

**11 – DENUNCIA AL GENIO CIVILE PER OPERE IN CONGLOMERATO CEMENTIZIO (CONTENENTE DOCUMENTAZIONE DI CALCOLO, TAV. 4 ESECUTIVI STRUTTURALI)**



**Modello 1**

- ALLA REGIONE PIEMONTE  
 AL COMUNE DI DIANO D'ALBA

**PRATICA N.** \_\_\_\_\_

**DENUNCIA LAVORI DI COSTRUZIONE IN ZONA SISMICA 4**

La sottoscritta Amministrazione Comunale di Diano d'Alba con sede in Diano d'Alba 12055 Via Umberto I n. 22, P.IVA e C.F.:00436130041, nella figura del Sig. Geom. Marco Taretto in qualità di R.U.P. e in qualità di Committente dei lavori in progetto, per *Lavori di messa in sicurezza ed allargamento viabilità in strada Romino*, situati nel Comune di Diano d'Alba (CN), via Romino, in prossimità Foglio n. 22, mappali n. 325 e 1274 (piccola porzione a monte) di proprietà della IGR S.R.L. con sede in Alba e Foglio n. 22 mappale 322 (interessato per pochi mq a monte) di proprietà di Marengo Franco Augusto e Marengo Giuseppe.

**DENUNCIA**

a codesto Ufficio, ai sensi dell'art. 93 del D.P. R. 6 giugno 2001, n. 380, di voler procedere ai lavori medesimi, dichiarando che:

- l'intervento è sottoposto a denuncia ed autorizzazione preventiva (artt. 93 e 94 D.P.R. 380/2001);  
 l'intervento è sottoposto a denuncia e controllo a campione (art. 93 D.P.R. 380/2001);  
 l'intervento è sottoposto a denuncia (art. 93 D.P.R. 380/2001).

Per le finalità di legge il sottoscritto comunica i seguenti dati:

- progetto e D.L. lavori architettonici: Ing. Adriano Davide, con studio in Alba (CN), viale G.Vico n.6 (tel. 0173-440056), iscritto all'Ordine degli Ingegneri della Provincia di Cuneo al n. 1374;
- progetto e D.L. strutture: Ing. Adriano Davide, con studio in Alba (CN), viale G.Vico n.6 (tel. 0173-440056), iscritto all'Ordine degli Ingegneri della Provincia di Cuneo al n. 1374;
- costruttore opere strutturali: .....

designando tra di essi l'ing. ADRIANO Davide quale referente per i rapporti con la pubblica amministrazione.

Il sottoscritto Committente dichiara inoltre che:

- a) l'area oggetto dell'atto di assenso è soggetta a strumenti urbanistici esecutivi;
- b) l'area interessata è sottoposta a vincolo idrogeologico
- c) sui lavori oggetto del citato atto di assenso non esistono provvedimenti di sospensione per violazione del D.P.R. n. 380 del 6/06/2001 o delle leggi urbanistiche.

Alla presente denuncia allegano

- n.1 copia della dichiarazione di fattibilità strutturale (Modello 8);
- n.1 copia del progetto strutturale, composto da n.1 tavola (TAV. 4);
- n.1 copia della relazione tecnica e di calcolo delle strutture portanti, comprensiva di una descrizione generale dell'opera, dei criteri generali di analisi e verifica e relazione sismica sulle indagini descrittive la pericolosità sismica locale del sito di costruzione;
- n.1 copia della relazione geotecnica - fondazioni (*già nel progetto esecutivo*)
- n.1 copia della nomina del collaudatore e dichiarazione di accettazione (Modello 7);
- n.1 copia della relazione illustrativa, per le opere di cui all'art.65 del D.P.R. n. 380/2001 (Modello 3).
- n.1 copia piano di manutenzione della parte strutturale (*già nel progetto esecutivo*)

Sono a carico dell'impresa le prove sui materiali necessarie per il collaudo finale delle opere strutturali.

Alba/Diano d'Alba, li \_\_\_\_\_

*I Committenti delle opere strutturali*

\_\_\_\_\_

Firma del Costruttore per opere disciplinate dal D.P.R. n.380 del 06/06/2001, art. 65.

*Il Costruttore opere in cemento armato*

\_\_\_\_\_

## DICHIARAZIONE DI FATTIBILITÀ STRUTTURALE

Con riferimento ai lavori “*Lavori di messa in sicurezza ed allargamento viabilità in strada Romino*”, situata nel Comune di Diano d’Alba (CN), Strada Romino, in prossimità Foglio n. 22, mappali n. 325 e 1274 (piccola porzione a monte) di proprietà della IGR S.R.L. con sede in Alba e Foglio n. 22 mappale 322 (interessato per pochi mq a monte) di proprietà di Marengo Franco Augusto e Marengo Giuseppe, Committente Amministrazione Comunale di Diano d’Alba con sede in Diano d’Alba 12055 Via Umberto I n. 22, P.IVA e C.F.:00436130041, sig. Geom. Marco Taretto in qualità di R.U.P. e in qualità di Committente, il sottoscritto Dott. Ing. Adriano Davide, con studio in Alba (CN), viale G. Vico n.6, iscritto all’Ordine degli Ingegneri della Provincia di Cuneo al n.1374, incaricato della valutazione di fattibilità strutturale delle opere in progetto

### DICHIARA

- che le opere in progetto, alla luce delle prescrizioni definite dalle Norme Tecniche Vigenti, sono riferibili a:
  - nuova costruzione opera ordinaria, vita nominale 50 anni ai sensi del paragrafo 2.4.1 e classe d’uso II ai sensi del paragrafo 2.4.2 delle NTC 2018;
  - che sono state indagate le condizioni topografiche del sito, e la caratterizzazione del sottosuolo come riportato nella relazione geotecnica a firma del geol. Gabriele Margiaria.

Sulla base della documentazione disponibile e delle informazioni assunte, il progetto architettonico, allegato alla richiesta del titolo abilitativo depositato in Comune, è fattibile dal punto di vista strutturale e sotto il profilo del rispetto delle norme tecniche in materia antisismica emanate ai sensi dell’articolo 83, comma 1, del D.P.R. 380/2001, senza richiedere ulteriori modifiche o aggiustamenti che compromettano la conformità architettonica delle opere.

*Visto: Il Committente*

*Il Progettista delle strutture*

-----

-----

# COMUNE DI DIANO D'ALBA

PROVINCIA DI CUNEO

## RELAZIONE illustrativa del progetto, di calcolo, validazione codice di calcolo e sui materiali

Lavori di: **Lavori di messa in sicurezza ed allargamento viabilità in strada Romino (CALCOLO SOLETTA SU PALI)**

Committente: **Amministrazione Comunale di Diano d'Alba**

Impresa: .....

### A) NATURA DELLE OPERE

- strutture in conglomerato cementizio normale;
- strutture in conglomerato cementizio precompresso
- strutture in muratura.

### B) TIPOLOGIA STRUTTURALE:

- a) fondazioni di tipo indiretto (pali trivellati di medio diametro);
- b) strutture verticali: non previste.;
- c) strutture orizzontali: piastra in getto pieno;

### C) MATERIALI:

Nell'esecuzione delle opere descritte è previsto l'utilizzo dei seguenti materiali, nei dosaggi indicati.

#### ▪ INERTI:

- ✓ sabbia lavata e ben granata: ..... mm 0÷4 0.61 m<sup>3</sup>/m<sup>3</sup>
- ✓ ghiaietto vagliato: ..... mm 4÷11 0.21 m<sup>3</sup>/m<sup>3</sup>
- ✓ ghiaia vagliata: ..... mm 11÷30 0.38 m<sup>3</sup>/m<sup>3</sup>

#### ▪ ACQUA: potabile o priva di sali (solfuri o cloruri).

Rapporto acqua/cemento: 0.50 m<sup>3</sup>/m<sup>3</sup>.

#### ▪ CEMENTO: tipo R325/425.

#### ▪ ACCIAIO DA CEMENTO ARMATO: tipo B450C.

#### ▪ Resistenza caratteristica del conglomerato a 28 giorni: C25/30RCK 300daN/cm<sup>2</sup>.

#### ▪ Resistenza caratteristica del conglomerato a 28 giorni: C30/37RCK 370daN/cm<sup>2</sup>.

### D) CONDIZIONI DI SOLLECITAZIONE:

- Sovraccarichi permanenti e carichi di esercizio: in accordo con quanto prescritto dal D.M. 17/01/2018.
- Verifiche di sicurezza: D.M. 17/01/2018, Circolare n. 7 del 21/01/2019
- Metodo di verifica: semiprobabilistico agli stati limite.

Circa le prescrizioni costruttive si richiamano le disposizioni di cui alle norme tecniche vigenti emanate dal Ministero dei Lavori Pubblici.

Alba/Diano d'Alba, li \_\_\_\_\_ .

IL PROGETTISTA DELLE OPERE STRUTTURALI

Visto:

IL DIRETTORE DEI LAVORI STRUTTURALI

IL COSTRUTTORE

PRATICA

N. \_\_\_\_\_

## Descrizione dell'opera

Il presente studio fa riferimento alla realizzazione di una piastra su pali a sostegno della carreggiata stradale di Via Romino.

Tale opera sarà realizzata con struttura in cemento armato, le fondazioni saranno di tipo indiretto costituite da pali trivellati di medio diametro collegati in sommità da una soletta di spessore 45 cm, larghezza 2,6 m ed un'estensione complessiva di 27 m. Sul lato verso valle si eseguirà un dente con lo scopo di contenere la pavimentazione stradale, lungo il quale sarà fissato un parapetto in acciaio zincato.

La verifica è a sicurezza in quanto buona parte della pavimentazione stradale a monte della platea poggierà comunque sul preesistente cassonetto stradale non alterato.

Elementi strutturali:

- fondazioni = pali trivellati diam. 60 cm;
- soletta di collegamento = spessore 45 cm;
- spessore dente di valle = 30 cm

### PREMESSE:

Ai sensi del §2.4 delle Norme Tecniche per le Costruzioni D.M. 17.01.2018 l'opera in oggetto è un'opera ordinaria, quindi si individua una vita nominale  $\geq 50$  anni, intesa come il numero di anni nel quale la struttura, purché soggetta alla manutenzione ordinaria, deve potere essere usata per lo scopo al quale è destinata.

Il Comune di Diano d'Alba è ubicato in zona sismica 4.

Le costruzioni caratterizzate, nei confronti dello SLV, da  $a_g S \leq 0,075g$ , in cui  $S$  è il coefficiente che comprende l'effetto dell'amplificazione stratigrafica ( $S_s$ ) e dell'amplificazione topografica ( $S_T$ ) di cui al § 3.2.3.2, e  $a_g$  è l'accelerazione orizzontale massima per il suddetto SLV su sito di riferimento rigido possono essere progettate e verificate come segue:

- si considera la combinazione di azioni definita § 2.5.3, applicando, in due direzioni ortogonali, il sistema di forze orizzontali definito dall'espressione [7.3.7] assumendo  $F_h = 0,10 W \lambda$  per tutte le tipologie strutturali, essendo  $\lambda$  definito al § 7.3.3.2;
- si richiede la sola verifica nei confronti dello SLV;
- si utilizza in generale una "progettazione per comportamento strutturale non dissipativo", quale definita nel § 7.2.2; qualora si scelga una "progettazione per comportamento strutturale dissipativo", quale definita nel § 7.2.2 si possono impiegare, in classe di duttilità CD"B", valori unitari per i coefficienti  $\gamma_{rd}$  di cui alla Tab. 7.2.I
- ad eccezione degli edifici fino a 2 piani, considerati al di sopra della fondazione o della struttura scatolare rigida di cui al § 7.2.1, gli orizzontamenti devono rispettare i requisiti di rigidezza e resistenza di cui al § 7.2.2.

## **Riferimenti normativi**

**Legge N.1086 del 05/11/1971** – *“Norme per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica”*;

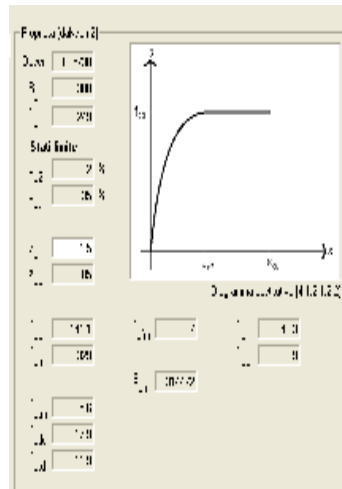
**Legge N.64 del 02/06/1974** – *“Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche”*;

**Decreto Ministeriale del 17/01/2018** – *“Norme Tecniche per le Costruzioni”*;

**Circolare n° 7 del 21/01/2019** – *“Istruzioni per l’applicazione dell’Aggiornamento delle Norme Tecniche per le Costruzioni di cui al D.M. 17/01/2018” e s.m.i.*;

# Materiali e loro caratteristiche meccaniche

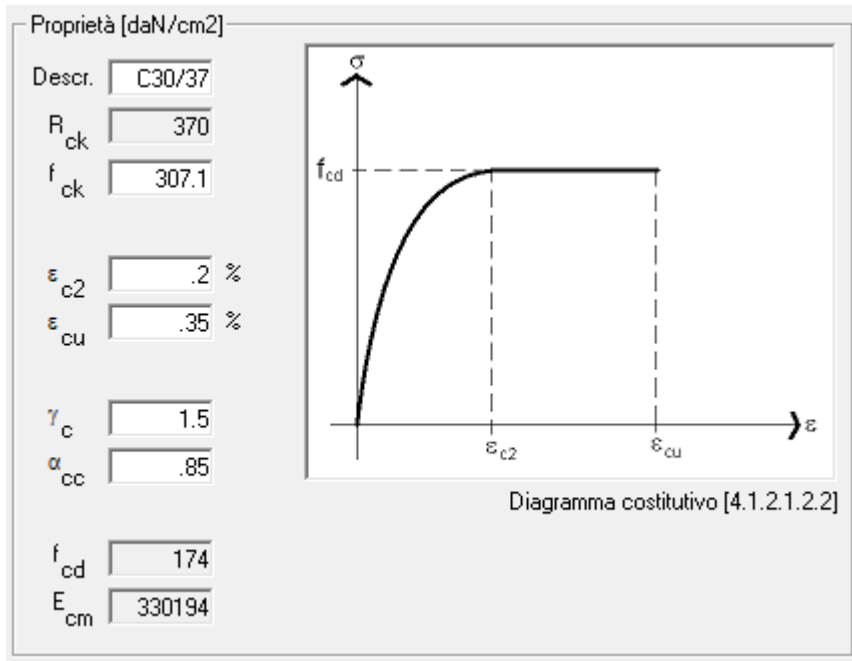
## Calcestruzzo C 25 / 30 (per pali)



- $R_{ck}$  = .....resistenza caratteristica a compressione cubica
- $f_{ck}$  = .....resistenza caratteristica a compressione cilindrica
- $\epsilon_{c2}$  = .....deformazione di perfetta plasticizzazione
- $\epsilon_{cu}$  = .....deformazione ultima
- $\gamma_c$  = .....coeff. parziale di sicurezza per il cls
- $\alpha_{cc}$  = .....coeff. per carichi di lunga durata
- $f_{cd}$  = .....resistenza di calcolo a compressione
- $f_{cm}$  = .....resistenza media a compressione
- $f_{ctm}$  = .....resistenza media a trazione
- $f_{ctk}$  = .....resistenza caratteristica a trazione
- $f_{ctd}$  = .....resistenza di calcolo a trazione
- $f_{ctfm}$  = .....resistenza media a trazione per flessione
- $E_{cm}$  = .....modulo di elasticità medio
- $f_{bk}$  = .....resistenza caratteristica di aderenza
- $f_{bd}$  = .....resistenza di calcolo di aderenza

- Classe di esposizione.....XC2
- Max A / C.....0,60
- Classe di consistenza.....idonea al tipo di getto (S3-S5)
- $D_{max}$  aggregato.....20 mm

**Calcestruzzo C 30 / 37 (per piastra)**

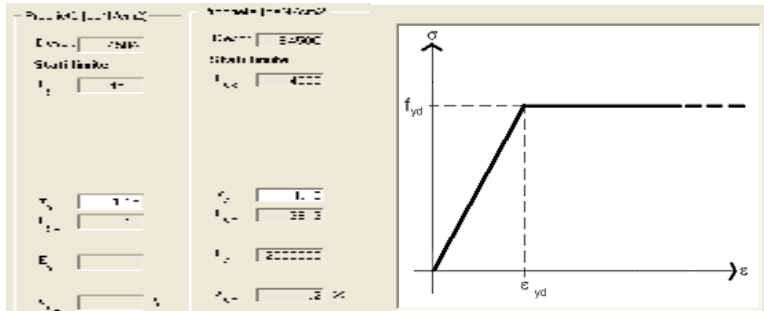


- $R_{ck}$  = .....resistenza caratteristica a compressione cubica  
 $f_{ck}$  = .....resistenza caratteristica a compressione cilindrica  
 $\epsilon_{c2}$  = .....deformazione di perfetta plasticizzazione  
 $\epsilon_{cu}$  = .....deformazione ultima  
 $\gamma_c$  = .....coeff. parziale di sicurezza per il cls  
 $\alpha_{cc}$  = .....coeff. per carichi di lunga durata  
 $f_{cd}$  = .....resistenza di calcolo a compressione  
 $f_{cm}$  = .....resistenza media a compressione  
 $f_{ctm}$  = .....resistenza media a trazione  
 $f_{ctk}$  = .....resistenza caratteristica a trazione  
 $f_{ctd}$  = .....resistenza di calcolo a trazione  
 $f_{ctm}$  = .....resistenza media a trazione per flessione  
 $E_{cm}$  = .....modulo di elasticità medio  
 $f_{bk}$  = .....resistenza caratteristica di aderenza  
 $f_{bd}$  = .....resistenza di calcolo di aderenza

- Classe di esposizione.....XF4  
 Max A / C.....0,50  
 Classe di consistenza.....idonea al tipo di getto (S3-S5)  
 $D_{max}$  aggregato.....20 mm



## Acciai per armature ordinarie B450A – B450C



$f_{yk}$  = .....resistenza caratteristica di snervamento

$\gamma_s$  = .....coeff. parziale di sicurezza

$f_{yd}$  = .....resistenza di calcolo di snervamento

$E_s$  = .....modulo elastico normale

$\epsilon_{yd}$  = .....deformazione a snervamento di calcolo

## Copriferriferi minimi

Fondazioni (pali e platea)	>50 mm
Setti verticali	>35 mm
Solette (previa adeguata impermeabilizzazione)	>35 mm

# Modellazione della struttura

## Tipo di analisi ed individuazione del codice di calcolo

Per la determinazione delle sollecitazioni negli elementi strutturali, è stata effettuata un'analisi elastico lineare con metodo di calcolo agli elementi finiti mentre il calcolo sismico è stato effettuato tramite analisi statica lineare.

Per il calcolo delle sollecitazioni e per la verifica si è fatto ricorso all'elaboratore elettronico utilizzando il programma di calcolo DOLMEN WIN, versione 18 del 2018 prodotto, distribuito ed assistito dalla CDM DOLMEN srl, con sede in Torino, Via Drovetti 9/F. Questa procedura è sviluppata in ambiente Windows, ed è stata scritta utilizzando i linguaggi Fortran e C; DOLMEN WIN permette l'analisi elastica lineare di strutture tridimensionali con nodi a sei gradi di libertà utilizzando un solutore ad elementi finiti. Gli elementi considerati sono i gusci che sono utilizzati sia per modellare gli elementi orizzontali che quelli verticali. I carichi possono essere applicati sia ai nodi, come forze o coppie concentrate, sia sulle aste, come forze distribuite, trapezie, concentrate, come coppie e come distorsioni termiche. I vincoli sono forniti tramite le sei costanti di rigidezza elastica. A supporto del programma è fornito un ampio manuale d'uso contenente fra l'altro una vasta serie di test di validazione sia su esempi classici di Scienza delle Costruzioni, sia su strutture particolarmente impegnative e reperibili nella bibliografia specializzata.

## Grado di affidabilità e motivazione della scelta del codice di calcolo

L'affidabilità del codice di calcolo è garantita dall'esistenza di un'ampia documentazione di supporto, come indicato nel paragrafo precedente. La presenza di un modulo CAD per l'introduzione di dati permette la visualizzazione dettagliata degli elementi introdotti. È possibile inoltre ottenere rappresentazioni grafiche di deformate e sollecitazioni della struttura. Al termine dell'elaborazione viene inoltre valutata la qualità della soluzione, in base all'uguaglianza del lavoro esterno e dell'energia di deformazione.

DOLMEN WIN permette in campo elastico lineare un'analisi dettagliata del comportamento dell'intera struttura, tenendo conto del comportamento irrigidente di setti anche complessi e solai considerati con la loro effettiva rigidezza. È possibile inoltre scegliere il grado di affinamento dell'analisi di elementi complessi utilizzando mesh via via più dettagliate. Il programma inoltre nasce da una profonda collaborazione con ricercatori e docenti del Politecnico di Torino.

## Esame dei risultati e controlli

Il modello di calcolo adottato è da ritenersi appropriato in quanto non sono state riscontrate labilità, e le reazioni vincolari equilibrano i carichi applicati. L'analisi critica dei risultati e dei parametri di controllo nonché il confronto con calcolazioni di massima eseguite manualmente porta a confermare la validità dei risultati. Sono stati effettuati alcuni controlli per verificare l'attendibilità dei risultati forniti dal software impiegato (rif. cap. 10 NTC 17.01.2018) tramite calcolazioni manuali e/o utilizzo di software semplificati quali: ISCA 2000 (Informatica Sistem s.r.l.), Aztec Informatica e TecnoBit di proprietà del nostro studio.

### Descrizione dei modelli di calcolo

Per la verifica della struttura è stata sviluppata una modellazione tridimensionale ad elementi finiti. È stata modellata la piastra con elementi guscio dell'effettivo spessore andando ad inserire nei nodi in cui risultano presenti i pali dei vincoli con rigidezza corrispondente a quella dei pali di fondazione. Sui gusci sono stati inseriti i carichi permanenti e i carichi variabili come carichi uniformemente distribuiti.

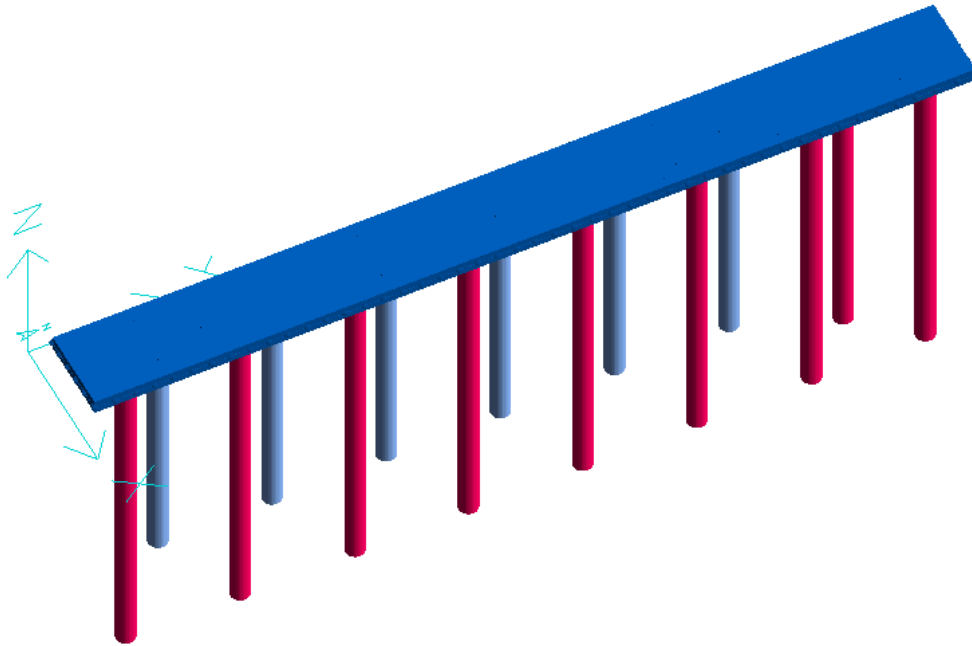


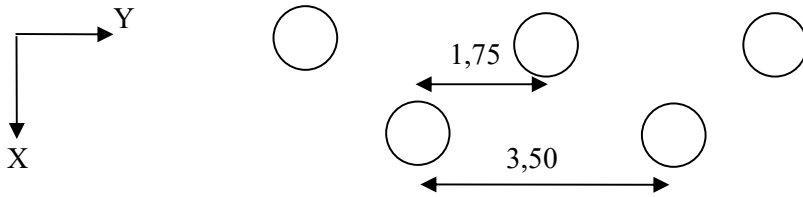
Figura 2 - Schematizzazione tridimensionale e sistema di riferimento globale della struttura

# Analisi dei carichi

## Carichi su soletta

peso proprio	1125 daN / m <sup>2</sup>
permanenti	300 daN / m <sup>2</sup>
variabili	2000 daN / m <sup>2</sup>

I pali disposti a quinconce su due file hanno passo sulla fila di 3,50 m in direzione y e viene fatta l'ipotesi che tutto il terreno contribuisca alla spinta.  
Quindi  $3,50 / 2 \text{ file} = 1,75 \text{ m}$



Partendo dai carichi sopra esposti di sono create le seguenti

## condizioni di carico

Schede condizioni

Nuova scheda		Modifica scheda		Duplica scheda		Elimina scheda	
Num.	Nome	Coeff.	N° carichi	Categoria in NTC2018	Categoria in norme preced		
<input type="radio"/> 001)	Peso proprio	1	230	Peso proprio	Altro ...		
<input type="radio"/> 002)	Permanente	1	230	Permanente	Altro ...		
<input type="radio"/> 003)	Variabile	1	230	F.Rimesse, Parch<30kN	Var.autorimesse		

Di conseguenza si sono andati a definire i Casi di carico combinando con i relativi coefficienti le condizioni di carico sopra esposte e ricavando le combinazioni di carico *fondamentale*, generalmente impiegata per gli stati limite ultimi (SLU), la combinazione *caratteristica (rara)* impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) irreversibili (...tensioni ammissibili...), la combinazione *frequente* (SLE) reversibile, la combinazione *quasi permanente* (SLE) per gli effetti a lungo termine e la combinazione *sismica*.

Sinteticamente vengono riportate le caratteristiche dei casi di carico fatte creare dal software per lo studio in oggetto.

NOME	DESCRIZIONE	VERIFICA	TIPO	CONDIZ. INSERITE			CASI INSERITI	
				Num.	Coeff.	Segno	Num.	Coeff.
1	SLU SENZA SISMA	S.L.U.	somma	1	1.300	+		
				2	1.500	+		
				3	1.500	+		
2	SISMAX SLU	nessuna	somma	4	1.000	quadr.		
				6	1.000	quadr.		
				8	1.000	quadr.		
3	SISMAY SLU	nessuna	somma	5	1.000	quadr.		
				7	1.000	quadr.		
				9	1.000	quadr.		
4	SLU con SISMAX PRINC	S.L.U.	somma	1	1.000	+	2	1.000
				2	1.000	+	3	0.300
				3	0.600	+		
5	SLU con SISMAY PRINC	S.L.U.	somma	1	1.000	+	3	1.000
				2	1.000	+	2	0.300
				3	0.600	+		
6	SLD con SISMAX PRINC	S.L.Danno	somma	1	1.000	+	2	0.723
				2	1.000	+	3	0.217
				3	0.600	+		
7	SLD con SISMAY PRINC	S.L.Danno	somma	1	1.000	+	3	0.723
				2	1.000	+	2	0.217
				3	0.600	+		
8	SLU FON con SISMAX P	SLU_FON	somma	1	1.000	+	2	1.100
				2	1.000	+	3	0.330
				3	0.600	+		
9	SLU FON con SISMAY P	SLU_FON	somma	1	1.000	+	3	1.100
				2	1.000	+	2	0.330
				3	0.600	+		
10	SLUGeo	SLU_GEO	somma	1	1.000	+		
				2	1.300	+		
				3	1.300	+		
11	Rara	Rara	somma	1	1.000	+		
				2	1.000	+		
				3	1.000	+		
12	Frequente	Freq.	somma	1	1.000	+		
				2	1.000	+		
				3	0.700	+		
13	Quasi Perm	QuasiPerm.	somma	1	1.000	+		
				2	1.000	+		
				3	0.600	+		

Figura 12 – Videata del software riguardante le caratteristiche dei casi di carico.

A seguito dell'elaborazione dei dati da parte del calcolatore si è passati all'analisi dei risultati qui di seguito riportati graficamente per una più veloce comprensione e talvolta nella condizione di carico rara per avere un raffronto dei dati più immediato, soprattutto per i calcolatori (come lo scrivente) più avvezzi all'utilizzo del metodo alle tensioni ammissibili.

# Analisi sismica

Con il modello di calcolo utilizzato non si è potuta eseguire un'analisi sismica, ma verrà tenuta in considerazione l'azione sismica nella verifica della palificata.

## Verifica soletta collegamento testapalo

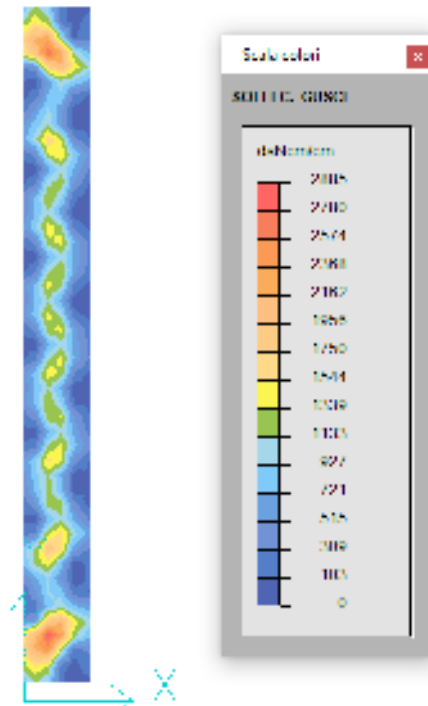


Figura 8 –Inviluppo momenti  $M_x$  inf. in valore assoluto in condizione SLU

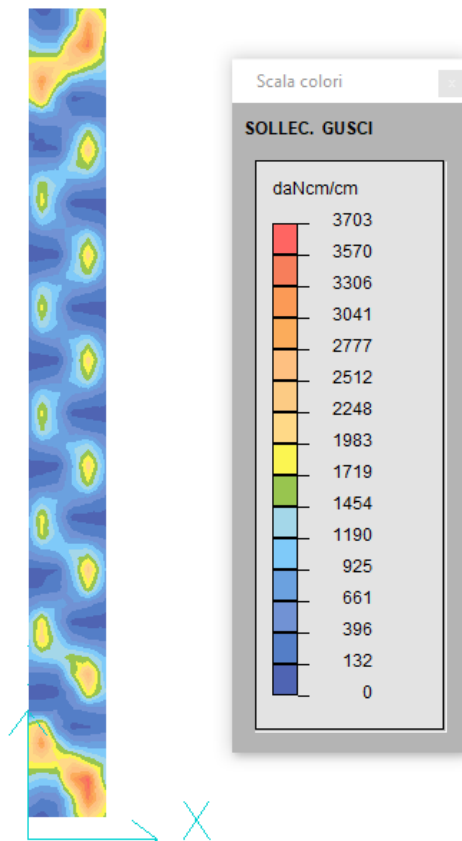


Figura 9 –Inviluppo momenti  $M_x$  sup. in valore assoluto in condizione SLU

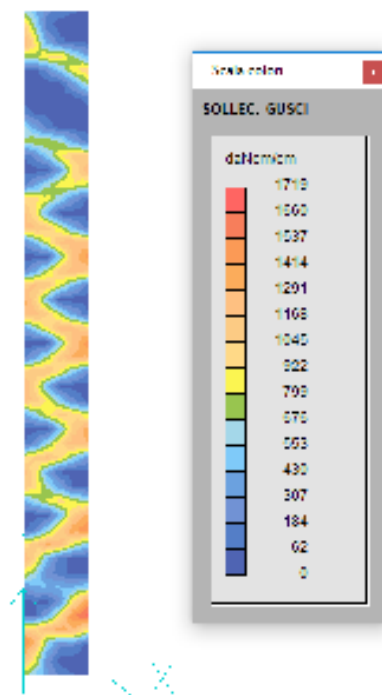


Figura 10 –Inviluppo momenti  $M_y$  inf. in valore assoluto in condizione SLU

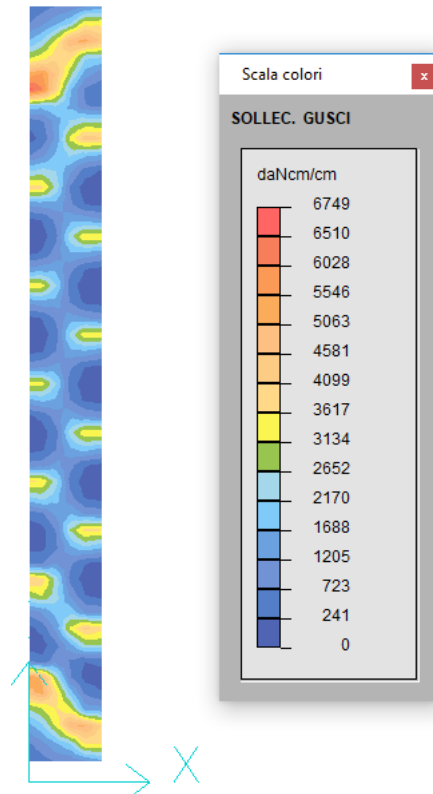


Figura 11 –Inviluppo momenti  $M_y$  sup. in valore assoluto in condizione SLU

La platea è armata sia in direzione X che in Y, sia superiormente che inferiormente con barre  $\phi 14/25$  (8 ferri/metro) ( $A_s = 12,3 \text{ cm}^2/\text{m}$ ). Viene verificata nel seguito l'armatura considerando una striscia di un metro

$$M_{rd} = \frac{A_s \cdot 0,9 \cdot d \cdot f_{yd}}{100} = \frac{12,31 \cdot 0,9 \cdot 35 \cdot 3913}{100} = 15172 \text{ daN} \cdot \text{m} / \text{m}$$



# Reazioni vincolari Fz

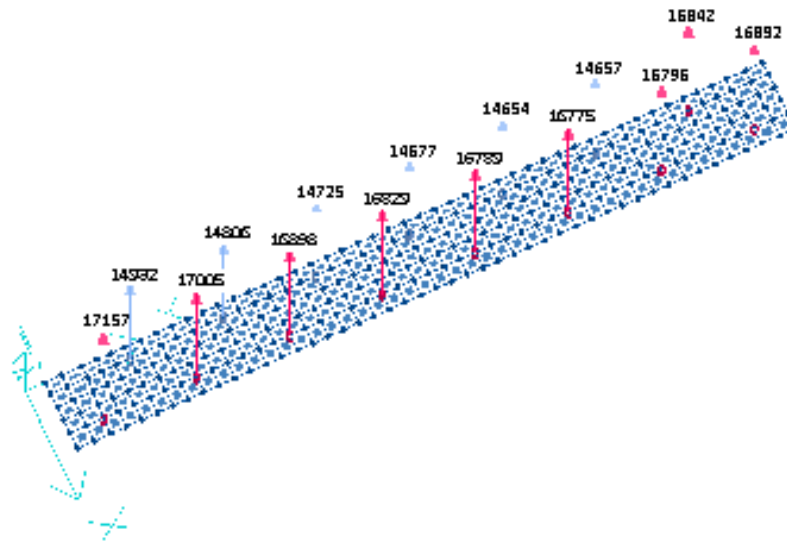


Figura 13 – Reazioni vincolari in testa ai pali nel caso “rara” [daN]

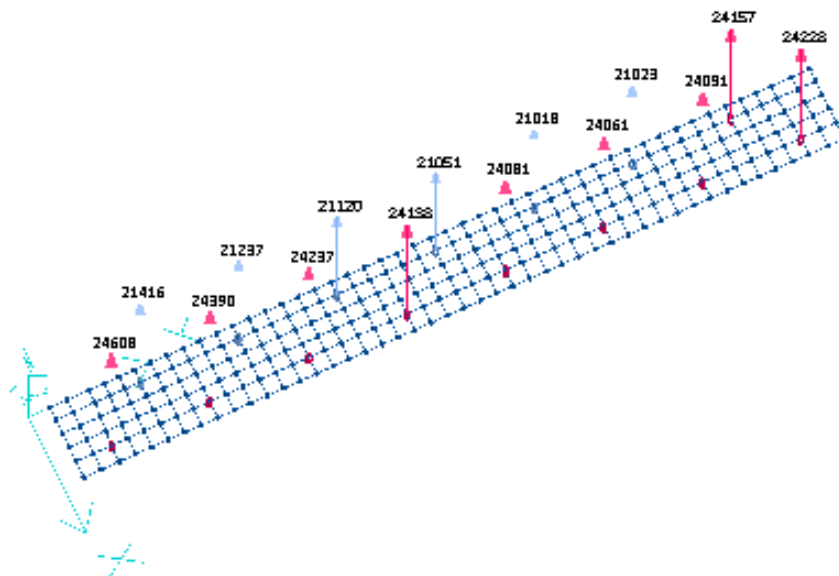


Figura 5 – reazioni vincolari in testa ai pali nei casi SLU inviluppo [daN]

# Verifica Pali

La seguente tabella riassume schematicamente tutte le verifiche eseguite nei vari casi di calcolo definiti. Per ciascuna verifica è indicato il confronto tra resistenza di calcolo  $R_d$  ed azione di calcolo  $S_d$ , ed il relativo coefficiente di sicurezza  $f_s$ .

Tutti i Punti maglia (15), Tutti i casi (10), Tutti i sestetti (19)									
Caso	C.Port. [daN][f.s.]	Cedim. [mm]	R.Tras. [daN][f.s.]	Sp.Ori. [mm]	C.A.:M [daN*cm][f.s.]	C.A.:V [daN][f.s.]	C.A.:t.cls. [daN/cm2][f.s.]	C.A.:t.acc. [daN/cm2][f.s.]	C.A.:fes. [mm]
1: SLU SENZA SISMA	PM1-S1 41183/32427 = 1.27	---	PM1-S1 0/0 = $\infty$	---	PM15-S1 1553429/720285 = 2.16	PM15-S1 29292/2502 = 11.71	---	---	---
2: SLU con SISMAX PRINC	PM1-S1 41183/6362 = 6.47	---	PM1-S1 0/0 = $\infty$	---	PM1-S1 1471481/0 = $\infty$	PM1-S1 29292/0 = $\infty$	---	---	---
3: SLU con SISMAY PRINC	PM1-S1 41183/6362 = 6.47	---	PM1-S1 0/0 = $\infty$	---	PM1-S1 1471481/0 = $\infty$	PM1-S1 29292/0 = $\infty$	---	---	---
4: SLU FON con SISMAX P	PM1-S1 41183/19270 = 2.14	---	PM1-S2 156146/1948 = 80.17	---	PM15-S1 1721103/577328 = 2.98	PM8-S2 29292/2538 = 11.54	---	---	---
5: SLU FON con SISMAY P	PM1-S1 41183/19270 = 2.14	---	PM1-S2 156146/1941 = 80.43	---	PM15-S1 1721103/577328 = 2.98	PM8-S2 29292/2527 = 11.59	---	---	---
6: SLD con SISMAX PRINC	PM1-S1 41183/6362 = 6.47	---	---	---	---	---	PM8-S1 63.5/0.9 = 74.56	---	---
7: SLD con SISMAY PRINC	PM1-S1 41183/19270 = 2.14	---	---	---	---	---	PM15-S1 63.5/5 = 12.78	---	---
8: Rara	---	PM2-S1 -4 (max -40)	---	PM15-S1 0 (max 40)	---	---	PM15-S1 149.4/47.3 = 3.16	PM15-S1 3600/988.5 = 3.64	---
9: Frequente	---	---	---	---	---	---	---	---	PM1-S1 0 (max 0.4)
10: Quasi Perm	---	PM2-S1 -3 (max -50)	---	PM15-S1 0 (max 50)	---	---	PM15-S1 112/36.3 = 3.09	---	PM1-S1 0 (max 0.3)

C.Port. = Capacità portante | Cedim. = Cedimento | R.Tras. = Resistenza trasversale | Sp.Ori. = Spostamento orizzontale | C.A.:M = C.A.: presso flessione | C.A.:V = C.A.: taglio | C.A.:t.cls. = C.A.: Tens. limite cls | C.A.:t.acc. = C.A.: Tens. limite acciaio | C.A.:fes. = C.A.: apertura fessure | C.A.:% a.lon. = C.A.: % arm. longitudinale | C.A.:D a.tra. = C.A.: diametro arm. trasversale | C.A.:P a.tra. = C.A.: passo arm. trasversale | --- = Verifica non prevista

## Normativa di riferimento.

### Sisma

#### Azione sismica di progetto.

Per definire l'azione sismica di progetto, viene valutata in riferimento ai dati seguenti (accelerazione di picco, categorie di sottosuolo e condizioni topografiche. Località: **DIANO D'ALBA**. Longitudine: **8.026700**[°]. Latitudine: **44.650400**[°]. Vita nominale dell'opera: **50.0**[anni]. Classe d'uso: **II**. Categoria topografica: **T2**. Categoria di sottosuolo: **C**.

Gli stati limite ultimi sismici adottano i parametri seguenti. Stato limite: **SLV**.  $F_0$ : **2.6700**.  $a_g$ : **0.4836** [m/s.<sup>2</sup>].

Nelle zone dissipative dei pali in c.a., per lo sviluppo di potenziali cerniere plastiche, in particolare per **10.0** diametri dalla testa dei pali, sono previste disposizioni specifiche. La tensione normale media deve essere inferiore a **0.45**  $f_{cd}$ . La capacità a taglio deve essere superiore a **1.30** volte la corrispondente domanda. La capacità a momento deve essere superiore a **1.50** volte la corrispondente domanda. La deformazione dei materiali strutturali è limitata all'interno del campo elastico, al di fuori dalle potenziali zone dissipative.

Gli stati limite di esercizio sismici adottano i parametri seguenti. Stato limite: **SLD**.  $F_0$ : **2.5806**.  $a_g$ : **0.2411** [m/s.<sup>2</sup>].

#### Verifica a liquefazione.

Si escludono verifiche a **liquefazione**, perché il caso in esame rientra almeno in una delle cinque circostanze elencate nello specifico paragrafo [7.11.3.4.2].

#### Interazione cinematica.

Si trascura l'incremento di sollecitazioni lungo il palo, dovuto all'**interazione cinematica**, perché il caso in esame non rientra tra quelli previsti nello specifico paragrafo [7.11.5.3.2] (media o alta sismicità, sottosuoli di tipo D o peggiori).

# Materiali.

## Calcestruzzo.

Tipo	$f_{ck}$ [daN/cm <sup>2</sup> ]	$\gamma_c$	$f_{cd}$ [daN/cm <sup>2</sup> ]	E [daN/cm <sup>2</sup> ]
C25/30 (Cls 1)	249	1.50	141.1	314471.61

Di seguito sono elencate le tensioni massime ammesse in esercizio.

Tipo	$\sigma_{cls, rara}^{(-)}$ [daN/cm <sup>2</sup> ]	$\sigma_{cls, g.p.}^{(-)}$ [daN/cm <sup>2</sup> ]
C25/30 (Cls 1)	149.4	112.05

Condizioni ambientali: a (poco aggressivo) [4.1.2.2.4.3].

## Acciaio per C.A.

Tipo	$f_{yk}$ [daN/cm <sup>2</sup> ]	$\gamma_s$	$f_{yd}$ [daN/cm <sup>2</sup> ]	E [daN/cm <sup>2</sup> ]	$\sigma_{acc, rara}$ [daN/cm <sup>2</sup> ]
B450C (Bar 1)	4500	1.15	3913.04	2000000	3600

Il coefficiente di omogeneizzazione, per le verifiche in esercizio, è definito dal rapporto dei moduli elastici dei materiali.

# Combinazioni dei carichi.

Tutte le verifiche sono eseguite secondo l'Approccio 2.

Si svolge l'analisi per i seguenti 10 casi di carico.

Caso	Nome	Tipo	Sisma	n° sestetti	Descr.
C1	1	SLU	No	1	SLU SENZA SISMA
C2	4	SLV	Si	1	SLU con SISMAX PRINC
C3	5	SLV	Si	1	SLU con SISMAY PRINC
C4	8	SLV	Si	4	SLU FON con SISMAX P
C5	9	SLV	Si	4	SLU FON con SISMAY P
C6	6	SLD	Si	1	SLD con SISMAX PRINC
C7	7	SLD	Si	4	SLD con SISMAY PRINC
C8	11	Rara	No	1	Rara
C9	12	Freq	No	1	Frequente
C10	13	QPerm	No	1	Quasi Perm

## Dati del progetto.

### Tipi di palo.

Nel progetto sono utilizzate 2 tipologie distinte di palo circolare in C.A.

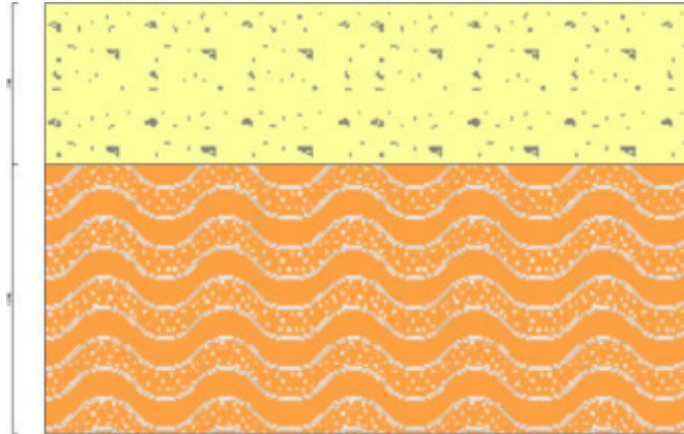
### Stratigrafia.

Nel calcolo sono utilizzati 2 tipi di terreno, le cui caratteristiche sono di seguito elencate.

<b>T1</b>	Sabbia SW - Sabbie a granulometria ben assortita o sabbie ghiaiose con frazione fine scarsa o assente				
$\gamma_d$ [daN/cm <sup>3</sup> ]	$\gamma_t$ [daN/cm <sup>3</sup> ]	$c'_k$ [daN/cm <sup>2</sup> ]	$\phi'_k$ [°]	$s_{u,k}$ [daN/cm <sup>2</sup> ]	$q_{u,k}$ [daN/cm <sup>2</sup> ]
0.00179	0.00184	0	23	0	1000
$E_s$ [daN/cm <sup>2</sup> ]	$G_s$ [daN/cm <sup>2</sup> ]	$V_s$ [m/s]	Liquefazione		
40	43	165	Questo terreno non è suscettibile di liquefazione.		
<b>Descrizione:</b> Terreno sabbioso.					
<b>T2</b>	Sabbia CL - Argille inorganiche con plasticità da bassa a media, argille ghiaiose, argille sabbiose, argille limose				
$\gamma_d$ [daN/cm <sup>3</sup> ]	$\gamma_t$ [daN/cm <sup>3</sup> ]	$c'_k$ [daN/cm <sup>2</sup> ]	$\phi'_k$ [°]	$s_{u,k}$ [daN/cm <sup>2</sup> ]	$q_{u,k}$ [daN/cm <sup>2</sup> ]
0.00201	0.00206	0.3	28	1.7	-
$E_s$ [daN/cm <sup>2</sup> ]	$G_s$ [daN/cm <sup>2</sup> ]	$V_s$ [m/s]	Liquefazione		
400	182	196	Questo terreno non è suscettibile di liquefazione.		
<b>Descrizione:</b> Terreno sabbioso.					

Seguono le caratteristiche della stratigrafia utilizzata nei calcoli.

<b>S1</b>	2 strati - Nessuna falda		
Strato	Quota [cm]	Altezza [cm]	Terreno
1	0	750	T1
2	-750	1250	T2



Str. 1

## Punti maglia.

La palificata comprende 15 punti maglia, a ciascuno dei quali corrispondono delle coordinate, un tipo di palo ed i dati del terreno.

Punto	X[cm]	Y[cm]	Palo	$\beta$ [°]	$\theta$ [°]	Rotaz.	Stratig.	SPT	CPT	Descr.
PM1	45	2475.09	C2	0	0	Impedita	S1	-	-	N55
PM2	45	2125.09	C2	0	0	Impedita	S1	-	-	N44
PM3	45	1775.09	C2	0	0	Impedita	S1	-	-	N102
PM4	45	1425.09	C2	0	0	Impedita	S1	-	-	N17
PM5	45	1075.09	C2	0	0	Impedita	S1	-	-	N28
PM6	45	725.09	C2	0	0	Impedita	S1	-	-	N41
PM7	45	375.09	C2	0	0	Impedita	S1	-	-	N30
PM8	200	2650.09	C3	0	0	Impedita	S1	-	-	N90
PM9	200	2301.43	C3	0	0	Impedita	S1	-	-	N99
PM10	200	1950.09	C3	0	0	Impedita	S1	-	-	N139
PM11	200	1600.09	C3	0	0	Impedita	S1	-	-	N168
PM12	200	1250.09	C3	0	0	Impedita	S1	-	-	N155
PM13	200.01	902.24	C3	0	0	Impedita	S1	-	-	N190
PM14	200	550.09	C3	0	0	Impedita	S1	-	-	N14
PM15	200	200.09	C3	0	0	Impedita	S1	-	-	N1

I pali sono collegati da una fondazione, il cui contorno è definito da 4 vertici.

Vertice	X[cm]	Y[cm]
V1	0	0
V2	260	0
V3	260	2800
V4	0	2800

## Azioni.

Le azioni sono applicate direttamente in testa ai pali, espresse rispetto al sistema di riferimento globale.

Punto	Caso	Ses.	$N_z$ [daN]	$V_x$ [daN]	$V_y$ [daN]	$M_x$ [daN*cm]	$M_y$ [daN*cm]	$T_z$ [daN*cm]
<b>Punto maglia: 1: N55</b>								
<b>Caso: 1 - SLU SENZA SISMA</b>								
PM1	C1	1	-24156.75	0	0	-418675	-22918	0
<b>Caso: 4 - SLU con SISMAX PRINC</b>								
PM1	C2	1	0	0	0	0	0	0
<b>Caso: 5 - SLU con SISMAX PRINC</b>								
PM1	C3	1	0	0	0	0	0	0
<b>Caso: 8 - SLU FON con SISMAX P</b>								
PM1	C4	1	-12908.19	1862.02	558.91	-223719	-12246	0
PM1	C4	2	-12908.19	1866.68	-555.45	-223719	-12246	0
PM1	C4	3	-12908.19	-1866.68	555.45	-223719	-12246	0
PM1	C4	4	-12908.19	-1862.02	-558.91	-223719	-12246	0
<b>Caso: 9 - SLU FON con SISMAX P</b>								
PM1	C5	1	-12908.19	551.54	1857.78	-223719	-12246	0
PM1	C5	2	-12908.19	-567.07	1856.74	-223719	-12246	0
PM1	C5	3	-12908.19	567.07	-1856.74	-223719	-12246	0

PM1	C5	4	-12908.19	-551.54	-1857.78	-223719	-12246	0
<b>Caso: 6 - SLD con SISMAX PRINC</b>								
PM1	C6	1	0	0	0	0	0	0
<b>Caso: 7 - SLD con SISMAX PRINC</b>								
PM1	C7	1	-12908.19	362.51	1221.07	-223719	-12246	0
PM1	C7	2	-12908.19	-372.72	1220.39	-223719	-12246	0
PM1	C7	3	-12908.19	372.72	-1220.39	-223719	-12246	0
PM1	C7	4	-12908.19	-362.51	-1221.07	-223719	-12246	0
<b>Caso: 11 - Rara</b>								
PM1	C8	1	-16842.11	0	0	-291901	-15978	0
<b>Caso: 12 - Frequente</b>								
PM1	C9	1	-13891.67	0	0	-240765	-13179	0
<b>Caso: 13 - Quasi Perm</b>								
PM1	C10	1	-12908.19	0	0	-223719	-12246	0
<b>Punto maglia:2: N44</b>								
<b>Caso: 1 - SLU SENZA SISMA</b>								
PM2	C1	1	-21022.96	0	0	-86015	57281	0
<b>Caso: 4 - SLU con SISMAX PRINC</b>								
PM2	C2	1	0	0	0	0	0	0
<b>Caso: 5 - SLU con SISMAX PRINC</b>								
PM2	C3	1	0	0	0	0	0	0
<b>Caso: 8 - SLU FON con SISMAX P</b>								
PM2	C4	1	-11233.64	1856.4	558.48	-45962	30608	0
PM2	C4	2	-11233.64	1859.66	-555.79	-45962	30608	0
PM2	C4	3	-11233.64	-1859.66	555.79	-45962	30608	0
PM2	C4	4	-11233.64	-1856.4	-558.48	-45962	30608	0
<b>Caso: 9 - SLU FON con SISMAX P</b>								
PM2	C5	1	-11233.64	551.97	1857.52	-45962	30608	0
PM2	C5	2	-11233.64	-562.85	1856.71	-45962	30608	0
PM2	C5	3	-11233.64	562.85	-1856.71	-45962	30608	0
PM2	C5	4	-11233.64	-551.97	-1857.52	-45962	30608	0
<b>Caso: 6 - SLD con SISMAX PRINC</b>								
PM2	C6	1	0	0	0	0	0	0
<b>Caso: 7 - SLD con SISMAX PRINC</b>								
PM2	C7	1	-11233.64	362.79	1220.9	-45962	30608	0
PM2	C7	2	-11233.64	-369.95	1220.37	-45962	30608	0
PM2	C7	3	-11233.64	369.95	-1220.37	-45962	30608	0
PM2	C7	4	-11233.64	-362.79	-1220.9	-45962	30608	0
<b>Caso: 11 - Rara</b>								
PM2	C8	1	-14657.23	0	0	-59969	39937	0
<b>Caso: 12 - Frequente</b>								
PM2	C9	1	-12089.54	0	0	-49464	32940	0
<b>Caso: 13 - Quasi Perm</b>								
PM2	C10	1	-11233.64	0	0	-45962	30608	0
<b>Punto maglia:3: N102</b>								
<b>Caso: 1 - SLU SENZA SISMA</b>								
PM3	C1	1	-21017.8	0	0	44005	79361	0
<b>Caso: 4 - SLU con SISMAX PRINC</b>								
PM3	C2	1	0	0	0	0	0	0
<b>Caso: 5 - SLU con SISMAX PRINC</b>								
PM3	C3	1	0	0	0	0	0	0
<b>Caso: 8 - SLU FON con SISMAX P</b>								
PM3	C4	1	-11230.88	1852.95	557.92	23514	42407	0
PM3	C4	2	-11230.88	1854.63	-556.3	23514	42407	0
PM3	C4	3	-11230.88	-1854.63	556.3	23514	42407	0
PM3	C4	4	-11230.88	-1852.95	-557.92	23514	42407	0
<b>Caso: 9 - SLU FON con SISMAX P</b>								
PM3	C5	1	-11230.88	553.34	1857.28	23514	42407	0
PM3	C5	2	-11230.88	-558.93	1856.79	23514	42407	0
PM3	C5	3	-11230.88	558.93	-1856.79	23514	42407	0
PM3	C5	4	-11230.88	-553.34	-1857.28	23514	42407	0
<b>Caso: 6 - SLD con SISMAX PRINC</b>								
PM3	C6	1	0	0	0	0	0	0
<b>Caso: 7 - SLD con SISMAX PRINC</b>								
PM3	C7	1	-11230.88	363.7	1220.74	23514	42407	0
PM3	C7	2	-11230.88	-367.37	1220.42	23514	42407	0
PM3	C7	3	-11230.88	367.37	-1220.42	23514	42407	0
PM3	C7	4	-11230.88	-363.7	-1220.74	23514	42407	0
<b>Caso: 11 - Rara</b>								
PM3	C8	1	-14653.63	0	0	30680	55331	0
<b>Caso: 12 - Frequente</b>								
PM3	C9	1	-12086.57	0	0	25306	45638	0
<b>Caso: 13 - Quasi Perm</b>								
PM3	C10	1	-11230.88	0	0	23514	42407	0
<b>Punto maglia:4: N17</b>								
<b>Caso: 1 - SLU SENZA SISMA</b>								

PM4	C1	1	-21050.96	0	0	140203	82825	0
<b>Caso: 4 - SLU con SISMAX PRINC</b>								
PM4	C2	1	0	0	0	0	0	0
<b>Caso: 5 - SLU con SISMAX PRINC</b>								
PM4	C3	1	0	0	0	0	0	0
<b>Caso: 8 - SLU FON con SISMAX P</b>								
PM4	C4	1	-11248.6	1852.19	556.71	74917	44258	0
PM4	C4	2	-11248.6	1852.19	-557.5	74917	44258	0
PM4	C4	3	-11248.6	-1852.19	557.5	74917	44258	0
PM4	C4	4	-11248.6	-1852.19	-556.71	74917	44258	0
<b>Caso: 9 - SLU FON con SISMAX P</b>								
PM4	C5	1	-11248.6	555.65	1856.89	74917	44258	0
PM4	C5	2	-11248.6	-555.66	1857.13	74917	44258	0
PM4	C5	3	-11248.6	555.66	-1857.13	74917	44258	0
PM4	C5	4	-11248.6	-555.65	-1856.89	74917	44258	0
<b>Caso: 6 - SLD con SISMAX PRINC</b>								
PM4	C6	1	0	0	0	0	0	0
<b>Caso: 7 - SLD con SISMAX PRINC</b>								
PM4	C7	1	-11248.6	365.22	1220.48	74917	44258	0
PM4	C7	2	-11248.6	-365.22	1220.64	74917	44258	0
PM4	C7	3	-11248.6	365.22	-1220.64	74917	44258	0
PM4	C7	4	-11248.6	-365.22	-1220.48	74917	44258	0
<b>Caso: 11 - Rara</b>								
PM4	C8	1	-14676.75	0	0	97749	57746	0
<b>Caso: 12 - Frequente</b>								
PM4	C9	1	-12105.64	0	0	80625	47630	0
<b>Caso: 13 - Quasi Perm</b>								
PM4	C10	1	-11248.6	0	0	74917	44258	0
<b>Punto maglia:5: N28</b>								
<b>Caso: 1 - SLU SENZA SISMA</b>								
PM5	C1	1	-21120.42	0	0	252596	70244	0
<b>Caso: 4 - SLU con SISMAX PRINC</b>								
PM5	C2	1	0	0	0	0	0	0
<b>Caso: 5 - SLU con SISMAX PRINC</b>								
PM5	C3	1	0	0	0	0	0	0
<b>Caso: 8 - SLU FON con SISMAX P</b>								
PM5	C4	1	-11285.72	1854.27	556.37	134975	37535	0
PM5	C4	2	-11285.72	1852.59	-557.85	134975	37535	0
PM5	C4	3	-11285.72	-1852.59	557.85	134975	37535	0
PM5	C4	4	-11285.72	-1854.27	-556.37	134975	37535	0
<b>Caso: 9 - SLU FON con SISMAX P</b>								
PM5	C5	1	-11285.72	558.82	1856.81	134975	37535	0
PM5	C5	2	-11285.72	-553.23	1857.26	134975	37535	0
PM5	C5	3	-11285.72	553.23	-1857.26	134975	37535	0
PM5	C5	4	-11285.72	-558.82	-1856.81	134975	37535	0
<b>Caso: 6 - SLD con SISMAX PRINC</b>								
PM5	C6	1	0	0	0	0	0	0
<b>Caso: 7 - SLD con SISMAX PRINC</b>								
PM5	C7	1	-11285.72	367.3	1220.43	134975	37535	0
PM5	C7	2	-11285.72	-363.63	1220.72	134975	37535	0
PM5	C7	3	-11285.72	363.63	-1220.72	134975	37535	0
PM5	C7	4	-11285.72	-367.3	-1220.43	134975	37535	0
<b>Caso: 11 - Rara</b>								
PM5	C8	1	-14725.18	0	0	176110	48974	0
<b>Caso: 12 - Frequente</b>								
PM5	C9	1	-12145.59	0	0	145259	40395	0
<b>Caso: 13 - Quasi Perm</b>								
PM5	C10	1	-11285.72	0	0	134975	37535	0
<b>Punto maglia:6: N41</b>								
<b>Caso: 1 - SLU SENZA SISMA</b>								
PM6	C1	1	-21236.94	0	0	400208	29470	0
<b>Caso: 4 - SLU con SISMAX PRINC</b>								
PM6	C2	1	0	0	0	0	0	0
<b>Caso: 5 - SLU con SISMAX PRINC</b>								
PM6	C3	1	0	0	0	0	0	0
<b>Caso: 8 - SLU FON con SISMAX P</b>								
PM6	C4	1	-11347.98	1858.97	555.87	213852	15747	0
PM6	C4	2	-11347.98	1855.71	-558.4	213852	15747	0
PM6	C4	3	-11347.98	-1855.71	558.4	213852	15747	0
PM6	C4	4	-11347.98	-1858.97	-555.87	213852	15747	0
<b>Caso: 9 - SLU FON con SISMAX P</b>								
PM6	C5	1	-11347.98	562.64	1856.74	213852	15747	0
PM6	C5	2	-11347.98	-551.76	1857.5	213852	15747	0
PM6	C5	3	-11347.98	551.76	-1857.5	213852	15747	0
PM6	C5	4	-11347.98	-562.64	-1856.74	213852	15747	0
<b>Caso: 6 - SLD con SISMAX PRINC</b>								

PM6	C6	1	0	0	0	0	0	0
<b>Caso: 7 - SLD con SISMA PRINC</b>								
PM6	C7	1	-11347.98	369.81	1220.38	213852	15747	0
PM6	C7	2	-11347.98	-362.66	1220.88	213852	15747	0
PM6	C7	3	-11347.98	362.66	-1220.88	213852	15747	0
PM6	C7	4	-11347.98	-369.81	-1220.38	213852	15747	0
<b>Caso: 11 - Rara</b>								
PM6	C8	1	-14806.41	0	0	279025	20547	0
<b>Caso: 12 - Frequente</b>								
PM6	C9	1	-12212.59	0	0	230145	16947	0
<b>Caso: 13 - Quasi Perm</b>								
PM6	C10	1	-11347.98	0	0	213852	15747	0
<b>Punto maglia:7: N30</b>								
<b>Caso: 1 - SLU SENZA SISMA</b>								
PM7	C1	1	-21416.39	0	0	619088	-99150	0
<b>Caso: 4 - SLU con SISMAX PRINC</b>								
PM7	C2	1	0	0	0	0	0	0
<b>Caso: 5 - SLU con SISMA PRINC</b>								
PM7	C3	1	0	0	0	0	0	0
<b>Caso: 8 - SLU FON con SISMAX P</b>								
PM7	C4	1	-11443.87	1865.67	555.53	330810	-52981	0
PM7	C4	2	-11443.87	1861.01	-558.83	330810	-52981	0
PM7	C4	3	-11443.87	-1861.01	558.83	330810	-52981	0
PM7	C4	4	-11443.87	-1865.67	-555.53	330810	-52981	0
<b>Caso: 9 - SLU FON con SISMA P</b>								
PM7	C5	1	-11443.87	566.78	1856.77	330810	-52981	0
PM7	C5	2	-11443.87	-551.23	1857.76	330810	-52981	0
PM7	C5	3	-11443.87	551.23	-1857.76	330810	-52981	0
PM7	C5	4	-11443.87	-566.78	-1856.77	330810	-52981	0
<b>Caso: 6 - SLD con SISMAX PRINC</b>								
PM7	C6	1	0	0	0	0	0	0
<b>Caso: 7 - SLD con SISMA PRINC</b>								
PM7	C7	1	-11443.87	372.53	1220.4	330810	-52981	0
PM7	C7	2	-11443.87	-362.31	1221.05	330810	-52981	0
PM7	C7	3	-11443.87	362.31	-1221.05	330810	-52981	0
PM7	C7	4	-11443.87	-372.53	-1220.4	330810	-52981	0
<b>Caso: 11 - Rara</b>								
PM7	C8	1	-14931.53	0	0	431629	-69127	0
<b>Caso: 12 - Frequente</b>								
PM7	C9	1	-12315.79	0	0	356015	-57018	0
<b>Caso: 13 - Quasi Perm</b>								
PM7	C10	1	-11443.87	0	0	330810	-52981	0
<b>Punto maglia:8: N90</b>								
<b>Caso: 1 - SLU SENZA SISMA</b>								
PM8	C1	1	-24228.36	0	0	-514654	-275055	0
<b>Caso: 4 - SLU con SISMAX PRINC</b>								
PM8	C2	1	0	0	0	0	0	0
<b>Caso: 5 - SLU con SISMA PRINC</b>								
PM8	C3	1	0	0	0	0	0	0
<b>Caso: 8 - SLU FON con SISMAX P</b>								
PM8	C4	1	-12946.45	1865.43	555.93	-275006	-146976	0
PM8	C4	2	-12946.45	1870.68	-558.97	-275006	-146976	0
PM8	C4	3	-12946.45	-1870.68	558.97	-275006	-146976	0
PM8	C4	4	-12946.45	-1865.43	-555.93	-275006	-146976	0
<b>Caso: 9 - SLU FON con SISMA P</b>								
PM8	C5	1	-12946.45	551.67	1857.71	-275006	-146976	0
PM8	C5	2	-12946.45	-569.16	1858.62	-275006	-146976	0
PM8	C5	3	-12946.45	569.16	-1858.62	-275006	-146976	0
PM8	C5	4	-12946.45	-551.67	-1857.71	-275006	-146976	0
<b>Caso: 6 - SLD con SISMAX PRINC</b>								
PM8	C6	1	0	0	0	0	0	0
<b>Caso: 7 - SLD con SISMA PRINC</b>								
PM8	C7	1	-12946.45	362.6	1221.02	-275006	-146976	0
PM8	C7	2	-12946.45	-374.09	1221.62	-275006	-146976	0
PM8	C7	3	-12946.45	374.09	-1221.62	-275006	-146976	0
PM8	C7	4	-12946.45	-362.6	-1221.02	-275006	-146976	0
<b>Caso: 11 - Rara</b>								
PM8	C8	1	-16892.04	0	0	-358817	-191769	0
<b>Caso: 12 - Frequente</b>								
PM8	C9	1	-13932.85	0	0	-295959	-158174	0
<b>Caso: 13 - Quasi Perm</b>								
PM8	C10	1	-12946.45	0	0	-275006	-146976	0
<b>Punto maglia:9: N99</b>								
<b>Caso: 1 - SLU SENZA SISMA</b>								
PM9	C1	1	-24090.81	0	0	-170878	-81852	0
<b>Caso: 4 - SLU con SISMAX PRINC</b>								



PM9	C2	1	0	0	0	0	0	0
<b>Caso: 5 - SLU con SISMAY PRINC</b>								
PM9	C3	1	0	0	0	0	0	0
<b>Caso: 8 - SLU FON con SISMAX P</b>								
PM9	C4	1	-12872.95	1859.02	556.17	-91309	-43738	0
PM9	C4	2	-12872.95	1863.02	-558.77	-91309	-43738	0
PM9	C4	3	-12872.95	-1863.02	558.77	-91309	-43738	0
PM9	C4	4	-12872.95	-1859.02	-556.17	-91309	-43738	0
<b>Caso: 9 - SLU FON con SISMAY P</b>								
PM9	C5	1	-12872.95	551.64	1857.83	-91309	-43738	0
PM9	C5	2	-12872.95	-564.97	1858.61	-91309	-43738	0
PM9	C5	3	-12872.95	564.97	-1858.61	-91309	-43738	0
PM9	C5	4	-12872.95	-551.64	-1857.83	-91309	-43738	0
<b>Caso: 6 - SLD con SISMAX PRINC</b>								
PM9	C6	1	0	0	0	0	0	0
<b>Caso: 7 - SLD con SISMAY PRINC</b>								
PM9	C7	1	-12872.95	362.58	1221.1	-91309	-43738	0
PM9	C7	2	-12872.95	-371.34	1221.61	-91309	-43738	0
PM9	C7	3	-12872.95	371.34	-1221.61	-91309	-43738	0
PM9	C7	4	-12872.95	-362.58	-1221.1	-91309	-43738	0
<b>Caso: 11 - Rara</b>								
PM9	C8	1	-16796.14	0	0	-119136	-57068	0
<b>Caso: 12 - Frequente</b>								
PM9	C9	1	-13853.75	0	0	-98266	-47070	0
<b>Caso: 13 - Quasi Perm</b>								
PM9	C10	1	-12872.95	0	0	-91309	-43738	0
<b>Punto maglia:10: N139</b>								
<b>Caso: 1 - SLU SENZA SISMA</b>								
PM10	C1	1	-24061	0	0	-1308	-28854	0
<b>Caso: 4 - SLU con SISMAX PRINC</b>								
PM10	C2	1	0	0	0	0	0	0
<b>Caso: 5 - SLU con SISMAY PRINC</b>								
PM10	C3	1	0	0	0	0	0	0
<b>Caso: 8 - SLU FON con SISMAX P</b>								
PM10	C4	1	-12857.02	1854.38	556.57	-699	-15418	0
PM10	C4	2	-12857.02	1856.87	-558.38	-699	-15418	0
PM10	C4	3	-12857.02	-1856.87	558.38	-699	-15418	0
PM10	C4	4	-12857.02	-1854.38	-556.57	-699	-15418	0
<b>Caso: 9 - SLU FON con SISMAY P</b>								
PM10	C5	1	-12857.02	552.54	1857.98	-699	-15418	0
PM10	C5	2	-12857.02	-560.84	1858.52	-699	-15418	0
PM10	C5	3	-12857.02	560.84	-1858.52	-699	-15418	0
PM10	C5	4	-12857.02	-552.54	-1857.98	-699	-15418	0
<b>Caso: 6 - SLD con SISMAX PRINC</b>								
PM10	C6	1	0	0	0	0	0	0
<b>Caso: 7 - SLD con SISMAY PRINC</b>								
PM10	C7	1	-12857.02	363.17	1221.2	-699	-15418	0
PM10	C7	2	-12857.02	-368.62	1221.56	-699	-15418	0
PM10	C7	3	-12857.02	368.62	-1221.56	-699	-15418	0
PM10	C7	4	-12857.02	-363.17	-1221.2	-699	-15418	0
<b>Caso: 11 - Rara</b>								
PM10	C8	1	-16775.35	0	0	-912	-20117	0
<b>Caso: 12 - Frequente</b>								
PM10	C9	1	-13836.61	0	0	-752	-16593	0
<b>Caso: 13 - Quasi Perm</b>								
PM10	C10	1	-12857.02	0	0	-699	-15418	0
<b>Punto maglia:11: N168</b>								
<b>Caso: 1 - SLU SENZA SISMA</b>								
PM11	C1	1	-24080.92	0	0	95231	-14808	0
<b>Caso: 4 - SLU con SISMAX PRINC</b>								
PM11	C2	1	0	0	0	0	0	0
<b>Caso: 5 - SLU con SISMAY PRINC</b>								
PM11	C3	1	0	0	0	0	0	0
<b>Caso: 8 - SLU FON con SISMAX P</b>								
PM11	C4	1	-12867.67	1852.23	557.95	50887	-7913	0
PM11	C4	2	-12867.67	1853.08	-557.01	50887	-7913	0
PM11	C4	3	-12867.67	-1853.08	557.01	50887	-7913	0
PM11	C4	4	-12867.67	-1852.23	-557.95	50887	-7913	0
<b>Caso: 9 - SLU FON con SISMAY P</b>								
PM11	C5	1	-12867.67	554.39	1858.4	50887	-7913	0
PM11	C5	2	-12867.67	-557.21	1858.12	50887	-7913	0
PM11	C5	3	-12867.67	557.21	-1858.12	50887	-7913	0
PM11	C5	4	-12867.67	-554.39	-1858.4	50887	-7913	0
<b>Caso: 6 - SLD con SISMAX PRINC</b>								
PM11	C6	1	0	0	0	0	0	0
<b>Caso: 7 - SLD con SISMAY PRINC</b>								

PM11	C7	1	-12867.67	364.38	1221.48	50887	-7913	0
PM11	C7	2	-12867.67	-366.24	1221.29	50887	-7913	0
PM11	C7	3	-12867.67	366.24	-1221.29	50887	-7913	0
PM11	C7	4	-12867.67	-364.38	-1221.48	50887	-7913	0
<b>Caso: 11 - Rara</b>								
PM11	C8	1	-16789.24	0	0	66395	-10324	0
<b>Caso: 12 - Frequente</b>								
PM11	C9	1	-13848.06	0	0	54764	-8515	0
<b>Caso: 13 - Quasi Perm</b>								
PM11	C10	1	-12867.67	0	0	50887	-7913	0
<b>Punto maglia:12: N155</b>								
<b>Caso: 1 - SLU SENZA SISMA</b>								
PM12	C1	1	-24137.99	0	0	188920	-20120	0
<b>Caso: 4 - SLU con SISMAX PRINC</b>								
PM12	C2	1	0	0	0	0	0	0
<b>Caso: 5 - SLU con SISMAX PRINC</b>								
PM12	C3	1	0	0	0	0	0	0
<b>Caso: 8 - SLU FON con SISMAX P</b>								
PM12	C4	1	-12898.16	1852.9	557.9	100949	-10751	0
PM12	C4	2	-12898.16	1852.05	-557.06	100949	-10751	0
PM12	C4	3	-12898.16	-1852.05	557.06	100949	-10751	0
PM12	C4	4	-12898.16	-1852.9	-557.9	100949	-10751	0
<b>Caso: 9 - SLU FON con SISMAX P</b>								
PM12	C5	1	-12898.16	557.15	1858.39	100949	-10751	0
PM12	C5	2	-12898.16	-554.34	1858.14	100949	-10751	0
PM12	C5	3	-12898.16	554.34	-1858.14	100949	-10751	0
PM12	C5	4	-12898.16	-557.15	-1858.39	100949	-10751	0
<b>Caso: 6 - SLD con SISMAX PRINC</b>								
PM12	C6	1	0	0	0	0	0	0
<b>Caso: 7 - SLD con SISMAX PRINC</b>								
PM12	C7	1	-12898.16	366.2	1221.47	100949	-10751	0
PM12	C7	2	-12898.16	-364.35	1221.3	100949	-10751	0
PM12	C7	3	-12898.16	364.35	-1221.3	100949	-10751	0
PM12	C7	4	-12898.16	-366.2	-1221.47	100949	-10751	0
<b>Caso: 11 - Rara</b>								
PM12	C8	1	-16829.03	0	0	131715	-14028	0
<b>Caso: 12 - Frequente</b>								
PM12	C9	1	-13880.88	0	0	108641	-11571	0
<b>Caso: 13 - Quasi Perm</b>								
PM12	C10	1	-12898.16	0	0	100949	-10751	0
<b>Punto maglia:13: N190</b>								
<b>Caso: 1 - SLU SENZA SISMA</b>								
PM13	C1	1	-24237.44	0	0	310440	-46464	0
<b>Caso: 4 - SLU con SISMAX PRINC</b>								
PM13	C2	1	0	0	0	0	0	0
<b>Caso: 5 - SLU con SISMAX PRINC</b>								
PM13	C3	1	0	0	0	0	0	0
<b>Caso: 8 - SLU FON con SISMAX P</b>								
PM13	C4	1	-12951.3	1856.31	558.32	165884	-24828	0
PM13	C4	2	-12951.3	1853.83	-556.63	165884	-24828	0
PM13	C4	3	-12951.3	-1853.83	556.63	165884	-24828	0
PM13	C4	4	-12951.3	-1856.31	-558.32	165884	-24828	0
<b>Caso: 9 - SLU FON con SISMAX P</b>								
PM13	C5	1	-12951.3	560.65	1858.5	165884	-24828	0
PM13	C5	2	-12951.3	-552.39	1858	165884	-24828	0
PM13	C5	3	-12951.3	552.39	-1858	165884	-24828	0
PM13	C5	4	-12951.3	-560.65	-1858.5	165884	-24828	0
<b>Caso: 6 - SLD con SISMAX PRINC</b>								
PM13	C6	1	0	0	0	0	0	0
<b>Caso: 7 - SLD con SISMAX PRINC</b>								
PM13	C7	1	-12951.3	368.5	1221.54	165884	-24828	0
PM13	C7	2	-12951.3	-363.07	1221.21	165884	-24828	0
PM13	C7	3	-12951.3	363.07	-1221.21	165884	-24828	0
PM13	C7	4	-12951.3	-368.5	-1221.54	165884	-24828	0
<b>Caso: 11 - Rara</b>								
PM13	C8	1	-16898.37	0	0	216439	-32395	0
<b>Caso: 12 - Frequente</b>								
PM13	C9	1	-13938.07	0	0	178523	-26720	0
<b>Caso: 13 - Quasi Perm</b>								
PM13	C10	1	-12951.3	0	0	165884	-24828	0
<b>Punto maglia:14: N14</b>								
<b>Caso: 1 - SLU SENZA SISMA</b>								
PM14	C1	1	-24390.44	0	0	447304	-125681	0
<b>Caso: 4 - SLU con SISMAX PRINC</b>								
PM14	C2	1	0	0	0	0	0	0
<b>Caso: 5 - SLU con SISMAX PRINC</b>								

PM14	C3	1	0	0	0	0	0	0
<b>Caso: 8 - SLU FON con SISMAX P</b>								
PM14	C4	1	-13033.06	1862.15	558.7	239018	-67158	0
PM14	C4	2	-13033.06	1858.15	-556.23	239018	-67158	0
PM14	C4	3	-13033.06	-1858.15	556.23	239018	-67158	0
PM14	C4	4	-13033.06	-1862.15	-558.7	239018	-67158	0
<b>Caso: 9 - SLU FON con SISMAX P</b>								
PM14	C5	1	-13033.06	564.71	1858.59	239018	-67158	0
PM14	C5	2	-13033.06	-551.38	1857.85	239018	-67158	0
PM14	C5	3	-13033.06	551.38	-1857.85	239018	-67158	0
PM14	C5	4	-13033.06	-564.71	-1858.59	239018	-67158	0
<b>Caso: 6 - SLD con SISMAX PRINC</b>								
PM14	C6	1	0	0	0	0	0	0
<b>Caso: 7 - SLD con SISMAX PRINC</b>								
PM14	C7	1	-13033.06	371.17	1221.6	239018	-67158	0
PM14	C7	2	-13033.06	-362.41	1221.12	239018	-67158	0
PM14	C7	3	-13033.06	362.41	-1221.12	239018	-67158	0
PM14	C7	4	-13033.06	-371.17	-1221.6	239018	-67158	0
<b>Caso: 11 - Rara</b>								
PM14	C8	1	-17005.04	0	0	311861	-87625	0
<b>Caso: 12 - Frequente</b>								
PM14	C9	1	-14026.06	0	0	257228	-72275	0
<b>Caso: 13 - Quasi Perm</b>								
PM14	C10	1	-13033.06	0	0	239018	-67158	0
<b>Punto maglia: 15: NI</b>								
<b>Caso: 1 - SLU SENZA SISMA</b>								
PM15	C1	1	-24608.31	0	0	637188	-335861	0
<b>Caso: 4 - SLU con SISMAX PRINC</b>								
PM15	C2	1	0	0	0	0	0	0
<b>Caso: 5 - SLU con SISMAX PRINC</b>								
PM15	C3	1	0	0	0	0	0	0
<b>Caso: 8 - SLU FON con SISMAX P</b>								
PM15	C4	1	-13149.48	1869.51	558.91	340482	-179468	0
PM15	C4	2	-13149.48	1864.26	-555.99	340482	-179468	0
PM15	C4	3	-13149.48	-1864.26	555.99	340482	-179468	0
PM15	C4	4	-13149.48	-1869.51	-558.91	340482	-179468	0
<b>Caso: 9 - SLU FON con SISMAX P</b>								
PM15	C5	1	-13149.48	568.82	1858.61	340482	-179468	0
PM15	C5	2	-13149.48	-551.31	1857.73	340482	-179468	0
PM15	C5	3	-13149.48	551.31	-1857.73	340482	-179468	0
PM15	C5	4	-13149.48	-568.82	-1858.61	340482	-179468	0
<b>Caso: 6 - SLD con SISMAX PRINC</b>								
PM15	C6	1	0	0	0	0	0	0
<b>Caso: 7 - SLD con SISMAX PRINC</b>								
PM15	C7	1	-13149.48	373.87	1221.61	340482	-179468	0
PM15	C7	2	-13149.48	-362.36	1221.04	340482	-179468	0
PM15	C7	3	-13149.48	362.36	-1221.04	340482	-179468	0
PM15	C7	4	-13149.48	-373.87	-1221.61	340482	-179468	0
<b>Caso: 11 - Rara</b>								
PM15	C8	1	-17156.94	0	0	444248	-234162	0
<b>Caso: 12 - Frequente</b>								
PM15	C9	1	-14151.34	0	0	366423	-193141	0
<b>Caso: 13 - Quasi Perm</b>								
PM15	C10	1	-13149.48	0	0	340482	-179468	0

# Calcolo della capacità portante e curva di mobilitazione.

Nel progetto si distinguono 2 tipologie di pali.

Tipologia	Punti maglia associati
TP1	PM1 PM2 PM3 PM4 PM5 PM6 PM7
TP2	PM8 PM9 PM10 PM11 PM12 PM13 PM14 PM15

Segue il calcolo per ciascuna delle 2 tipologie di pali.

## Tipologia: TP1 (Palo circolare)

Si riporta integralmente il calcolo di capacità portante per la situazione peggiore (coef. di sicurezza minore): Punto maglia PM1, Caso C1 (Stato limite ultimo).

### Descrizione dei metodi di calcolo utilizzati

#### Descrizione del metodo di calcolo utilizzato per la portata di base.

Il calcolo della portata di base viene effettuato col metodo *AGI*.

Le "Raccomandazioni sui pali di fondazione" pubblicate dall'AGI nel 1984 contengono le indicazioni per il calcolo della capacità portante di pali di fondazione in terreni sciolti e coesivi, per pali infissi e trivellati. Per terreni sciolti, il metodo si basa sui fattori adimensionali di capacità portante  $N_c$  e  $N_q$ , funzione dell'angolo di resistenza al taglio  $\phi'$ , e sulla tensione verticale efficace  $\sigma'_v$  agente alla profondità della base  $z_b$ . Per terreni coesivi, il metodo si basa sulla resistenza al taglio non drenata  $s_u$ , e sulla tensione verticale totale  $\sigma_v$  agente alla profondità della base  $z_b$ . Considerazioni di carattere empirico hanno reso evidente la necessità di considerare l'esistenza di una profondità critica  $z_c$ . Questo metodo e' applicabile a terreni non coesivi e coesivi, sia per pali infissi ( $s/D \sim 8 \div 10\%$ ) che per pali trivellati ( $s/D \sim 25 \div 30\%$ ).

$$q_{lim} = N_c c' + N_q \sigma'_v \text{ (terreno non coesivo)}$$

$$q_{lim} = 9.0 s_u + \sigma_v \text{ (terreno coesivo)}$$

#### Descrizione del metodo di calcolo utilizzato per la portata laterale.

Il calcolo della portata per attrito laterale viene effettuato col metodo *AGI*.

Le "Raccomandazioni sui pali di fondazione" pubblicate dall'AGI nel 1984 contengono le indicazioni per il calcolo della capacità portante di pali di fondazione in terreni sciolti e coesivi, per pali infissi e trivellati. Per terreni sciolti, l'attrito laterale è valutato in termini di tensioni efficaci, in funzione di un coefficiente di spinta orizzontale  $k$ , dell'angolo di attrito palo-terreno  $\mu$  e della tensione verticale efficace  $\sigma'_v$ . Per terreni coesivi, il metodo si basa sulla resistenza al taglio non drenata  $s_u$ , o, in alternativa, sull'angolo di resistenza al taglio  $\phi'$  e sulla tensione verticale efficace  $\sigma'_v$ . Viene inoltre valutata la profondità critica  $z_c$  oltre cui l'attrito rimane costante, secondo il diametro del palo. Questo metodo e' applicabile a terreni non coesivi e coesivi, sia per pali infissi che per pali trivellati.

$$f_{s,lim} = \mu k \sigma'_{v0} \text{ (terreno non coesivo)}$$

$$f_{s,lim} = \alpha s_u \text{ oppure } f_{s,lim} = (1 - \sin\phi') \tan\phi' \sigma'_{v0} \text{ (terreno coesivo)}$$

#### Descrizione del metodo di calcolo utilizzato per il modulo di reazione orizzontale.

Il calcolo del modulo di reazione orizzontale viene effettuato col metodo *Lineare*.

Il valore del modulo di reazione orizzontale varia linearmente con la quota, e viene calcolato come somma di un termine costante (A) piu' un coefficiente (B) moltiplicato per l'approfondimento (z) sotto il piano campagna.

#### Descrizione del metodo di calcolo utilizzato per la resistenza trasversale laterale.

Il calcolo della resistenza trasversale laterale viene effettuato col metodo *Broms*.

La teoria pubblicata da Broms nel 1964 propone due approcci differenti per terreni coesivi e non

coesivi. Per terreni sciolti, propone una distribuzione di resistenza ultima pari a tre volte la pressione di resistenza passiva valutata secondo la teoria di Rankine,  $p_l = 3K_p\sigma'_v$ . Per terreni coesivi, propone una distribuzione di  $p_l$  che vede un tratto nullo per i primi 1.5 diametri dalla superficie, seguito da un tratto con valore di resistenza pari a  $9s_u$  (resistenza al taglio non drenata) per profondità maggiori.

$$p_{lim} = 3 K_p \sigma'_{v0} \text{ (terreno non coesivo)}$$

$$p_{lim} = 9 s_u \text{ (terreno coesivo)}$$

## 1 - SLU SENZA SISMA

Si applicano i seguenti coefficienti di sicurezza parziali per le azioni:  $\gamma_{G1,f}=1.00$ ,  $\gamma_{G1,s}=1.30$ ,  $\gamma_{G2,f}=0.80$ ,  $\gamma_{G2,s}=1.50$ ,  $\gamma_{Qi,f}=0.00$ ,  $\gamma_{Qi,s}=1.50$ .

Si applicano i seguenti coefficienti di sicurezza, secondo il numero di verticali indagate:

n. vert.	1	2	3	4	5	7	10
$\xi_{med}$	1.70	1.65	1.60	1.55	1.50	1.45	1.40
$\xi_{min}$	1.70	1.55	1.48	1.42	1.34	1.28	1.21

Si applicano i seguenti coefficienti di sicurezza parziali alle portate calcolate, secondo il tipo di palo:

Tipo di palo	Infisso	Trivellato	A elica continua	Micropalo	Avvitato
$\gamma_b$	1.15	1.35	1.30	1.35	1.15
$\gamma_s$	1.15	1.15	1.15	1.15	1.15
$\gamma_{st}$	1.25	1.25	1.25	1.25	1.25

Alle sollecitazioni applicate viene aggiunto il peso proprio del palo, amplificato col coefficiente parziale  $\gamma_{G1,fav}=1.00$  o  $\gamma_{G1,sfa}=1.30$ , secondo il caso.

### Calcolo della portata di base.

Metodo **AGI** per il calcolo della portata di base.

Lo strato in cui si immorsa la base del palo si estende da quota -750 [cm] a quota -2000 [cm]. Segue il calcolo alla quota di base del palo, -900 [cm].

La base del palo si trova alla quota  $z_b = -900$  [cm], e la profondità critica è  $z_c = -720$  [cm]. In questo caso la tensione verticale totale viene calcolata alla quota critica. Il valore della resistenza al taglio non drenata  $s_{u,k}$  viene ricavato dallo strato in cui si immorsa la base del palo.  $s_{u,k} = 1.7$  [daN/cm<sup>2</sup>].  $N_c = 9.000$ .  $\sigma_v = 1.29$  [daN/cm<sup>2</sup>]. Il valore della capacità portante calcolato è pari a 16.59 [daN/cm<sup>2</sup>].

L'area di base vale 2827.43 [cm<sup>2</sup>].

La portata di base calcolata vale 46913.13 [daN]. Si applica  $\xi_{med}=1.70$ . Si applica  $\gamma_b=1.35$ . Portata di calcolo:  $Q_{b,d} = 20441.45$  [daN] (s/D=30.00%).

### Calcolo della portata laterale.

Il fusto del palo attraversa 2 strati.

#### Strato 1: Sabbia

Metodo **AGI** per il calcolo della portata laterale.

Il palo attraversa questo strato da quota 0 [cm] a quota -750 [cm]. Segue il calcolo alla quota intermedia di -375 [cm].

La quota critica  $z_c$  vale -600 [cm]. La quota di interesse (-375 [cm]) è al di sopra della profondità critica. L'angolo di resistenza al taglio  $\varphi'_k$  vale 23. Il coefficiente di attrito  $\mu$  vale 0.424. Il coefficiente di spinta  $k$  vale 0.550. La tensione verticale efficace vale  $\sigma'_v = 0.67$  [daN/cm<sup>2</sup>]. L'attrito laterale calcolato vale 0.16 [daN/cm<sup>2</sup>].

La portata laterale calcolata vale 21323.15 [daN] (14926.2 [daN]). Si applica  $\xi_{med}=1.70$ . Si applicano  $\gamma_s=1.15$  e  $\gamma_{st}=1.25$ . Portate di calcolo:  $Q_{sc,d} = 10906.98$  [daN] (s/D=0.50%).  $Q_{st,d} = 7024.09$  [daN] (s/D=0.50%).

#### Strato 2: Sabbia

Metodo **AGI** per il calcolo della portata laterale.

Il palo attraversa questo strato da quota -750 [cm] a quota -900 [cm]. Segue il calcolo alla quota intermedia di -825 [cm].

Il coefficiente di adesione  $\alpha$  vale 0.400. La resistenza al taglio non drenata vale  $s_{u,k} = 1.7$  [daN/cm<sup>2</sup>]. L'attrito laterale calcolato vale 0.68 [daN/cm<sup>2</sup>].

La portata laterale calcolata vale 19226.55 [daN] (13458.58 [daN]). Si applica  $\xi_{med}=1.70$ . Si applicano  $\gamma_s=1.15$  e  $\gamma_{st}=1.25$ . Portate di calcolo:  $Q_{sc,d} = 9834.55$  [daN] ( $s/D=0.50\%$ ).  $Q_{st,d} = 6333.45$  [daN] ( $s/D=0.50\%$ ).

### **Portata laterale totale**

La portata di calcolo  $Q_{sc,d}$  è 20741.53 [daN],  $Q_{st,d}$  è 13357.55 [daN].

### **Portata totale (base + laterale)**

La portata di calcolo  $Q_{tc,d}$  è 41182.98 [daN],  $Q_{tt,d}$  è 13357.55 [daN].

### **Calcolo del modulo di reazione orizzontale.**

Il fusto del palo attraversa 2 strati.

#### **Strato 1: Sabbia**

Metodo **Lineare** per il calcolo del modulo di reazione orizzontale.

Il palo attraversa questo strato da quota 0 [cm] a quota -750 [cm]. Segue il calcolo alla quota intermedia di -375 [cm].

L'approfondimento vale 375 [cm]. Il modulo di reazione orizzontale calcolato vale 11.5 [daN/cm<sup>3</sup>].

Modulo di reazione orizzontale medio:  $ks_{o,med} = 11.46$  [daN/cm<sup>3</sup>].

#### **Strato 2: Sabbia**

Metodo **Lineare** per il calcolo del modulo di reazione orizzontale.

Il palo attraversa questo strato da quota -750 [cm] a quota -900 [cm]. Segue il calcolo alla quota intermedia di -825 [cm].

L'approfondimento vale 825 [cm]. Il modulo di reazione orizzontale calcolato vale 6.5 [daN/cm<sup>3</sup>].

Modulo di reazione orizzontale medio:  $ks_{o,med} = 6.5$  [daN/cm<sup>3</sup>].

### **Calcolo della resistenza trasversale laterale.**

Il fusto del palo attraversa 2 strati.

#### **Strato 1: Sabbia**

Metodo **Broms** per il calcolo della resistenza trasversale laterale.

Il palo attraversa questo strato da quota 0 [cm] a quota -750 [cm]. Segue il calcolo alla quota intermedia di -375 [cm].

L'angolo di resistenza al taglio  $\phi'_k$  vale 23. La tensione verticale efficace vale  $\sigma'_v = 0.67$  [daN/cm<sup>2</sup>]. La pressione limite laterale calcolata vale 4.61 [daN/cm<sup>2</sup>].

La resistenza trasversale laterale calcolata vale 207381.97 [daN]. Si applica  $\xi_{med}=1.70$ . Si applica  $\gamma_{tr}=1.30$ . Resistenza trasversale di calcolo:  $R_{tr,d} = 93837.99$  [daN].

#### **Strato 2: Sabbia**

Metodo **Broms** per il calcolo della resistenza trasversale laterale.

Il palo attraversa questo strato da quota -750 [cm] a quota -900 [cm]. Segue il calcolo alla quota intermedia di -825 [cm].

La resistenza al taglio non drenata  $s_{uk}$  vale 1.7. La pressione limite laterale calcolata vale 15.3 [daN/cm<sup>2</sup>].

La resistenza trasversale laterale calcolata vale 137700 [daN]. Si applica  $\xi_{med}=1.70$ . Si applica  $\gamma_{tr}=1.30$ . Resistenza trasversale di calcolo:  $R_{tr,d} = 62307.69$  [daN].

### **Resistenza laterale totale**

Per palo in grado di traslare rigidamente (meccanismo di palo "corto", assumendo che non vi sia rottura strutturale), la resistenza laterale di calcolo  $R_{tr,d}$  è 156145.69 [daN]. Per palo che ruota in testa (meccanismo di palo "intermedio" o "lungo", assumendo che non vi sia rottura strutturale), la resistenza laterale di calcolo  $R_{tr,d}$  è 114180.22 [daN].

## Curva di mobilitazione verticale

La curva di mobilitazione del palo è definita dalle seguenti coppie di valori, dove  $s$  è il cedimento, misurato in [cm], ed  $E_d$  è la sollecitazione di sforzo normale (comprensiva del peso proprio del palo), espressa in [daN].

	1	2	3	4
$s$	-13.33	-0.26	0	0.24
$E_d$	-41182.98	-21141.47	0	13357.55

Si riassume in seguito il valore di capacità portante per tutti i casi.

Caso	Qst[daN]	Qsc[daN]	Qbc[daN]	Qtt[daN]	Qtc[daN]
<b>C1</b>	13357.55	20741.53	20441.45	<b>13357.55</b>	<b>41182.98</b>
<b>C2</b>	13357.55	20741.53	20441.45	<b>13357.55</b>	<b>41182.98</b>
<b>C3</b>	13357.55	20741.53	20441.45	<b>13357.55</b>	<b>41182.98</b>
<b>C4</b>	13357.55	20741.53	20441.45	<b>13357.55</b>	<b>41182.98</b>
<b>C5</b>	13357.55	20741.53	20441.45	<b>13357.55</b>	<b>41182.98</b>
<b>C6</b>	13357.55	20741.53	20441.45	<b>13357.55</b>	<b>41182.98</b>
<b>C7</b>	13357.55	20741.53	20441.45	<b>13357.55</b>	<b>41182.98</b>
<b>C8</b>	28384.78	40549.69	46913.13	<b>28384.78</b>	<b>87462.82</b>
<b>C9</b>	28384.78	40549.69	46913.13	<b>28384.78</b>	<b>87462.82</b>
<b>C10</b>	28384.78	40549.69	46913.13	<b>28384.78</b>	<b>87462.82</b>

Qst = Portata Laterale in Trazione | Qsc = Portata Laterale in Compressione | Qbc = Portata di Base in Compressione | Qtt = Portata TOTALE in Trazione | Qtc = Portata TOTALE in Compressione

## Tipologia: TP2 (Palo circolare)

Si riporta integralmente il calcolo di capacità portante per la situazione peggiore (coef. di sicurezza minore): Punto maglia PM15, Caso C1 (Stato limite ultimo).

### Descrizione dei metodi di calcolo utilizzati

#### Descrizione del metodo di calcolo utilizzato per la portata di base.

Il calcolo della portata di base viene effettuato col metodo **AGI**.

Le "Raccomandazioni sui pali di fondazione" pubblicate dall'AGI nel 1984 contengono le indicazioni per il calcolo della capacità portante di pali di fondazione in terreni sciolti e coesivi, per pali infissi e trivellati. Per terreni sciolti, il metodo si basa sui fattori adimensionali di capacità portante  $N_c$  e  $N_q$ , funzione dell'angolo di resistenza al taglio  $\phi'$ , e sulla tensione verticale efficace  $\sigma'_v$  agente alla profondità della base  $z_b$ . Per terreni coesivi, il metodo si basa sulla resistenza al taglio non drenata  $s_u$ , e sulla tensione verticale totale  $\sigma_v$  agente alla profondità della base  $z_b$ . Considerazioni di carattere empirico hanno reso evidente la necessità di considerare l'esistenza di una profondità critica  $z_c$ . Questo metodo è applicabile a terreni non coesivi e coesivi, sia per pali infissi ( $s/D \sim 8 \div 10\%$ ) che per pali trivellati ( $s/D \sim 25 \div 30\%$ ).

$$q_{lim} = N_c c' + N_q \sigma'_v \text{ (terreno non coesivo)}$$

$$q_{lim} = 9.0 s_u + \sigma_v \text{ (terreno coesivo)}$$

#### Descrizione del metodo di calcolo utilizzato per la portata laterale.

Il calcolo della portata per attrito laterale viene effettuato col metodo **AGI**.

Le "Raccomandazioni sui pali di fondazione" pubblicate dall'AGI nel 1984 contengono le indicazioni per il calcolo della capacità portante di pali di fondazione in terreni sciolti e coesivi, per pali infissi e trivellati. Per terreni sciolti, l'attrito laterale è valutato in termini di tensioni efficaci, in funzione di un coefficiente di spinta orizzontale  $k$ , dell'angolo di attrito palo-terreno  $\mu$  e della tensione verticale efficace  $\sigma'_v$ . Per terreni coesivi, il metodo si basa sulla resistenza al taglio non drenata  $s_u$ , o, in alternativa, sull'angolo di resistenza al taglio  $\phi'$  e sulla tensione verticale efficace  $\sigma'_v$ . Viene inoltre valutata la profondità critica  $z_c$  oltre cui l'attrito rimane costante, secondo il diametro del palo. Questo metodo è applicabile a terreni non coesivi e coesivi, sia per pali infissi che per pali trivellati.

$$f_{s,lim} = \mu k \sigma'_{v0} \text{ (terreno non coesivo)}$$

$$f_{s,lim} = \alpha s_u \text{ oppure } f_{s,lim} = (1 - \sin\phi') \tan\phi' \sigma'_{v0} \text{ (terreno coesivo)}$$

## Descrizione del metodo di calcolo utilizzato per il modulo di reazione orizzontale.

Il calcolo del modulo di reazione orizzontale viene effettuato col metodo **Lineare**.

Il valore del modulo di reazione orizzontale varia linearmente con la quota, e viene calcolato come somma di un termine costante (A) più un coefficiente (B) moltiplicato per l'approfondimento (z) sotto il piano campagna.

## Descrizione del metodo di calcolo utilizzato per la resistenza trasversale laterale.

Il calcolo della resistenza trasversale laterale viene effettuato col metodo **Broms**.

La teoria pubblicata da Broms nel 1964 propone due approcci differenti per terreni coesivi e non coesivi. Per terreni sciolti, propone una distribuzione di resistenza ultima pari a tre volte la pressione di resistenza passiva valutata secondo la teoria di Rankine,  $p_l = 3K_p \sigma'_v$ . Per terreni coesivi, propone una distribuzione di  $p_l$  che vede un tratto nullo per i primi 1.5 diametri dalla superficie, seguito da un tratto con valore di resistenza pari a  $9s_u$  (resistenza al taglio non drenata) per profondità maggiori.

$$p_{lim} = 3 K_p \sigma'_{v0} \text{ (terreno non coesivo)}$$

$$p_{lim} = 9 s_u \text{ (terreno coesivo)}$$

## 1 - SLU SENZA SISMA

Si applicano i seguenti coefficienti di sicurezza parziali per le azioni:  $\gamma_{G1,f}=1.00$ ,  $\gamma_{G1,s}=1.30$ ,  $\gamma_{G2,f}=0.80$ ,  $\gamma_{G2,s}=1.50$ ,  $\gamma_{Qi,f}=0.00$ ,  $\gamma_{Qi,s}=1.50$ .

Si applicano i seguenti coefficienti di sicurezza, secondo il numero di verticali indagate:

n. vert.	1	2	3	4	5	7	10
$\xi_{med}$	1.70	1.65	1.60	1.55	1.50	1.45	1.40
$\xi_{min}$	1.70	1.55	1.48	1.42	1.34	1.28	1.21

Si applicano i seguenti coefficienti di sicurezza parziali alle portate calcolate, secondo il tipo di palo:

Tipo di palo	Infisso	Trivellato	A elica continua	Micropalo	Avvitato
$\gamma_b$	1.15	1.35	1.30	1.35	1.15
$\gamma_s$	1.15	1.15	1.15	1.15	1.15
$\gamma_{st}$	1.25	1.25	1.25	1.25	1.25

Alle sollecitazioni applicate viene aggiunto il peso proprio del palo, amplificato col coefficiente parziale  $\gamma_{G1,fav}=1.00$  o  $\gamma_{G1,sfa}=1.30$ , secondo il caso.

### Calcolo della portata di base.

Metodo **AGI** per il calcolo della portata di base.

Lo strato in cui si immorsa la base del palo si estende da quota -750 [cm] a quota -2000 [cm]. Segue il calcolo alla quota di base del palo, -1070 [cm].

La base del palo si trova alla quota  $z_b = -1070$  [cm], e la profondità critica è  $z_c = -720$  [cm]. In questo caso la tensione verticale totale viene calcolata alla quota critica. Il valore della resistenza al taglio non drenata  $s_{u,k}$  viene ricavato dallo strato in cui si immorsa la base del palo.  $s_{u,k} = 1.7$  [daN/cm<sup>2</sup>].  $N_c = 9.000$ .  $\sigma_v = 1.29$  [daN/cm<sup>2</sup>]. Il valore della capacità portante calcolato è pari a 16.59 [daN/cm<sup>2</sup>].

L'area di base vale 2827.43 [cm<sup>2</sup>].

La portata di base calcolata vale 46913.13 [daN]. Si applica  $\xi_{med}=1.70$ . Si applica  $\gamma_b=1.35$ . Portata di calcolo:  $Q_{b,d} = 20441.45$  [daN] (s/D=30.00%).

### Calcolo della portata laterale.

Il fusto del palo attraversa 2 strati.

#### Strato 1: Sabbia

Metodo **AGI** per il calcolo della portata laterale.

Il palo attraversa questo strato da quota 0 [cm] a quota -750 [cm]. Segue il calcolo alla quota intermedia di -375 [cm].

La quota critica  $z_c$  vale -600 [cm]. La quota di interesse (-375 [cm]) è al di sopra della profondità



critica. L'angolo di resistenza al taglio  $\varphi'_k$  vale 23. Il coefficiente di attrito  $\mu$  vale 0.424. Il coefficiente di spinta  $k$  vale 0.550. La tensione verticale efficace vale  $\sigma'_v = 0.67$  [daN/cm<sup>2</sup>]. L'attrito laterale calcolato vale 0.16 [daN/cm<sup>2</sup>].

La portata laterale calcolata vale 21323.15 [daN] (14926.2 [daN]). Si applica  $\xi_{med}=1.70$ . Si applicano  $\gamma_s=1.15$  e  $\gamma_{st}=1.25$ . Portate di calcolo:  $Q_{sc,d} = 10906.98$  [daN] (s/D=0.50%).  $Q_{st,d} = 7024.09$  [daN] (s/D=0.50%).

### **Strato 2: Sabbia**

Metodo **AGI** per il calcolo della portata laterale.

Il palo attraversa questo strato da quota -750 [cm] a quota -1070 [cm]. Segue il calcolo alla quota intermedia di -910 [cm].

Il coefficiente di adesione  $\alpha$  vale 0.400. La resistenza al taglio non drenata vale  $s_{u,k} = 1.7$  [daN/cm<sup>2</sup>]. L'attrito laterale calcolato vale 0.68 [daN/cm<sup>2</sup>].

La portata laterale calcolata vale 41016.63 [daN] (28711.64 [daN]). Si applica  $\xi_{med}=1.70$ . Si applicano  $\gamma_s=1.15$  e  $\gamma_{st}=1.25$ . Portate di calcolo:  $Q_{sc,d} = 20980.38$  [daN] (s/D=0.50%).  $Q_{st,d} = 13511.36$  [daN] (s/D=0.50%).

### **Portata laterale totale**

La portata di calcolo  $Q_{sc,d}$  è 31887.36 [daN],  $Q_{st,d}$  è 20535.46 [daN].

### **Portata totale (base + laterale)**

La portata di calcolo  $Q_{tc,d}$  è 52328.8 [daN],  $Q_{tt,d}$  è 20535.46 [daN].

### **Calcolo del modulo di reazione orizzontale.**

Il fusto del palo attraversa 2 strati.

#### **Strato 1: Sabbia**

Metodo **Lineare** per il calcolo del modulo di reazione orizzontale.

Il palo attraversa questo strato da quota 0 [cm] a quota -750 [cm]. Segue il calcolo alla quota intermedia di -375 [cm].

L'approfondimento vale 375 [cm]. Il modulo di reazione orizzontale calcolato vale 11.5 [daN/cm<sup>3</sup>].

Modulo di reazione orizzontale medio:  $ks_{o,med} = 11.46$  [daN/cm<sup>3</sup>].

#### **Strato 2: Sabbia**

Metodo **Lineare** per il calcolo del modulo di reazione orizzontale.

Il palo attraversa questo strato da quota -750 [cm] a quota -1070 [cm]. Segue il calcolo alla quota intermedia di -910 [cm].

L'approfondimento vale 910 [cm]. Il modulo di reazione orizzontale calcolato vale 6.5 [daN/cm<sup>3</sup>].

Modulo di reazione orizzontale medio:  $ks_{o,med} = 6.5$  [daN/cm<sup>3</sup>].

### **Calcolo della resistenza trasversale laterale.**

Il fusto del palo attraversa 2 strati.

#### **Strato 1: Sabbia**

Metodo **Broms** per il calcolo della resistenza trasversale laterale.

Il palo attraversa questo strato da quota 0 [cm] a quota -750 [cm]. Segue il calcolo alla quota intermedia di -375 [cm].

L'angolo di resistenza al taglio  $\varphi'_k$  vale 23. La tensione verticale efficace vale  $\sigma'_v = 0.67$  [daN/cm<sup>2</sup>]. La pressione limite laterale calcolata vale 4.61 [daN/cm<sup>2</sup>].

La resistenza trasversale laterale calcolata vale 207381.97 [daN]. Si applica  $\xi_{med}=1.70$ . Si applica  $\gamma_{tr}=1.30$ . Resistenza trasversale di calcolo:  $R_{tr,d} = 93837.99$  [daN].

#### **Strato 2: Sabbia**

Metodo **Broms** per il calcolo della resistenza trasversale laterale.

Il palo attraversa questo strato da quota -750 [cm] a quota -1070 [cm]. Segue il calcolo alla quota

intermedia di -910 [cm].

La resistenza al taglio non drenata  $s_{uk}$  vale 1.7. La pressione limite laterale calcolata vale 15.3 [daN/cm<sup>2</sup>].

La resistenza trasversale laterale calcolata vale 293760 [daN]. Si applica  $\xi_{med}=1.70$ . Si applica  $\gamma_{tr}=1.30$ . Resistenza trasversale di calcolo:  $R_{tr,d} = 132923.08$  [daN].

### Resistenza laterale totale

Per palo in grado di traslare rigidamente (meccanismo di palo "corto", assumendo che non via sia rottura strutturale), la resistenza laterale di calcolo  $R_{tr,d}$  è **226761.07 [daN]**. Per palo che ruota in testa (meccanismo di palo "intermedio" o "lungo", assumendo che non via sia rottura strutturale), la resistenza laterale di calcolo  $R_{tr,d}$  è **167377.63 [daN]**.

### Curva di mobilitazione verticale

La curva di mobilitazione del palo è definita dalle seguenti coppie di valori, dove  $s$  è il cedimento, misurato in [cm], ed  $E_d$  è la sollecitazione di sforzo normale (comprensiva del peso proprio del palo), espressa in [daN].

	1	2	3	4
$s$	-13.33	-0.26	0	0.24
$E_d$	-52328.8	-32287.3	0	20535.46

Si riassume in seguito il valore di capacità portante per tutti i casi.

Caso	Qst[daN]	Qsc[daN]	Qbc[daN]	Qtt[daN]	Qtc[daN]
<b>C1</b>	20535.46	31887.36	20441.45	<b>20535.46</b>	<b>52328.8</b>
<b>C2</b>	20535.46	31887.36	20441.45	<b>20535.46</b>	<b>52328.8</b>
<b>C3</b>	20535.46	31887.36	20441.45	<b>20535.46</b>	<b>52328.8</b>
<b>C4</b>	20535.46	31887.36	20441.45	<b>20535.46</b>	<b>52328.8</b>
<b>C5</b>	20535.46	31887.36	20441.45	<b>20535.46</b>	<b>52328.8</b>
<b>C6</b>	20535.46	31887.36	20441.45	<b>20535.46</b>	<b>52328.8</b>
<b>C7</b>	20535.46	31887.36	20441.45	<b>20535.46</b>	<b>52328.8</b>
<b>C8</b>	43637.85	62339.78	46913.13	<b>43637.85</b>	<b>109252.91</b>
<b>C9</b>	43637.85	62339.78	46913.13	<b>43637.85</b>	<b>109252.91</b>
<b>C10</b>	43637.85	62339.78	46913.13	<b>43637.85</b>	<b>109252.91</b>

Qst = Portata Laterale in Trazione | Qsc = Portata Laterale in Compressione | Qbc = Portata di Base in Compressione | Qtt = Portata TOTALE in Trazione | Qtc = Portata TOTALE in Compressione

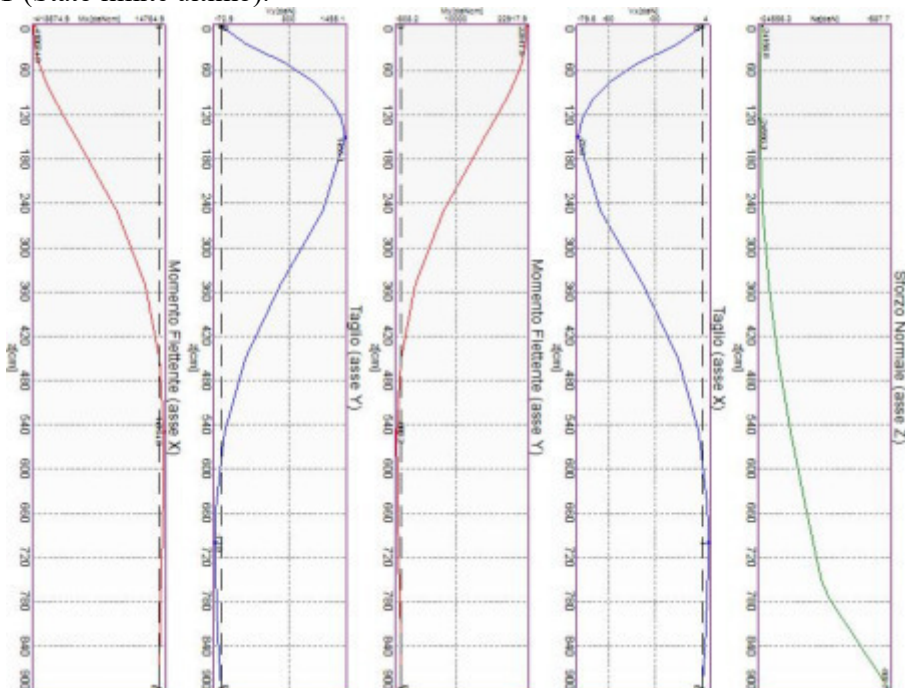
## Calcolo delle sollecitazioni.

Si riporta di seguito il dettaglio delle sollecitazioni calcolate, solo per i punti maglia con i pali più sollecitati, separatamente per ciascuna tipologia di palo utilizzata. Le caratteristiche di sollecitazione sono espresse nel sistema di riferimento locale del palo.

### Tipologia: TP1

#### Casi a SLU

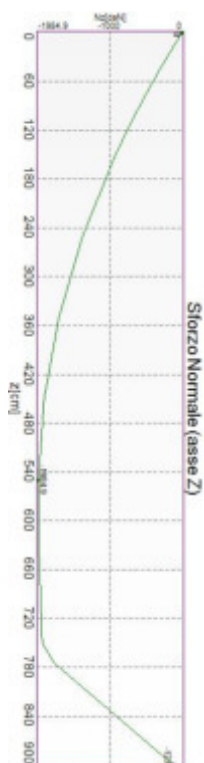
I massimi valori di *Sforzo Normale di compressione*, si ottengono nel punto maglia *PM1*, nel caso di carico *CI* (Stato limite ultimo).



Caratteristiche di sollecitazione lungo il palo (punto maglia PM1, caso C1)

Azioni applicate in testa (punto maglia PM1, caso C1)					
$N_z$ [daN]	$V_x$ [daN]	$V_y$ [daN]	$M_x$ [daN*cm]	$M_y$ [daN*cm]	$T_z$ [daN*cm]
-24156.75	0	0	418675	-22918	0
Caratteristiche di sollecitazione lungo il palo (punto maglia PM1, caso C1)					
$Z_{loc}$ [cm]	$N_z$ [daN]	$V_x$ [daN]	$M_{xy}$ [daN*cm]		
0	-24156.75	0	419302		
0	-24156.75	0	419302		
25	-24314.01	304.29	415326		
50	-24432.46	758.67	401741		
75	-24512.22	1080.9	378493		
100	-24553.45	1291.96	348622		
125	-24556.26	1411.46	314658		
150	-24520.79	1457.29	278662		
250	-23998.46	1194.34	141794		
350	-22874.01	693.88	47258		
450	-21154.99	281.48	184		
550	-18847.84	38.23	14787		
650	-16107.38	61.65	12626		
675	-15387.54	69.98	10969		
700	-14668.7	73.03	9171		
725	-13950.82	71.35	7357		
750	-13233.85	65.37	5639		
750	-13233.85	65.37	5639		
775	-11756.59	57.62	4096		
800	-9520.24	49.93	2747		
825	-7285.57	40.28	1615		
850	-5052.18	28.72	749		
875	-2819.69	15.29	195		
900	-587.7	0	0		

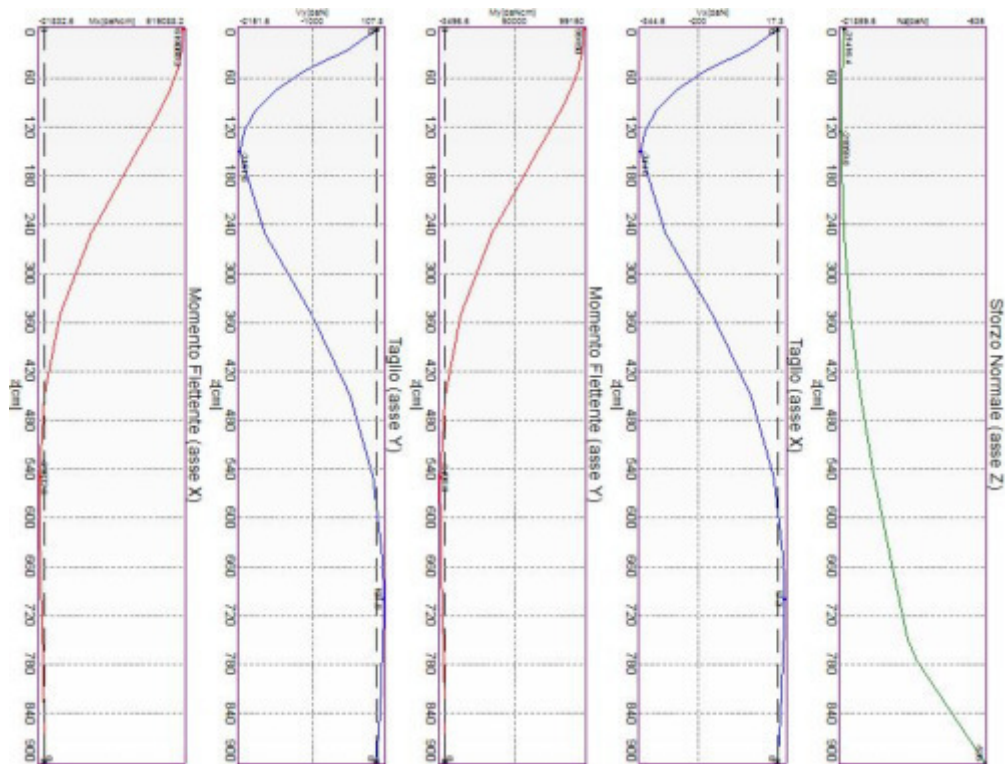
I massimi valori di **Sforzo Normale di trazione**, si ottengono nel punto maglia **PM1**, nel caso di carico **C2** (Stato limite di salvaguardia della Vita).



Caratteristiche di sollecitazione lungo il palo (punto maglia PM1, caso C2)

<b>Azioni applicate in testa (punto maglia PM1, caso C2)</b>					
$N_z$ [daN]	$V_x$ [daN]	$V_y$ [daN]	$M_x$ [daN*cm]	$M_y$ [daN*cm]	$T_z$ [daN*cm]
0	0	0	0	0	0
<b>Caratteristiche di sollecitazione lungo il palo (punto maglia PM1, caso C2)</b>					
$Z_{loc}$ [cm]	$N_z$ [daN]	$V_{xy}$ [daN]	$M_{xy}$ [daN*cm]		
0	0	0	0		
0	0	0	0		
25	-172.76	0	0		
50	-337.62	0	0		
75	-494.58	0	0		
100	-643.63	0	0		
125	-784.8	0	0		
150	-918.07	0	0		
250	-1372.4	0	0		
350	-1701.19	0	0		
450	-1905.11	0	0		
550	-1984.94	0	0		
650	-1972.7	0	0		
675	-1962.14	0	0		
700	-1951.71	0	0		
725	-1941.41	0	0		
750	-1931.24	0	0		
750	-1931.24	0	0		
775	-1761.97	0	0		
800	-1433.79	0	0		
825	-1105.87	0	0		
850	-778.13	0	0		
875	-450.54	0	0		
900	-123.03	0	0		

I massimi valori di **Taglio (in valore assoluto)**, **Momento flettente (in valore assoluto)**, si ottengono nel punto maglia **PM7**, nel caso di carico **C1** (Stato limite ultimo).

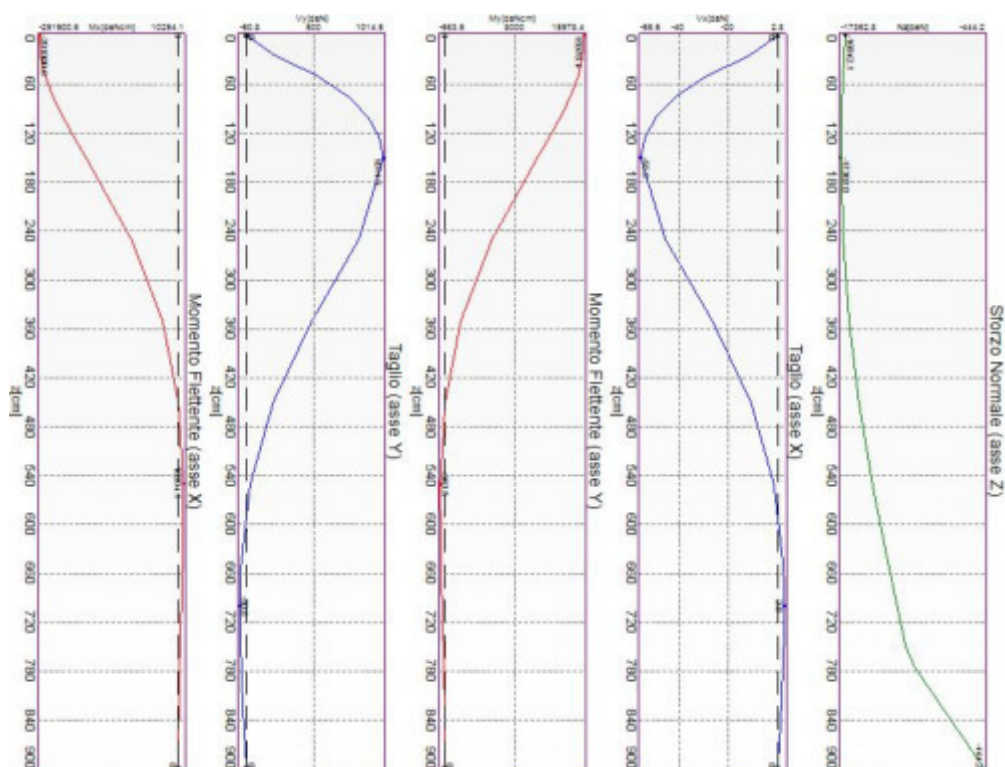


Caratteristiche di sollecitazione lungo il palo (punto maglia PM7, caso C1)

<i>Azioni applicate in testa (punto maglia PM7, caso C1)</i>					
$N_z$ [daN]	$V_x$ [daN]	$V_y$ [daN]	$M_x$ [daN*cm]	$M_y$ [daN*cm]	$T_z$ [daN*cm]
-21416.39	0	0	619088	-99150	0
<i>Caratteristiche di sollecitazione lungo il palo (punto maglia PM7, caso C1)</i>					
$z_{loc}$ [cm]	$N_z$ [daN]	$V_x$ [daN]	$M_{xy}$ [daN*cm]		
0	-21416.39	0	626978		
0	-21416.39	0	626978		
25	-21575.41	455	621032		
50	-21699.12	1134.44	600719		
75	-21787.64	1616.25	565957		
100	-21841.1	1931.85	521291		
125	-21859.61	2110.55	470505		
150	-21843.28	2179.06	416681		
250	-21431.74	1785.88	212023		
350	-20472.15	1037.55	70665		
450	-18971.27	420.9	276		
550	-16934.9	57.16	22111		
650	-14503.93	92.19	18880		
675	-13864.55	104.65	16402		
700	-13226.07	109.2	13713		
725	-12588.46	106.68	11001		
750	-11951.67	97.75	8432		
750	-11951.67	97.75	8432		
775	-10622.79	86.15	6124		
800	-8602.9	74.67	4108		
825	-6584.54	60.23	2416		
850	-4567.33	42.95	1120		
875	-2550.93	22.86	292		
900	-534.99	0	0		

## Casi a SLE

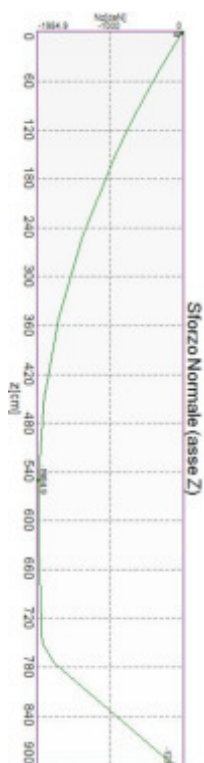
I massimi valori di *Sforzo Normale di compressione*, si ottengono nel punto maglia *PM1*, nel caso di carico *C8* (Rara).



Caratteristiche di sollecitazione lungo il palo (punto maglia PM1, caso C8)

Azioni applicate in testa (punto maglia PM1, caso C8)					
$N_z$ [daN]	$V_x$ [daN]	$V_y$ [daN]	$M_x$ [daN*cm]	$M_y$ [daN*cm]	$T_z$ [daN*cm]
-16842.11	0	0	-291901	-15978	0
Caratteristiche di sollecitazione lungo il palo (punto maglia PM1, caso C8)					
$Z_{loc}$ [cm]	$N_z$ [daN]	$V_{xy}$ [daN]	$M_{xy}$ [daN*cm]		
0	-16842.11	0	292338		
0	-16842.11	0	292338		
25	-17003.7	212.15	289566		
50	-17135.15	528.95	280094		
75	-17236.63	753.6	263886		
100	-17308.3	900.76	243060		
125	-17350.31	984.07	219380		
150	-17362.83	1016.02	194284		
250	-17120.77	832.69	98859		
350	-16419.38	483.77	32949		
450	-15267.94	196.25	129		
550	-13674.41	26.65	10309		
650	-11759	42.98	8803		
675	-11255.04	48.79	7648		
700	-10752.34	50.92	6394		
725	-10250.82	49.74	5129		
750	-9750.44	45.58	3932		
750	-9750.44	45.58	3932		
775	-8674.83	40.17	2856		
800	-7025.47	34.81	1915		
825	-5378.22	28.08	1126		
850	-3732.59	20.02	522		
875	-2088.08	10.66	136		
900	-444.19	0	0		

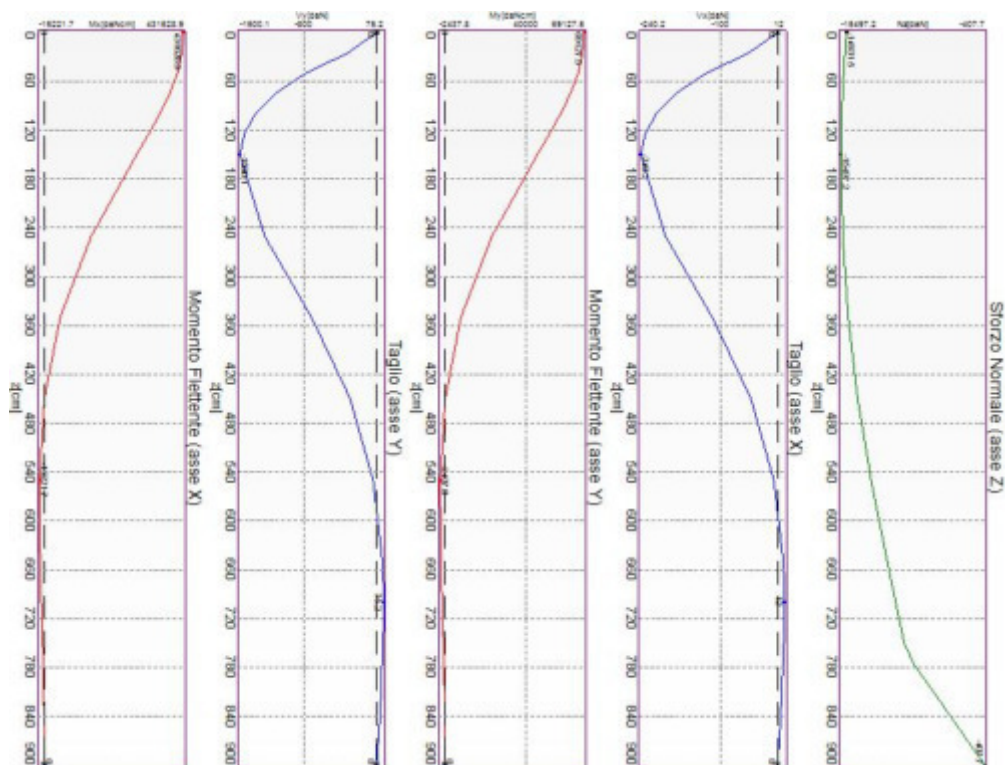
I massimi valori di *Sforzo Normale di trazione*, si ottengono nel punto maglia *PM1*, nel caso di carico *C6* (Stato limite di danno).



Caratteristiche di sollecitazione lungo il palo (punto maglia PM1, caso C6)

<i>Azioni applicate in testa (punto maglia PM1, caso C6)</i>					
$N_z$ [daN]	$V_x$ [daN]	$V_y$ [daN]	$M_x$ [daN*cm]	$M_y$ [daN*cm]	$T_z$ [daN*cm]
0	0	0	0	0	0
<i>Caratteristiche di sollecitazione lungo il palo (punto maglia PM1, caso C6)</i>					
$Z_{loc}$ [cm]	$N_z$ [daN]	$V_{xy}$ [daN]	$M_{xy}$ [daN*cm]		
0	0	0	0		
0	0	0	0		
25	-172.76	0	0		
50	-337.62	0	0		
75	-494.58	0	0		
100	-643.63	0	0		
125	-784.8	0	0		
150	-918.07	0	0		
250	-1372.4	0	0		
350	-1701.19	0	0		
450	-1905.11	0	0		
550	-1984.94	0	0		
650	-1972.7	0	0		
675	-1962.14	0	0		
700	-1951.71	0	0		
725	-1941.41	0	0		
750	-1931.24	0	0		
750	-1931.24	0	0		
775	-1761.97	0	0		
800	-1433.79	0	0		
825	-1105.87	0	0		
850	-778.13	0	0		
875	-450.54	0	0		
900	-123.03	0	0		

I massimi valori di *Taglio (in valore assoluto)*, *Momento flettente (in valore assoluto)*, si ottengono nel punto maglia *PM7*, nel caso di carico *C8* (Rara).



Caratteristiche di sollecitazione lungo il palo (punto maglia PM7, caso C8)

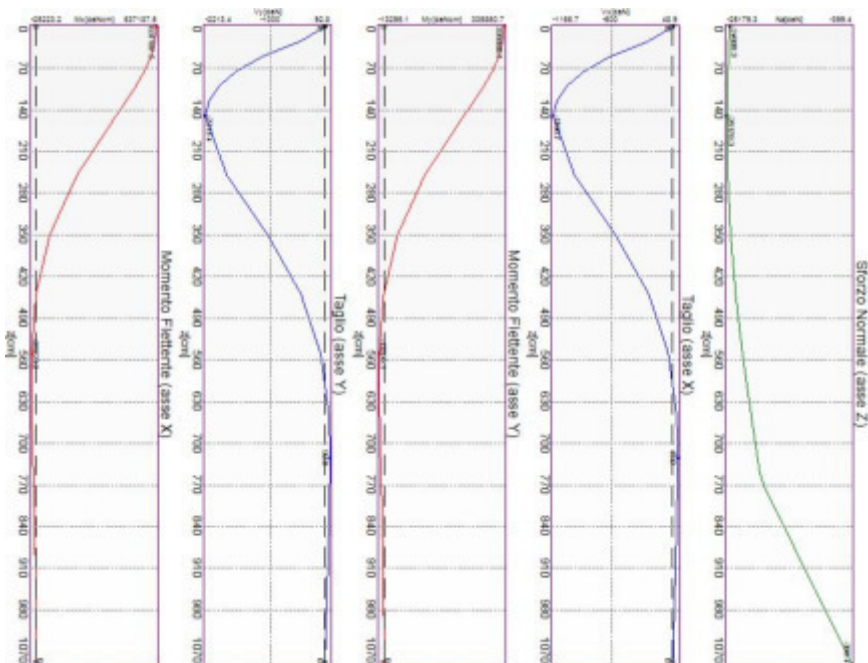
<i>Azioni applicate in testa (punto maglia PM7, caso C8)</i>					
$N_z$ [daN]	$V_x$ [daN]	$V_y$ [daN]	$M_x$ [daN*cm]	$M_y$ [daN*cm]	$T_z$ [daN*cm]
-14931.53	0	0	431629	-69127	0
<i>Caratteristiche di sollecitazione lungo il palo (punto maglia PM7, caso C8)</i>					
$Z_{loc}$ [cm]	$N_z$ [daN]	$V_{xy}$ [daN]	$M_{xy}$ [daN*cm]		
0	-14931.53	0	437129		
0	-14931.53	0	437129		
25	-15094.38	317.23	432984		
50	-15229.62	790.93	418822		
75	-15337.37	1126.85	394586		
100	-15417.79	1346.89	363445		
125	-15471.01	1471.48	328036		
150	-15497.19	1519.25	290510		
250	-15333.92	1245.12	147823		
350	-14749.13	723.38	49268		
450	-13751.18	293.45	192		
550	-12347.28	39.85	15416		
650	-10647.7	64.28	13163		
675	-10199.72	72.96	11435		
700	-9752.88	76.14	9561		
725	-9307.11	74.38	7670		
750	-8862.38	68.15	5879		
750	-8862.38	68.15	5879		
775	-7889.67	60.07	4270		
800	-6390.34	52.05	2864		
825	-4892.93	42	1684		
850	-3396.98	29.95	781		
875	-1902.06	15.94	203		
900	-407.71	0	0		



## Tipologia: TP2

### Casi a SLU

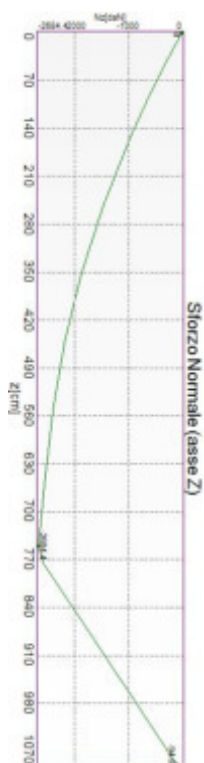
I massimi valori di *Sforzo Normale di compressione*, *Taglio (in valore assoluto)*, *Momento flettente (in valore assoluto)*, si ottengono nel punto maglia *PM15*, nel caso di carico *C1* (Stato limite ultimo).



Caratteristiche di sollecitazione lungo il palo (punto maglia PM15, caso C1)

Azioni applicate in testa (punto maglia PM15, caso C1)					
$N_z$ [daN]	$V_x$ [daN]	$V_y$ [daN]	$M_x$ [daN*cm]	$M_y$ [daN*cm]	$T_z$ [daN*cm]
-24608.31	0	0	637188	-335861	0
Caratteristiche di sollecitazione lungo il palo (punto maglia PM15, caso C1)					
$Z_{loc}$ [cm]	$N_z$ [daN]	$V_{xy}$ [daN]	$M_{xy}$ [daN*cm]		
0	-24608.31	0	720285		
0	-24608.31	0	720285		
25	-24771.32	522.4	713459		
50	-24907	1302.46	690137		
75	-25015.51	1855.62	650226		
100	-25096.97	2217.99	598945		
125	-25151.52	2423.23	540635		
150	-25179.3	2502.05	478836		
250	-25025.1	2052.46	243770		
350	-24453.41	1198.07	81058		
450	-23472.52	498.25	1458		
550	-22090.08	90.14	28513		
650	-20416.31	77.89	27527		
675	-19975.4	93.87	25363		
700	-19535.78	102.43	22896		
725	-19097.45	104.85	20293		
750	-18660.36	102.31	17694		
750	-18660.36	102.31	17694		
775	-17702.24	97.25	15194		
800	-16225	91.86	12827		
825	-14750.62	85.18	10612		
850	-13278.84	77.55	8577		
875	-11809.42	69.27	6740		
900	-10342.07	60.58	5117		
1000	-4488.39	24.6	856		
1025	-3027.6	15.71	352		
1050	-1567.34	6.93	69		
1070	-399.35	0	0		

I massimi valori di **Sforzo Normale di trazione**, si ottengono nel punto maglia **PM8**, nel caso di carico **C2** (Stato limite di salvaguardia della Vita).

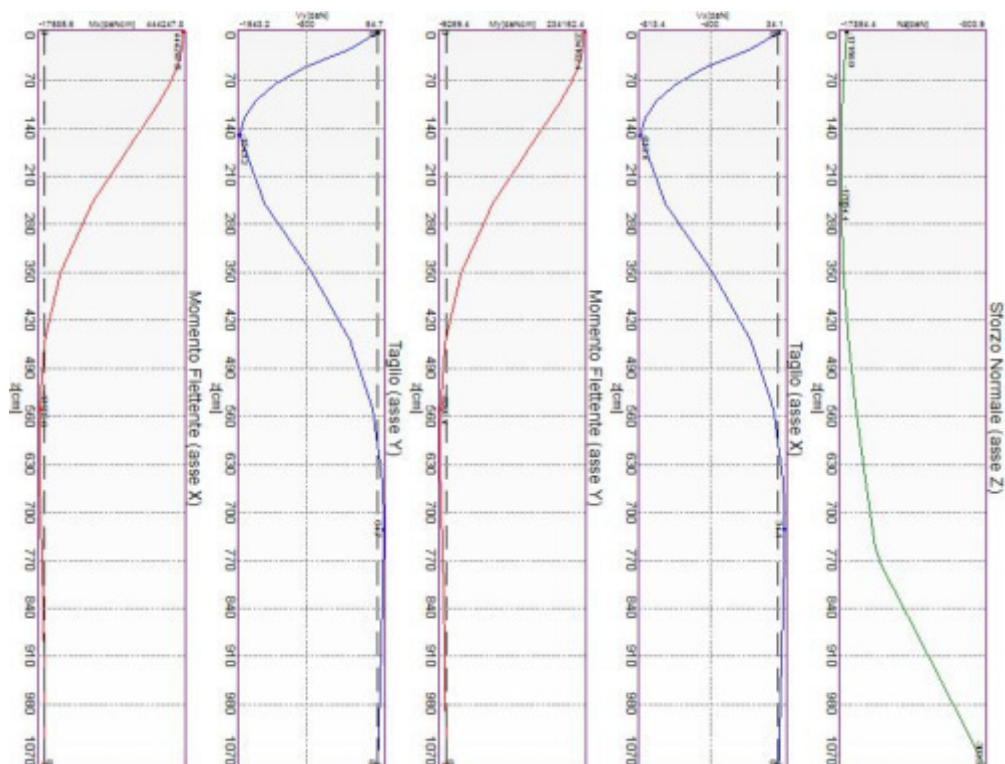


Caratteristiche di sollecitazione lungo il palo (punto maglia PM8, caso C2)

<b>Azioni applicate in testa (punto maglia PM8, caso C2)</b>					
$N_z$ [daN]	$V_x$ [daN]	$V_y$ [daN]	$M_x$ [daN*cm]	$M_y$ [daN*cm]	$T_z$ [daN*cm]
0	0	0	0	0	0
<b>Caratteristiche di sollecitazione lungo il palo (punto maglia PM8, caso C2)</b>					
$Z_{loc}$ [cm]	$N_z$ [daN]	$V_x$ [daN]	$V_y$ [daN]	$M_{xy}$ [daN*cm]	
0	0	0	0	0	
0	0	0	0	0	
25	-173.63	0	0	0	
50	-341.11	0	0	0	
75	-502.42	0	0	0	
100	-657.58	0	0	0	
125	-806.59	0	0	0	
150	-949.45	0	0	0	
250	-1459.59	0	0	0	
350	-1872.12	0	0	0	
450	-2187.84	0	0	0	
550	-2407.67	0	0	0	
650	-2556.84	0	0	0	
675	-2588.48	0	0	0	
700	-2620.29	0	0	0	
725	-2652.27	0	0	0	
750	-2684.42	0	0	0	
750	-2684.42	0	0	0	
775	-2593.66	0	0	0	
800	-2380.27	0	0	0	
825	-2167.29	0	0	0	
850	-1954.69	0	0	0	
875	-1742.44	0	0	0	
900	-1530.5	0	0	0	
1000	-685.07	0	0	0	
1025	-474.11	0	0	0	
1050	-263.23	0	0	0	
1070	-94.56	0	0	0	

## Casi a SLE

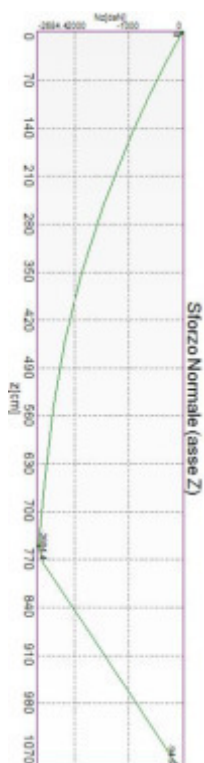
I massimi valori di *Sforzo Normale di compressione*, *Taglio (in valore assoluto)*, *Momento flettente (in valore assoluto)*, si ottengono nel punto maglia *PM15*, nel caso di carico *C8* (Rara).



Caratteristiche di sollecitazione lungo il palo (punto maglia PM15, caso C8)

Azioni applicate in testa (punto maglia PM15, caso C8)					
$N_z$ [daN]	$V_x$ [daN]	$V_y$ [daN]	$M_x$ [daN*cm]	$M_y$ [daN*cm]	$T_z$ [daN*cm]
-17156.94	0	0	444248	-234162	0
Caratteristiche di sollecitazione lungo il palo (punto maglia PM15, caso C8)					
$Z_{loc}$ [cm]	$N_z$ [daN]	$V_{xy}$ [daN]	$M_{xy}$ [daN*cm]		
0	-17156.94	0	502183		
0	-17156.94	0	502183		
25	-17322.71	364.22	497424		
50	-17466.71	908.08	481164		
75	-17589.11	1293.75	453339		
100	-17690.07	1546.38	417585		
125	-17769.75	1689.48	376932		
150	-17828.32	1744.43	333845		
250	-17854.38	1430.98	169957		
350	-17555.85	835.3	56514		
450	-16942.92	347.39	1016		
550	-16025.04	62.84	19879		
650	-14890.67	54.3	19192		
675	-14591.28	65.45	17683		
700	-14293.51	71.41	15963		
725	-13997.32	73.1	14148		
750	-13702.68	71.33	12337		
750	-13702.68	71.33	12337		
775	-13009.03	67.8	10593		
800	-11918.71	64.05	8943		
825	-10831.98	59.38	7399		
850	-9748.5	54.07	5980		
875	-8667.95	48.29	4699		
900	-7590.01	42.23	3567		
1000	-3297.78	17.15	597		
1025	-2228.01	10.95	245		
1050	-1158.9	4.84	48		
1070	-303.88	0	0		

I massimi valori di *Sforzo Normale di trazione*, si ottengono nel punto maglia **PM8**, nel caso di carico **C6** (Stato limite di danno).



Caratteristiche di sollecitazione lungo il palo (punto maglia PM8, caso C6)

<i>Azioni applicate in testa (punto maglia PM8, caso C6)</i>					
$N_z$ [daN]	$V_x$ [daN]	$V_y$ [daN]	$M_x$ [daN*cm]	$M_y$ [daN*cm]	$T_z$ [daN*cm]
0	0	0	0	0	0
<i>Caratteristiche di sollecitazione lungo il palo (punto maglia PM8, caso C6)</i>					
$Z_{loc}$ [cm]	$N_z$ [daN]	$V_x$ [daN]	$V_y$ [daN]	$M_{xy}$ [daN*cm]	
0	0	0	0	0	
0	0	0	0	0	
25	-173.63	0	0	0	
50	-341.11	0	0	0	
75	-502.42	0	0	0	
100	-657.58	0	0	0	
125	-806.59	0	0	0	
150	-949.45	0	0	0	
250	-1459.59	0	0	0	
350	-1872.12	0	0	0	
450	-2187.84	0	0	0	
550	-2407.67	0	0	0	
650	-2556.84	0	0	0	
675	-2588.48	0	0	0	
700	-2620.29	0	0	0	
725	-2652.27	0	0	0	
750	-2684.42	0	0	0	
750	-2684.42	0	0	0	
775	-2593.66	0	0	0	
800	-2380.27	0	0	0	
825	-2167.29	0	0	0	
850	-1954.69	0	0	0	
875	-1742.44	0	0	0	
900	-1530.5	0	0	0	
1000	-685.07	0	0	0	
1025	-474.11	0	0	0	
1050	-263.23	0	0	0	
1070	-94.56	0	0	0	

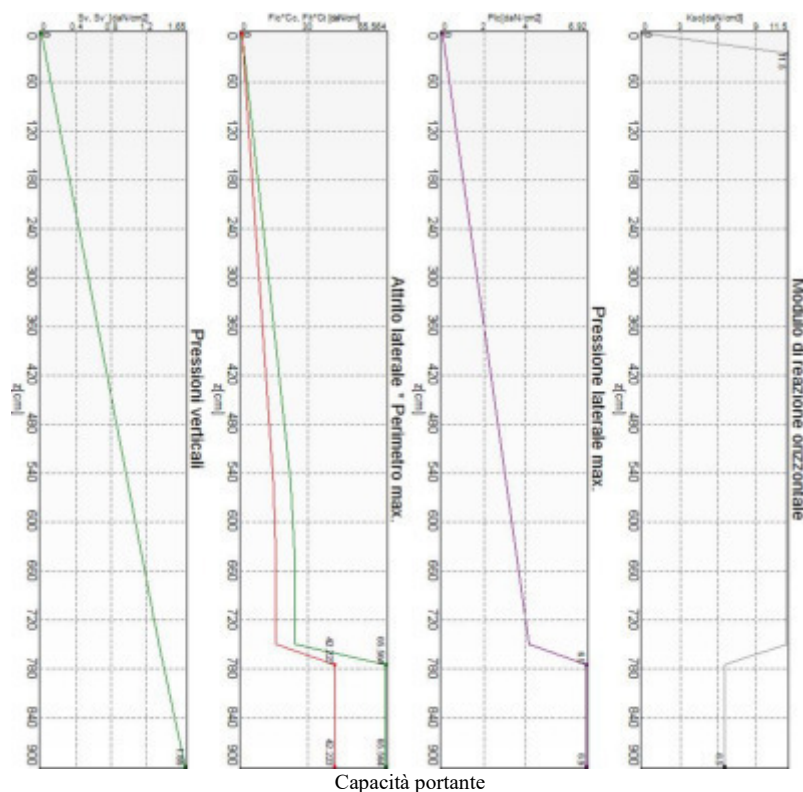
## Verifiche geotecniche.

Si riporta di seguito il dettaglio delle verifiche eseguite, per ciascun palo, separatamente per ciascuna tipologia di palo utilizzata.

### Tipologia: TP1

#### Verifica: Capacità portante

La situazione di verifica più severa, si ottiene nel punto maglia **PM1**, nel caso di carico **C1**, sestetto **I** (Stato limite ultimo).



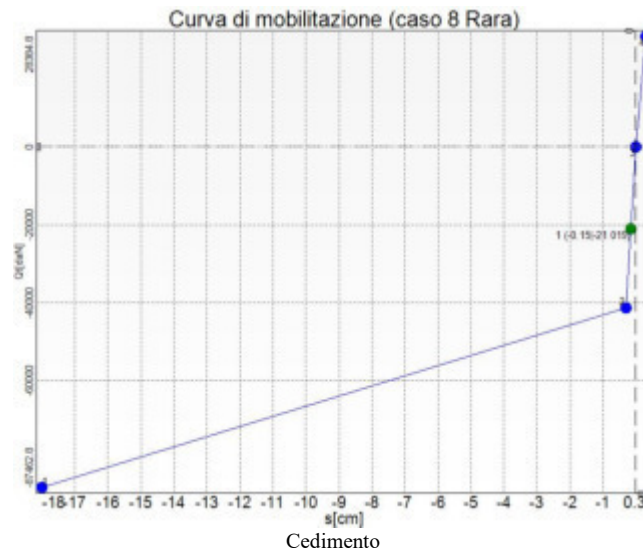
Capacità portante  
Situazione peggiore: Punto maglia PM1, Caso C1, Sestetto I

Segue il riassunto della verifica, per tutti i punti maglia, per il caso ed il sestetto che danno il fattore di sicurezza minore.

Verifica: Capacità portante					
Punto	Caso	Ses.	R <sub>d</sub> : Qt[daN]	S <sub>d</sub> : Qt[daN]	fs[-]
PM1	C1	I	41183	32427	1.27
PM2	C1	I	41183	29293	1.41
PM3	C1	I	41183	29288	1.41
PM4	C1	I	41183	29321	1.40
PM5	C1	I	41183	29391	1.40
PM6	C1	I	41183	29507	1.40
PM7	C1	I	41183	29687	1.39

#### Verifica: Cedimento

I cedimenti del singolo palo sono calcolati utilizzando la relativa curva di mobilitazione. L'interazione tra i pali è valutata con il metodo dei fattori di interazione (Poulos e Davis, 1980). La situazione di verifica più severa, si ottiene nel punto maglia **PM2**, nel caso di carico **C8**, sestetto **I** (Rara). Si ottengono i seguenti valori: cedimento del palo singolo = -1.53 [mm], cedimento indotto dal gruppo = -2.14 [mm], cedimento totale: -3.66 [mm].



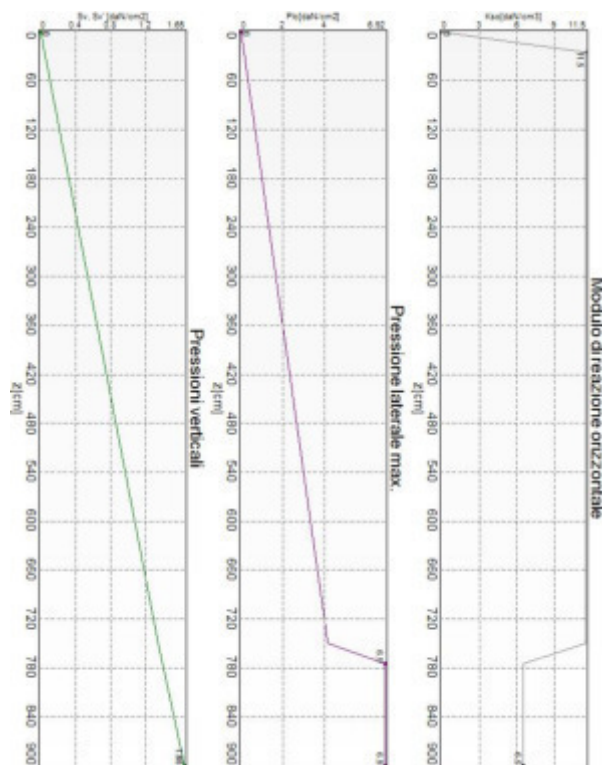
Situazione peggiore: Punto maglia PM2, Caso C8, Sestetto 1

Segue il riassunto della verifica, per tutti i punti maglia, per il caso ed il sestetto che danno il fattore di sicurezza minore.

Verifica: Cedimento					
Punto	Caso	Ses.	R <sub>d</sub> : Ced.[mm]	S <sub>d</sub> : Ced.[mm]	fs[-]
PM1	C8	1	-40	-2 + -1 = -3	10.00
PM2	C8	1	-40	-2 + -2 = -4	10.00
PM3	C8	1	-40	-2 + -2 = -4	10.00
PM4	C8	1	-40	-2 + -2 = -4	10.00
PM5	C8	1	-40	-2 + -2 = -4	10.00
PM6	C8	1	-40	-2 + -2 = -4	10.00
PM7	C8	1	-40	-2 + -1 = -3	10.00

## Verifica: Resistenza trasversale

La situazione di verifica più severa, si ottiene nel punto maglia **PM1**, nel caso di carico **C4**, sestetto **2** (Stato limite di salvaguardia della Vita).



Resistenza trasversale

Situazione peggiore: Punto maglia PM1, Caso C4, Sestetto 2

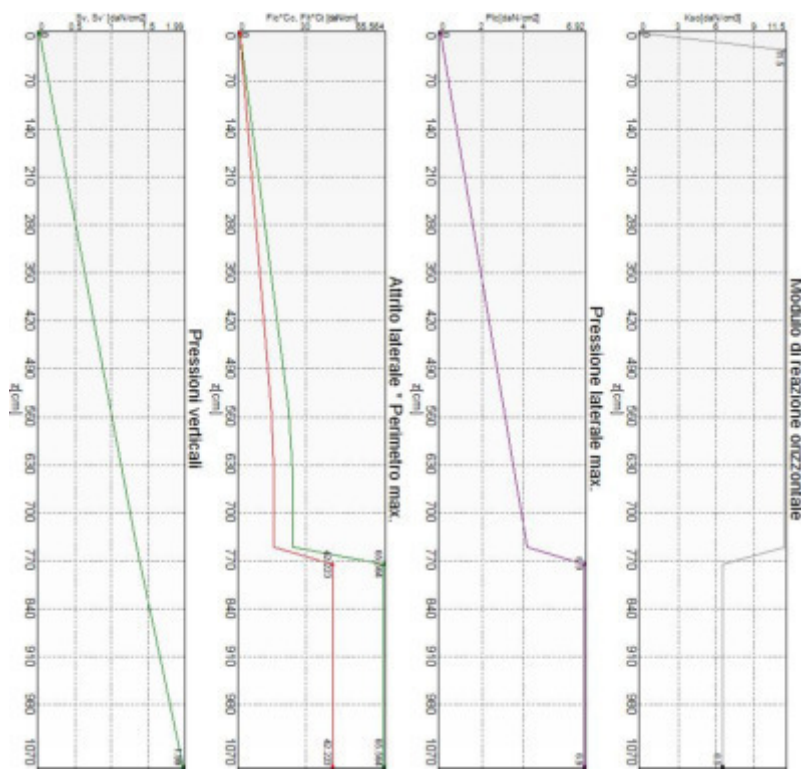
Segue il riassunto della verifica, per tutti i punti maglia, per il caso ed il sestetto che danno il fattore di sicurezza minore.

<b>Verifica: Resistenza trasversale</b>					
Punto	Caso	Ses.	R <sub>d</sub> : Rtr[daN]	S <sub>d</sub> : Rtr[daN]	fs[-]
PM1	C4	2	156146	1948	10.00
PM2	C4	2	156146	1941	10.00
PM3	C5	2	156146	1939	10.00
PM4	C5	2	156146	1938	10.00
PM5	C5	1	156146	1939	10.00
PM6	C4	1	156146	1940	10.00
PM7	C4	1	156146	1947	10.00

## Tipologia: TP2

### Verifica: Capacità portante

La situazione di verifica più severa, si ottiene nel punto maglia **PM15**, nel caso di carico **C1**, sestetto **I** (Stato limite ultimo).



Capacità portante

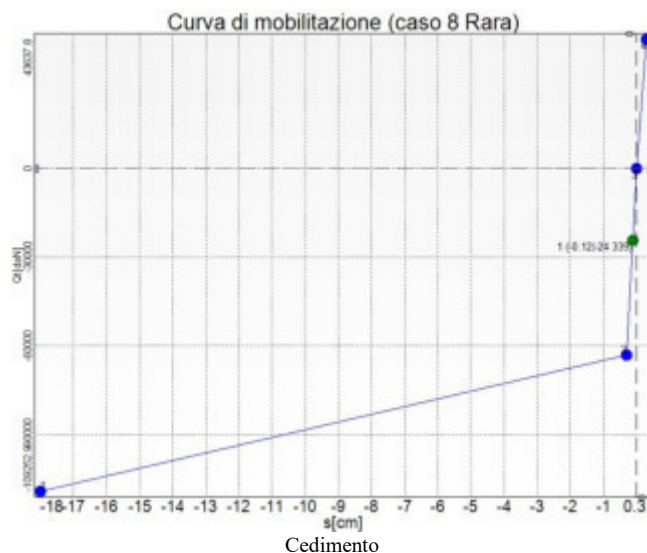
Situazione peggiore: Punto maglia PM15, Caso C1, Sestetto I

Segue il riassunto della verifica, per tutti i punti maglia, per il caso ed il sestetto che danno il fattore di sicurezza minore.

<b>Verifica: Capacità portante</b>					
Punto	Caso	Ses.	R <sub>d</sub> : Qt[daN]	S <sub>d</sub> : Qt[daN]	fs[-]
PM8	C1	1	52329	34061	1.54
PM9	C1	1	52329	33923	1.54
PM10	C1	1	52329	33893	1.54
PM11	C1	1	52329	33913	1.54
PM12	C1	1	52329	33970	1.54
PM13	C1	1	52329	34070	1.54
PM14	C1	1	52329	34223	1.53
PM15	C1	1	52329	34441	1.52

## Verifica: Cedimento

I cedimenti del singolo palo sono calcolati utilizzando la relativa curva di mobilitazione. L'interazione tra i pali è valutata con il metodo dei fattori di interazione (Poulos e Davis, 1980). La situazione di verifica più severa, si ottiene nel punto maglia **PM10**, nel caso di carico **C8**, sestetto **I** (Rara). Si ottengono i seguenti valori: cedimento del palo singolo = -1.16 [mm], cedimento indotto dal gruppo = -2.24 [mm], cedimento totale: -3.40 [mm].



Situazione peggiore: Punto maglia PM10, Caso C8, Sestetto I

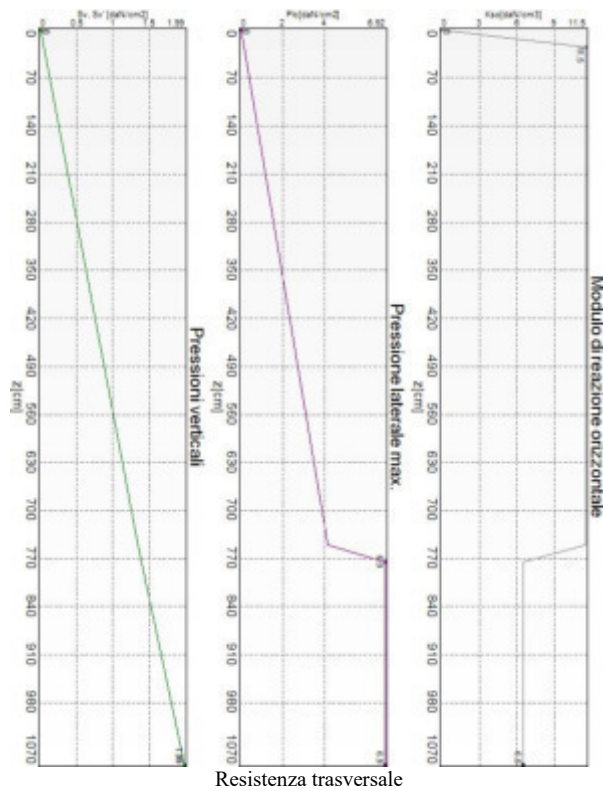
Segue il riassunto della verifica, per tutti i punti maglia, per il caso ed il sestetto che danno il fattore di sicurezza minore.

<b>Verifica: Cedimento</b>						
Punto	Caso	Ses.	$R_d$ : Ced.[mm]	$S_d$ : Ced.[mm]	$f_s$ [-]	
PM8	C8	1	-40	-1 + -1 = -2	10.00	
PM9	C8	1	-40	-1 + -2 = -3	10.00	
PM10	C8	1	-40	-1 + -2 = -3	10.00	
PM11	C8	1	-40	-1 + -2 = -3	10.00	
PM12	C8	1	-40	-1 + -2 = -3	10.00	
PM13	C8	1	-40	-1 + -2 = -3	10.00	
PM14	C8	1	-40	-1 + -2 = -3	10.00	
PM15	C8	1	-40	-1 + -1 = -2	10.00	



## Verifica: Resistenza trasversale

La situazione di verifica più severa, si ottiene nel punto maglia **PM8**, nel caso di carico **C4**, sestetto 2 (Stato limite di salvaguardia della Vita).



Resistenza trasversale  
Situazione peggiore: Punto maglia PM8, Caso C4, Sestetto 2

Segue il riassunto della verifica, per tutti i punti maglia, per il caso ed il sestetto che danno il fattore di sicurezza minore.

Verifica: Resistenza trasversale					
Punto	Caso	Ses.	$R_d: R_{tr}[\text{daN}]$	$S_d: R_{tr}[\text{daN}]$	$f_s[-]$
PM8	C4	2	226761	1952	10.00
PM9	C4	2	226761	1945	10.00
PM10	C5	2	226761	1941	10.00
PM11	C5	2	226761	1940	10.00
PM12	C5	1	226761	1940	10.00
PM13	C5	1	226761	1941	10.00
PM14	C4	1	226761	1944	10.00
PM15	C4	1	226761	1951	10.00

## Verifiche strutturali.

Si riporta di seguito il dettaglio delle verifiche eseguite, per ciascun palo, solo in corrispondenza della progressiva dove si ottiene la situazione più severa, separatamente per ciascuna tipologia di palo utilizzata.

### Tipologia: TP1

#### Verifica: Spostamento orizzontale

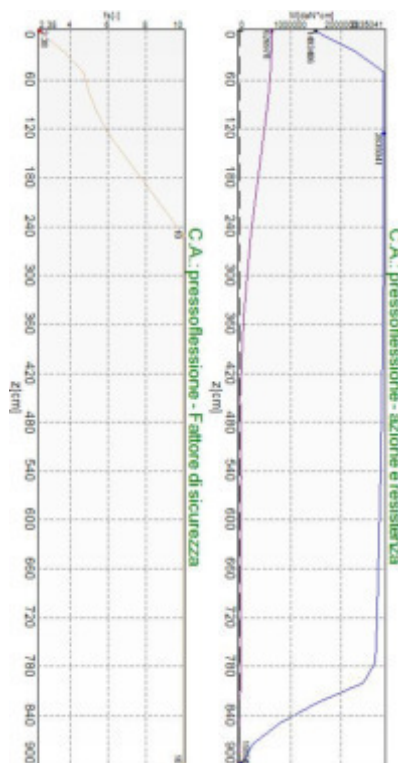
La situazione di verifica più severa, si ottiene nel punto maglia **PM7**, nel caso di carico **C8**, sestetto **I** (Rara).

Segue il riassunto della verifica, per tutti i punti maglia, per il caso ed il sestetto che danno il fattore di sicurezza minore.

Verifica: Spostamento orizzontale					
Punto	Caso	Ses.	R <sub>d</sub> : Sor[mm]	S <sub>d</sub> : Sor[mm]	fs[-]
PM1	C8	1	40	0	10.00
PM2	C8	1	40	0	10.00
PM3	C8	1	40	0	10.00
PM4	C8	1	40	0	10.00
PM5	C8	1	40	0	10.00
PM6	C8	1	40	0	10.00
PM7	C8	1	40	0	10.00

#### Verifica: C.A.: pressoflessione

La situazione di verifica più severa, si ottiene nel punto maglia **PM7**, nel caso di carico **C1**, sestetto **I** (Stato limite ultimo).



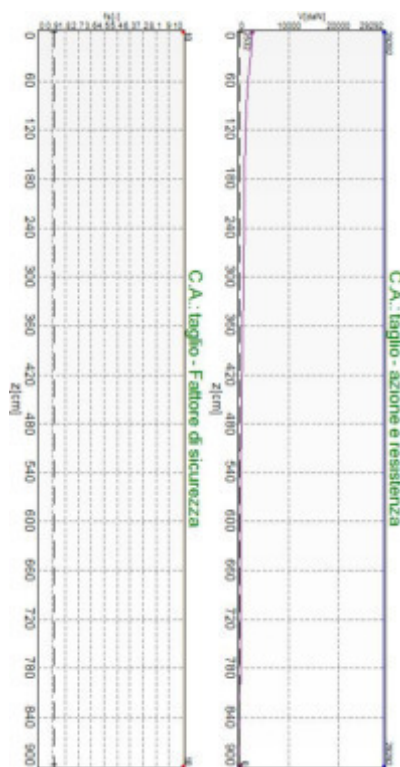
C.A.: pressoflessione  
Situazione peggiore: Punto maglia PM7, Caso C1, Sestetto I

Segue il riassunto della verifica, per tutti i punti maglia, per il caso ed il sestetto che danno il fattore di sicurezza minore.

Verifica: C.A.: pressoflessione					
Punto	Caso	Ses.	R <sub>d</sub> : M[daN*cm]	S <sub>d</sub> : M[daN*cm]	fs[-]
PM1	C1	1	1544988	419302	3.68
PM2	C5	1	2683545	251606	10.00
PM3	C4	2	2683497	244985	10.00
PM4	C1	1	1486482	162840	9.13
PM5	C1	1	1487801	262181	5.67
PM6	C1	1	1490007	401292	3.71
PM7	C1	1	1493406	626978	2.38

## Verifica: C.A.: taglio

La situazione di verifica più severa, si ottiene nel punto maglia **PM1**, nel caso di carico **C4**, sestetto **2** (Stato limite di salvaguardia della Vita).



C.A.: taglio

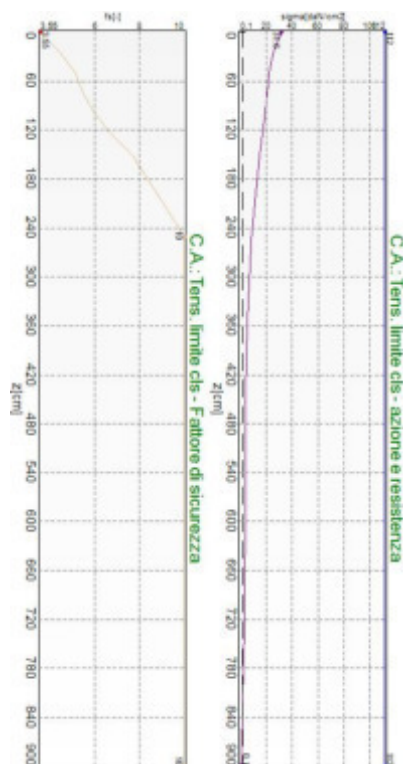
Situazione peggiore: Punto maglia PM1, Caso C4, Sestetto 2

Segue il riassunto della verifica, per tutti i punti maglia, per il caso ed il sestetto che danno il fattore di sicurezza minore.

Verifica: C.A.: taglio					
Punto	Caso	Ses.	R <sub>d</sub> : V[daN]	S <sub>d</sub> : V[daN]	fs[-]
PM1	C4	2	29292	2532	10.00
PM2	C4	2	29292	2523	10.00
PM3	C5	2	29292	2521	10.00
PM4	C5	2	29292	2520	10.00
PM5	C5	1	29292	2521	10.00
PM6	C4	1	29292	2522	10.00
PM7	C4	1	29292	2531	10.00

## Verifica: C.A.: Tens. limite cls

La situazione di verifica più severa, si ottiene nel punto maglia **PM7**, nel caso di carico **C10**, sestetto **I** (Quasi Permanente).



C.A.: Tens. limite cls

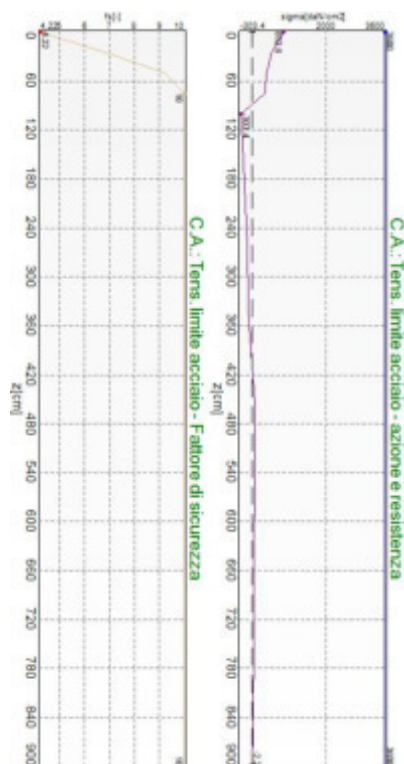
Situazione peggiore: Punto maglia PM7, Caso C10, Sestetto I

Segue il riassunto della verifica, per tutti i punti maglia, per il caso ed il sestetto che danno il fattore di sicurezza minore.

Verifica: C.A.: Tens. limite cls					
Punto	Caso	Ses.	R <sub>d</sub> : sigma[daN/cm <sup>2</sup> ]	S <sub>d</sub> : sigma[daN/cm <sup>2</sup> ]	fs[-]
PM1	C10	I	112	17.3	6.46
PM2	C7	I	63.5	4.2	10.00
PM3	C7	I	63.5	4.2	10.00
PM4	C10	I	112	7.6	10.00
PM5	C10	I	112	10.5	10.00
PM6	C10	I	112	17.1	6.57
PM7	C10	I	112	31.6	3.55

## Verifica: C.A.: Tens. limite acciaio

La situazione di verifica più severa, si ottiene nel punto maglia **PM7**, nel caso di carico **C8**, sestetto **I** (Rara).



C.A.: Tens. limite acciaio

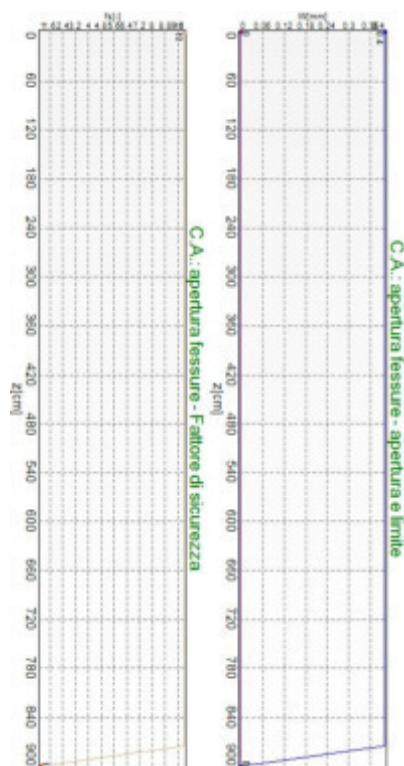
Situazione peggiore: Punto maglia PM7, Caso C8, Sestetto 1

Segue il riassunto della verifica, per tutti i punti maglia, per il caso ed il sestetto che danno il fattore di sicurezza minore.

Verifica: C.A.: Tens. limite acciaio					
Punto	Caso	Ses.	R <sub>d</sub> : sigma[daN/cm <sup>2</sup> ]	S <sub>d</sub> : sigma[daN/cm <sup>2</sup> ]	fs[-]
PM1	C8	1	3600	290.4	10.00
PM2	C8	1	3600	113.4	10.00
PM3	C8	1	3600	108.4	10.00
PM4	C8	1	3600	136.5	10.00
PM5	C8	1	3600	181.2	10.00
PM6	C8	1	3600	63.8	10.00
PM7	C8	1	3600	852.6	4.22

## Verifica: C.A.: apertura fessure

La situazione di verifica più severa, si ottiene nel punto maglia **PM1**, nel caso di carico **C9**, sestetto **I** (Frequente).



C.A.: apertura fessure

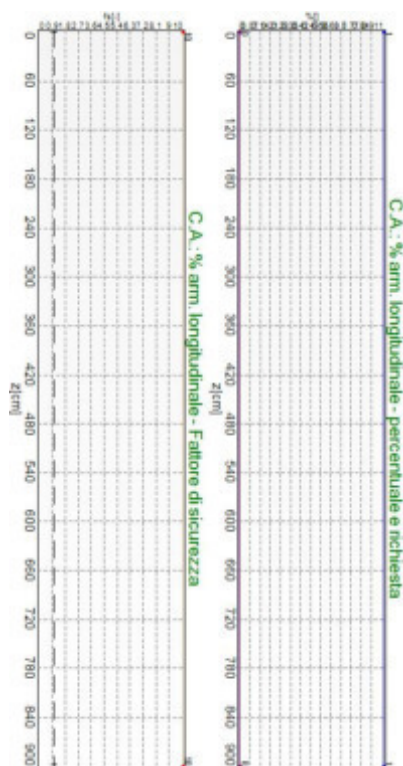
Situazione peggiore: Punto maglia PM1, Caso C9, Sestetto I

Segue il riassunto della verifica, per tutti i punti maglia, per il caso ed il sestetto che danno il fattore di sicurezza minore.

Verifica: C.A.: apertura fessure					
Punto	Caso	Ses.	R <sub>d</sub> : W[mm]	S <sub>d</sub> : W[mm]	fs[-]
PM1	C9	1	0.4	0	10.00
PM2	C9	1	0.4	0	10.00
PM3	C9	1	0.4	0	10.00
PM4	C9	1	0.4	0	10.00
PM5	C9	1	0.4	0	10.00
PM6	C9	1	0.4	0	10.00
PM7	C9	1	0.4	0	10.00

## Verifica: C.A.: % arm. longitudinale

La situazione di verifica più severa, si ottiene nel punto maglia **PM1**, nel caso di carico **C2**, sestetto **I** (Stato limite di salvaguardia della Vita).



C.A.: % arm. longitudinale

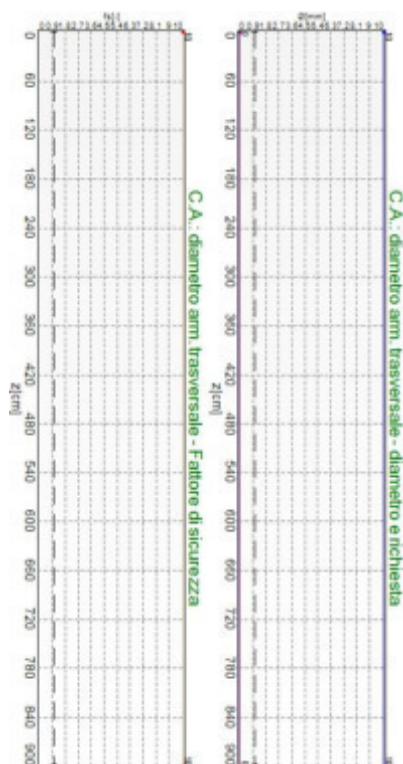
Situazione peggiore: Punto maglia PM1, Caso C2, Sestetto I

Segue il riassunto della verifica, per tutti i punti maglia, per il caso ed il sestetto che danno il fattore di sicurezza minore.

Verifica: C.A.: % arm. longitudinale					
Punto	Caso	Ses.	R <sub>d</sub> : %[]	S <sub>d</sub> : %[]	fs[-]
PM1	C2	1	1	0	10.00
PM2	C2	1	1	0	10.00
PM3	C2	1	1	0	10.00
PM4	C2	1	1	0	10.00
PM5	C2	1	1	0	10.00
PM6	C2	1	1	0	10.00
PM7	C2	1	1	0	10.00

## Verifica: C.A.: diametro arm. trasversale

La situazione di verifica più severa, si ottiene nel punto maglia **PM1**, nel caso di carico **C2**, sestetto **I** (Stato limite di salvaguardia della Vita).



C.A.: diametro arm. trasversale

Situazione peggiore: Punto maglia PM1, Caso C2, Sestetto I

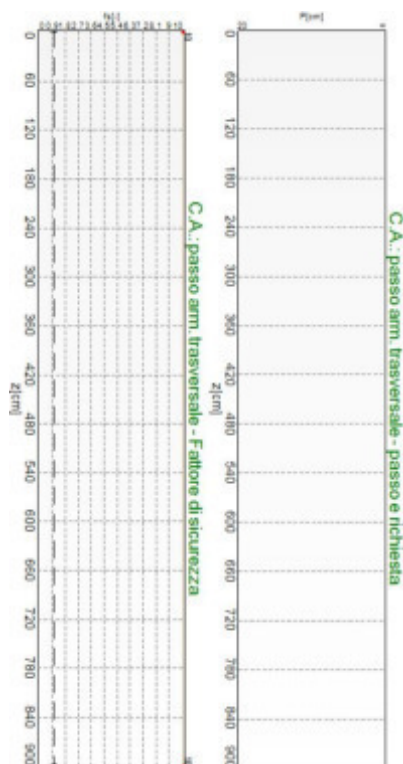
Segue il riassunto della verifica, per tutti i punti maglia, per il caso ed il sestetto che danno il fattore di sicurezza minore.

Verifica: C.A.: diametro arm. trasversale					
Punto	Caso	Ses.	R <sub>d</sub> : Ø[mm]	S <sub>d</sub> : Ø[mm]	fs[-]
PM1	C2	1	10	0	10.00
PM2	C2	1	10	0	10.00
PM3	C2	1	10	0	10.00
PM4	C2	1	10	0	10.00
PM5	C2	1	10	0	10.00
PM6	C2	1	10	0	10.00
PM7	C2	1	10	0	10.00



## Verifica: C.A.: passo arm. trasversale

La situazione di verifica più severa, si ottiene nel punto maglia **PM1**, nel caso di carico **C2**, sestetto **I** (Stato limite di salvaguardia della Vita).



C.A.: passo arm. trasversale  
Situazione peggiore: Punto maglia PM1, Caso C2, Sestetto I

Segue il riassunto della verifica, per tutti i punti maglia, per il caso ed il sestetto che danno il fattore di sicurezza minore.

Verifica: C.A.: passo arm. trasversale					
Punto	Caso	Ses.	R <sub>d</sub> : P[cm]	S <sub>d</sub> : P[cm]	fs[-]
PM1	C2	1	∞	20	10.00
PM2	C2	1	∞	20	10.00
PM3	C2	1	∞	20	10.00
PM4	C2	1	∞	20	10.00
PM5	C2	1	∞	20	10.00
PM6	C2	1	∞	20	10.00
PM7	C2	1	∞	20	10.00

## Tipologia: TP2

### Verifica: Spostamento orizzontale

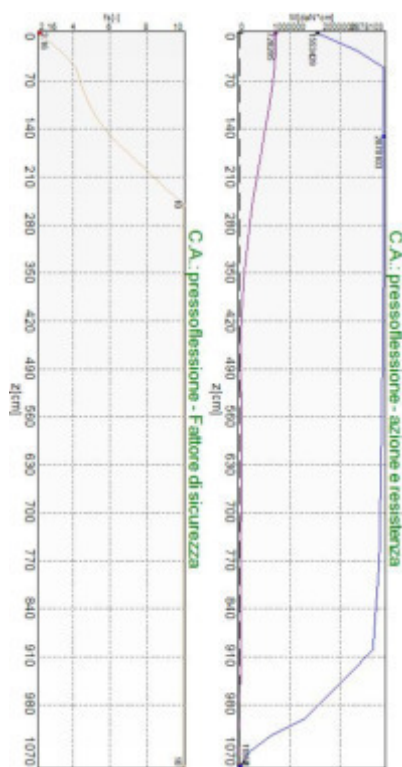
La situazione di verifica più severa, si ottiene nel punto maglia **PM15**, nel caso di carico **C8**, sestetto **I** (Rara).

Segue il riassunto della verifica, per tutti i punti maglia, per il caso ed il sestetto che danno il fattore di sicurezza minore.

Verifica: Spostamento orizzontale					
Punto	Caso	Ses.	R <sub>d</sub> : Sor[mm]	S <sub>d</sub> : Sor[mm]	fs[-]
PM8	C8	1	40	0	10.00
PM9	C8	1	40	0	10.00
PM10	C8	1	40	0	10.00
PM11	C8	1	40	0	10.00
PM12	C8	1	40	0	10.00
PM13	C8	1	40	0	10.00
PM14	C8	1	40	0	10.00
PM15	C8	1	40	0	10.00

### Verifica: C.A.: pressoflessione

La situazione di verifica più severa, si ottiene nel punto maglia **PM15**, nel caso di carico **C1**, sestetto **I** (Stato limite ultimo).



C.A.: pressoflessione

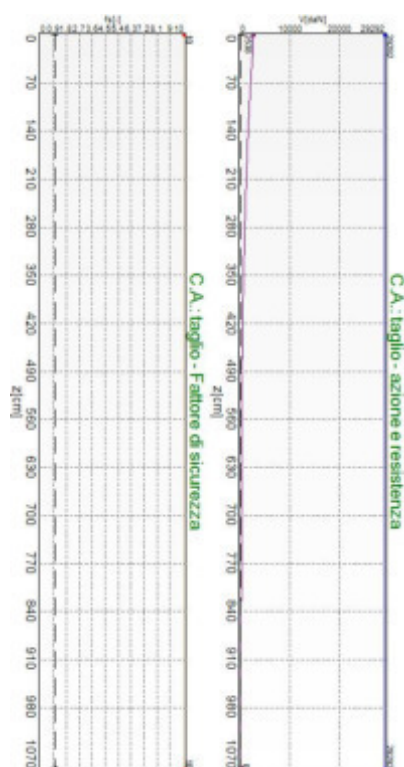
Situazione peggiore: Punto maglia PM15, Caso C1, Sestetto I

Segue il riassunto della verifica, per tutti i punti maglia, per il caso ed il sestetto che danno il fattore di sicurezza minore.

Verifica: C.A.: pressoflessione					
Punto	Caso	Ses.	R <sub>d</sub> : M[daN*cm]	S <sub>d</sub> : M[daN*cm]	fs[-]
PM8	C1	1	1546327	583544	2.65
PM9	C1	1	1543753	189471	8.15
PM10	C4	3	2713629	209435	10.00
PM11	C5	4	2712406	249312	10.00
PM12	C1	1	1544637	189988	8.13
PM13	C1	1	1546499	313898	4.93
PM14	C1	1	1549359	464626	3.33
PM15	C1	1	1553429	720285	2.16

## Verifica: C.A.: taglio

La situazione di verifica più severa, si ottiene nel punto maglia **PM8**, nel caso di carico **C4**, sestetto **2** (Stato limite di salvaguardia della Vita).



C.A.: taglio

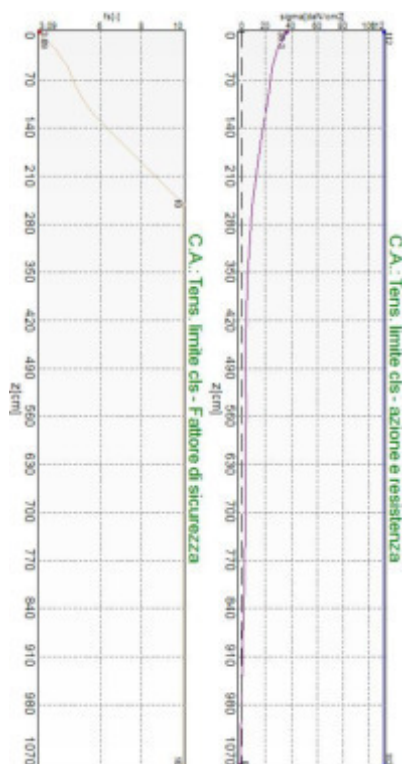
Situazione peggiore: Punto maglia PM8, Caso C4, Sestetto 2

Segue il riassunto della verifica, per tutti i punti maglia, per il caso ed il sestetto che danno il fattore di sicurezza minore.

Verifica: C.A.: taglio					
Punto	Caso	Ses.	R <sub>d</sub> : V[daN]	S <sub>d</sub> : V[daN]	fs[-]
PM8	C4	2	29292	2538	10.00
PM9	C4	2	29292	2529	10.00
PM10	C5	2	29292	2524	10.00
PM11	C5	2	29292	2522	10.00
PM12	C5	1	29292	2522	10.00
PM13	C5	1	29292	2524	10.00
PM14	C4	1	29292	2527	10.00
PM15	C4	1	29292	2537	10.00

## Verifica: C.A.: Tens. limite cls

La situazione di verifica più severa, si ottiene nel punto maglia **PM15**, nel caso di carico **C10**, sestetto **I** (Quasi Permanente).



C.A.: Tens. limite cls

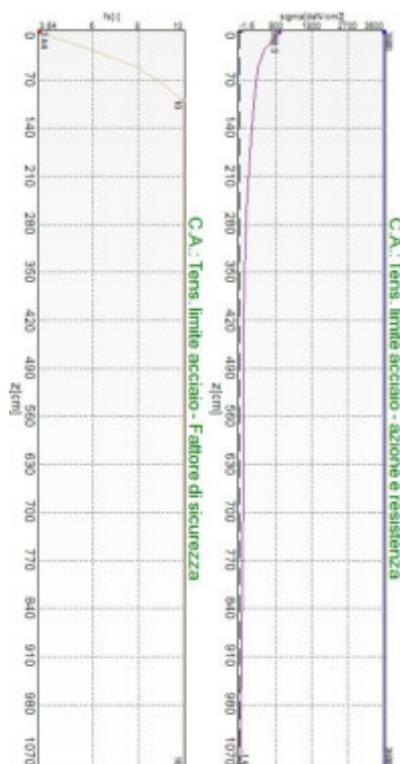
Situazione peggiore: Punto maglia PM15, Caso C10, Sestetto I

Segue il riassunto della verifica, per tutti i punti maglia, per il caso ed il sestetto che danno il fattore di sicurezza minore.

Verifica: C.A.: Tens. limite cls					
Punto	Caso	Ses.	R <sub>d</sub> : sigma[daN/cm <sup>2</sup> ]	S <sub>d</sub> : sigma[daN/cm <sup>2</sup> ]	fs[-]
PM8	C10	I	112	27.3	4.10
PM9	C10	I	112	8.8	10.00
PM10	C7	I	63.5	4.9	10.00
PM11	C7	I	63.5	4.9	10.00
PM12	C10	I	112	8.8	10.00
PM13	C10	I	112	12.5	8.94
PM14	C10	I	112	19.8	5.65
PM15	C10	I	112	36.3	3.09

## Verifica: C.A.: Tens. limite acciaio

La situazione di verifica più severa, si ottiene nel punto maglia **PM15**, nel caso di carico **C8**, sestetto **I** (Rara).



C.A.: Tens. limite acciaio

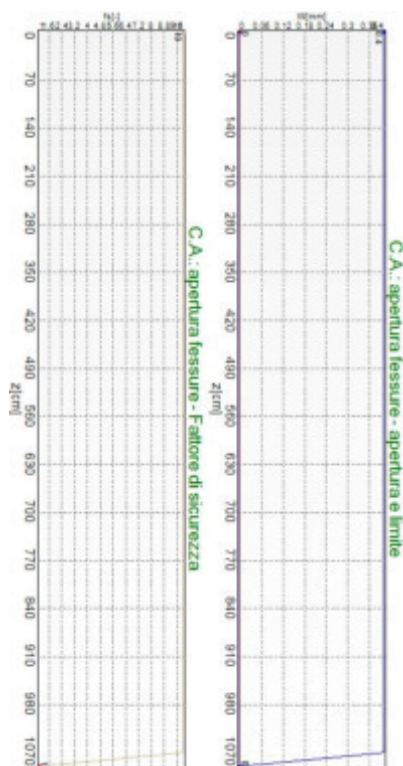
Situazione peggiore: Punto maglia PM15, Caso C8, Sestetto I

Segue il riassunto della verifica, per tutti i punti maglia, per il caso ed il sestetto che danno il fattore di sicurezza minore.

Verifica: C.A.: Tens. limite acciaio					
Punto	Caso	Ses.	R <sub>d</sub> : sigma[daN/cm <sup>2</sup> ]	S <sub>d</sub> : sigma[daN/cm <sup>2</sup> ]	fs[-]
PM8	C8	I	3600	584.2	6.16
PM9	C8	I	3600	157.7	10.00
PM10	C8	I	3600	95.6	10.00
PM11	C8	I	3600	77.7	10.00
PM12	C8	I	3600	77.9	10.00
PM13	C8	I	3600	78.3	10.00
PM14	C8	I	3600	322.8	10.00
PM15	C8	I	3600	988.5	3.64

## Verifica: C.A.: apertura fessure

La situazione di verifica più severa, si ottiene nel punto maglia **PM8**, nel caso di carico **C9**, sestetto **I** (Frequente).



C.A.: apertura fessure

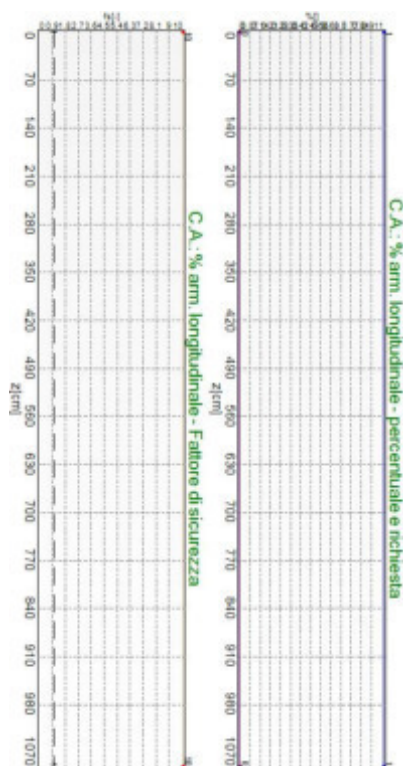
Situazione peggiore: Punto maglia PM8, Caso C9, Sestetto I

Segue il riassunto della verifica, per tutti i punti maglia, per il caso ed il sestetto che danno il fattore di sicurezza minore.

Verifica: C.A.: apertura fessure					
Punto	Caso	Ses.	R <sub>d</sub> : W[mm]	S <sub>d</sub> : W[mm]	fs[-]
PM8	C9	I	0.4	0	10.00
PM9	C9	I	0.4	0	10.00
PM10	C9	I	0.4	0	10.00
PM11	C9	I	0.4	0	10.00
PM12	C9	I	0.4	0	10.00
PM13	C9	I	0.4	0	10.00
PM14	C9	I	0.4	0	10.00
PM15	C9	I	0.4	0	10.00

## Verifica: C.A.: % arm. longitudinale

La situazione di verifica più severa, si ottiene nel punto maglia **PM8**, nel caso di carico **C2**, sestetto **I** (Stato limite di salvaguardia della Vita).



C.A.: % arm. longitudinale

Situazione peggiore: Punto maglia PM8, Caso C2, Sestetto I

Segue il riassunto della verifica, per tutti i punti maglia, per il caso ed il sestetto che danno il fattore di sicurezza minore.

Verifica: C.A.: % arm. longitudinale					
Punto	Caso	Ses.	R <sub>d</sub> : %[]	S <sub>d</sub> : %[]	fs[-]
PM8	C2	1	1	0	10.00
PM9	C2	1	1	0	10.00
PM10	C2	1	1	0	10.00
PM11	C2	1	1	0	10.00
PM12	C2	1	1	0	10.00
PM13	C2	1	1	0	10.00
PM14	C2	1	1	0	10.00
PM15	C2	1	1	0	10.00

## Verifica: C.A.: diametro arm. trasversale

La situazione di verifica più severa, si ottiene nel punto maglia **PM8**, nel caso di carico **C2**, sestetto **I** (Stato limite di salvaguardia della Vita).



C.A.: diametro arm. trasversale

Situazione peggiore: Punto maglia PM8, Caso C2, Sestetto I

Segue il riassunto della verifica, per tutti i punti maglia, per il caso ed il sestetto che danno il fattore di sicurezza minore.

Verifica: C.A.: diametro arm. trasversale					
Punto	Caso	Ses.	R <sub>d</sub> : Ø[mm]	S <sub>d</sub> : Ø[mm]	fs[-]
PM8	C2	1	10	0	10.00
PM9	C2	1	10	0	10.00
PM10	C2	1	10	0	10.00
PM11	C2	1	10	0	10.00
PM12	C2	1	10	0	10.00
PM13	C2	1	10	0	10.00
PM14	C2	1	10	0	10.00
PM15	C2	1	10	0	10.00



## Verifica: C.A.: passo arm. trasversale

La situazione di verifica più severa, si ottiene nel punto maglia **PM8**, nel caso di carico **C2**, sestetto **I** (Stato limite di salvaguardia della Vita).



C.A.: passo arm. trasversale  
Situazione peggiore: Punto maglia PM8, Caso C2, Sestetto I

Segue il riassunto della verifica, per tutti i punti maglia, per il caso ed il sestetto che danno il fattore di sicurezza minore.

Verifica: C.A.: passo arm. trasversale					
Punto	Caso	Ses.	R <sub>d</sub> : P[cm]	S <sub>d</sub> : P[cm]	fs[-]
PM8	C2	1	∞	20	10.00
PM9	C2	1	∞	20	10.00
PM10	C2	1	∞	20	10.00
PM11	C2	1	∞	20	10.00
PM12	C2	1	∞	20	10.00
PM13	C2	1	∞	20	10.00
PM14	C2	1	∞	20	10.00
PM15	C2	1	∞	20	10.00

**Modello 7**

**PRATICA N. \_\_\_\_\_**

- ALLA REGIONE PIEMONTE  
 AL COMUNE DI DIANO D'ALBA

**NOMINA DEL COLLAUDATORE E DICHIARAZIONE DI ACCETTAZIONE**

(art. 67 D.P.R. 6 giugno 2011, n.380)

In riferimento ai lavori *Lavori di messa in sicurezza ed allargamento viabilità in strada Romino*, situata nel Comune di Diano d'Alba (CN), Strada Romino, in prossimità Foglio n. 22, mappali n. 325 e 1274 (piccola porzione a monte) di proprietà della IGR S.R.L. con sede in Alba e Foglio n. 22 mappale 322 (interessato per pochi mq a monte) di proprietà di Marengo Franco Augusto e Marengo Giuseppe.

La sottoscritta Amministrazione Comunale di Diano d'Alba con sede in Diano d'Alba 12055 Via Umberto I n. 22, P.IVA e C.F.:00436130041, nella persona del sig. Geom. Marco Taretto in qualità di R.U.P. e in qualità di Committente dei lavori in progetto, conferisce l'incarico di effettuare il collaudo statico delle strutture all'Ing. CORTASSA Massimiliano, iscritto all'Ordine degli Ingegneri della Provincia di Torino da oltre dieci anni (iscrizione al numero 9314 S dall'anno 2004), con studio tecnico in Torino, Via Villar n. 58

Diano d'Alba, li \_\_\_\_\_

*Il Committente delle opere strutturali*

\_\_\_\_\_

=====

Il sottoscritto Dott. Ing. CORTASSA Massimiliano, con studio in Torino, via Villar n. 58, iscritto all'Ordine degli Ingegneri della Provincia di Torino al n. 9314 S, accetta l'incarico di effettuare il collaudo statico, dichiarando di essere iscritto da almeno 10 anni all'Albo professionale ed impegnandosi a non prendere parte alla Direzione ed all'esecuzione dei lavori.

Torino, li 02/04/2019

*Il Collaudatore*

\_\_\_\_\_

**RELAZIONE ILLUSTRATIVA**

Con riferimento ai *Lavori di messa in sicurezza ed allargamento viabilità in strada Romino, situata nel Comune di Diano d'Alba (CN), in prossimità Foglio n. 22, mappali n. 325 e 1274 (piccola porzione a monte) di proprietà della IGR S.R.L. con sede in Alba e Foglio n. 22 mappale 322 (interessato per pochi mq a monte) di proprietà di Marengo Franco Augusto e Marengo Giuseppe, sull'area stradale di proprietà del Comune di Diano d'Alba con sede in Diano d'Alba 12055 Via Umberto I n. 22, P.IVA e C.F.:00436130041, nella persona del sig. Geom. Marco Taretto in qualità di R.U.P. e in qualità di Committente, si relaziona quanto segue.*

Geometria

La struttura consiste in una piastra su pali.

Le dimensioni complessive della piastra sono: 2,60 m x 27,00 m ed uno spessore di 45 cm.

I pali sono disposti a quinconce su due file con un interasse sulla fila di 3,50 m e un interasse tra le file di 1,75 m. La profondità stimata è di circa 10,90 m per i pali verso valle e di 9,40 m per la fila dei pali verso monte.

Coordinate del sito: longitudine 8.028606 E e latitudine 44.660735 N.

Normativa: Norme Tecniche per le Costruzioni 2018 (D.M. 17.01.2018 e ss.mm.ii.).

Tipo di intervento: nuova costruzione

Tipo di costruzione: tipo 2; vita nominale 50 anni ai sensi del paragrafo 2.4.1 delle NTC 2018 e classe d'uso II ai sensi del paragrafo 2.4.2 delle NTC 2018.

Descrizione delle strutture portanti in progetto:

La struttura avrà destinazione opera di sostegno alla strada e presenta sistema costruttivo in cemento armato; è caratterizzato da:

- fondazioni tipo indiretto (pali trivellati);
- strutture verticali (non presenti);
- strutture orizzontali (piastra in c.a. di collegamento in testa ai pali);

Metodo di calcolo usato: semiprobabilistico agli stati limite (NTC 2018).

Caratteristiche e proprietà dei materiali (calcestruzzo, acciaio, prefabbricati, dispositivi antisismici, muratura portante, legno, ...) ai sensi del paragrafo 11 delle NTC 2018.

- calcestruzzo per pali ..... C25/30 - S4 (cl. esp. XC2)
- calcestruzzo per piastra ..... C30/37 - S4 (cl. esp. XF4)
- acciaio d'armatura ..... B450C
- acciaio per profili metallici .....

Carichi:

- carichi su piastra: permanente: 300 kg/mq; variabile (carico stradale): 2000 kg/mq

Alba/ Diano d'Alba, li \_\_\_\_\_

*Il Progettista e Direttore Lavori opere strutturali*