 16	684.58	941.75	0.6601	-0.1281	-101.06	SLD 3	10901.41	161.3	Si	
-1.04	9	9	0.61	0.75	0.04	0.24	0.0002	-	SLD 11	684.57	2779.39	0.6038	-0.0251	-70.21	SLD 12	10901.41	181.31	Si	
-1.04	9	4	2.11	0.75	-0.29	1.21	0.0052	-	SLV 3	684.53	549.21	0.8574	-0.2018	-82.4	SLV 16	10901.41	122.54	Si	

Quota	Posizione				Taglio								PressoFlessione					Verifica
	Filo	Ind.	Xp	Yp	Tx	Ty	Mt	Comb.	Vrd	C.S.tt	Mx	My	N	Comb.	Mrd	C.S.pf		
1.04	9	3	2.11	-	0.95	1.21	0.0052	SLV 3	684.53	443.97	0.8574	-0.398	-54.47	SLV 16	10901.41	113.84	Si	
-	9	1	-	0.75	-0.95	1.21	0.0052	SLV 16	684.6	444	0.8574	0.3979	-54.48	SLV 3	10901.41	113.85	Si	
1.04	9	2	0.61	-	-0.95	0.22	-	SLV 16	684.6	699.98	0.7218	-0.1281	-34.08	SLV 12	10901.41	149.67	Si	
-	9	6	0.61	0.75	1.13	0.22	-	SLV 16	684.6	592.98	0.7218	0.099	-106.35	SLV 12	10901.41	150.65	Si	
1.04	9	5	2.11	2.25	-1.13	1.21	0.0052	SLV 3	684.53	412.54	0.8574	0.3017	-110.32	SLV 16	10901.41	118.43	Si	
-	9	8	-	0.75	0.29	1.21	-	SLV 16	684.6	549.29	0.8574	0.2018	-82.4	SLV 3	10901.41	122.54	Si	
1.04	9	7	0.89	-	2.25	1.13	1.21	0.0052	SLV 16	684.6	412.54	0.8574	-0.3016	-110.32	SLV 3	10901.41	118.43	Si
-	9	9	0.61	0.75	0.09	0.41	-	SLV 11	684.57	1617.6	0.7218	-0.0606	-70.21	SLV 12	10901.41	151.63	Si	
1.04	9	3	2.11	-	-1.29	-1.66	-	SLU 86	684.68	324.93	2.376	-0.2244	-15.7	SLU 134	10901.41	48.1	Si	
-	9	7	-	0.75	1.22	1.32	-	SLU 5	684.68	380.85	3.131	-3.4122	-78.04	SLU 87	10901.41	25.12	Si	
2.08	9	5	2.11	2.25	1.22	-1.66	0.0162	SLU 86	684.68	331.65	-1.6121	-3.4122	-126.97	SLU 4	10901.41	31.37	Si	
-	9	8	-	0.75	0.02	-1.47	0.0097	SLU 133	684.5	465.43	3.131	-1.5191	-37.91	SLU 87	10901.41	32.99	Si	
2.08	9	9	0.61	0.75	0.02	-0.71	0.0097	SLU 133	684.5	956.98	1.2378	-1.5191	-83.36	SLU 87	10901.41	55.19	Si	
-	9	4	2.11	0.75	-0.04	-1.66	-	SLU 86	684.68	411.74	2.376	0.9115	-56.28	SLU 134	10901.41	44.63	Si	
2.08	9	2	0.61	-	-1.29	-0.4	-	SLU 86	684.68	504.93	1.5701	0.2244	-39.27	SLU 85	10901.41	69.54	Si	
-	9	1	-	0.75	-1.29	1.32	-	SLU 5	684.68	370.77	3.131	0.374	2.23	SLU 87	10901.41	37.14	Si	
2.08	9	6	0.61	0.75	2.25	1.22	-0.4	0.0162	SLU 86	684.68	531.31	1.2378	-3.4122	-123.49	SLU 87	10901.41	31.7	Si
-	9	3	2.11	-	-0.11	-0.27	-	SLD 16	684.57	2325.72	0.7037	0.1186	-35.32	SLD 3	10901.41	150.58	Si	
2.08	9	7	0.89	2.25	-0.1	-0.27	0.0014	SLD 3	684.55	2340.15	0.7037	-0.2484	-81.35	SLD 16	10901.41	144.96	Si	
-	9	5	2.11	2.25	0.1	-0.27	-	SLD 16	684.57	2340.24	0.7037	0.2484	-81.35	SLD 3	10901.41	144.97	Si	
2.08	9	8	0.89	0.75	0.01	-0.27	0.0014	SLD 3	684.55	2502.15	0.7037	-0.1418	-58.34	SLD 16	10901.41	149.62	Si	
-	9	9	0.61	0.75	0	-0.17	-	SLD 11	684.57	3945.34	0.6349	-0.0426	-62.85	SLD 12	10901.41	163.62	Si	
2.08	9	4	2.11	0.75	-0.01	-0.27	0.0014	SLD 16	684.57	2502.33	0.7037	0.1418	-58.33	SLD 3	10901.41	149.63	Si	
-	9	2	0.61	-	-0.11	-0.17	-	SLD 16	684.57	3426.12	0.6349	-0.065	-36.95	SLD 11	10901.41	163.27	Si	
2.08	9	1	0.89	0.75	0.11	-0.27	0.0014	SLD 3	684.55	2325.62	0.7037	-0.1186	-35.32	SLD 16	10901.41	150.57	Si	
-	9	6	0.61	2.25	0.1	-0.17	-	SLD 16	684.57	3473.07	0.6349	-0.0799	-88.74	SLD 12	10901.41	162.92	Si	
2.08	9	3	2.11	-	-0.27	-0.43	-	SLV 16	684.59	1338.15	0.9988	0.279	-27.05	SLV 3	10901.41	106.75	Si	
-	9	7	-	2.25	-0.26	-0.43	0.0034	SLV 3	684.54	1358.69	0.9988	-0.6183	-76.9	SLV 16	10901.41	95.32	Si	
2.08	9	5	2.11	2.25	0.26	-0.43	-	SLV 16	684.59	1358.78	0.9988	0.6181	-76.89	SLV 3	10901.41	95.33	Si	
-	9	8	0.89	0.75	0.02	-0.43	0.0034	SLV 3	684.54	1575.51	0.9988	-0.3418	-51.97	SLV 16	10901.41	104.6	Si	
2.08	9	9	0.61	0.75	-0.01	-0.19	-	SLV 11	684.57	3661.4	0.8346	-0.1026	-62.85	SLV 12	10901.41	124.87	Si	
-	9	4	2.11	0.75	-0.02	-0.43	0.0034	SLV 16	684.59	1575.74	0.9988	0.3417	-51.97	SLV 3	10901.41	104.61	Si	
2.08	9	2	0.61	-	-0.27	-0.17	-	SLV 16	684.59	2134.22	0.8346	-0.1526	-30.6	SLV 11	10901.41	124.06	Si	
-	9	1	-	0.75	0.27	-0.43	0.0034	SLV 3	684.54	1338.07	0.9988	-0.2789	-27.05	SLV 16	10901.41	106.74	Si	
2.08	9	6	0.61	2.25	0.26	-0.17	-	SLV 16	684.59	2221.03	0.8346	-0.1981	-95.1	SLV 12	10901.41	122.95	Si	
-	9	7	0.89	2.25	-1.24	-1.13	-	SLU 87	684.63	407.89	2.9241	-3.1665	-65.84	SLU 87	10901.41	24.92	Si	
3.13	9	8	0.89	0.75	-0.59	-1.13	0.0091	SLU 87	684.63	536.04	2.9241	-1.1106	-31.92	SLU 87	10901.41	34.32	Si	
-	9	4	2.11	0.75	0.35	-0.88	0.0055	SLU 134	684.53	725.29	-1.9738	-1.1106	-91.33	SLU 4	10901.41	47.54	Si	
3.13	9	6	0.61	2.25	-1.24	-0.48	-	SLU 87	684.63	515.07	0.8682	-3.1665	-104.25	SLU 87	10901.41	32.7	Si	
-	9	9	0.61	0.75	-0.59	-0.48	-	SLU 87	684.63	898.32	0.8682	-1.1106	-70.33	SLU 87	10901.41	75.77	Si	
3.13	9	5	2.11	2.25	-1.24	0.53	-	SLU 4	684.63	509.16	-1.9738	-3.1665	-107.22	SLU 4	10901.41	28.83	Si	
-	9	3	2.11	-	-0.04	-0.88	0.0055	SLU 134	684.53	781.43	-1.9738	0.9453	-75.44	SLU 4	10901.41	49.38	Si	



PROGETTO DEFINITIVO

RELAZIONE TECNICA E DI CALCOLO - PMV

Quota	Posizione				Taglio							PressoFlessione					Verifica
	Filo	Ind.	Xp	Yp	Tx	Ty	Mt	Comb.	Vrd	C.S.tt	Mx	My	N	Comb.	Mrd	C.S.pf	
3.13	9	2	0.61	-	0.04	-0.6	-	SLU 85	684.6	1131.35	1.1821	0.5672	-33.07	SLU 85	10901.41	81.81	Si
-	9	1	-	0.75	0.06	-1.13	0.0055	SLU 87	684.63	603.12	2.9241	0.9453	2	SLU 87	10901.41	35	Si
3.13	9	7	0.89	0.75	-0.09	-0.28	0.0091	SLD 16	684.57	2359.23	0.4912	-0.2275	-68.66	SLD 16	10901.41	197.37	Si
-	9	8	-	2.25	-0.06	-0.28	0.0008	SLD 16	684.57	2435.58	0.4912	-0.1005	-49.21	SLD 16	10901.41	212.87	Si
3.13	9	4	0.89	0.75	0.06	-0.28	0.0008	SLD 3	684.56	2435.65	0.4912	0.1005	-49.21	SLD 3	10901.41	212.87	Si
-	9	6	-	2.11	-0.03	-0.26	-	SLD 12	684.57	2654.44	0.3183	-0.2275	-72.48	SLD 16	10901.41	272.52	Si
3.13	9	9	0.61	0.75	-0.02	-0.26	0.0003	SLD 11	684.56	2665.9	0.3824	-0.0302	-53.02	SLD 12	10901.41	277.15	Si
-	9	5	2.11	2.25	0.09	-0.28	0.0008	SLD 3	684.56	2359.33	0.4912	0.2274	-68.66	SLD 3	10901.41	197.39	Si
3.13	9	3	2.11	-	0.05	-0.28	0.0008	SLD 3	684.56	2451.06	0.4912	-0.1847	-29.76	SLD 3	10901.41	203.55	Si
-	9	2	0.61	-	-0.02	-0.26	-	SLD 11	684.56	2660.1	0.3824	0.0612	-31.14	SLD 12	10901.41	274.59	Si
3.13	9	1	-	0.75	-0.05	-0.28	0.0001	SLD 16	684.57	2451.01	0.4912	0.1847	-29.76	SLD 16	10901.41	203.54	Si
-	9	7	0.89	0.75	2.25	-0.23	0.0008	SLV 16	684.58	1549.8	0.7891	-0.5682	-64.9	SLV 16	10901.41	110.22	Si
3.13	9	8	0.89	0.75	-0.13	-0.38	0.0019	SLV 16	684.58	1701.36	0.7891	-0.2422	-43.83	SLV 16	10901.41	129.66	Si
-	9	4	2.11	0.75	0.13	-0.38	0.0019	SLV 3	684.55	1701.44	0.7891	0.2422	-43.83	SLV 3	10901.41	129.67	Si
3.13	9	6	0.61	2.25	-0.07	-0.33	-	SLV 12	684.57	2002.5	0.3607	-0.5682	-74.09	SLV 16	10901.41	159.1	Si
-	9	9	0.61	0.75	-0.04	-0.33	0.0006	SLV 11	684.57	2033.97	0.5239	-0.0727	-53.02	SLV 12	10901.41	201.24	Si
3.13	9	5	2.11	2.25	0.23	-0.38	0.0002	SLV 3	684.55	1549.92	0.7891	0.5681	-64.89	SLV 3	10901.41	110.23	Si
-	9	3	2.11	-	0.11	-0.38	0.0019	SLV 3	684.55	1736.06	0.7891	-0.4385	-22.77	SLV 3	10901.41	118.7	Si
3.13	9	2	0.61	0.75	-0.06	-0.33	0.0002	SLV 11	684.57	2020.7	0.3607	0.4386	-31.96	SLV 16	10901.41	188.43	Si
-	9	1	-	0.75	-0.11	-0.38	0.0019	SLV 16	684.58	1736.03	0.7891	0.4386	-22.77	SLV 16	10901.41	118.7	Si
3.13	9	9	0.61	0.75	-0.5	-0.39	-	SLU 87	684.61	1074.81	0.4043	-0.5267	-46.07	SLU 5	10901.41	138.66	Si
-	9	4	2.11	0.75	0.3	-0.9	0.0059	SLU 87	684.61	372.54	1.6415	-1.7638	-33.4	SLU 5	10901.41	39.37	Si
4.17	9	4	2.11	0.75	0.3	-0.9	0.0035	SLU 134	684.54	718.21	-1.2532	-0.5267	-94.53	SLU 86	10901.41	70.87	Si
-	9	5	2.11	2.25	-1.35	0.8	0.0059	SLU 4	684.61	435.99	-1.2532	-1.7638	-117.08	SLU 86	10901.41	44.14	Si
4.17	9	7	-	0.89	2.25	-1.35	0.0059	SLU 87	684.61	372.54	1.6415	-1.7638	-33.4	SLU 5	10901.41	39.37	Si
-	9	3	2.11	-	-0.21	-0.9	0.0035	SLU 134	684.54	736.92	-1.2532	0.7105	-71.99	SLU 86	10901.41	67.82	Si
4.17	9	8	0.89	0.75	-0.5	-1.25	0.0059	SLU 87	684.61	509.99	1.6415	-0.5267	-12.76	SLU 5	10901.41	54.98	Si
-	9	1	-	-	0.35	-1.25	0.0059	SLU 87	684.61	528.88	1.6415	0.7105	7.88	SLU 5	10901.41	53.52	Si
4.17	9	2	0.61	-	0.21	-0.53	-	SLU 85	684.59	1203.73	0.4043	0.7105	-25.43	SLU 5	10901.41	119.29	Si
-	9	6	0.61	0.75	-1.35	-0.39	0.0035	SLU 87	684.61	486.43	0.4043	-1.7638	-66.71	SLU 5	10901.41	52.26	Si
4.17	9	9	0.61	0.75	-0.01	-0.18	0.0059	SLD 11	684.56	3768.61	0.1494	-0.0139	-46.16	SLD 12	10901.41	586.16	Si
-	9	4	2.11	0.75	0.05	-0.22	0.0001	SLD 3	684.56	2999.14	0.2239	0.0464	-42.86	SLD 3	10901.41	398.15	Si
4.17	9	5	2.11	2.25	0.1	-0.22	0.0005	SLD 3	684.56	2807.5	0.2239	0.127	-59.72	SLD 3	10901.41	357.02	Si
-	9	7	-	0.89	2.25	-0.1	-	SLD 16	684.57	2807.37	0.2239	-0.127	-59.72	SLD 16	10901.41	357	Si
4.17	9	3	2.11	-	-0.08	-0.22	0.0005	SLD 3	684.56	2888.35	0.2239	-0.1055	-25.99	SLD 3	10901.41	370.67	Si
-	9	8	-	0.75	-0.05	-0.22	-	SLD 16	684.57	2999.09	0.2239	-0.0464	-42.86	SLD 16	10901.41	398.14	Si
4.17	9	1	0.89	-	0.08	-0.22	0.0005	SLD 16	684.57	2888.29	0.2239	0.1056	-25.99	SLD 16	10901.41	370.66	Si
-	9	2	0.61	-	0.03	-0.18	-	SLD 12	684.57	3741.26	0.1198	0.1056	-29.3	SLD 16	10901.41	566.27	Si
4.17	9	6	0.61	2.25	-0.03	-0.18	0.0002	SLD 12	684.57	3723.3	0.1198	-0.127	-63.03	SLD 16	10901.41	520.83	Si
-	9	9	0.61	0.75	-0.03	-0.25	0.0002	SIV 11	684.57	2765.72	0.2147	-0.0336	-46.16	SIV 12	10901.41	409.34	Si
4.17	9	4	2.11	0.75	0.11	-0.35	0.0012	SLV 3	684.56	1872.8	0.3972	0.1118	-38.19	SLV 3	10901.41	224.81	Si
-	9	5	2.11	2.25	0.24	-0.35	0.0012	SLV 3	684.56	1612.03	0.3972	0.3174	-56.46	SLV 3	10901.41	184.1	Si
4.17	9	7	-	0.89	2.25	-0.24	-	SLV 16	684.57	1611.9	0.3972	-0.3175	-56.46	SLV 16	10901.41	184.09	Si

Quota	Posizione				Taglio							PressoFlessione					Verifica
	Filo	Ind.	Xp	Yp	Tx	Ty	Mt	Comb.	Vrd	C.S.tt	Mx	My	N	Comb.	Mrd	C.S.pf	
4.17	9	3	2.11	-	-0.19	-0.35	0.0012	SLV 3	684.56	1733.13	0.3972	-0.2528	-19.93	SLV 3	10901.41	198.77	Si
-	9	8	-	0.75	-0.11	-0.35	-	SLV 16	684.57	1872.76	0.3972	-0.1119	-38.19	SLV 16	10901.41	224.81	Si
4.17	9	1	0.89	-	0.19	-0.35	-	SLV 16	684.57	1733.08	0.3972	0.2529	-19.93	SLV 16	10901.41	198.77	Si
4.17	9	2	0.61	-	0.06	-0.25	-	SLV 12	684.57	2707.41	0.1394	0.2529	-27.9	SLV 16	10901.41	323.53	Si
4.17	9	6	0.61	0.75	-0.24	-0.17	0.0004	SLV 16	684.57	2305.51	0.1394	-0.3175	-64.43	SLV 16	10901.41	269.67	Si
4.17	9	2	0.61	-	0.26	-0.14	-	SLU 5	684.58	2318.69	0.0325	0.1997	-19.32	SLU 5	10901.41	382.82	Si
5.73	9	3	2.11	0.75	0.26	0.45	0.0029	SLU 86	684.58	1314.61	-0.2781	0.1997	-54.41	SLU 86	10901.41	221.06	Si
5.73	9	5	2.11	2.25	-0.62	0.45	-	SLU 86	684.58	889.66	-0.2781	-0.2582	-88.34	SLU 86	10901.41	181.61	Si
5.73	9	4	2.11	0.75	-0.18	0.45	0.0029	SLU 86	684.58	1406.9	-0.2781	-0.0292	-71.37	SLU 86	10901.41	261.2	Si
5.73	9	1	-	-	0.26	-0.58	-	SLU 5	684.58	1074.33	0.2615	0.1997	5.75	SLU 5	10901.41	213.37	Si
5.73	9	9	0.61	0.75	-0.11	-0.2	0.0017	SLU 3	684.58	2971.89	-0.1129	0.0175	-46.41	SLU 133	10901.41	656.68	Si
5.73	9	7	-	2.25	-0.62	-0.58	-	SLU 5	684.58	802.91	0.2615	-0.2582	-25.32	SLU 5	10901.41	177.27	Si
5.73	9	6	0.61	2.25	-0.62	-0.14	0.0029	SLU 5	684.58	1071.62	0.0325	-0.2582	-50.38	SLU 5	10901.41	244.84	Si
5.73	9	8	0.89	0.75	-0.18	-0.58	-	SLU 5	684.58	1122.97	0.2615	-0.0292	-9.78	SLU 5	10901.41	248.76	Si
5.73	9	2	0.61	0.75	-0.04	-0.03	0.0002	SLD 1	684.56	10000	-0.0134	-0.0189	-23.59	SLD 1	10901.41	3685.09	Si
5.73	9	3	2.11	0.75	-0.04	-0.08	0.0002	SLD 3	684.56	8014.2	-0.0327	0.0189	-26.08	SLD 14	10901.41	2411.33	Si
5.73	9	5	2.11	2.25	0.04	-0.08	0.0002	SLD 3	684.56	7697.68	-0.0327	-0.0199	-48.74	SLD 14	10901.41	2298.79	Si
5.73	9	4	2.11	0.75	0.02	-0.08	0.0002	SLD 3	684.56	8731.6	-0.0327	-0.0018	-37.41	SLD 14	10901.41	3108.15	Si
5.73	9	1	-	-	0.04	-0.08	-	SLD 16	684.57	8014.03	-0.0327	-0.0189	-26.08	SLD 1	10901.41	2411.22	Si
5.73	9	9	0.61	0.75	0.02	-0.03	0.0002	SLD 1	684.56	10000	-0.0134	0.0018	-34.92	SLD 1	10901.41	10000	Si
5.73	9	7	0.89	2.25	-0.04	-0.08	-	SLD 16	684.57	7697.24	-0.0327	0.0199	-48.74	SLD 1	10901.41	2298.62	Si
5.73	9	6	0.61	2.25	0.04	-0.03	0.0002	SLD 1	684.56	10000	-0.0134	0.0199	-46.25	SLD 1	10901.41	3316.74	Si
5.73	9	8	-	0.75	-0.02	-0.08	-	SLD 16	684.57	8731.61	-0.0327	0.0018	-37.41	SLD 1	10901.41	3108.34	Si
5.73	9	2	0.61	0.75	0.09	-0.05	0.0006	SLV 16	684.57	6769.45	-0.0142	-0.0465	-24.64	SLV 1	10901.41	1519.76	Si
5.73	9	3	2.11	0.75	-0.09	-0.14	0.0006	SLV 3	684.56	4149.76	-0.0619	0.0465	-30.64	SLV 14	10901.41	1005.85	Si
5.73	9	5	2.11	2.25	0.11	-0.14	0.0006	SLV 3	684.56	3842.62	-0.0619	-0.0494	-51.2	SLV 14	10901.41	946.85	Si
5.73	9	4	2.11	0.75	0.04	-0.14	0.0006	SLV 3	684.56	4767.83	-0.0619	-0.0044	-40.92	SLV 14	10901.41	1312.82	Si
5.73	9	1	-	-	0.09	-0.14	-	SLV 16	684.57	4149.63	-0.0619	-0.0465	-30.64	SLV 1	10901.41	1005.8	Si
5.73	9	9	0.61	0.75	-0.01	-0.07	0.0001	SLV 11	684.56	9356.93	-0.0171	0.0013	-34.92	SLV 5	10901.41	5985.12	Si
5.73	9	7	0.89	2.25	-0.11	-0.14	0.0006	SLV 16	684.57	3842.28	-0.0619	0.0494	-51.19	SLV 1	10901.41	946.77	Si
5.73	9	6	0.61	2.25	-0.11	-0.05	0.0006	SLV 16	684.57	5635.77	-0.0142	0.0494	-45.2	SLV 1	10901.41	1336.21	Si
5.73	9	8	0.89	0.75	-0.04	-0.14	-	SLV 16	684.57	4767.85	-0.0619	0.0044	-40.92	SLV 1	10901.41	1312.91	Si
6.77	9	8	0.89	0.75	-0.03	-0.15	0.0016	SLU 5	684.58	4535.65	-0.0753	0.056	-15.79	SLU 87	10901.41	1464.21	Si
6.77	9	9	0.61	0.75	0	0.01	0	SLU 1	684.56	10000	-0.0479	0.056	-34.45	SLU 87	10901.41	1579.17	Si
6.77	9	6	0.61	2.25	-0.15	-0.02	0.0016	SLU 5	684.58	4489.39	-0.0479	0.0833	-50.92	SLU 87	10901.41	1450.86	Si
6.77	9	2	0.61	0.75	0.1	-0.02	0.0016	SLU 5	684.58	6705.46	-0.0479	0.0286	-17.97	SLU 87	10901.41	1721.66	Si
6.77	9	7	0.89	2.25	-0.15	-0.15	0.0016	SLU 5	684.58	3234.01	-0.0753	0.0833	-32.26	SLU 87	10901.41	1360.2	Si
6.77	9	4	2.11	0.75	-0.03	0.15	0.0016	SLU 86	684.58	4642.46	-0.0206	0.056	-53.11	SLU 87	10901.41	1700.06	Si
6.77	9	1	-	-	0.1	-0.15	0.0016	SLU 5	684.58	3828.16	-0.0753	0.0286	0.69	SLU 87	10901.41	1575.62	Si
6.77	9	3	2.11	0.75	0.1	0.15	0.0016	SLU 86	684.58	3891.74	-0.0206	0.0286	-36.63	SLU 87	10901.41	1881.89	Si
6.77	9	5	2.11	2.25	-0.15	0.15	0.0016	SLU 86	684.58	3272.05	-0.0206	0.0833	-69.58	SLU 87	10901.41	1542.93	Si
6.77	9	8	0.89	0.75	0	0.01	0.0001	SLD 1	684.56	10000	-0.0293	0.0016	-25.42	SLD 12	10901.41	3771.34	Si

PROGETTO DEFINITIVO

RELAZIONE TECNICA E DI CALCOLO - PMV

Quota	Posizione				Taglio							PressoFlessione					Verifica
	Filo	Ind.	Xp	Yp	Tx	Ty	Mt	Comb.	Vrd	C.S.tt	Mx	My	N	Comb.	Mrd	C.S.pf	
6.77	9	9	0.61	0.75	0	0	0.0001	SLD 1	684.56	10000	-0.0286	0.0016	-25.97	SLD 12	10901.41	3800.27	Si
6.77	9	6	0.61	2.25	0.01	0	0.0001	SLD 1	684.56	10000	-0.0286	0.0021	-36.61	SLD 12	10901.41	3799.39	Si
6.77	9	2	0.61	-0.75	-0.01	0	0.0001	SLD 1	684.56	10000	-0.0286	0.0018	-15.34	SLD 11	10901.41	3800	Si
6.77	9	7	-0.89	2.25	0.01	0.01	0.0001	SLD 1	684.56	10000	-0.0293	0.0021	-36.05	SLD 12	10901.41	3770.49	Si
6.77	9	4	2.11	0.75	0	-0.01	0.0001	SLD 1	684.56	10000	-0.0293	-0.0016	-25.42	SLD 7	10901.41	3771.39	Si
6.77	9	1	-0.89	0.75	-0.01	0.01	0.0001	SLD 1	684.56	10000	-0.0293	0.0013	-14.79	SLD 12	10901.41	3772.06	Si
6.77	9	3	2.11	0.75	-0.01	-0.01	0.0001	SLD 1	684.56	10000	-0.0293	-0.0013	-14.79	SLD 7	10901.41	3772.07	Si
6.77	9	5	2.11	2.25	0.01	-0.01	0.0001	SLD 1	684.56	10000	-0.0293	-0.0021	-36.05	SLD 7	10901.41	3770.54	Si
6.77	9	8	-0.89	0.75	0	0.03	0.0003	SLV 1	684.56	10000	-0.0381	0.0039	-24.63	SLV 12	10901.41	2979.7	Si
6.77	9	9	0.61	0.75	0	0	0.0003	SLV 1	684.56	10000	-0.0362	0.0039	-25.97	SLV 12	10901.41	3024.32	Si
6.77	9	6	0.61	2.25	0.03	0	0.0003	SLV 1	684.56	10000	-0.0362	0.0051	-39.21	SLV 12	10901.41	3021.55	Si
6.77	9	2	0.61	-0.75	-0.03	0	0.0003	SLV 1	684.56	10000	-0.0362	0.0043	-12.73	SLV 11	10901.41	3023.84	Si
6.77	9	7	-0.89	2.25	0.03	0.03	0.0003	SLV 1	684.56	10000	-0.0381	0.0051	-37.87	SLV 12	10901.41	2977.05	Si
6.77	9	4	2.11	0.75	0	-0.02	0.0003	SLV 1	684.56	10000	-0.0381	-0.0039	-24.63	SLV 7	10901.41	2979.8	Si
6.77	9	1	-0.89	0.75	-0.03	0.03	0.0003	SLV 1	684.56	10000	-0.0381	0.0031	-11.4	SLV 12	10901.41	2981.95	Si
6.77	9	3	2.11	0.75	-0.03	-0.02	0.0003	SLV 1	684.56	10000	-0.0381	-0.0031	-11.39	SLV 7	10901.41	2981.93	Si
6.77	9	5	2.11	2.25	0.03	-0.02	0.0003	SLV 1	684.56	10000	-0.0381	-0.0051	-37.87	SLV 7	10901.41	2977.17	Si
7.82	9	7	-0.89	2.25	0.05	0.05	-0.0008	SLU 87	684.57	9715.34	-0.1147	0.1247	-21.36	SLU 87	10901.41	637.57	Si
7.82	9	2	0.61	0.75	0	0.01	0	SLU 1	684.56	10000	-0.0526	-0.0144	-10.8	SLU 85	10901.41	1976.66	Si
7.82	9	6	0.61	2.25	0	0.01	0	SLU 1	684.56	10000	-0.0404	0.1247	-33.75	SLU 87	10901.41	823.93	Si
7.82	9	8	-0.89	0.75	0	0.01	0	SLU 1	684.56	10000	-0.1147	0.0503	-10.43	SLU 87	10901.41	861.82	Si
7.82	9	4	2.11	0.75	0	0.01	0	SLU 1	684.56	10000	-0.085	-0.0302	-15.43	SLU 134	10901.41	1196.46	Si
7.82	9	9	0.61	0.75	0	0.01	0	SLU 1	684.56	10000	-0.0404	0.0503	-22.81	SLU 87	10901.41	1668.09	Si
7.82	9	5	2.11	2.25	0	0.01	0	SLU 1	684.56	10000	0.0672	0.1247	-34.67	SLU 4	10901.41	763.42	Si
7.82	9	1	-0.89	0.75	0	0.01	0	SLU 1	684.56	10000	-0.1147	-0.024	0.5	SLU 87	10901.41	922.19	Si
7.82	9	3	2.11	0.75	0	0.01	0	SLU 1	684.56	10000	-0.085	0.0144	-4.38	SLU 134	10901.41	1252.77	Si
7.82	9	7	-0.89	2.25	0	0.01	0.0001	SLD 1	684.56	10000	-0.0229	0.009	-22.24	SLD 16	10901.41	4372.45	Si
7.82	9	2	0.61	0.75	0	0.01	0.0001	SLD 1	684.56	10000	-0.0196	-0.0024	-10.15	SLD 12	10901.41	5433.37	Si
7.82	9	6	0.61	2.25	0	0.01	0.0001	SLD 1	684.56	10000	-0.0196	0.0029	-24.25	SLD 12	10901.41	5414	Si
7.82	9	8	-0.89	0.75	0	0.01	0.0001	SLD 1	684.56	10000	-0.0229	0.0046	-15.97	SLD 16	10901.41	4601.79	Si
7.82	9	4	2.11	0.75	0	0.01	0.0001	SLD 1	684.56	10000	-0.0229	-0.0046	-15.97	SLD 3	10901.41	4601.94	Si
7.82	9	9	0.61	0.75	0	0.01	0.0001	SLD 1	684.56	10000	-0.0196	0.0014	-17.2	SLD 12	10901.41	5458.84	Si
7.82	9	5	2.11	2.25	0	0.01	0.0001	SLD 1	684.56	10000	-0.0229	-0.009	-22.24	SLD 3	10901.41	4372.7	Si
7.82	9	1	-0.89	0.75	0	0.01	0.0001	SLD 1	684.56	10000	-0.0229	-0.0072	-9.7	SLD 16	10901.41	4479.63	Si
7.82	9	3	2.11	0.75	0	0.01	0.0001	SLD 1	684.56	10000	-0.0229	0.0072	-9.7	SLD 3	10901.41	4479.78	Si
7.82	9	7	-0.89	2.25	-0.01	0	0.0002	SLV 1	684.56	10000	-0.0341	0.0224	-21.03	SLV 16	10901.41	2641.01	Si
7.82	9	2	0.61	0.75	-0.01	0.01	0.0002	SLV 1	684.56	10000	-0.0262	-0.0056	-8.42	SLV 12	10901.41	4017.16	Si
7.82	9	6	0.61	2.25	-0.01	0.01	0.0002	SLV 1	684.56	10000	-0.0186	0.0224	-23.99	SLV 16	10901.41	3694.45	Si
7.82	9	8	-0.89	0.75	-0.01	0	0.0002	SLV 1	684.56	10000	-0.0341	0.0112	-14.24	SLV 16	10901.41	3001.47	Si
7.82	9	4	2.11	0.75	-0.01	0.01	0.0002	SLV 1	684.56	10000	-0.0341	-0.0112	-14.24	SLV 3	10901.41	3001.65	Si
7.82	9	9	0.61	0.75	-0.01	0.01	0.0002	SLV 1	684.56	10000	-0.0262	0.0034	-17.2	SLV 12	10901.41	4073.61	Si
7.82	9	5	2.11	2.25	-0.01	0.01	0.0002	SLV 1	684.56	10000	-0.0341	-0.0224	-21.03	SLV 3	10901.41	2641.3	Si

PROGETTO DEFINITIVO

RELAZIONE TECNICA E DI CALCOLO - PMV

Quota	Posizione				Taglio							PressoFlessione					Verifica
	Filo	Ind.	Xp	Yp	Tx	Ty	Mt	Comb.	Vrd	C.S.tt	Mx	My	N	Comb.	Mrd	C.S.pf	
7.82	9	1	0.89	0.75	-0.01	0	0.0002	SLV 1	684.56	10000	-0.0341	-0.017	-7.45	SLV 16	10901.41	2828.18	Si
-	9	3	2.11	0.75	-0.01	0.01	0.0002	SLV 1	684.56	10000	-0.0341	0.017	-7.45	SLV 3	10901.41	2828.34	Si
8.86	9	7	0.89	2.25	0.08	0.07	0.0004	SLU 87	684.57	6529.21	-0.049	0.053	-13.64	SLU 87	10901.41	1195.22	Si
8.86	9	5	2.11	2.25	0.08	-0.04	0.0004	SLU 4	684.57	7679.95	0.0327	0.053	-21.88	SLU 4	10901.41	1388.8	Si
8.86	9	2	0.61	0.75	0	0	0	SLU 1	684.56	10000	-0.02	-0.0093	-7.05	SLU 85	10901.41	3901	Si
8.86	9	1	0.89	0.75	-0.02	0.07	0.0004	SLU 87	684.57	9310.56	-0.049	-0.0154	0.01	SLU 87	10901.41	1685.74	Si
8.86	9	6	0.61	2.25	0.08	0.02	0.0004	SLU 87	684.57	8506.93	-0.0147	0.053	-21.37	SLU 87	10901.41	1565.29	Si
8.86	9	4	2.11	0.75	0	0	0	SLU 1	684.56	10000	0.0327	0.0188	-18.68	SLU 4	10901.41	2298.59	Si
8.86	9	3	2.11	0.75	0	0	0	SLU 1	684.56	10000	-0.0352	0.0093	-3.04	SLU 134	10901.41	2367.49	Si
8.86	9	8	0.89	0.75	0.03	0.07	0.0004	SLU 87	684.57	8914.5	-0.049	0.0188	-6.82	SLU 87	10901.41	1642.19	Si
8.86	9	9	0.61	0.75	0	0	0	SLU 1	684.56	10000	-0.0147	0.0188	-14.55	SLU 87	10901.41	3559.18	Si
8.86	9	7	0.89	2.25	-0.01	0	0	SLD 1	684.56	10000	-0.0083	0.0038	-14.12	SLD 16	10901.41	9282.1	Si
8.86	9	5	2.11	2.25	-0.01	0.01	0	SLD 1	684.56	10000	-0.0083	-0.0038	-14.12	SLD 3	10901.41	9282.62	Si
8.86	9	2	0.61	0.75	0	0.01	0	SLD 1	684.56	10000	-0.0045	0.0031	-7.48	SLD 1	10901.41	10000	Si
8.86	9	1	0.89	0.75	0	0	0	SLD 1	684.56	10000	-0.0083	-0.0031	-6.29	SLD 16	10901.41	9563.1	Si
8.86	9	6	0.61	2.25	-0.01	0.01	0	SLD 1	684.56	10000	-0.0045	-0.0038	-14.47	SLD 1	10901.41	10000	Si
8.86	9	4	2.11	0.75	0	0.01	0	SLD 1	684.56	10000	-0.0083	-0.0017	-10.2	SLD 3	10901.41	9971.89	Si
8.86	9	3	2.11	0.75	0	0.01	0	SLD 1	684.56	10000	-0.0083	0.0031	-6.29	SLD 3	10901.41	9563.39	Si
8.86	9	8	0.89	0.75	0	0	0	SLD 1	684.56	10000	-0.0083	0.0017	-10.2	SLD 16	10901.41	9971.65	Si
8.86	9	9	0.61	0.75	0	0.01	0	SLD 1	684.56	10000	-0.0045	-0.0017	-10.97	SLD 1	10901.41	10000	Si
8.86	9	7	0.89	2.25	-0.01	0	0.0001	SLV 1	684.56	10000	-0.0133	0.0095	-13.36	SLV 16	10901.41	5240.92	Si
8.86	9	5	2.11	2.25	-0.01	0.02	0.0001	SLV 1	684.56	10000	-0.0133	-0.0095	-13.36	SLV 3	10901.41	5241.46	Si
8.86	9	2	0.61	0.75	0.01	0.01	0.0001	SLV 1	684.56	10000	-0.0062	-0.0073	-6.73	SLV 16	10901.41	8903.91	Si
8.86	9	1	0.89	0.75	-0.01	0	0.0001	SLV 1	684.56	10000	-0.0133	-0.0073	-4.88	SLV 16	10901.41	5640.73	Si
8.86	9	6	0.61	2.25	-0.01	0.01	0.0001	SLV 1	684.56	10000	-0.0062	0.0095	-15.21	SLV 16	10901.41	7539.57	Si
8.86	9	4	2.11	0.75	-0.01	0.02	0.0001	SLV 1	684.56	10000	-0.0133	-0.0041	-9.12	SLV 3	10901.41	6135.07	Si
8.86	9	3	2.11	0.75	-0.01	0.02	0.0001	SLV 1	684.56	10000	-0.0133	0.0073	-4.88	SLV 3	10901.41	5641.01	Si
8.86	9	8	0.89	0.75	-0.01	0	0.0001	SLV 1	684.56	10000	-0.0133	0.0041	-9.12	SLV 16	10901.41	6134.82	Si
8.86	9	9	0.61	0.75	-0.01	0.01	0.0001	SLV 1	684.56	10000	-0.0089	0.0012	-10.97	SLV 12	10901.41	9332.23	Si
-9.9	9	7	0.89	2.25	0	0	0	SLU 1	684.56	10000	0	0	-3	SLU 1	10901.41	10000	Si
-9.9	9	3	2.11	0.75	0	0	0	SLU 1	684.56	10000	0	0	-1.72	SLU 1	10901.41	10000	Si
-9.9	9	9	0.61	0.75	0	0	0	SLU 1	684.56	10000	0	0	-2.36	SLU 1	10901.41	10000	Si
-9.9	9	1	0.89	0.75	0	0	0	SLU 1	684.56	10000	0	0	-1.72	SLU 1	10901.41	10000	Si
-9.9	9	5	2.11	2.25	0	0	0	SLU 1	684.56	10000	0	0	-3	SLU 1	10901.41	10000	Si
-9.9	9	2	0.61	0.75	0	0	0	SLU 1	684.56	10000	0	0	-1.72	SLU 1	10901.41	10000	Si
-9.9	9	4	2.11	0.75	0	0	0	SLU 1	684.56	10000	0	0	-2.36	SLU 1	10901.41	10000	Si
-9.9	9	8	0.89	0.75	0	0	0	SLU 1	684.56	10000	0	0	-2.36	SLU 1	10901.41	10000	Si
-9.9	9	6	0.61	2.25	0	0	0	SLU 1	684.56	10000	0	0	-3	SLU 1	10901.41	10000	Si
-9.9	9	7	0.89	2.25	0	0	0	SLD 1	684.56	10000	0	0	-3.23	SLD 1	10901.41	10000	Si
-9.9	9	3	2.11	0.75	0	0	0	SLD 1	684.56	10000	0	0	-1.5	SLD 1	10901.41	10000	Si
-9.9	9	9	0.61	0.75	0	0	0	SLD 1	684.56	10000	0	0	-2.36	SLD 1	10901.41	10000	Si
-9.9	9	1	0.89	0.75	0	0	0	SLD 1	684.56	10000	0	0	-1.81	SLD 1	10901.41	10000	Si
-9.9	9	5	2.11	2.25	0	0	0	SLD 1	684.56	10000	0	0	-2.92	SLD 1	10901.41	10000	Si
-9.9	9	2	0.61	0.75	0	0	0	SLD 1	684.56	10000	0	0	-1.66	SLD 1	10901.41	10000	Si
-9.9	9	4	2.11	0.75	0	0	0	SLD 1	684.56	10000	0	0	-2.21	SLD 1	10901.41	10000	Si
-9.9	9	8	0.89	0.75	0	0	0	SLD 1	684.56	10000	0	0	-2.52	SLD 1	10901.41	10000	Si

Posizione					Taglio							PressoFlessione					Verifica
Quota	Filo	Ind.	Xp	Yp	Tx	Ty	Mt	Comb.	Vrd	C.S.tt	Mx	My	N	Comb.	Mrd	C.S.pf	
-9.9	9	6	0.61	2.25	0	0	0	SLD 1	684.56	10000	0	0	-3.07	SLD 1	10901.41	10000	Si
-9.9	9	7	0.89	2.25	0	0	0	SLV 1	684.56	10000	0	0	-3.38	SLV 1	10901.41	10000	Si
-9.9	9	3	2.11	0.75	0	0	0	SLV 1	684.56	10000	0	0	-1.35	SLV 1	10901.41	10000	Si
-9.9	9	9	0.61	0.75	0	0	0	SLV 1	684.56	10000	0	0	-2.36	SLV 1	10901.41	10000	Si
-9.9	9	1	0.89	0.75	0	0	0	SLV 1	684.56	10000	0	0	-2.1	SLV 1	10901.41	10000	Si
-9.9	9	5	2.11	2.25	0	0	0	SLV 1	684.56	10000	0	0	-2.63	SLV 1	10901.41	10000	Si
-9.9	9	2	0.61	0.75	0	0	0	SLV 1	684.56	10000	0	0	-1.72	SLV 1	10901.41	10000	Si
-9.9	9	4	2.11	0.75	0	0	0	SLV 1	684.56	10000	0	0	-1.99	SLV 1	10901.41	10000	Si
-9.9	9	8	0.89	0.75	0	0	0	SLV 1	684.56	10000	0	0	-2.74	SLV 1	10901.41	10000	Si
-9.9	9	6	0.61	2.25	0	0	0	SLV 1	684.56	10000	0	0	-3.01	SLV 1	10901.41	10000	Si

**Verifica di capacità per la famiglia di combinazioni SLU**

**Verifica di capacità portante verticale riferita al palo singolo**

Fattore di correlazione  $\psi$  scelto in base alla conoscenza del sito = 1.7

Peso del palo = 20.759 \* 1.3

Filo	Ind.	Xp	Yp	yR laterale	yR punta	Pl,d	Pp,d	Def.vol	Comb.	Cnd	N	Ed	Rd	C.S.	Verifica
9	4	2.11	0.75	1.15	1.35	369.82	47.06		SLU 86	lungo	-165.72	-192.71	416.88	2.16	Si
9	5	2.11	2.25	1.15	1.35	369.82	47.06		SLU 87	lungo	-217.4	-244.39	416.88	1.71	Si
9	1	-0.89	-0.75	1.15	1.35	369.82	47.06		SLU 133	lungo	-114.43	-141.42	416.88	2.95	Si
9	7	-0.89	2.25	1.15	1.35	369.82	47.06		SLU 134	lungo	-194.81	-221.8	416.88	1.88	Si
9	2	0.61	-0.75	1.15	1.35	369.82	47.06		SLU 133	lungo	-79.31	-106.3	416.88	3.92	Si
9	8	-0.89	0.75	1.15	1.35	369.82	47.06		SLU 133	lungo	-142.56	-169.55	416.88	2.46	Si
9	9	0.61	0.75	1.15	1.35	369.82	47.06		SLU 88	lungo	-108.97	-135.95	416.88	3.07	Si
9	3	2.11	-0.75	1.15	1.35	369.82	47.06		SLU 70	lungo	-131.96	-158.95	416.88	2.62	Si
9	6	0.61	2.25	1.15	1.35	369.82	47.06		SLU 91	lungo	-166.76	-193.75	416.88	2.15	Si

**Verifica di capacità portante trasversale riferita al palo singolo**

Fattore di correlazione  $\psi$  scelto in base alla conoscenza del sito = 1.7

Filo	Ind.	Xp	Yp	yR trasversale	LRf	Comb.	Cnd	Rd	Ed (T)	C.S.	Verifica
9	4	2.11	0.75	1.3	1	15467.8665229225	SLU 4	D	13.571	11.4	Si
9	5	2.11	2.25	1.3	1	15467.8665229225	SLU 4	D	21.808	7.09	Si
9	1	-0.89	-0.75	1.3	1	14514.7190898009	SLU 87	D	17.981	8.07	Si
9	7	-0.89	2.25	1.3	1	14514.7190898009	SLU 87	D	24.463	5.93	Si
9	2	0.61	-0.75	1.3	1	6926.47214771582	SLU 89	D	4.2	16.49	Si
9	8	-0.89	0.75	1.3	1	14514.7190898009	SLU 87	D	17.522	8.28	Si
9	9	0.61	0.75	1.3	1	6926.47214771582	SLU 89	D	4.2	16.49	Si
9	3	2.11	-0.75	1.3	1	15467.8665229225	SLU 4	D	14.159	10.92	Si
9	6	0.61	2.25	1.3	1	14514.7190898009	SLU 87	D	18.437	7.87	Si

**Parametri utilizzati nel calcolo**

Filo	Ind.	Xp	Yp	Tipo	L.frs.	L.tr.lib.	L.tr.inf.	Coes.	Fi	P.spec	T max	Mecc.coll.	M.plast.sup.	Quota sup.	N sup.	M.plast.inf.	Quota inf.	N inf.
9	4	2.11	0.75	TI	0.3	0	10	0	35	12	341.84	PLV	548.4921	-2.1	-	1041.3297	-6.328	-26.6
9	5	2.11	2.25	TI	0.3	0	10	0	35	12	341.84	PLV	548.4921	-2.1	157.84	1041.3297	-6.328	-26.6
9	1	-0.89	-0.75	TI	0.3	0	10	0	35	12	320.78	PLV	508.8778	-2.1	-96.85	1031.2892	-6.196	-57.23
9	7	-0.89	2.25	TI	0.3	0	10	0	35	12	320.78	PLV	508.8778	-2.1	-96.85	1031.2892	-6.196	-57.23
9	2	0.61	-0.75	TI	0.3	0	10	0	35	12	153.08	PLV	252.6688	-2.1	-49.4	1434.7718	-4.929	-35.14
9	8	-0.89	0.75	TI	0.3	0	10	0	35	12	320.78	PLV	508.8778	-2.1	-96.85	1031.2892	-6.196	-57.23
9	9	0.61	0.75	TI	0.3	0	10	0	35	12	153.08	PLV	252.6688	-2.1	-49.4	1434.7718	-4.929	-35.14
9	3	2.11	-0.75	TI	0.3	0	10	0	35	12	341.84	PLV	548.4921	-2.1	-	1041.3297	-6.328	-26.6
9	6	0.61	2.25	TI	0.3	0	10	0	35	12	320.78	PLV	508.8778	-2.1	157.84	1031.2892	-6.196	-57.23

**Verifica di capacità per la famiglia di combinazioni SLD**

**Verifica di capacità portante verticale riferita al palo singolo**

Fattore di correlazione  $\psi$  scelto in base alla conoscenza del sito = 1.7

Peso del palo = 20.759 \* 1

Filo	Ind.	Xp	Yp	yR laterale	yR punta	Pl,d	Pp,d	Def.vol	Comb.	Cnd	N	Ed	Rd	C.S.	Verifica
9	4	2.11	0.75	1.15	1.35	369.82	47.06		SLD 14	lungo	-86.63	-107.39	416.88	3.88	Si
9	5	2.11	2.25	1.15	1.35	369.82	47.06		SLD 16	lungo	-116.26	-137.02	416.88	3.04	Si
9	1	-0.89	-0.75	1.15	1.35	369.82	47.06		SLD 1	lungo	-60.17	-80.93	416.88	5.15	Si
9	7	-0.89	2.25	1.15	1.35	369.82	47.06		SLD 3	lungo	-116.26	-137.02	416.88	3.04	Si
9	2	0.61	-0.75	1.15	1.35	369.82	47.06		SLD 5	lungo	-58.07	-78.83	416.88	5.29	Si
9	8	-0.89	0.75	1.15	1.35	369.82	47.06		SLD 1	lungo	-86.63	-107.39	416.88	3.88	Si
9	9	0.61	0.75	1.15	1.35	369.82	47.06		SLD 5	lungo	-80.82	-101.58	416.88	4.1	Si
9	3	2.11	-0.75	1.15	1.35	369.82	47.06		SLD 14	lungo	-60.17	-80.93	416.88	5.15	Si
9	6	0.61	2.25	1.15	1.35	369.82	47.06		SLD 12	lungo	-114.16	-134.92	416.88	3.09	Si

**Verifica di capacità portante trasversale riferita al palo singolo**

Fattore di correlazione  $\psi$  scelto in base alla conoscenza del sito = 1.7

Filo	Ind.	Xp	Yp	yR trasversale	LRF	Comb.	Cnd	Rd	Ed (T)	C.S.	Verifica
9	4	2.11	0.75	1	1	9957.02726554189	SLD 7	D	2.002	49.75	Si
9	5	2.11	2.25	1	1	9957.02726554189	SLD 7	D	2.04	48.81	Si
9	1	-0.89	-0.75	1	1	9964.47910427219	SLD 12	D	2.027	49.16	Si
9	7	-0.89	2.25	1	1	9964.47910427219	SLD 12	D	2.04	48.85	Si
9	2	0.61	-0.75	1	1	9354.37472934587	SLD 8	D	1.653	56.59	Si
9	8	-0.89	0.75	1	1	9964.47910427219	SLD 12	D	2.001	49.79	Si
9	9	0.61	0.75	1	1	9354.37472934587	SLD 8	D	1.655	56.53	Si
9	3	2.11	-0.75	1	1	9957.02726554189	SLD 7	D	2.027	49.11	Si
9	6	0.61	2.25	1	1	9354.37472934587	SLD 8	D	1.66	56.37	Si

**Parametri utilizzati nel calcolo**

Filo	Ind.	Xp	Yp	Tipo	L.frs.	L.tr.lib.	L.tr.inf.	Coes.	Fi	P.spec	T max	Mecc.coll.	M.plast.sup.	Quota sup.	N sup.	M.plast.inf.	Quota inf.	N inf.
9	4	2.11	0.75	TI	0.3	0	10	0	35	12	169.27	PLV	206.6486	-2.1	-108.56	1328.0823	-5.075	-77.24
9	5	2.11	2.25	TI	0.3	0	10	0	35	12	169.27	PLV	206.6486	-2.1	-108.56	1328.0823	-5.075	-77.24
9	1	-0.89	-0.75	TI	0.3	0	10	0	35	12	169.4	PLV	206.7198	-2.1	-108.56	1328.0016	-5.077	-77.24
9	7	-0.89	2.25	TI	0.3	0	10	0	35	12	169.4	PLV	206.7198	-2.1	-108.56	1328.0016	-5.077	-77.24
9	2	0.61	-0.75	TI	0.3	0	10	0	35	12	159.02	PLV	125.9418	-2.1	-108.56	1249.1245	-4.984	-31.39
9	8	-0.89	0.75	TI	0.3	0	10	0	35	12	169.4	PLV	206.7198	-2.1	-108.56	1328.0016	-5.077	-77.24
9	9	0.61	0.75	TI	0.3	0	10	0	35	12	159.02	PLV	125.9418	-2.1	-108.56	1249.1245	-4.984	-31.39
9	3	2.11	-0.75	TI	0.3	0	10	0	35	12	169.27	PLV	206.6486	-2.1	-108.56	1328.0823	-5.075	-77.24
9	6	0.61	2.25	TI	0.3	0	10	0	35	12	159.02	PLV	125.9418	-2.1	-108.56	1249.1245	-4.984	-31.39

**Verifica di capacità per la famiglia di combinazioni SLV**

**Verifica di capacità portante verticale riferita al palo singolo**

Fattore di correlazione  $\psi$  scelto in base alla conoscenza del sito = 1.7

Peso del palo = 20.759 \* 1

Filo	Ind.	Xp	Yp	yR laterale	yR punta	Pl,d	Pp,d	Def.vol	Comb.	Cnd	N	Ed	Rd	C.S.	Verifica
9	4	2.11	0.75	1.15	1.35	369.82	47.06		SLV 14	lungo	-94.82	-115.58	416.88	3.61	Si
9	5	2.11	2.25	1.15	1.35	369.82	47.06		SLV 16	lungo	-126.91	-147.67	416.88	2.82	Si
9	1	-0.89	-0.75	1.15	1.35	369.82	47.06		SLV 1	lungo	-70.82	-91.57	416.88	4.55	Si
9	7	-0.89	2.25	1.15	1.35	369.82	47.06		SLV 3	lungo	-126.91	-147.67	416.88	2.82	Si
9	2	0.61	-0.75	1.15	1.35	369.82	47.06		SLV 5	lungo	-66.25	-87.01	416.88	4.79	Si
9	8	-0.89	0.75	1.15	1.35	369.82	47.06		SLV 1	lungo	-94.82	-115.58	416.88	3.61	Si
9	9	0.61	0.75	1.15	1.35	369.82	47.06		SLV 5	lungo	-80.82	-101.58	416.88	4.1	Si
9	3	2.11	-0.75	1.15	1.35	369.82	47.06		SLV 14	lungo	-70.82	-91.57	416.88	4.55	Si
9	6	0.61	2.25	1.15	1.35	369.82	47.06		SLV 12	lungo	-122.34	-143.1	416.88	2.91	Si

**Verifica di capacità portante trasversale riferita al palo singolo**

Fattore di correlazione  $\psi$  scelto in base alla conoscenza del sito = 1.7

Filo	Ind.	Xp	Yp	yR trasversale	LRF	Comb.	Cnd	Rd	Ed (T)	C.S.	Verifica
9	4	2.11	0.75	1.3	1	7144.01744074653	SLV 8	D	2.688	26.58	Si
9	5	2.11	2.25	1.3	1	13210.4604865694	SLV 3	D	5.238	25.22	Si
9	1	-0.89	-0.75	1.3	1	7153.34840168305	SLV 11	D	2.682	26.67	Si
9	7	-0.89	2.25	1.3	1	13211.3621691669	SLV 16	D	5.239	25.22	Si
9	2	0.61	-0.75	1.3	1	7144.01744074653	SLV 8	D	2.361	30.26	Si
9	8	-0.89	0.75	1.3	1	7153.34840168305	SLV 11	D	2.687	26.62	Si
9	9	0.61	0.75	1.3	1	7144.01744074653	SLV 8	D	2.367	30.18	Si
9	3	2.11	-0.75	1.3	1	7144.01744074653	SLV 8	D	2.683	26.63	Si
9	6	0.61	2.25	1.3	1	7144.01744074653	SLV 8	D	2.396	29.82	Si

**Parametri utilizzati nel calcolo**

Filo	Ind.	Xp	Yp	Tipo	L.frs.	L.tr.lib.	L.tr.inf.	Coes.	Fi	P.spec	T max	Mecc.coll.	M.plast.sup.	Quota sup.	N sup.	M.plast.inf.	Quota inf.	N inf.
9	4	2.11	0.75	TI	0.3	0	10	0	35	12	157.88	PLV	220.7238	-2.1	-114.09	1352.1335	-4.974	-24.08
9	5	2.11	2.25	TI	0.3	0	10	0	35	12	291.95	PLV	451.9566	-2.1	-95.49	1093.0759	-6.008	-59.33
9	1	-0.89	-0.75	TI	0.3	0	10	0	35	12	158.09	PLV	220.7532	-2.1	-114.1	1351.8947	-4.975	-24.09
9	7	-0.89	2.25	TI	0.3	0	10	0	35	12	291.97	PLV	452.0288	-2.1	-95.49	1093.1006	-6.008	-59.34
9	2	0.61	-0.75	TI	0.3	0	10	0	35	12	157.88	PLV	220.7238	-2.1	-114.09	1352.1335	-4.974	-24.08
9	8	-0.89	0.75	TI	0.3	0	10	0	35	12	158.09	PLV	220.7532	-2.1	-114.1	1351.8947	-4.975	-24.09
9	9	0.61	0.75	TI	0.3	0	10	0	35	12	157.88	PLV	220.7238	-2.1	-114.09	1352.1335	-4.974	-24.08
9	3	2.11	-0.75	TI	0.3	0	10	0	35	12	157.88	PLV	220.7238	-2.1	-114.09	1352.1335	-4.974	-24.08
9	6	0.61	2.25	TI	0.3	0	10	0	35	12	157.88	PLV	220.7238	-2.1	-114.09	1352.1335	-4.974	-24.08

## 7.4 VERIFICHE PLINTI SU PALI

**Palo n°:** indice del palo

**x:** coordinata x [m]

**y:** coordinata y [m]

**Nodo:** posizione del nodo

**Comb.:** combinazione

**N:** sforzo normale nella combinazione [kN]

**Area:** area del nodo [m<sup>2</sup>]

**$\sigma$ :** tensione di compressione nella combinazione [kN/m<sup>2</sup>]

**$\sigma_{RD,max}$ :** massima tensione che può essere applicata ai bordi del nodo [kN/m<sup>2</sup>]

**Coeff.s.:**  $\sigma_{RD,max}/\sigma$

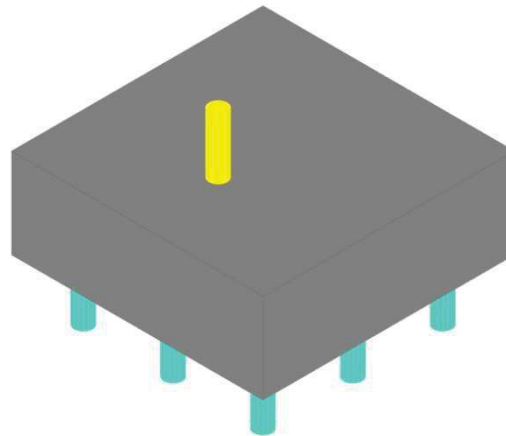
**Verifica:** stato di verifica

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

### Plinto su pali 9

Verifiche condotte secondo D.M. 17 gennaio 2018

Geometria



#### Caratteristiche dei materiali

Calcestruzzo: C28/35; Resistenza cubica caratteristica Rck: 35000

Acciaio per armatura: B450C; Fyk: 450000

#### Caratteristiche geometriche

**Plinto a pianta rettangolare su pali diametro 30 numero colonne 3 numero righe 3**

Ricoprimento dei pali 0.45

Spessore della suola 1.5

Eccentricità x: 0; eccentricità y: -0.75

Coordinate dei pali

Palo n°	x	y
1	-1.5	-1.5
2	-1.5	0
3	-1.5	1.5
4	0	1.5
5	0	0
6	0	-1.5
7	1.5	-1.5
8	1.5	0
9	1.5	1.5

**Copriferro:** suola: 0.075

#### Carichi massimi sui pali

##### Famiglia di combinazioni Famiglia "Limite ultimo"

Massima compressione 212.5 nel palo 9 in combinazione SLU 87

Massima trazione 14.9 nel palo 1 in combinazione SLU 21

**Famiglia di combinazioni Famiglia "Limite ultimo sismico"**

Massima compressione 126.3 nel palo 9 in combinazione SLV 16  
 Nessun palo è in trazione.

**Famiglia di combinazioni Famiglia "Esercizio rara"**

Massima compressione 155.7 nel palo 9 in combinazione SLE RA 21  
 Nessun palo è in trazione.

**Famiglia di combinazioni Famiglia "Esercizio quasi permanente"**

Massima compressione 108.7 nel palo 3 in combinazione SLE QP 4  
 Nessun palo è in trazione.

**Verifiche nel funzionamento tirante-puntone**

**Famiglia di combinazioni Famiglia "Limite ultimo"**

Massima trazione inferiore in direzione X 588.8 in combinazione SLU 87  
 Area presente 0.001608 Tensione di trazione 366070 < 391304 - SODDISFATTA  
 Coefficiente di sicurezza 1.07  
 Massima trazione superiore in direzione X 49.3 in combinazione SLU 21  
 Area presente 0.000804 Tensione di trazione 61280 < 391304 - SODDISFATTA  
 Coefficiente di sicurezza 6.39  
 Massima trazione inferiore in direzione Y 1159.6 in combinazione SLU 87  
 Area presente 0.003016 Tensione di trazione 384490 < 391304 - SODDISFATTA  
 Coefficiente di sicurezza 1.02  
 Massima trazione superiore in direzione Y 15.8 in combinazione SLU 21  
 Area presente 0.000804 Tensione di trazione 19697 < 391304 - SODDISFATTA  
 Coefficiente di sicurezza 19.87  
 Massima compressione nei puntoni 459.9 in combinazione SLU 87 relativa al palo 9  
 Area presente 0.09 Tensione di compressione 5110 < 16462 - SODDISFATTA  
 Coefficiente di sicurezza 3.22

**Famiglia di combinazioni Famiglia "Limite ultimo sismico"**

Massima trazione inferiore in direzione X 346.4 in combinazione SLV 16  
 Area presente 0.001608 Tensione di trazione 215340 < 391304 - SODDISFATTA  
 Coefficiente di sicurezza 1.82  
 Massima trazione inferiore in direzione Y 729.2 in combinazione SLV 7  
 Area presente 0.003016 Tensione di trazione 241794 < 391304 - SODDISFATTA  
 Coefficiente di sicurezza 1.62  
 Massima compressione nei puntoni 273.3 in combinazione SLV 16 relativa al palo 9  
 Area presente 0.09 Tensione di compressione 3036 < 16462 - SODDISFATTA  
 Coefficiente di sicurezza 5.42

**Famiglia di combinazioni Famiglia "Esercizio rara"**

Massima trazione inferiore in direzione X 431.5 in combinazione SLE RA 21  
 Area presente 0.001608 Tensione di trazione 268244 < 360000 - SODDISFATTA  
 Coefficiente di sicurezza 1.34  
 Massima trazione inferiore in direzione Y 857.6 in combinazione SLE RA 21  
 Area presente 0.003016 Tensione di trazione 284347 < 360000 - SODDISFATTA  
 Coefficiente di sicurezza 1.27  
 Massima compressione nei puntoni 337 in combinazione SLE RA 21 relativa al palo 9  
 Area presente 0.09 Tensione di compressione 3744 < 17430 - SODDISFATTA  
 Coefficiente di sicurezza 4.65

**Famiglia di combinazioni Famiglia "Esercizio quasi permanente"**

Massima compressione nei puntoni 235.3 in combinazione SLE QP 4 relativa al palo 3  
 Area presente 0.09 Tensione di compressione 2614 < 13073 - SODDISFATTA  
 Coefficiente di sicurezza 5

**Verifica dei nodi (EC2 6.5.4)**

**Famiglia di combinazioni Famiglia "Limite ultimo"**

Si stampano le 5 situazioni più gravose per tipo di verifica  
 Coefficiente di sicurezza minimo 1.29

Nodo	Comb.	N	Area	$\sigma$	$\sigma_{RD,max}$	Coeff.s.	Verifica
puntone su palo 9	SLU 87	459.88	0.05796	7935	10247	1.29	Si
sopra palo 9	SLU 87	212.5	0.07069	3006	10247	3.41	Si
sotto pilastro	SLU 88	120.74	0.07069	1708	40990	24	Si
sotto pilastro	SLU 89	120.74	0.07069	1708	40990	24	Si
sotto pilastro	SLU 124	120.74	0.07069	1708	40990	24	Si