

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



## U.O. OPERE GEOTECNICHE

## PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA

**LINEA COSENZA – PAOLA / S. LUCIDO**  
**NUOVA LINEA AV SALERNO – REGGIO CALABRIA**  
**RADDOPPIO COSENZA – PAOLA / S. LUCIDO**  
**GEOTECNICA**

**VIADOTTI FERROVIARI**

Relazione di predimensionamento delle fondazioni profonde

SCALA:

-

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

RC1C 03 R 11 RH GE0006 002 B

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	Emissione esecutiva	G. Grimaldi	Nov. 2021	A. F. Rotunno	Nov. 2021	I. D'Amore	Nov. 2021	L. Berardi Gen. 2022
B	Emissione esecutiva	G. Grimaldi 	Gen. 2022	A. F. Rotunno 	Gen. 2022	I. D'Amore 	Gen. 2022	

File: RC1C03R11RHGE0006002B.doc

n. Elab.:

## INDICE

1. PREMESSA .....	4
2. NORMATIVA, BIBLIOGRAFIA E DOCUMENTI DI RIFERIMENTO .....	6
2.1 Normativa e standard di riferimento .....	6
2.2 Documenti di riferimento.....	6
2.3 Bibliografia.....	6
2.4 Software e codici di calcolo .....	7
3. MATERIALI .....	8
3.1 Calcestruzzo per pali di fondazione.....	8
3.2 Acciaio per barre di armature.....	8
4. DESCRIZIONE DELLE OPERE DI FONDAZIONE DEI VIADOTTI.....	9
4.1 Viadotti VI 01 02 03 04 .....	10
4.2 Viadotti VI05 e 06 .....	12
4.3 Viadotto VI07 .....	14
4.4 Galleria Artificiale GA01 .....	14
5. INQUADRAMENTO SISMICO .....	15
5.1 Vita Nominale, Classe d'Uso, Tempo di Ritorno .....	15
6. METODOLOGIE DI CALCOLO CAPACITA' PORTANTE DEI PALI .....	19
6.1 Analisi agli stati limite.....	19
6.2 Metodologia di calcolo capacità portante ai carichi verticali .....	21
6.3 Determinazione della resistenza di progetto a trazione .....	24
6.4 Verifica a carico limite verticale di una palificata .....	25
7. INQUADRAMENTO E CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA .....	26
8. PALI DI FONDAZIONE - RISULTATI DELLE VERIFICHE DI PORTANZA VERTICALE.....	28
8.1 Viadotto VI01 .....	30
8.2 Viadotto VI02 .....	37
8.3 Viadotto VI03 .....	45
8.4 Viadotto VI04 .....	52
8.5 Viadotto VI05 .....	58
8.6 Viadotto VI06 .....	65
8.7 Viadotto VI07 .....	72
8.8 Galleria artificiale GA01 .....	75
9. DESCRIZIONE DELLE OPERE DI PRESIDIO PER LA REALIZZAZIONE DELLE FONDAZIONI DEI VIADOTTI .....	80

10. OPERA DI PRESIDIO PROPEDEUTICA ALLA REALIZZAZIONE DELLE SPALLE ADIACENTI AI RILEVATI ESISTENTI .....	81
10.1 INQUADRAMENTO GEOTECNICO.....	83
10.1.1 Rilevato esistente.....	83
10.1.2 Unità DA.....	85
10.1.3 Falda.....	85
10.2 CRITERI DI VERIFICA AGLI STATI LIMITE .....	86
10.3 SOFTWARE UTILIZZATI.....	87
10.3.1 Parametri di spinta del terreno .....	88
10.3.2 Parametri di deformabilità del terreno.....	88
10.4 Analisi dei carichi.....	89
10.4.1 Sovraccarico permanente.....	89
10.4.2 Sovraccarico accidentale.....	89
10.5 Fasi di calcolo .....	89
10.6 Risultati delle analisi .....	92
10.6.1 Sollecitazioni SLU.....	92
10.6.2 Sollecitazioni SLE.....	95
10.6.3 Verifica Tiranti.....	95
10.6.4 Verifiche GEO.....	96
10.6.5 Spostamenti orizzontali SLE.....	98

	<b>LINEA COSENZA – PAOLA / S. LUCIDO</b> <b>NUOVA LINEA AV SALERNO – REGGIO CALABRIA</b> <b>RADDOPPIO COSENZA – PAOLA / S. LUCIDO</b> <b>PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA</b>					
<b>Relazione di predimensionamento delle fondazioni profonde</b>	COMMESSA <b>RC1C</b>	LOTTO <b>03</b>	CODIFICA <b>R 11 RH</b>	DOCUMENTO <b>GE 0006 002</b>	REV. <b>B</b>	FOGLIO <b>4 di 99</b>

## 1. PREMESSA

La presente relazione è relativa al predimensionamento delle fondazioni profonde dei viadotti ferroviari previsti nell'ambito del PFTE – Progetto di Fattibilità Tecnica ed Economica - del Raddoppio Cosenza - Paola/S. Lucido, individuato come strettamente correlato alla realizzazione della nuova linea AV Salerno-Reggio Calabria e finalizzato a potenziare il traffico passeggeri/merci della linea.

Il progetto del Raddoppio della linea esistente Cosenza-Paola è caratterizzato dalla presenza della nuova Galleria Santomarco (GN01), galleria naturale realizzata con due singole canne distinte lunghe circa 15,3 km e dalla presenza di due tratte all'aperto, a monte e a valle della galleria suddetta.

Il tratto di monte si sviluppa dalla stazione esistente di Castiglion Cosentino/Rende esclusa dalla presente progettazione e prevede il raddoppio del singolo binario che rappresenta l'attuale collegamento tra Cosenza e Paola. In questa sezione pertanto l'opera prevede la realizzazione di un tratto iniziale di nuovo rilevato in stretto affiancamento all'esistente di lunghezza pari a circa 2,2 km, all'interno del quale si inseriscono due nuovi viadotti in affiancamento a quelli esistenti: il primo (VI01B) di lunghezza 348.50 m è un viadotto reticolare a travata metallica di 5 campate da 70 m per lo scavalco dell'autostrada A3, mentre il secondo (VI02B) è un viadotto misto acciaio/calcestruzzo (ad eccezione della campata di scavalco reticolare) di lunghezza 204.70 m, costituito da 4 campate (45.0 + 69.7 + 2x45.0) per lo scavalco del torrente Settimo.

Procedendo nel verso di avanzamento delle progressive, a valle della realizzazione dei menzionati viadotti, il progetto prevede l'inserimento di una Galleria artificiale “a farfalla” (GA01), necessaria per consentire ai binari della linea AV/AC che verranno realizzati col Lotto 3 della linea AV/AC Salerno-Reggio Calabria di scavalcare il raddoppio in oggetto.

Nel tratto successivo è previsto l'inserimento della nuova fermata di Rende. Immediatamente a valle della nuova fermata, il nuovo doppio binario entra in galleria, con due tratti in galleria artificiale che introducono alle due nuove singole canne della galleria naturale Santomarco (GN01A e GN01B), che procedono disgiunte per una lunghezza di circa 15,3 km fino a tornare all'aperto sul versante tirrenico.

	<b>LINEA COSENZA – PAOLA / S. LUCIDO</b> <b>NUOVA LINEA AV SALERNO – REGGIO CALABRIA</b> <b>RADDOPPIO COSENZA – PAOLA / S. LUCIDO</b> <b>PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA</b>					
<b>Relazione di predimensionamento delle fondazioni profonde</b>	COMMESSA <b>RC1C</b>	LOTTO <b>03</b>	CODIFICA <b>R 11 RH</b>	DOCUMENTO <b>GE 0006 002</b>	REV. <b>B</b>	FOGLIO <b>5 di 99</b>

Sul versante tirrenico, il progetto in oggetto prevede il collegamento a doppio binario sia verso nord, in direzione Paola, che verso sud, in direzione S. Lucido. Il progetto del corretto tracciato prevede l'imbocco delle gallerie lato S. Lucido con due gallerie artificiali distinte (GA05A e GA05B), dopodiché esso procede all'aperto con un tratto che porta all'innesto sulla linea Tirrenica esistente per una lunghezza totale di circa 1.5 km. In quest'ultimo tratto sono previsti, per ciascun binario, due ponti di lunghezza 20 m (VI03 e VI04) e uno di lunghezza 30 m (VI05B), per lo scavalco di viabilità esistenti e per la risoluzione di interferenze idrauliche.

Per quanto riguarda il collegamento verso nord, all'uscita della nuova galleria a doppia canna, le due diramazioni verso Paola prevedono l'ubicazione di due gallerie artificiali rispettivamente per il binario pari e per il dispari. Inoltre, in questo tratto di riconnessione all'aperto, sono previsti due ponti (VI06A) e (VI07A) per lo scavalco di viabilità esistenti e per la risoluzione di interferenze idrauliche.

Dal punto di vista strutturale, le fondazioni delle opere "fuori terra" risultano suddivise nelle seguenti tipologie:

- le fondazioni delle spalle e pile della VI01, 02, 03 e 04 sono costituite da palificate di 12 o 9 pali di grande diametro ( $\phi$  1500mm);
- le fondazioni VI05 e VI06 sono costituite da una paratia di pali  $\phi$  1000 e da una trave di coronamento di spessore 2.00 m e altezza 1.50 m. Sono presenti, inoltre, muri di risvolto a contenimento del rilevato. Tale tipologia è stata adottata al fine di ridurre l'ingombro delle opere, che vengono realizzate in affiancamento alla linea in esercizio;
- le fondazioni del viadotto VI07 sono su micropali  $\phi$  300, adottati al fine di minimizzare le soggezioni all'esercizio ferroviario durante la realizzazione dell'opera. I due impalcati in struttura mista, uno a doppio binario ed uno a singolo binario, poggiano su un'unica spalla in c.a. costituita da una trave di coronamento di spessore 2.00 m e altezza 1.80 m e da muri di risvolto a contenimento del rilevato;
- infine, per la galleria artificiale GA01 si prevede una fondazione costituita da pali di diametro 1000 mm.

 <p><b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p><b>LINEA COSENZA – PAOLA / S. LUCIDO</b>  <b>NUOVA LINEA AV SALERNO – REGGIO CALABRIA</b>  <b>RADDOPPIO COSENZA – PAOLA / S. LUCIDO</b>  <b>PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA</b></p>					
<p><b>Relazione di predimensionamento delle fondazioni profonde</b></p>	<p>COMMESSA <b>RC1C</b></p>	<p>LOTTO <b>03</b></p>	<p>CODIFICA <b>R 11 RH</b></p>	<p>DOCUMENTO <b>GE 0006 002</b></p>	<p>REV. <b>B</b></p>	<p>FOGLIO <b>6 di 99</b></p>

## 2. NORMATIVA, BIBLIOGRAFIA E DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

### 2.1 Normativa e standard di riferimento

- [1] *Decreto del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti del 17 Gennaio 2018 – Aggiornamento delle «Norme tecniche per le costruzioni»;*
- [2] *Circolare del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti del 21 Gennaio 2019, n. 7 C.S.LL.PP. – Istruzioni per l'applicazione dell'«Aggiornamento delle “Norme tecniche per le costruzioni”» di cui al Decreto Ministeriale 17 Gennaio 2018;*
- [3] *RFI DTC SI PS MA IFS 001 D - Manuale di Progettazione delle Opere Civili - Parte II - Sezione 2 - Ponti e Strutture (2021);*
- [4] *RFI DTC SI CS MA IFS 001 D - Manuale di Progettazione delle Opere Civili - Parte II - Sezione 3 - Corpo Stradale (2021);*
- [5] *Capitolato RFI 2021*
- [6] *Regolamento (UE) N.1299/2014 della Commissione del 18 Novembre 2014 relativo alle specifiche tecniche di interoperabilità per il sottosistema “infrastruttura” del sistema ferroviario dell'Unione europea modificato dal Regolamento di esecuzione (UE) N° 2019/776 della Commissione del 16 Maggio 2019.*

### 2.2 Documenti di riferimento

Vengono presi a riferimento tutti gli elaborati grafici progettuali di pertinenza contenuti nell'elenco elaborati.

### 2.3 Bibliografia

- [1] Bowles J. E., 1998. Fondazioni: progetto e analisi. McGraw-Hill ed
- [2] AGI, 1984 Raccomandazioni sui pali di fondazione
- [3] Berezantzev V. G., 1965, Design of deep foundation, Proc. 5° Int. Conf. On S.M. and F.E. Montreal

 <p><b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p><b>LINEA COSENZA – PAOLA / S. LUCIDO</b>  <b>NUOVA LINEA AV SALERNO – REGGIO CALABRIA</b>  <b>RADDOPPIO COSENZA – PAOLA / S. LUCIDO</b>  <b>PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA</b></p>												
<p><b>Relazione di predimensionamento delle fondazioni profonde</b></p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>RC1C</td> <td>03</td> <td>R 11 RH</td> <td>GE 0006 002</td> <td>B</td> <td>7 di 99</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	RC1C	03	R 11 RH	GE 0006 002	B	7 di 99
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
RC1C	03	R 11 RH	GE 0006 002	B	7 di 99								

- [4] Chen Y. J., Kulhawy F. H., 1994. Case history evaluation of the behaviour of drilled shafts under axial and lateral loading. EPRI TR104601, Research Project 1493-04, Palo Alto, Ca
- [5] Reese L. C., O'Neill M. W., 1988. Drilled shafts: construction procedures and design methods. Publication FHWA-HI-88-042, Federal Highway Administration, Washington D. C.
- [6] O'Neill M. W., Hassan K. M., 1994. Drilled shafts: effects of construction on performance and design criteria. Proc. Int. Conf. on Design and Construction of Deep Foundations, Orlando, vol. 1, pp.137-187.
- [7] Gwizdala K., 1984. Large bored piles in non-cohesive soils. Swedish Geotechnical Institute, Report n. 26.
- [8] Bustamante M. e Doix B. "Une méthode pour le calcul des tirants et des micropieux injectés" Bulletin Laboratoire Central des Ponts et Chaussées, n°140, (1985)

## 2.4 Software e codici di calcolo

- [1] Paratie Plus – Harpaceas
- [2] Foglio di calcolo DEI – Geotecnica con excel

### 3. MATERIALI

#### 3.1 Calcestruzzo per pali di fondazione

##### Classe C25/30

$R_{ck} =$	30,00	MPa	Resistenza caratteristica cubica
$f_{ck} = 0,83 R_{ck} =$	25,00	MPa	Resistenza caratteristica cilindrica
$f_{cm} = f_{ck} + 8 =$	33,00	MPa	Valore medio resistenza cilindrica
$E_{cm} = 22000 (f_{cm}/10)^{(0,3)}$	31476,00	MPa	Modulo elastico di progetto

#### 3.2 Acciaio per barre di armature

##### B450C

$f_{yk} \geq$	450,00	MPa	Tensione caratteristica di snervamento
$f_{yd} = f_{yk}/\gamma_s =$	391,30	MPa	Tensione caratteristica di snervamento
$E_s =$	210000,00	MPa	Modulo elastico di progetto



#### 4. DESCRIZIONE DELLE OPERE DI FONDAZIONE DEI VIADOTTI

Le fondazioni dei viadotti e della galleria artificiale sono costituite da pali di grande diametro D1500mm e D1000mm e solo nel caso del VI07 da micropali D300 mm.

In sostanza si ha per le spalle dei viadotti:

		Lotto	VI	Nome	Spalla		
fisso	1_01_A	1	01	-	A	Spalla cava - 12 pali	<i>impalcato</i> 70 m
mobile	1_01_B	1	01	-	B	Spalla cava - 12 pali	70 m
mobile	1_02_A	1	02	-	A	Spalla cava - 12 pali	45 m
fisso	1_02_B	1	02	-	B	Spalla cava - 12 pali	45 m
fisso	1_03_B	1	03	-	B	8 pali	20 m
fisso	1_04_A	1	04	-	A	9 pali	20 m
fisso	1_05_A	1	05	-	A	Paratia - 13 pali	30 m
fisso	1_06_A	1	06	-	A	Paratia - 17 pali	30 m D.B.
fisso	1_07_A	1	07	-	A	Paratia - 50 micropali	30 m D.B.

Mentre per le pile dei VI01 e 02 invece:

	Lotto	VI	N° Pila		
1_VI01_1	1	VI01	1	12 pali	<i>impalcato</i> 70 m
1_VI02_2	1	VI02	2	12 pali	70 m
1_VI02_3	1	VI02	3	9 pali	45 m

Di seguito si riportano alcuni stralci grafici, con riferimento al numero dei pali per ogni caso.

#### 4.1 Viadotti VI 01 02 03 04

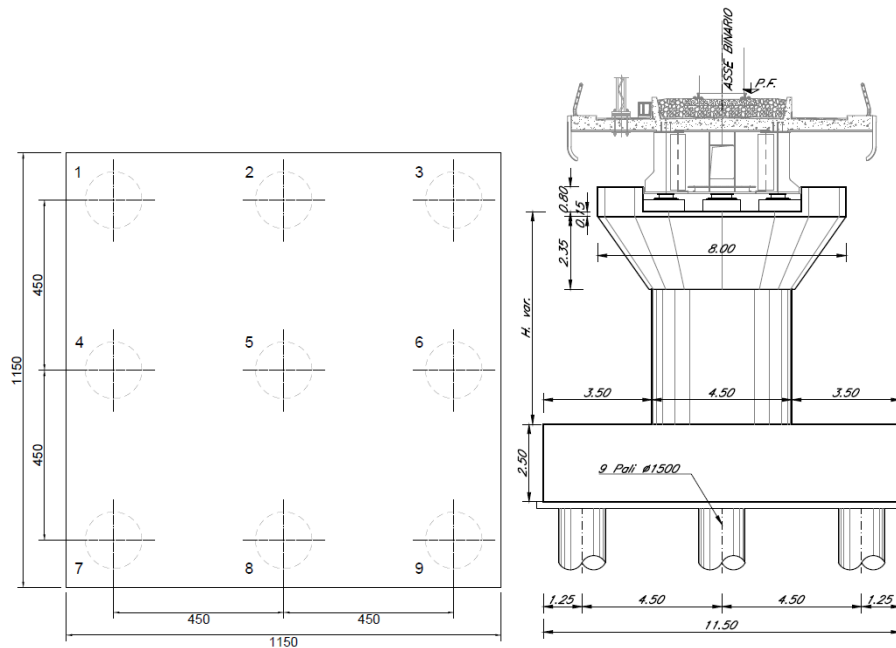


Figura 1 stralcio della carpenteria pila e fondazione da n°9 pali

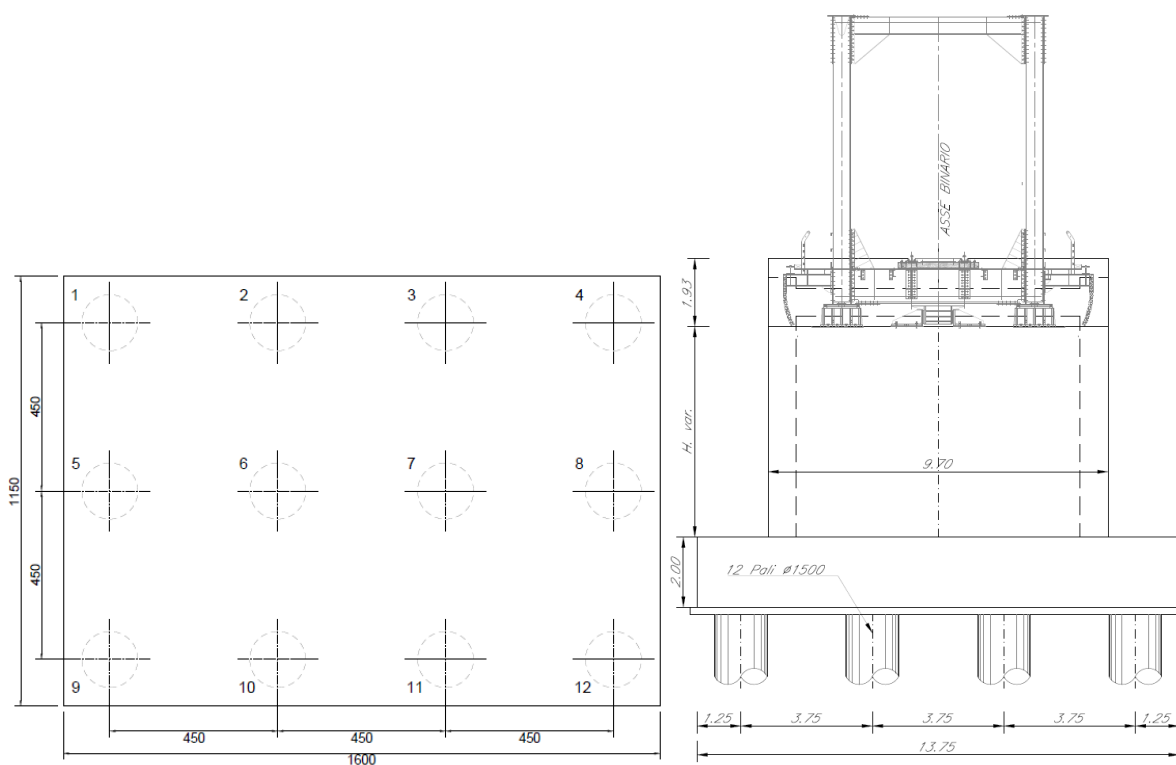
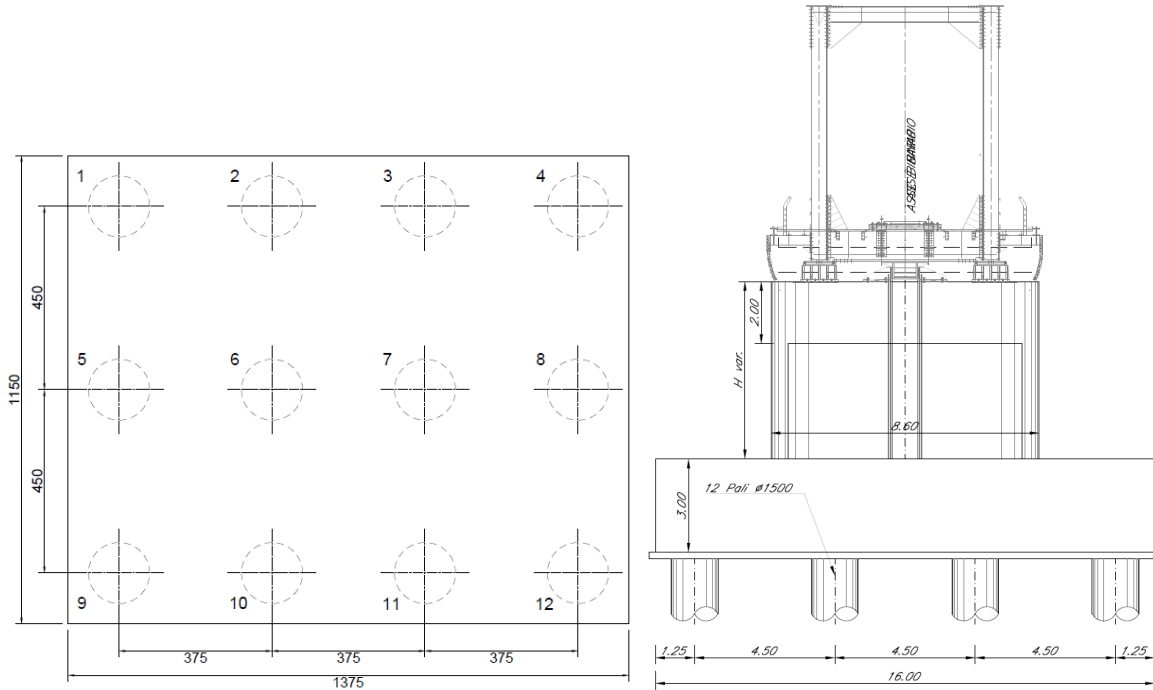
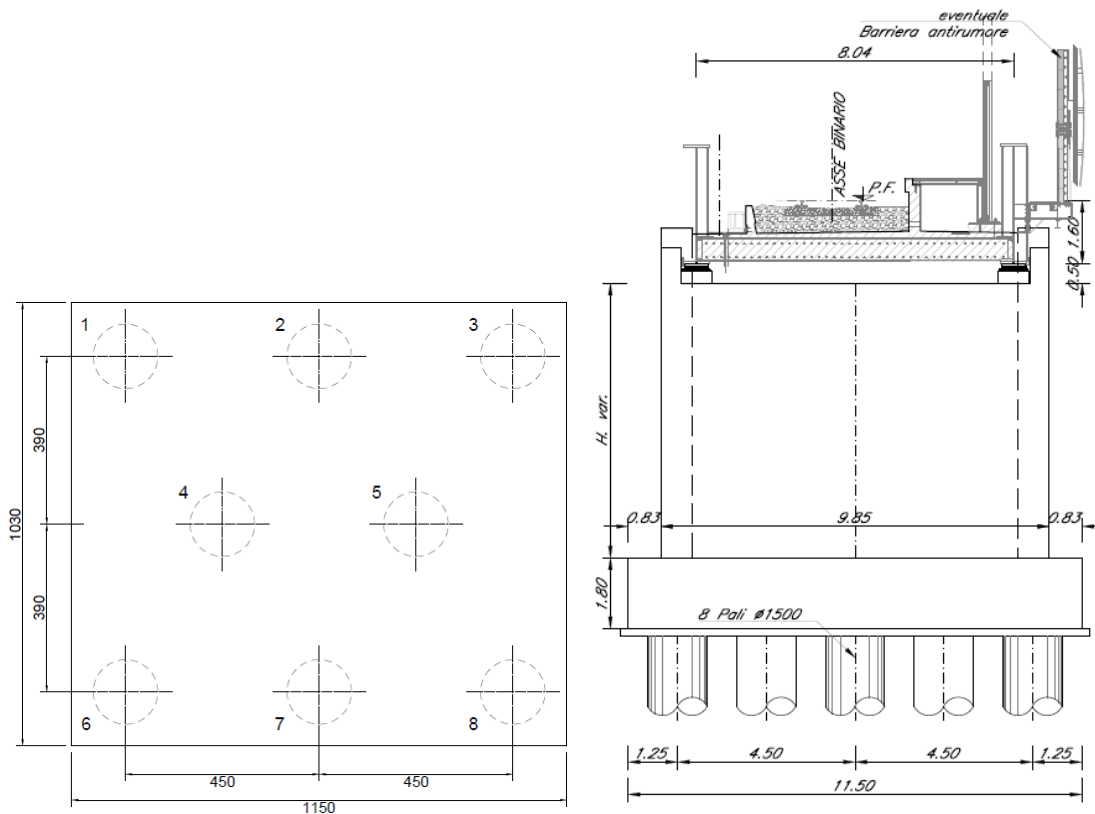


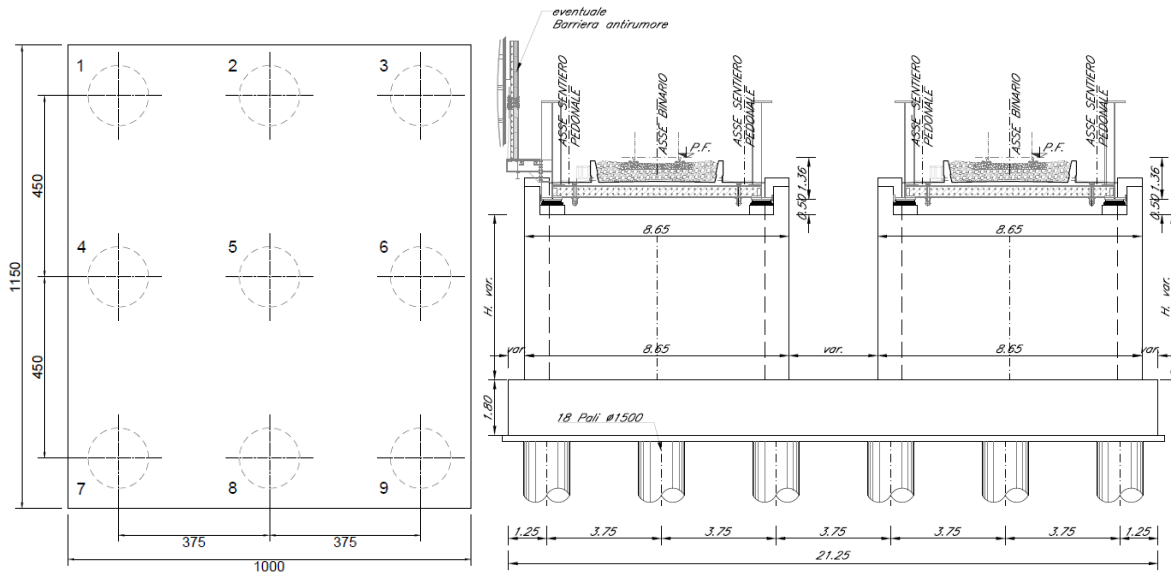
Figura 2 stralcio della carpenteria spalla e fondazione su n°12 pali



*Figura 3 stralcio della carpenteria pila e fondazione su n°12 pali*

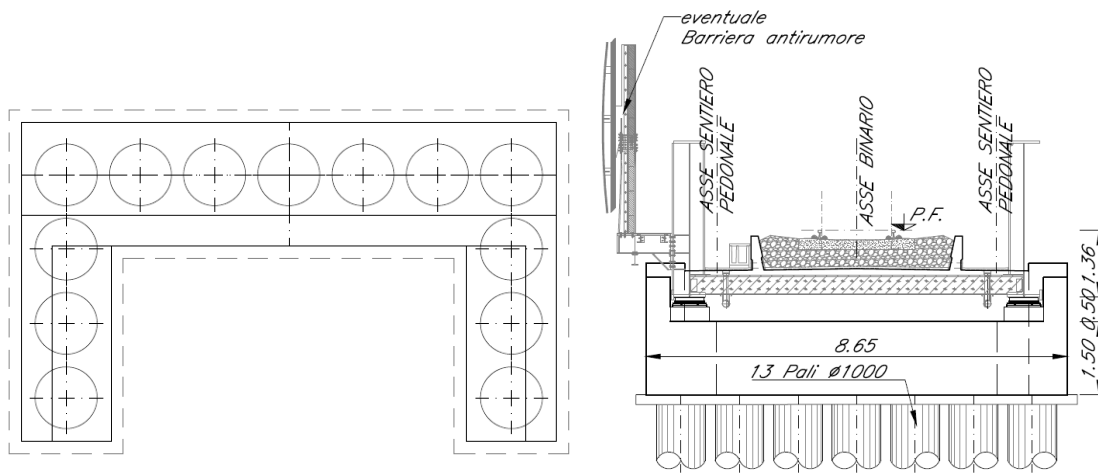


*Figura 4 stralcio della carpenteria spalla e fondazione su n°8 pali*



*Figura 5 stralcio della carpenteria spalla e fondazione su n°9 pali*

#### 4.2 Viadotti VI05 e 06



*Figura 6 stralcio della carpenteria spalla e fondazione su n°13 pali affiancati*

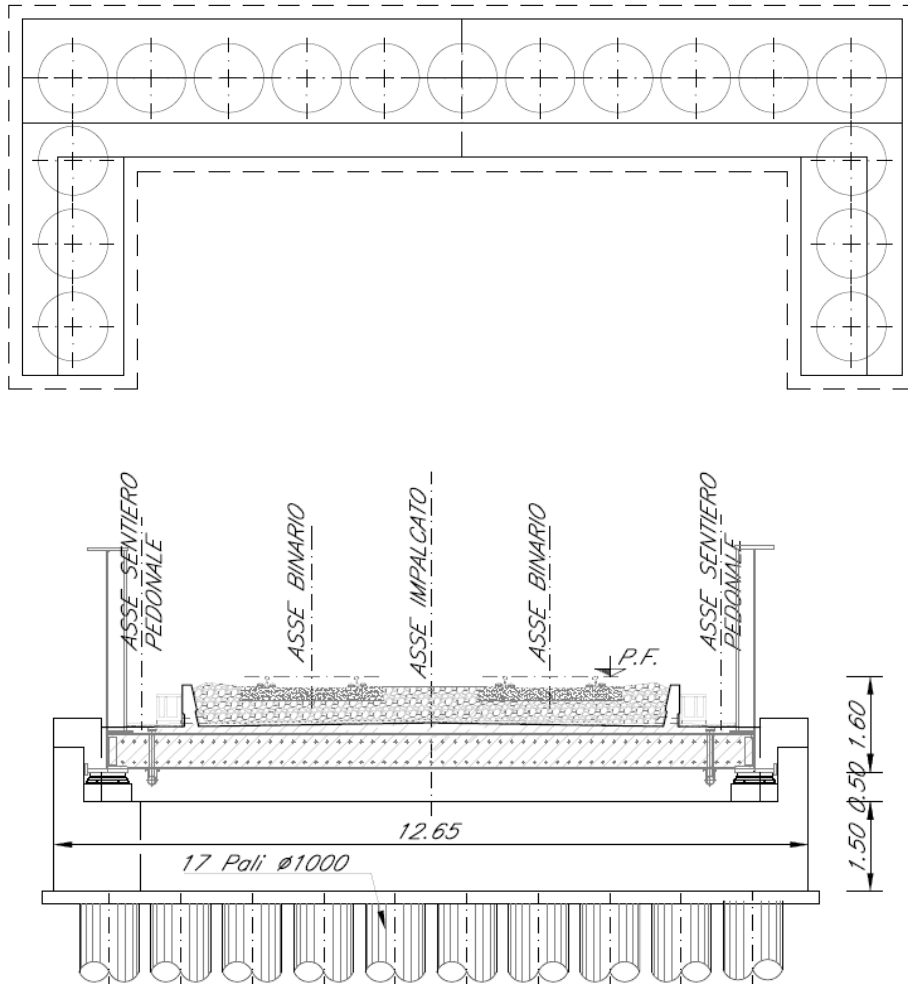
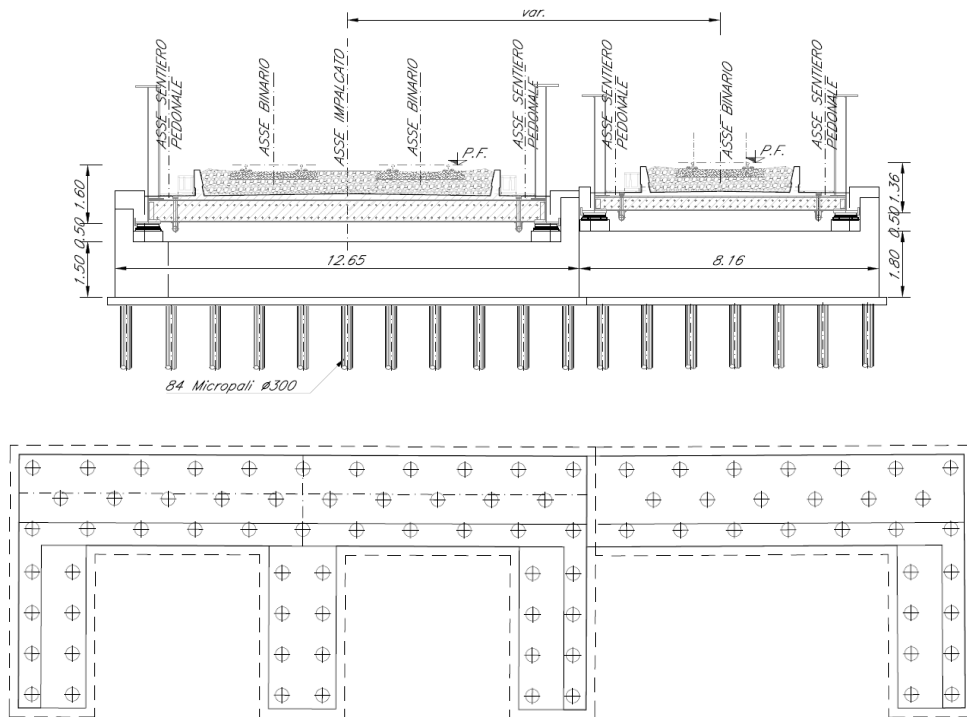


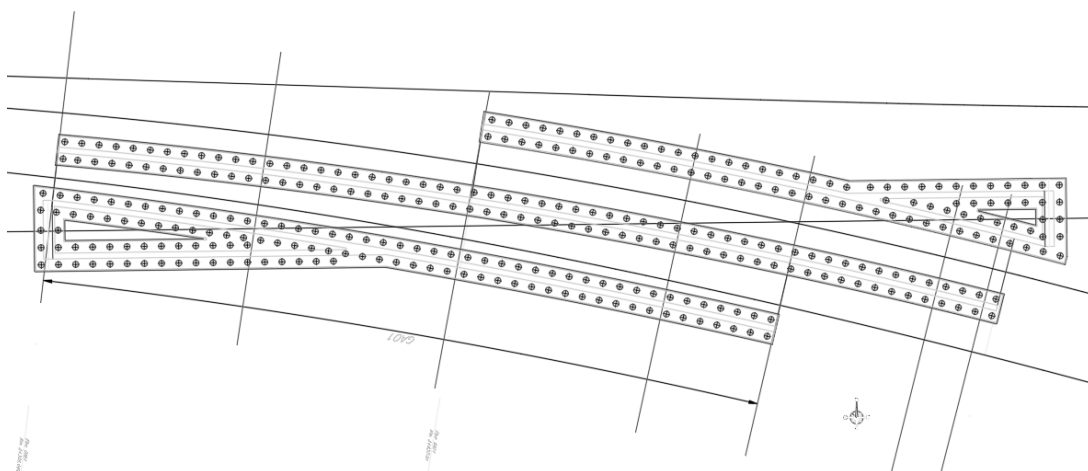
Figura 7 stralcio della carpenteria spalla e fondazione su n°17 pali affiancati

### 4.3 Viadotto VI07



*Figura 8 stralcio della carpenteria spalla e fondazione su n°50 micropali*

### 4.4 Galleria Artificiale GA01



*Figura 9 stralcio planimetrico pali delle galleria artificiali*

 <p><b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p><b>LINEA COSENZA – PAOLA / S. LUCIDO</b>  <b>NUOVA LINEA AV SALERNO – REGGIO CALABRIA</b>  <b>RADDOPPIO COSENZA – PAOLA / S. LUCIDO</b>  <b>PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA</b></p>					
<p><b>Relazione di predimensionamento delle fondazioni profonde</b></p>	<p>COMMESSA <b>RC1C</b></p>	<p>LOTTO <b>03</b></p>	<p>CODIFICA <b>R 11 RH</b></p>	<p>DOCUMENTO <b>GE 0006 002</b></p>	<p>REV. <b>B</b></p>	<p>FOGLIO <b>15 di 99</b></p>

## 5. INQUADRAMENTO SISMICO

Richiamando quanto già riportato nella “Relazione Geotecnica delle opere a cielo aperto”, nel presente paragrafo vengono riassunti gli aspetti principali relativi alla sismicità dell’area oggetto di studio.

L’azione sismica che governa il rispetto dei diversi Stati Limite per le strutture in progetto (di esercizio – SLE e ultimi - SLU) è qui definita in accordo alle Norme Tecniche 2018 (NTC2018), a partire dalla “pericolosità sismica di base” del sito di costruzione, espressa in termini di accelerazione orizzontale massima attesa  $a_g$  in condizioni di campo libero su sottosuolo rigido, con superficie topografica orizzontale.

La definizione dell’azione sismica include le ordinate dello spettro di risposta elastico di accelerazione  $S_e(T)$  corrispondenti a prefissate probabilità di eccedenza  $P_{VR}$  nel periodo di riferimento  $V_R$  per la vita utile della struttura.

In sintesi, la forma degli spettri di risposta di progetto (considerati su sottosuolo rigido di riferimento) è definita dai seguenti parametri:

- $a_g$  accelerazione orizzontale massima per sito rigido e superficie topografica orizzontale;
- $F_0$  valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;
- $T_c^*$  periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

Nei paragrafi seguenti verrà dapprima stabilito il periodo di riferimento per l’azione sismica ( $V_R$ ), in base alla classificazione delle opere in progetto. Successivamente, verranno definiti gli stati limite di interesse per la verifica strutturale, arrivando a definire i periodi di ritorno ( $T_R$ ) corrispondenti dell’azione sismica da considerare, determinata a sua volta per condizioni di suolo rigido ed a livello del piano campagna in corrispondenza di alcuni punti di interesse.

### 5.1 Vita Nominale, Classe d’Uso, Tempo di Ritorno

La Vita Nominale  $V_N$  di un’opera, intesa come il periodo temporale entro cui l’opera stessa può essere usata per lo scopo al quale è destinata purché soggetta alla manutenzione ordinaria, è così definita dalle NTC2018:

- $V_N \leq 10$  anni, per opere provvisorie e opere provvisionali;

 <p><b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p><b>LINEA COSENZA – PAOLA / S. LUCIDO</b>  <b>NUOVA LINEA AV SALERNO – REGGIO CALABRIA</b>  <b>RADDOPPIO COSENZA – PAOLA / S. LUCIDO</b>  <b>PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA</b></p>					
<p><b>Relazione di predimensionamento delle fondazioni profonde</b></p>	<p>COMMESSA <b>RC1C</b></p>	<p>LOTTO <b>03</b></p>	<p>CODIFICA <b>R 11 RH</b></p>	<p>DOCUMENTO <b>GE 0006 002</b></p>	<p>REV. <b>B</b></p>	<p>FOGLIO <b>16 di 99</b></p>

- $V_N \geq 50$  anni, per opere ordinarie, ponti, opere infrastrutturali e dighe di dimensioni contenute o di importanza normale;
  - $V_N \geq 100$  anni, per grandi opere, ponti, opere infrastrutturali e dighe di importanza strategica.
- Nel caso in esame, ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto è stato assunto in sede progettuale:

$$V_N = 75 \text{ anni}$$

Le opere sono suddivise dalle NTC2018 in classi d'uso, la cui appartenenza è stabilita sulla base dell'importanza dell'opera rispetto alle esigenze di operatività a valle di un evento sismico. In particolare, le classi d'uso sono così definite:

- Classe I: Costruzioni con presenza solo occasionale di persone, edifici agricoli. Per le quali si ha un coefficiente d'uso  $C_U = 0.7$ .
- Classe II: ... *omissis* ... Ponti, opere infrastrutturali, reti viarie non ricadenti in Classe d'uso III o Classe d'uso IV, salvo casi particolari per i quali sia necessaria la classe d'uso III o IV, reti ferroviarie la cui interruzione non provochi situazioni di emergenza ... *omissis* .... Per le quali  $C_U = 1.0$ .
- Classe III: ... *omissis* ... Reti viarie extraurbane non ricadenti in Classe d'uso IV, salvo casi particolari per i quali sia necessaria la classe d'uso IV, e reti ferroviarie la cui interruzione provochi situazioni di emergenza ... *omissis* ... Per le quali  $C_U = 1.5$ .
- Classe IV: ... *omissis* ... Reti viarie di tipo A o B, di cui al DM 5/11/2001, n. 6792, "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade" e di tipo C quando appartenenti ad itinerari di collegamento tra capoluoghi di provincia non altresì serviti da strade di tipo A o B. Ponti e reti ferroviarie di importanza critica per il mantenimento delle vie di comunicazione, particolarmente dopo un evento sismico ... *omissis* ... Per le quali  $C_U = 2$ .



 <p><b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p><b>LINEA COSENZA – PAOLA / S. LUCIDO</b>  <b>NUOVA LINEA AV SALERNO – REGGIO CALABRIA</b>  <b>RADDOPPIO COSENZA – PAOLA / S. LUCIDO</b>  <b>PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA</b></p>												
<p><b>Relazione di predimensionamento delle fondazioni profonde</b></p>	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>RC1C</td> <td>03</td> <td>R 11 RH</td> <td>GE 0006 002</td> <td>B</td> <td>17 di 99</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	RC1C	03	R 11 RH	GE 0006 002	B	17 di 99
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
RC1C	03	R 11 RH	GE 0006 002	B	17 di 99								

Nel caso in esame si assume per l'intera linea:

Classe d'uso III (CU = 1.5)

Pertanto, nel caso in esame, l'azione sismica di verifica viene associata ad un periodo di riferimento pari a:

$$VR = VN \times CU = 75 \times 1.5 = 112.5 \text{ anni}$$

Per le opere connesse all'attraversamento dell'autostrada invece si utilizzerà:

Classe d'uso IV (CU = 2.0)

Pertanto

$$VR = VN \times CU = 75 \times 2.0 = 150 \text{ anni}$$

Con riferimento alla Relazione Geotecnica delle opere a cielo aperto RC1C03R11GEGE0006001 si ha:

□	Vs,30□	CAT-SOTTOSUOLO□	Coef·TOPO□
MASW1□	369□	C1□	T1□
MASW-2□	300□	C□	T1□
□	□	□	□
DH-SVI-02□	437□	B□	T1□

□	Vs,30□	CAT-SOTTOSUOLO□	Coef·TOPO□
MASW3□	407□	B□	T1□
MASW-4□	388□	B□	T1□
□	□	□	□
DH-SVI-04□	425□	B□	T1□
DH-SVI-06□	630□	B□	T1□

□	Vs,30□	CAT-SOTTOSUOLO□	Coef-TOPO□
S1-197+149□	422.91□	B□	T1□
S1-198+208□	332.17□	C□	T1□
S1-200+072□	382.35□	B□	T1□
S1-200+784□	364.55□	C□	T1□
S1-201+116□	345.85□	C□	T1□
S1-200+587□	445.00□	B□	T1□
S1-197+258□	517.65□	B□	T1□
S1-197+699□	523.69□	B□	T1□
S1-197+975□	425.53□	B□	T1□
S1-198+805□	524.08□	B□	T1□
S1-199+089□	462.51□	B□	T1□
S1-199+703□	597.43□	B□	T1□
S1-000+601□	585.98□	B□	T1□
S1-000+670□	428.37□	B□	T1□
S1-001+357□	348.01□	C□	T1□

**Tabella 1 Suddivisione del tracciato in funzione della categoria di sottosuolo in base ai risultati prove MASW-  
(sopra) DH (sotto)**

Alla luce dei risultati precedenti, viene assunta per le analisi lato Paola, una categoria di sottosuolo B, mentre per il lato Cosenza, si assume una categoria C.

In ogni caso, si suggeriscono comunque approfondimenti per le fasi progettuali successive.

 <p><b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p><b>LINEA COSENZA – PAOLA / S. LUCIDO</b>  <b>NUOVA LINEA AV SALERNO – REGGIO CALABRIA</b>  <b>RADDOPPIO COSENZA – PAOLA / S. LUCIDO</b>  <b>PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA</b></p>					
<p><b>Relazione di predimensionamento delle fondazioni profonde</b></p>	<p>COMMESSA <b>RC1C</b></p>	<p>LOTTO <b>03</b></p>	<p>CODIFICA <b>R 11 RH</b></p>	<p>DOCUMENTO <b>GE 0006 002</b></p>	<p>REV. <b>B</b></p>	<p>FOGLIO <b>19 di 99</b></p>

## 6. METODOLOGIE DI CALCOLO CAPACITA' PORTANTE DEI PALI

### 6.1 Analisi agli stati limite

Le verifiche di capacità portante dei pali vengono svolte secondo la metodologia degli stati limite ultimi, in accordo alla normativa vigente NTC2018. La verifica dei pali è soddisfatta se:

$$F_{cd} < R_{cd}$$

essendo

$$R_{cd} = R_k / \gamma_R$$

dove:

$F_{cd}$  = carico assiale di compressione di progetto;

$R_{cd}$  = capacità portante di progetto nei confronti dei carichi assiali;

$R_k$  = valore caratteristico della capacità portante limite del palo.

In particolare le verifiche di capacità portante dei pali agli stati limite ultimi (SLU) vengono condotte secondo l'Approccio 2 con la combinazione (A1+M1+R3) tenendo conto dei valori dei coefficienti parziali delle tabelle di normativa 6.2.I, 6.2.II e 6.4.VI.

La resistenza di progetto a compressione  $R_{c,d}$  è calcolata applicando al valore caratteristico della resistenza  $R_{c,k}$  i coefficienti parziali  $\gamma_R$  riportati in tabella seguente (tabella di normativa 6.4.II), relativi alla condizione di pali trivellati.

Il valore caratteristico della resistenza  $R_{c,k}$  a compressione del palo (o a trazione  $R_{t,k}$ ) è ottenuto applicando i fattori di correlazione  $\xi_3$  e  $\xi_4$  (vedasi tabella seguente) alle resistenze di calcolo  $R_{c,cal}$  (o  $R_{t,cal}$ ); tali fattori di correlazione sono funzione del numero di verticali d'indagine rappresentative (tabella di normativa 6.4.IV).

Per ogni opera verrà assunto un coefficiente  $\xi_3$  in funzione delle verticali di indagine eseguite, sufficientemente rappresentative per la caratterizzazione geotecnica, secondo quanto indicato da normativa.

In condizioni sismiche le verifiche di capacità portante dei pali agli stati limite ultimi vanno condotte con riferimento allo stesso approccio utilizzato per le condizioni statiche (A1+M1+R3), tenendo conto dei coefficienti parziali riportati nella successiva tabella e ponendo i coefficienti parziali sulle azioni tutti pari all'unità (es: peso palo).

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>LINEA COSENZA – PAOLA / S. LUCIDO</b> <b>NUOVA LINEA AV SALERNO – REGGIO CALABRIA</b> <b>RADDOPPIO COSENZA – PAOLA / S. LUCIDO</b> <b>PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA</b>					
	<b>Relazione di predimensionamento delle fondazioni profonde</b>	COMMESSA <b>RC1C</b>	LOTTO <b>03</b>	CODIFICA <b>R 11 RH</b>	DOCUMENTO <b>GE 0006 002</b>	REV. <b>B</b>

**Tabella 2 Coefficienti parziali  $\gamma_R$  da applicare alle resistenze caratteristiche a carico verticale dei pali**

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

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

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

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

**Tabella 3 Fattori di correlazione  $\xi$  per la determinazione della resistenza caratteristica in funzione del numero di verticali d'indagine**

Numero di verticali indagate	1	2	3	4	5	7	$\geq 10$
$\xi_3$	1,70	1,65	1,60	1,55	1,50	1,45	1,40
$\xi_4$	1,70	1,55	1,48	1,42	1,34	1,28	1,21

Per tutti i casi analizzati nel progetto in esame è stato assunto un valore di  $\xi_3 = \xi_4 = 1.70$ .

Si verificherà inoltre che la risposta del palo in esercizio sia di tipo “elastico”; verificando un adeguato coefficiente di sicurezza sulla portata ultima per attrito laterale:

- $N_{max,SLE} < Q_{ll} / 1.25$  la massima sollecitazione assiale allo SLE RARA dovrà essere inferiore alla portata laterale limite del palo ( $Q_{ll}$ , riportata nelle seguenti tabelle) con un fattore di sicurezza di 1.25.

	<b>LINEA COSENZA – PAOLA / S. LUCIDO</b> <b>NUOVA LINEA AV SALERNO – REGGIO CALABRIA</b> <b>RADDOPPIO COSENZA – PAOLA / S. LUCIDO</b> <b>PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA</b>												
<b>Relazione di predimensionamento delle fondazioni profonde</b>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>RC1C</td> <td>03</td> <td>R 11 RH</td> <td>GE 0006 002</td> <td>B</td> <td>21 di 99</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	RC1C	03	R 11 RH	GE 0006 002	B	21 di 99
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
RC1C	03	R 11 RH	GE 0006 002	B	21 di 99								

Nella presente fase progettuale, si ritiene ragionevole assumere che le verifiche dimensionanti ai fini delle fondazioni dei viadotti siano quelle agli stati limite ultimi. Coerentemente con tale assunzione, le verifiche SLE verranno effettuate nelle successive fasi progettuali.

## 6.2 Metodologia di calcolo capacità portante ai carichi verticali

La portata di progetto di un palo trivellato (eseguito con completa asportazione del terreno) “Qd” può essere espressa dalla seguente relazione:

$$Q_d = Q_{ll} / F_{SL} + Q_{bl} / F_{SB} - W^*p$$

dove:

$Q_{ll}$  = portata laterale limite,

$Q_{bl}$  = portata di base limite,

$W^*p$  = peso efficace del palo (al netto del peso del terreno asportato: peso calcestruzzo-peso terreno),

$F_{SL}$  = fattore di sicurezza per la portata laterale a compressione ( $=\xi_3 \cdot \gamma_s$ ).

$F_{SB}$  = fattore di sicurezza per la portata di base ( $=\xi_3 \cdot \gamma_b$ ).

### Portata laterale

La portata laterale limite viene valutata con la seguente relazione:

$$Q_{ll} = \pi \cdot D \cdot \sum_i (\tau_i \cdot h_i)$$

dove:

D = diametro palo,

$\tau_i$  = tensione di adesione laterale limite nello strato i-esimo,

$h_i$  = altezza dello strato i-esimo.

### Depositi incoerenti

Per i depositi incoerenti, la tensione tangenziale ultima lungo il fusto del palo, in accordo ad esempio a Burland [1973], Reese & O'Neill [1988], Chen & Kulhawy [1994], O'Neill & Hassan [1994], può essere valutata con riferimento alla seguente espressione:

$$\tau_i = \beta \cdot \sigma'v \leq \tau_{i,max}$$

dove:

$\sigma'v$  = tensione verticale efficace litostatica,

 <p><b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p><b>LINEA COSENZA – PAOLA / S. LUCIDO</b>  <b>NUOVA LINEA AV SALERNO – REGGIO CALABRIA</b>  <b>RADDOPPIO COSENZA – PAOLA / S. LUCIDO</b>  <b>PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA</b></p>					
<p><b>Relazione di predimensionamento delle fondazioni profonde</b></p>	<p>COMMESSA <b>RC1C</b></p>	<p>LOTTO <b>03</b></p>	<p>CODIFICA <b>R 11 RH</b></p>	<p>DOCUMENTO <b>GE 0006 002</b></p>	<p>REV. <b>B</b></p>	<p>FOGLIO <b>22 di 99</b></p>

$\tau_{l,max}$  = valore massimo dell'adesione laterale limite palo-terreno (pari a 150 kPa per terreni incoerenti).

$\beta$  = coefficiente empirico  $\beta = k \cdot \tan \varphi$  essendo

$k$  = coefficiente di pressione laterale = 0.6 a compressione e 0.5 a trazione;

$\varphi$  = angolo di resistenza al taglio.

### Depositi coesivi

Per i terreni coesivi superficiali la tensione tangenziale è stata valutata con la seguente espressione:

$$\tau_i = \alpha \cdot c_u \leq \tau_{l,max}$$

Dove:

$c_u$  = resistenza al taglio in condizioni non drenate

$\alpha$  = parametro empirico assunto come da Indicazione AGI:

$\alpha = 0.90$  per  $c_u \leq 25$  kPa;

$\alpha = 0.80$  per  $25 \leq c_u \leq 50$  kPa;

$\alpha = 0.60$  per  $50 \leq c_u \leq 75$  kPa;

$\alpha = 0.40$  per  $c_u \geq 75$  kPa.

$\tau_{l,max}$  = valore massimo dell'adesione laterale limite palo-terreno (pari a 100 kPa per terreni coesivi alluvionali).

Per i depositi coesivi profondi la tensione tangenziale può essere valutata con la correlazione di Burland (1993):

$$\tau_i = \beta \cdot \sigma'v \leq \tau_{l,max}$$

Dove

$\beta = 0.1 + 0.4 \cdot C_u / \sigma'v$  (con  $\beta$  compreso tra 0.23 e 0.50, AGI dicembre 1984).

$c_u$  = resistenza al taglio in condizioni non drenate;

$\sigma'v$  = tensioni verticali efficaci;

$\tau_{l,max}$  = valore massimo dell'adesione laterale limite palo-terreno (pari a 120 kPa per terreni coesivi del substrato).

### **Portata di base**

Per la valutazione della portata di base limite sono state utilizzate le seguenti relazioni:

 <p><b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p><b>LINEA COSENZA – PAOLA / S. LUCIDO</b>  <b>NUOVA LINEA AV SALERNO – REGGIO CALABRIA</b>  <b>RADDOPPIO COSENZA – PAOLA / S. LUCIDO</b>  <b>PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA</b></p>												
<p><b>Relazione di predimensionamento delle fondazioni profonde</b></p>	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>RC1C</td> <td>03</td> <td>R 11 RH</td> <td>GE 0006 002</td> <td>B</td> <td>23 di 99</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	RC1C	03	R 11 RH	GE 0006 002	B	23 di 99
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
RC1C	03	R 11 RH	GE 0006 002	B	23 di 99								

$$Q_{bl} = A_p \cdot q_{bl}$$

dove:

$A_p$  = area della base del palo,

$q_{bl}$  = portata limite specifica di base.

### Depositi incoerenti

Nei terreni incoerenti, la pressione di base del palo associabile a cedimenti pari al 10% del diametro del palo, viene valutata con la relazione di Berezantzev (1965) indicata nelle Raccomandazioni AGI:

$$q_b = Nq^* \cdot \sigma'v \leq q_{b,lim}$$

essendo:

$Nq^*$  = coefficiente in funzione dell'angolo di resistenza al taglio del terreno

$\sigma'v$  = tensione verticale efficace;

$q_{b,lim}$  = pressione ultima di base massima consigliabile. Nel caso in esame si è fatto riferimento a quanto indicato da Gwizdala, 1984, vedasi seguente tabella.

**Tabella 4 – Valori di  $q_{blim}$  secondo Gwizdala [1984]**

	$q_{b,lim}$ (kPa)
GHIAIE	7300
SABBIE	5800
SABBIE LIMOSE	4300

### Depositi coesivi

La portata di base limite nei terreni coesivi viene valutata con la seguente relazione:

$$q_b = 9 \cdot c_u + \sigma_v \leq q_{b,lim}$$

dove:

$c_u$  = resistenza al taglio non drenata [kPa];

$\sigma_v$  = tensione totale verticale;

$q_{b,lim}$  = pressione ultima di base massima consigliabile (3800 kN in accordo a Engling e Reese, 1974).

	<b>LINEA COSENZA – PAOLA / S. LUCIDO</b> <b>NUOVA LINEA AV SALERNO – REGGIO CALABRIA</b> <b>RADDOPPIO COSENZA – PAOLA / S. LUCIDO</b> <b>PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA</b>					
<b>Relazione di predimensionamento delle fondazioni profonde</b>	COMMESSA <b>RC1C</b>	LOTTO <b>03</b>	CODIFICA <b>R 11 RH</b>	DOCUMENTO <b>GE 0006 002</b>	REV. <b>B</b>	FOGLIO <b>24 di 99</b>

### 6.3 Determinazione della resistenza di progetto a trazione

La portata a trazione di progetto di un palo trivellato (eseguito con completa asportazione del terreno)

“ $Q_d$ ” può essere espressa dalla seguente relazione:

$$Q_d = Q_{LL} / F_{SL} + W'_p$$

dove:

$Q_{LL}$  = portata laterale limite (da determinarsi in conformità a quanto già descritto nel precedente paragrafo),

$W'_p$  = peso efficace del palo (alleggerito se sotto falda),

$F_{SL}$  = fattore di sicurezza per la portata laterale a trazione ( $= \gamma_{st} \cdot \xi_3$ ).



 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>LINEA COSENZA – PAOLA / S. LUCIDO</b> <b>NUOVA LINEA AV SALERNO – REGGIO CALABRIA</b> <b>RADDOPPIO COSENZA – PAOLA / S. LUCIDO</b> <b>PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA</b>					
	<b>Relazione di predimensionamento delle fondazioni profonde</b>	COMMESSA <b>RC1C</b>	LOTTO <b>03</b>	CODIFICA <b>R 11 RH</b>	DOCUMENTO <b>GE 0006 002</b>	REV. <b>B</b>

#### 6.4 Verifica a carico limite verticale di una palificata

La valutazione del carico limite verticale di una palificata è eseguita come di seguito indicato:

$$R_{d,G} = N \cdot E \cdot R_{d, \text{singolo palo}}$$

La resistenza a carico verticale della palificata è data dal prodotto della resistenza del palo singolo per il numero N di pali del gruppo e per il fattore E di efficienza della palificata.

L'esperienza (Vesic, 1968) ha mostrato che per palificate in terreni incoerenti, l'efficienza risulta non minore dell'unità, quindi si può assumere  $E = 1$  (terreni incoerenti).

Per palificate in terreni coesivi, invece, l'efficienza risulta minore dell'unità e può essere valutata ad esempio con la formulazione empirica di Converse Labarre, di seguito esplicitata.

$$E = 1 - (\Phi / 90) \cdot [(n - 1) \cdot m + (m - 1) \cdot n] / (m \cdot n)$$

Dove:

E = efficienza della palificata

N = numero di pali per fila

M = numero di file

$\Phi = \arctg (D/i)$  con D = diametro pali, i = interasse pali.

Per le palificate in progetto, a 8, 9, 12 pali l'efficienza considerata nelle analisi è come di seguito mostrato, a seconda delle geometrie e valori di interasse dei pali:

D (m)	A (m <sup>2</sup> )	n pali	interasse (m)	m	n	parametri di calcolo			eta
1.5	1.76625	8	4.5	3	5	0.2	1.4667	0.30	0.6994

D (m)	A (m <sup>2</sup> )	n pali	interasse (m)	m	n	parametri di calcolo			eta
1.5	1.76625	9	4.5	3	3	0.2	1.3333	0.27	0.7268

D (m)	A (m <sup>2</sup> )	n pali	interasse (m)	m	n	parametri di calcolo			eta
1.5	1.76625	12	3.75	3	4	0.2	1.4167	0.34	0.6567

D (m)	A (m <sup>2</sup> )	n pali	interasse (m)	m	n	parametri di calcolo			eta
1.5	1.76625	9	3.75	3	3	0.2	1.3333	0.32	0.6769

Per le palificate invece dei VI 05 e 06 invece si ha:

D (m)	A (m <sup>2</sup> )	n pali	interasse (m)	m	n	parametri di calcolo			eta
1	0.785	11	1.2	1	11	0.4	0.9091	0.40	0.5977

 <p><b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p><b>LINEA COSENZA – PAOLA / S. LUCIDO</b> <b>NUOVA LINEA AV SALERNO – REGGIO CALABRIA</b> <b>RADDOPPIO COSENZA – PAOLA / S. LUCIDO</b> <b>PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA</b></p>												
<p><b>Relazione di predimensionamento delle fondazioni profonde</b></p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>RC1C</td> <td>03</td> <td>R 11 RH</td> <td>GE 0006 002</td> <td>B</td> <td>26 di 99</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	RC1C	03	R 11 RH	GE 0006 002	B	26 di 99
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
RC1C	03	R 11 RH	GE 0006 002	B	26 di 99								



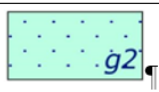

## 7. INQUADRAMENTO E CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA

A partire dal modello geologico e sulla base dell'interpretazione dei risultati delle indagini disponibili, sono state identificate le unità geotecniche di riferimento, cioè unità aventi comportamento omogeneo dal punto di vista meccanico.

Per l'individuazione delle unità geotecniche sono stati analizzati e correlati i dati stratigrafici corrispondenti alle verticali di sondaggio delle diverse campagne di indagine e i risultati delle prove in sito e di laboratorio disponibili, il tutto con riferimento e come descritto nella relazione geotecnica delle opere all'aperto di progetto.

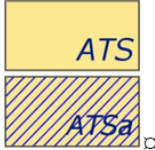
Le unità geotecniche individuate coincidono con le unità geologiche identificate nella campagna di riconoscimento eseguita; di seguito sono elencate in ordine di età geologica crescente, mostrando il colore corrispondente alla legenda geologica/geotecnica utilizzata per identificarle. I rapporti stratigrafici sono illustrati nei profili geotecnici.

Per il calcolo dei valori di portanza verticale di tutte le fondazioni profonde sono stati assunti i parametri meccanici medii desunti dall'intervallo esplicitato nella tabella materiali sotto riportata.


Unità-DA: Depositi-Alluvionali-(Successioni-Continentali-Quaternarie)▣		
	bb: Depositi alluvionali-attuali e recenti▣	Ghiaie eterometriche, da sub-arrotondate ad arrotondate, in matrice sabbiosa e sabbioso-limosa da scarsa ad abbondante, talora da poco a mediamente cementate; sabbie e sabbie limose a struttura indistinta o laminata, con locali ghiaie eterometriche, da sub-arrotondate ad arrotondate, a luoghi debolmente cementate. Depositi di canale fluviale, argine e conoide alluvionale. Argille limose e limi argillosi a struttura indistinta o laminata, con locali intercalazioni di limi sabbiosi e sabbie limose. Depositi di piana inondabile, lago di meandro e canale in fase di abbandono.▣
	bn: Depositi alluvionali-terrazzati▣	
Unità-DM: Depositi-Marini-(Successioni-Marine-Quaternarie)▣		
	g2: Depositi marini attuali e recenti▣	Ghiaie eterometriche, da sub-arrotondate ad arrotondate, in matrice sabbiosa e sabbioso-limosa da scarsa ad abbondante, talora da poco a mediamente cementate; sabbie e sabbie limose a stratificazione indistinta o incrociata, con locali ghiaie eterometriche, da sub-arrotondate ad arrotondate, a luoghi debolmente cementate, talora sono presenti livelli di limi argilloso-sabbiosi. Depositi di spiaggia, cordone litoraneo e mare basso.▣
	gn: Depositi marini terrazzati▣	

**Tabella 5 unità geotecniche dei depositi superficiali**

**Unità-ATS: Successioni-Marine-Plio-Pleistoceniche**

	<p>ATS: Argille limose del T. Settimo</p>	<p>Argille limose e limi argillosi grigi e grigio-azzurri, a stratificazione poco evidente e frattura concoide, con frequenti intercalazioni millimetriche e centimetriche di sabbie, sabbie limose e limi sabbiosi di colore grigio, a struttura indistinta o laminata; talora sono presenti passaggi decimetrici di sabbie e sabbie limose grigie; a luoghi si rinvengono lenti di ghiaie poligeniche ed eterometriche, da sub-angolose a sub-arrotondate, in matrice sabbioso-limosa grigia, da scarsa ad abbondante.</p>
---	---	--

**Unità-ALD: Successioni-Marine-Mioceniche**

	<p>ALD: Argille marnose del T. Lavandaio</p>	<p>Argille limo e argille marnose grigie, in genere sottilmente stratificate, con occasionali passaggi di argille fogliettate rosso-scure, locali livelli di argille nodulari grigie e frequenti intercalazioni millimetriche e centimetriche di sabbie e sabbie limose grigie, a struttura indistinta o laminata. A luoghi si rinvengono intercalazioni di arenarie, calcari e marne bruno-chiare, finemente laminate, e lenti di ghiaie poligeniche ed eterometriche, da sub-angolose a sub-arrotondate, in abbondante matrice sabbioso-limosa grigia, da scarsa ad abbondante.</p>
---	--	---

**Tabella 6 unità geotecniche del substrato**

UNITÀ								
	DA	→ ATS →	DM	ALD				
Nspt								
$\gamma$ [kn/m3]	19.5	20	20.0	20.5				
e[-]	0.6	0.6	0.6	0.5				
Ip[%]	na	20	na	30				
IC[%]	na	1.1	na	1.5				
$\phi$ [°]	33	30-35	25	25.0-27	35	30-38	24	22-26
c' [kPa]	0	0-10	20	20-25	0	0-5	25	10-40
cu [kPa]		na	150	100-220		na	250	200-300
Eyoung [MPa]		z<10:20 10<z<30:35		z<15:15 15<z<45:25		z<10:30 z>10:45		z<10:20 10<z<25:40 z>25:60
K [m/s]		1.0E-06		5.0E-08		2.0E-6		5.0E-08
OCR		na		1.5		na		1.5
Cc		na		0.216		na		0.158
Cs		na		0.076		na		0.052
C <sub>ae</sub>		na		Tabella-8.5		na		na

**Tabella 7 parametri geotecnici**

 <p><b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p><b>LINEA COSENZA – PAOLA / S. LUCIDO</b>  <b>NUOVA LINEA AV SALERNO – REGGIO CALABRIA</b>  <b>RADDOPPIO COSENZA – PAOLA / S. LUCIDO</b>  <b>PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA</b></p>					
<p><b>Relazione di predimensionamento delle fondazioni profonde</b></p>	<p>COMMESSA <b>RC1C</b></p>	<p>LOTTO <b>03</b></p>	<p>CODIFICA <b>R 11 RH</b></p>	<p>DOCUMENTO <b>GE 0006 002</b></p>	<p>REV. <b>B</b></p>	<p>FOGLIO <b>28 di 99</b></p>

## 8. PALI DI FONDAZIONE - RISULTATI DELLE VERIFICHE DI PORTANZA VERTICALE

Le curve di resistenza di progetto del palo singolo sono state calcolate in accordo ai criteri progettazione agli stati limite secondo la normativa vigente riportati nel paragrafo “X” ed in accordo ai criteri di calcolo riportati nel paragrafo “Y”. Sulla base di quanto riportato al paragrafo 6.4.3 delle NTC2018, il peso del palo deve essere aggiunto come carico esterno, tra le azioni permanenti e fattorizzato come da Tabella 6.2.I delle stesse NTC2018.

Di seguito verranno fornite le curve di resistenza comprensive del peso del palo, ovvero

- $R_{c,d} = [(W_p - W_s) \cdot \gamma_{G1} + W_p] \cdot \gamma_{G1}$
- $R_{t,d} = W_p \cdot \gamma_{G1}$

Dove

$R_{c,d}$  è la resistenza di progetto a compressione

$R_{t,d}$  è la resistenza di progetto a trazione

$W_p$  è il peso del palo,  $W_s$  è il peso del terreno sostituito dal palo

$\gamma_{G1}$  sono i coefficienti sulle azioni (Tab 6.2. I delle NTC2018)


Nella condizione di resistenza a compressione  $W_p$  è stato assunto come carico permanente strutturale sfavorevole, mentre nella condizione di calcolo di resistenza a trazione è stato assunto come azione permanente strutturale favorevole.

In accordo alle stratigrafie di calcolo riportate nel seguito sono state calcolate le curve di resistenza per ciascuna stratigrafia di calcolo assunta.

Per facilità di lettura, nella tabella seguente viene riportata la sintesi delle lunghezze dei pali risultanti dal calcolo di capacità portante verticale.

Lotto	VI	Spalla	Lunghenza (m)	Fmin
1	01	A	34	1.28
1	01	B	34	1.13
1	02	A	34	1.05
1	02	B	34	1.13
1	03	B	25	1.26
1	04	A	25	1.22
1	05	A	20	1.02
1	06	A	23	1.08
1	07	A	20	1.95
Lotto	VI	N° Pila	Lunghenza (m)	Fmin
1	VI01	1	34	1.14
1	VI02	2	38	1.02
1	VI02	3	44	1.03
Lotto	GA	sing.palo	Lunghenza (m)	Fmin
1	GA01	1	20	1.12

*Tabella 8 riepilogo fondazioni su pali e tipologie di scarico verificate*

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>LINEA COSENZA – PAOLA / S. LUCIDO</b> <b>NUOVA LINEA AV SALERNO – REGGIO CALABRIA</b> <b>RADDOPPIO COSENZA – PAOLA / S. LUCIDO</b> <b>PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA</b>					
	<b>Relazione di predimensionamento delle fondazioni profonde</b>	COMMESSA <b>RC1C</b>	LOTTO <b>03</b>	CODIFICA <b>R 11 RH</b>	DOCUMENTO <b>GE 0006 002</b>	REV. <b>B</b>

## 8.1 Viadotto VI01

Sulla base delle formulazioni al capitolo 6, si riportano, per ognuna delle platee verificate, la curva di portanza del palo maggiormente sollecitato.

Le condizioni stratigrafiche e di falda da t.p. considerare nella verifica sono quelle riportate nella tabella che segue e con riferimento ai parametri geotecnici esplicitati nel capitolo 7:

VI01		cosenza	
Profondità (m da tp)		Unità geotecnica	
da	a		
0	12	DA	
>12		ATS	
Falda di calcolo	2	m da t.p.	

Le sollecitazioni sul singolo palo delle spalle (A, B) e pile (sotto) derivanti dall'analisi numerica delle sovrastrutture sono di seguito esplicitate.

### SPALLA A

	Nmax [kN]	Nmin [kN]	V [kN]
SLU_1	5325	218	830
SLU_2	5189	62	777
SLV_1	6307	-2461	2042
SLV_2	6010	-2164	2042
SLV_3	4984	-333	999

6307    -2461    2042

### SPALLA B

	Nmax [kN]	Nmin [kN]	V [kN]
SLU_1	5489	541	808
SLU_2	5302	435	745
SLV_1	6610	-2325	2011
SLV_2	7159	-2873	2265
SLV_3	5650	-462	1075

7159    -2873    2265

PILE

	<b>Nmax</b>	<b>Nmin</b>	<b>V</b>
	<b>[kN]</b>	<b>[kN]</b>	<b>[kN]</b>
<b>SLU_1</b>	5801	2772	193
<b>SLU_2</b>	5943	2070	241
<b>SLU_3</b>	5801	2772	193
<b>SLV_1</b>	5341	1869	290
<b>SLV_2</b>	7108	-948	739
<b>SLV_3</b>	6612	-367	676

**7108      -948      739**

Pertanto si ha sul palo più caricato per  $L=34\text{m}$  si ha  $F_s = 1.13$  per il palo maggiormente caricato delle spalle e  $F_s = 1.14$  per quello delle pile.

Di seguito si riportano la tabella riepilogativa delle resistenze e le curve di portanza di design.

**Relazione di predimensionamento delle fondazioni  
profonde**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RC1C	03	R 11 RH	GE 0006 002	B	32 di 99

STAT-CUD	SISM-CUD	STAT-CD				
totale	totale	totale	laterale			
NTC2018	NTC2018	NTC2018	NTC2018			
Rtot_slu3	Rtot_slu3	Rtot_slu3 STA	Rtraz_slu3	Z	Rlat_sle	Rlat_sle/1.25
kN	kN	kN	kN	m, da t.p	kN	kN
794	794	794	56	0	143	115
1042	1055	1042	126	1	312	250
1309	1336	1309	211	2	517	414
1493	1532	1493	302	3	740	592
1685	1738	1685	399	4	980	784
1887	1953	1887	504	5	1237	990
2097	2176	2097	616	6	1512	1209
2316	2409	2316	734	7	1804	1443
2544	2650	2544	859	8	2114	1691
2781	2900	2781	991	9	2441	1952
3027	3160	3027	1130	10	2785	2228
3282	3428	3282	1276	11	3147	2518
3546	3705	3546	1429	12	3526	2821
3069	3241	2580	1611	13	3915	3132
3263	3448	2753	1795	14	4298	3439
3459	3658	2933	1982	15	4686	3749
3657	3869	3119	2171	16	5079	4063
3858	4084	3312	2362	17	5476	4381
4062	4300	3512	2555	18	5878	4702
4268	4519	3718	2751	19	6284	5027
4476	4741	3931	2948	20	6695	5356
4686	4965	4151	3148	21	7111	5689
4899	5191	4378	3350	22	7532	6026
5115	5420	4611	3555	23	7958	6366
5333	5651	4852	3761	24	8388	6710
5553	5884	5099	3970	25	8823	7058
5776	6120	5352	4181	26	9262	7410
6001	6358	5613	4394	27	9706	7765
6228	6599	5880	4610	28	10155	8124
6458	6842	6154	4827	29	10609	8487
6690	7088	6434	5047	30	11068	8854
6925	7336	6722	5269	31	11531	9225
7162	7586	7016	5494	32	11998	9599
7402	7839	7317	5720	33	12471	9977
7644	8094	7624	5949	34	12948	10359
7888	8352	7939	6180	35	13430	10744
8135	8612	8260	6413	36	13917	11133
8384	8874	8587	6649	37	14408	11527
8639	9142	8922	6889	38	14911	11929
8899	9416	9263	7135	39	15424	12339
9165	9695	9611	7386	40	15948	12759
9437	9980	9966	7642	41	16483	13187
9714	10270	10328	7903	42	17029	13623
9996	10566	10696	8169	43	17586	14069
10279	10862	11071	8435	44	18142	14514
10561	11157	11449	8701	45	18698	14959
10844	11453	11827	8967	46	19255	15404
11126	11749	12204	9232	47	19811	15849
11408	12044	12582	9498	48	20367	16294
11691	12340	12960	9764	49	20924	16739
11973	12636	13338	10030	50	21480	17184



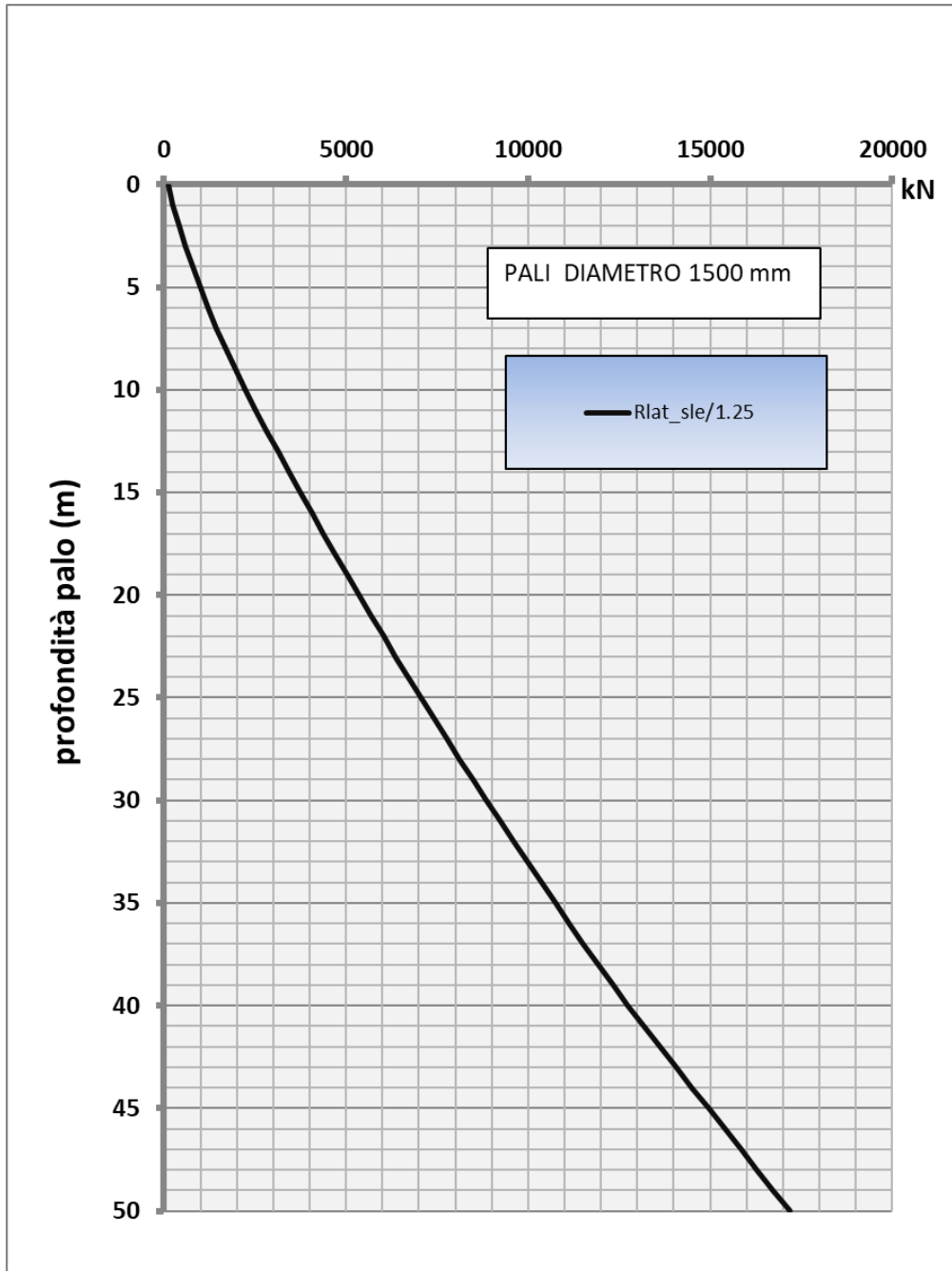


Figura 10: curva di portanza in compressione allo SLE

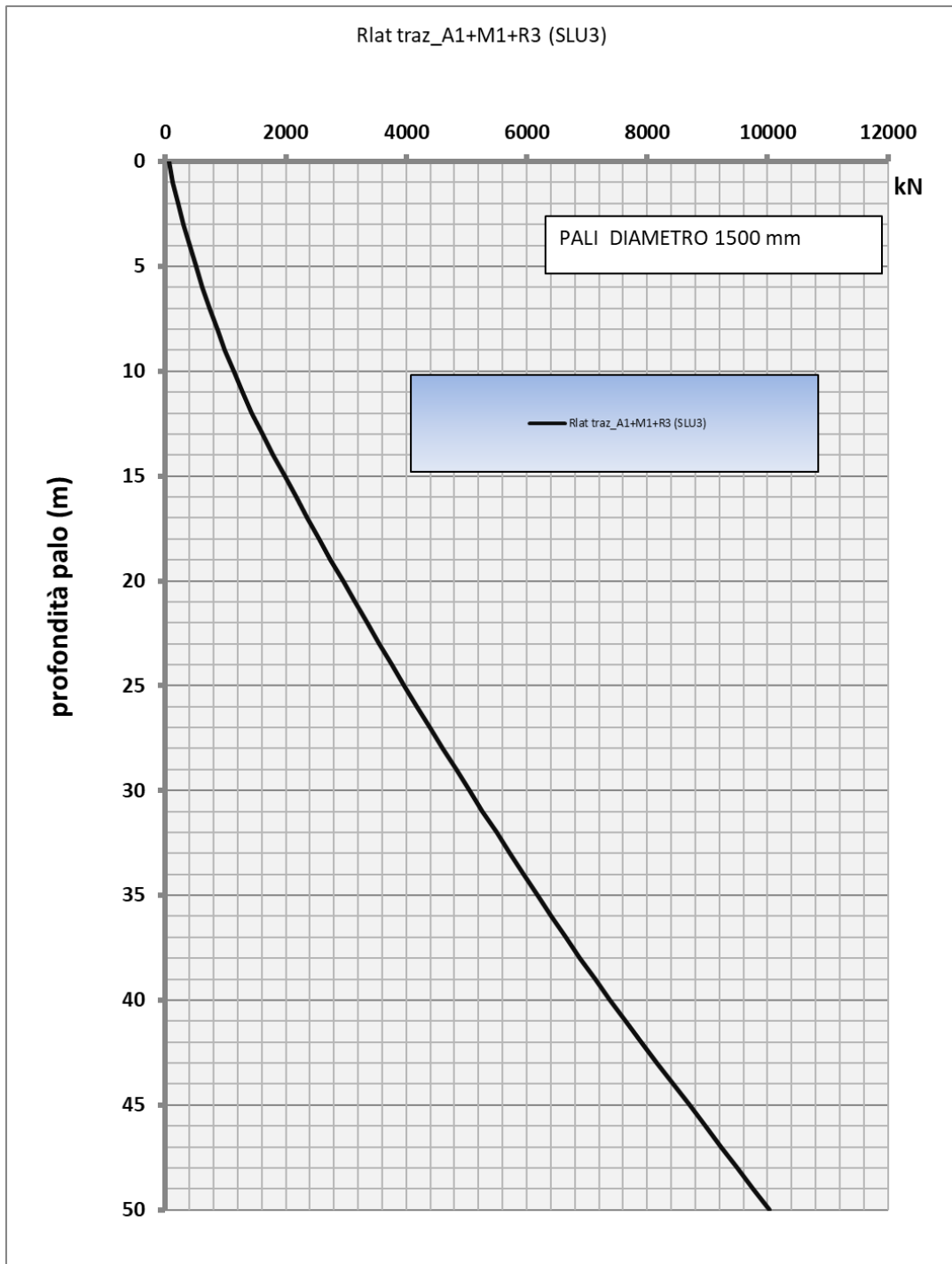


Figura 11: curva di portanza allo in trazione SLU

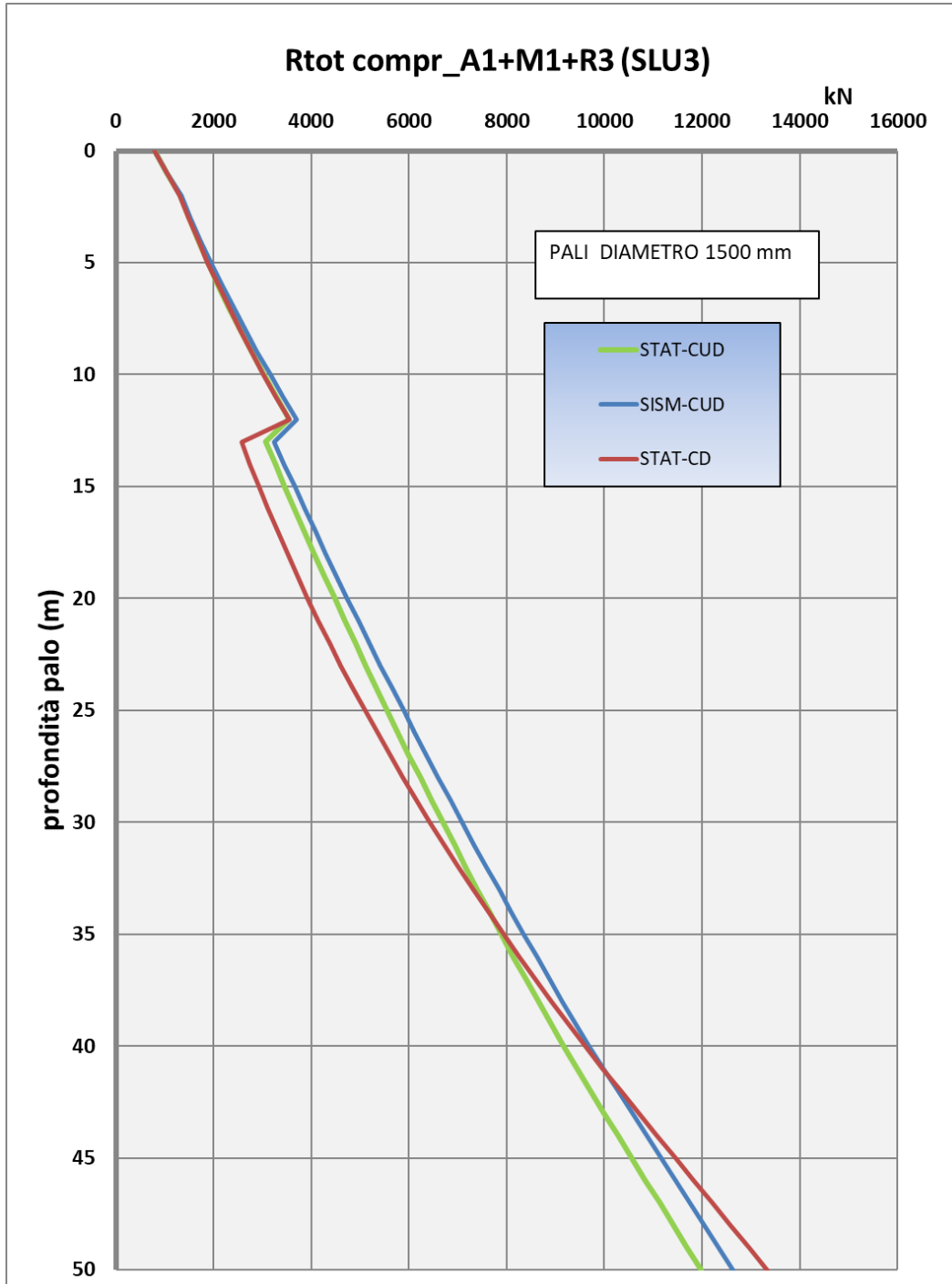


Figura 12: curva di portanza allo SLU in compressione

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>LINEA COSENZA – PAOLA / S. LUCIDO</b> <b>NUOVA LINEA AV SALERNO – REGGIO CALABRIA</b> <b>RADDOPPIO COSENZA – PAOLA / S. LUCIDO</b> <b>PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA</b>					
	<b>Relazione di predimensionamento delle fondazioni profonde</b>	COMMESSA <b>RC1C</b>	LOTTO <b>03</b>	CODIFICA <b>R 11 RH</b>	DOCUMENTO <b>GE 0006 002</b>	REV. <b>B</b>

In questo caso, assumendo cautelativamente la base del palo all'interno di terreni a natura coesiva, si procede anche ad una verifica in termini di portanza globale della palificata, secondo quanto descritto nel capitolo 6:

$$F_s \min = \eta R_{glob} / N_{glob} = 1.23$$

Avendo assunto il minimo valore di  $\eta$  pari a 0.65.

Di seguito si riportano i valori globali delle sollecitazioni al base del plinto:

<b>CARATTERISTICHE SOLLECITAZIONI BASE FONDAZIONE</b>					
Combinazione	N	Tlong	Ttrasv	Mlong	Mtrasv
SLU_1	33259	7806	6178	-13697	78773
SLU_2	31502	6982	6178	-13697	79141
SLV_1	23078	22915	8672	-32844	126298
SLV_2	23078	8284	23068	-92434	58390
SLV_3	27904	8284	8672	-32844	64177

<b>CARATTERISTICHE SOLLECITAZIONI BASE FONDAZIONE</b>					
Combinazione	N	Tlong	Ttrasv	Mlong	Mtrasv
SLU_1	36181	7475	6178	-15113	74561
SLU_2	34424	6460	6178	-15113	73089
SLV_1	25711	22196	9472	-41814	120677
SLV_2	25711	8750	25735	-122334	63133
SLV_3	31127	8750	9472	-41814	69864

*Tabella 9 riepilogo sollecitazioni complessive sulle spalle A (sopra) e B (sotto)*

<b>CARATTERISTICHE SOLLECITAZIONI BASE FONDAZIONE</b>					
Combinazione	N	Tlong	Ttrasv	Mlong	Mtrasv
SLU_1	51437	1641	1629	27931	33223
SLU_2	48083	2632	1207	49698	25018
SLU_3	51437	1641	1629	27931	33223
SLV_1	43259	2608	2303	35310	33968
SLV_2	36959	8569	2303	117886	33917
SLV_3	37468	2608	7676	35310	112893

*Tabella 10 riepilogo sollecitazioni complessive sulle pile*

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>LINEA COSENZA – PAOLA / S. LUCIDO</b> <b>NUOVA LINEA AV SALERNO – REGGIO CALABRIA</b> <b>RADDOPPIO COSENZA – PAOLA / S. LUCIDO</b> <b>PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA</b>					
	<b>Relazione di predimensionamento delle fondazioni profonde</b>	COMMESSA <b>RC1C</b>	LOTTO <b>03</b>	CODIFICA <b>R 11 RH</b>	DOCUMENTO <b>GE 0006 002</b>	REV. <b>B</b>

## 8.2 Viadotto VI02

Sulla base delle formulazioni al capitolo 6, si riportano, per ognuna delle platee verificate, la curva di portanza del palo maggiormente sollecitato.

Le condizioni stratigrafiche e di falda da t.p. considerare nella verifica sono quelle riportate nella tabella che segue e con riferimento ai parametri geotecnici esplicitati nel capitolo 7:

VI02		cosenza	
Profondità (m da tp)		Unità geotecnica	
da	a		
0	3	DA	
3	15	DA	
>15		ATS	
Falda di calcolo	0	m da t.p.	

Le sollecitazioni sul singolo palo delle spalle (A, B) e pile (sotto) derivanti dall'analisi numerica delle sovrastrutture sono di seguito esplicitate.

### SPALLA A

	<b>Nmax</b>	<b>Nmin</b>	<b>V</b>
	<b>[kN]</b>	<b>[kN]</b>	<b>[kN]</b>
<b>SLU_1</b>	5489	541	808
<b>SLU_2</b>	5302	435	745
<b>SLV_1</b>	6610	-2325	2011
<b>SLV_2</b>	7159	-2873	2265
<b>SLV_3</b>	5650	-462	1075

**7159    -2873    2265**

### SPALLA B

	<b>Nmax</b>	<b>Nmin</b>	<b>V</b>
	<b>[kN]</b>	<b>[kN]</b>	<b>[kN]</b>
<b>SLU_1</b>	5199	613	617
<b>SLU_2</b>	5088	431	568
<b>SLV_1</b>	6873	-2641	2301
<b>SLV_2</b>	6234	-2001	1969
<b>SLV_3</b>	5490	-366	991

**6873    -2641    2301**

PILE

	<b>Nmax</b>	<b>Nmin</b>	<b>V</b>
	<b>[kN]</b>	<b>[kN]</b>	<b>[kN]</b>
<b>SLU_1</b>	6235	3529	191
<b>SLU_2</b>	6383	3103	262
<b>SLU_3</b>	6235	3529	191
<b>SLV_1</b>	6572	1947	463
<b>SLV_2</b>	8438	-1109	1266
<b>SLV_3</b>	8654	-1283	981

	<b>Nmax</b>	<b>Nmin</b>	<b>V</b>
	<b>[kN]</b>	<b>[kN]</b>	<b>[kN]</b>
<b>SLU_1</b>	6756	4478	215
<b>SLU_2</b>	6693	3912	277
<b>SLU_3</b>	6756	4478	215
<b>SLV_1</b>	7573	2773	580
<b>SLV_2</b>	8770	-288	1303
<b>SLV_3</b>	10135	-1558	1524

**8654**    **-1283**    **1266**

**10135**    **-1558**    **1524**

Pertanto si ha sul palo più caricato per L=34m si ha  $F_s = 1.05$  per il palo maggiormente caricato delle spalle, L=38m con  $F_s = 1.02$  per quello delle pile a 12 pali e L=44m con  $F_s=1.03$  per la pila a 9 pali.

Di seguito si riportano la tabella riepilogativa delle resistenze e le curve di portanza di design.

STAT-CUD	SISM-CUD	STAT-CD				
totale	totale	totale	laterale			
NTC2018	NTC2018	NTC2018	NTC2018			
Rtot_slu3	Rtot_slu3	Rtot_slu3 STA	Rtraz_slu3	Z	Rlat_sle	Rlat_sle/1.25
kN	kN	kN	kN	m, da t.p.	kN	kN
794	794	794	56	0	143	115
940	954	940	119	1	294	235
1096	1123	1096	189	2	462	370
1261	1301	1261	266	3	648	518
1435	1488	1435	349	4	851	681
1617	1684	1617	439	5	1072	857
1809	1888	1809	537	6	1310	1048
2009	2102	2009	641	7	1565	1252
2219	2325	2219	751	8	1838	1471
2437	2556	2437	869	9	2129	1703
2664	2796	2664	994	10	2436	1949
2900	3046	2900	1125	11	2762	2209
3145	3304	3145	1263	12	3104	2483
3399	3571	3399	1408	13	3464	2771
3662	3847	3662	1560	14	3842	3073
3934	4132	3934	1719	15	4237	3389
3428	3640	2931	1903	16	4632	3706
3624	3849	3109	2089	17	5019	4016
3822	4061	3295	2278	18	5411	4329
4023	4274	3487	2468	19	5808	4646
4226	4491	3685	2661	20	6209	4967
4431	4709	3891	2856	21	6615	5292
4639	4930	4103	3054	22	7025	5620
4849	5154	4322	3253	23	7441	5952
5062	5380	4548	3455	24	7861	6288
5277	5608	4780	3659	25	8285	6628
5495	5839	5019	3865	26	8715	6972
5714	6072	5265	4074	27	9149	7319
5937	6308	5518	4285	28	9588	7670
6161	6546	5777	4497	29	10031	8025
6389	6786	6043	4713	30	10480	8384
6618	7029	6316	4930	31	10933	8746
6850	7274	6596	5149	32	11390	9112
7084	7522	6882	5371	33	11853	9482
7321	7772	7175	5595	34	12320	9856
7560	8024	7475	5821	35	12792	10233
7802	8279	7782	6050	36	13268	10615
8046	8536	8095	6280	37	13749	11000
8292	8796	8415	6513	38	14235	11388
8541	9058	8742	6748	39	14726	11781
8795	9325	9076	6988	40	15227	12182
9055	9598	9416	7233	41	15739	12591
9320	9876	9763	7483	42	16261	13009
9590	10160	10117	7738	43	16794	13436
9867	10450	10477	7999	44	17339	13871
10148	10745	10844	8264	45	17894	14315
10431	11040	11218	8530	46	18450	14760
10713	11336	11596	8796	47	19006	15205
10996	11632	11974	9062	48	19563	15650
11278	11927	12352	9328	49	20119	16095
11561	12223	12729	9594	50	20676	16540

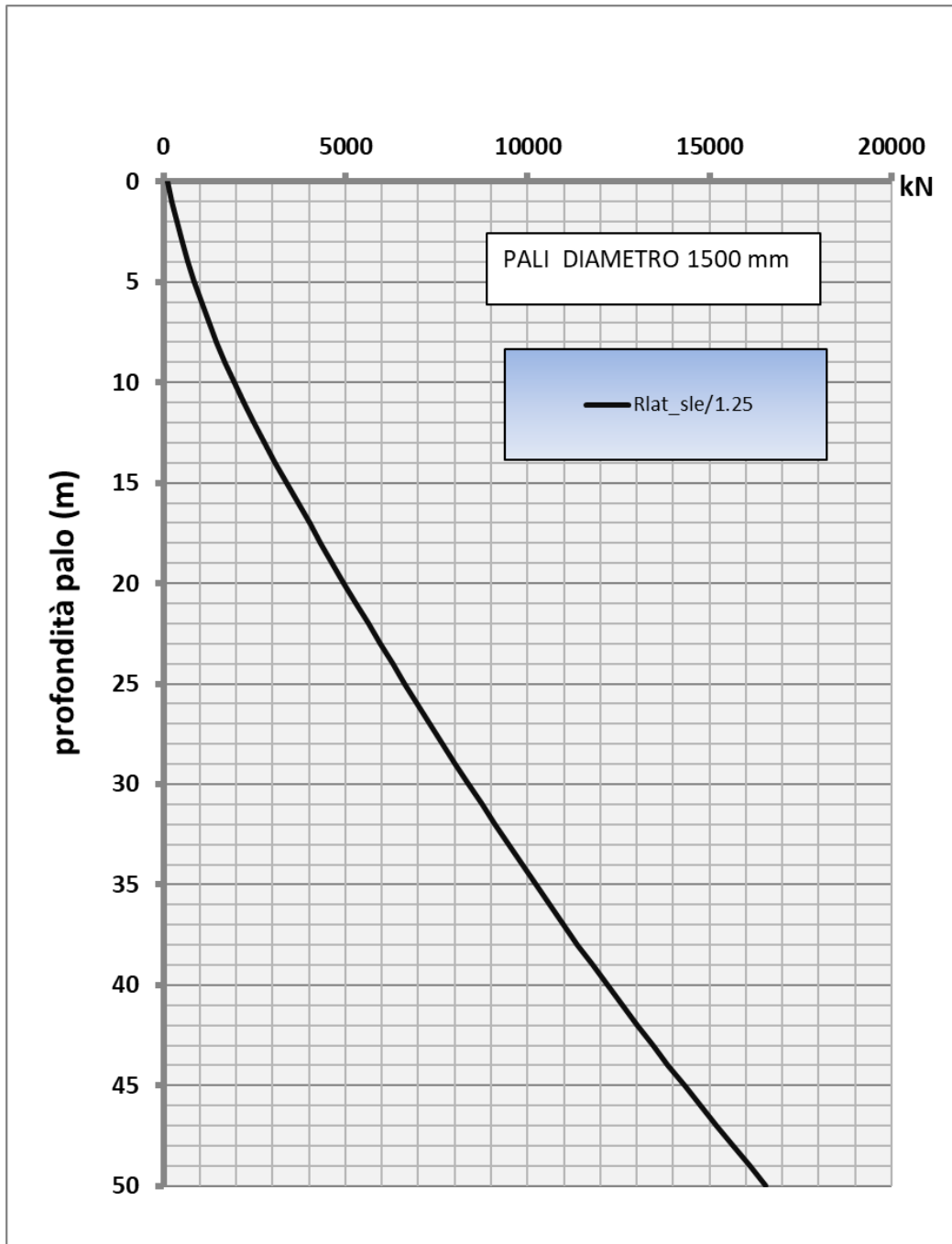


Figura 13: curva di portanza in compressione allo SLE



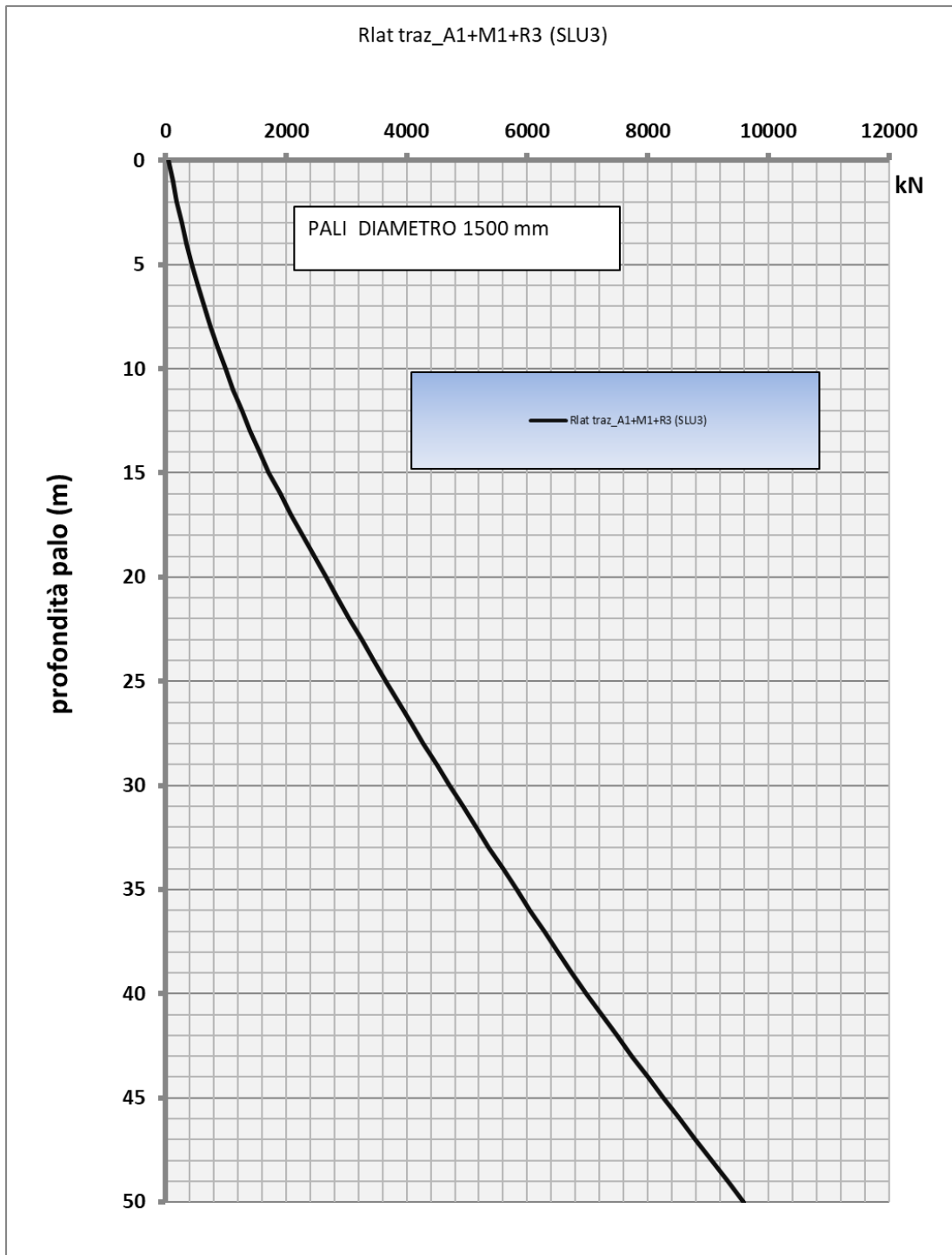


Figura 14: curva di portanza allo in trazione SLU

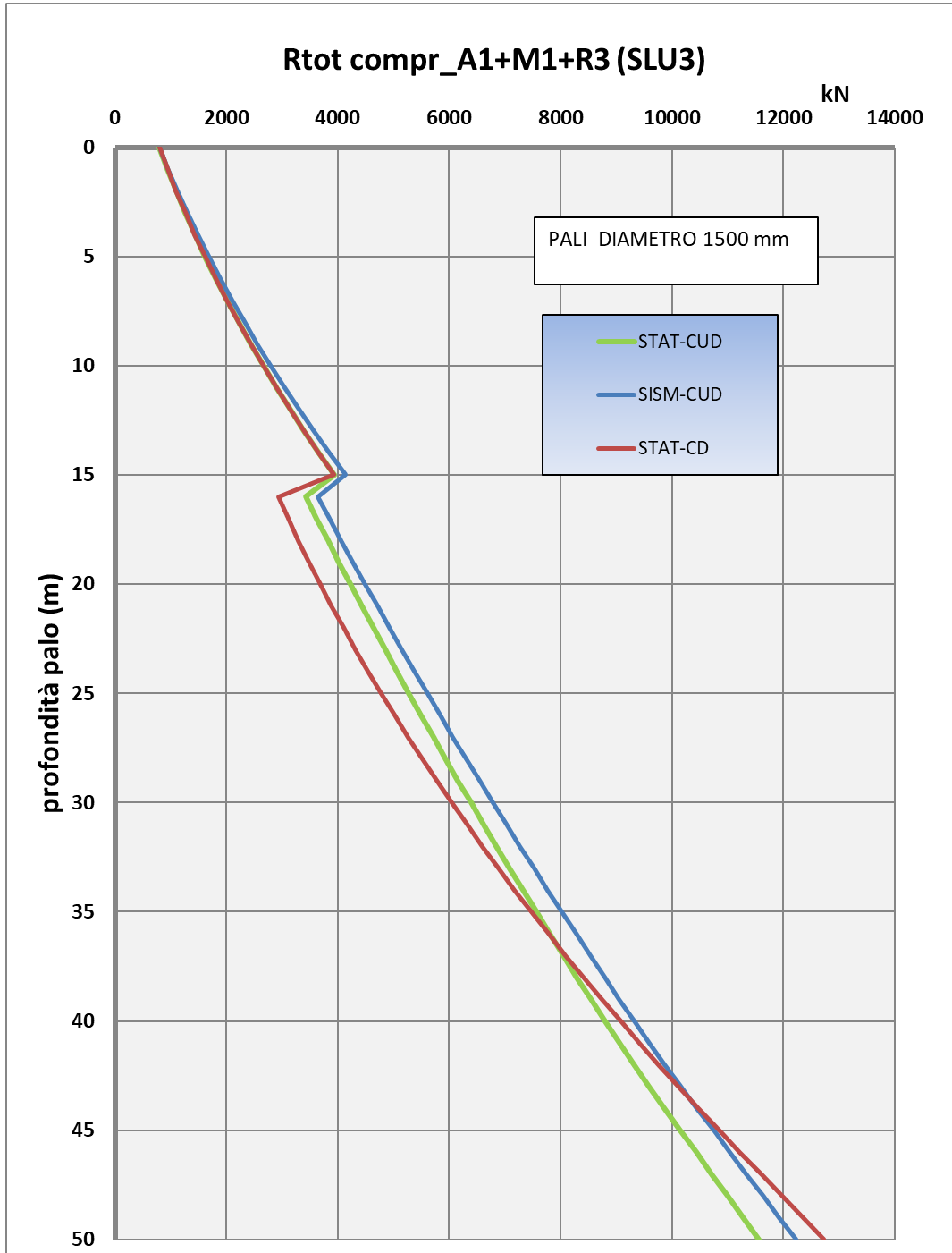


Figura 15: curva di portanza allo SLU in compressione

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>LINEA COSENZA – PAOLA / S. LUCIDO</b> <b>NUOVA LINEA AV SALERNO – REGGIO CALABRIA</b> <b>RADDOPPIO COSENZA – PAOLA / S. LUCIDO</b> <b>PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA</b>					
	<b>Relazione di predimensionamento delle fondazioni profonde</b>	COMMESSA <b>RC1C</b>	LOTTO <b>03</b>	CODIFICA <b>R 11 RH</b>	DOCUMENTO <b>GE 0006 002</b>	REV. <b>B</b>

In questo caso, assumendo cautelativamente la base del palo all'interno di terreni a natura coesiva, si procede anche ad una verifica in termini di portanza globale della palificata, secondo quanto descritto nel capitolo 6:

$$F_s \text{ min} = \dot{\eta} R_{\text{glob}} / N_{\text{glob}} = 1.60 \text{ per le spalle}$$

$$F_s \text{ min} = \dot{\eta} R_{\text{glob}} / N_{\text{glob}} = 2.77 \text{ per le pile a 12 pali}$$

Avendo assunto il minimo valore di  $\dot{\eta}$  pari a 0.65.

Di seguito si riportano i valori globali delle sollecitazioni al base del plinto:

<b>CARATTERISTICHE SOLLECITAZIONI BASE FONDAZIONE</b>					
<b>Combinazione</b>	<b>N</b>	<b>Tlong</b>	<b>Ttrasv</b>	<b>Mlong</b>	<b>Mtrasv</b>
<b>SLU_1</b>	37794	6266	6087	-13693	76605
<b>SLU_2</b>	36037	5365	6087	-13693	76282
<b>SLV_1</b>	28031	19180	9733	-41217	108637
<b>SLV_2</b>	28031	7545	26604	-120406	66465
<b>SLV_3</b>	33965	7545	9733	-41217	75866

<b>CARATTERISTICHE SOLLECITAZIONI BASE FONDAZIONE</b>					
<b>Combinazione</b>	<b>N</b>	<b>Tlong</b>	<b>Ttrasv</b>	<b>Mlong</b>	<b>Mtrasv</b>
<b>SLU_1</b>	34872	6229	4002	-9941	72997
<b>SLU_2</b>	33115	5520	4002	-9941	74284
<b>SLV_1</b>	25397	26541	7595	-26196	146105
<b>SLV_2</b>	25397	9156	21778	-79633	71792
<b>SLV_3</b>	30743	9156	7595	-26196	80249

*Tabella 11 riepilogo sollecitazioni complessive sulle spalle A (sopra) e B (sotto)*

<b>CARATTERISTICHE SOLLECITAZIONI BASE FONDAZIONE</b>					
Combinazione	N	Tlong	Ttrasv	Mlong	Mtrasv
SLU_1	58584	1703	1537	27727	26531
SLU_2	56913	2911	1192	47830	20781
SLU_3	58584	1703	1537	27727	26531
SLV_1	51112	4497	3265	52694	41103
SLV_2	43974	14835	3265	163461	41078
SLV_3	44228	4497	10885	52694	136719

<b>CARATTERISTICHE SOLLECITAZIONI BASE FONDAZIONE</b>					
Combinazione	N	Tlong	Ttrasv	Mlong	Mtrasv
SLU_1	50549	1386	1349	12010	18743
SLU_2	47723	2249	1070	22575	14975
SLU_3	50549	1386	1349	12010	18743
SLV_1	46555	3368	3989	24812	39987
SLV_2	38169	11031	3989	82337	39944
SLV_3	38598	3368	13296	24812	133036

*Tabella 12 riepilogo sollecitazioni complessive sulle pile a 12 pali (sopra) e 9 pali (sotto)*

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>LINEA COSENZA – PAOLA / S. LUCIDO</b> <b>NUOVA LINEA AV SALERNO – REGGIO CALABRIA</b> <b>RADDOPPIO COSENZA – PAOLA / S. LUCIDO</b> <b>PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA</b>					
	<b>Relazione di predimensionamento delle fondazioni profonde</b>	COMMESSA <b>RC1C</b>	LOTTO <b>03</b>	CODIFICA <b>R 11 RH</b>	DOCUMENTO <b>GE 0006 002</b>	REV. <b>B</b>

### 8.3 Viadotto VI03

Sulla base delle formulazioni al capitolo 6, si riportano, per ognuna delle platee verificate, la curva di portanza del palo maggiormente sollecitato.

Le condizioni stratigrafiche e di falda da t.p. considerare nella verifica sono quelle riportate nella tabella che segue e con riferimento ai parametri geotecnici esplicitati nel capitolo 7:

VI03 04		s. lucido
Profondità (m da tp)	da	a
	0	4
	4	9
	>9	
Falda di calcolo	0	m da t.p.

Le sollecitazioni sul singolo palo delle spalle (A, B) derivanti dall'analisi numerica delle sovrastrutture sono di seguito esplicitate.

#### SPALLA A e B

	<b>Nmax</b>	<b>Nmin</b>	<b>V</b>
	<b>[kN]</b>	<b>[kN]</b>	<b>[kN]</b>
<b>SLU_1</b>	3711	2530	562
<b>SLU_2</b>	3564	2310	478
<b>SLV_1</b>	4912	-332	1826
<b>SLV_2</b>	4782	-202	1499
<b>SLV_3</b>	3811	1613	760

4912    -332    1826

 <p><b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p><b>LINEA COSENZA – PAOLA / S. LUCIDO</b>  <b>NUOVA LINEA AV SALERNO – REGGIO CALABRIA</b>  <b>RADDOPPIO COSENZA – PAOLA / S. LUCIDO</b>  <b>PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA</b></p>												
<p><b>Relazione di predimensionamento delle fondazioni profonde</b></p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>RC1C</td> <td>03</td> <td>R 11 RH</td> <td>GE 0006 002</td> <td>B</td> <td>46 di 99</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	RC1C	03	R 11 RH	GE 0006 002	B	46 di 99
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
RC1C	03	R 11 RH	GE 0006 002	B	46 di 99								

Pertanto si ha sul palo più caricato per  $L=25\text{m}$  si ha  $F_s = 1.26$  (condizioni statiche) per il palo maggiormente caricato. Di seguito si riportano la tabella riepilogativa delle resistenze e le curve di portanza di design.

STAT-CUD	SISM-CUD	STAT-CD				
totale	totale	totale	laterale			
NTC2018	NTC2018	NTC2018	NTC2018			
Rtot_slu3	Rtot_slu3	Rtot_slu3 STA	Rtraz_slu3	Z	Rlat_sle	Rlat_sle/1.25
kN	kN	kN	kN	m, da t.p.	kN	kN
817	817	817	60	0	152	122
975	988	975	127	1	315	252
1143	1169	1143	202	2	497	398
1320	1360	1320	284	3	698	558
1507	1560	1507	374	4	918	734
1704	1771	1704	471	5	1157	925
1911	1991	1911	576	6	1415	1132
2128	2220	2128	688	7	1692	1353
2354	2460	2354	807	8	1988	1590
2590	2709	2590	934	9	2303	1843
3239	3371	1818	1196	10	2859	2287
3520	3666	1960	1460	11	3412	2730
3804	3963	2109	1726	12	3970	3176
4088	4260	2264	1992	13	4527	3621
4371	4557	2427	2258	14	5084	4067
4655	4854	2596	2524	15	5641	4513
4939	5151	2772	2790	16	6199	4959
5222	5448	2954	3056	17	6756	5405
5506	5744	3144	3322	18	7313	5850
5790	6041	3340	3588	19	7870	6296
6073	6338	3543	3854	20	8428	6742
6357	6635	3753	4120	21	8985	7188
6641	6932	3969	4386	22	9542	7634
6924	7229	4192	4652	23	10099	8079
7208	7526	4422	4918	24	10657	8525
7492	7823	4659	5184	25	11214	8971
7776	8120	4903	5450	26	11771	9417
8059	8417	5153	5716	27	12328	9863
8343	8714	5410	5982	28	12886	10308
8627	9011	5674	6248	29	13443	10754
8910	9308	5944	6514	30	14000	11200
9194	9605	6222	6780	31	14557	11646
9478	9902	6506	7046	32	15115	12092
9761	10198	6796	7312	33	15672	12537
10045	10495	7094	7577	34	16229	12983
10329	10792	7398	7843	35	16786	13429
10612	11089	7709	8109	36	17344	13875
10896	11386	8027	8375	37	17901	14321
11180	11683	8352	8641	38	18458	14766
11463	11980	8683	8907	39	19015	15212
11747	12277	9021	9173	40	19573	15658
12031	12574	9366	9439	41	20130	16104
12315	12871	9718	9705	42	20687	16550
12598	13168	10076	9971	43	21244	16995
12882	13465	10441	10237	44	21802	17441
13166	13762	10813	10503	45	22359	17887
13449	14059	11192	10769	46	22916	18333
13733	14356	11572	11035	47	23473	18779
14017	14653	11953	11301	48	24031	19224
14300	14949	12334	11567	49	24588	19670
14584	15246	12714	11833	50	25145	20116

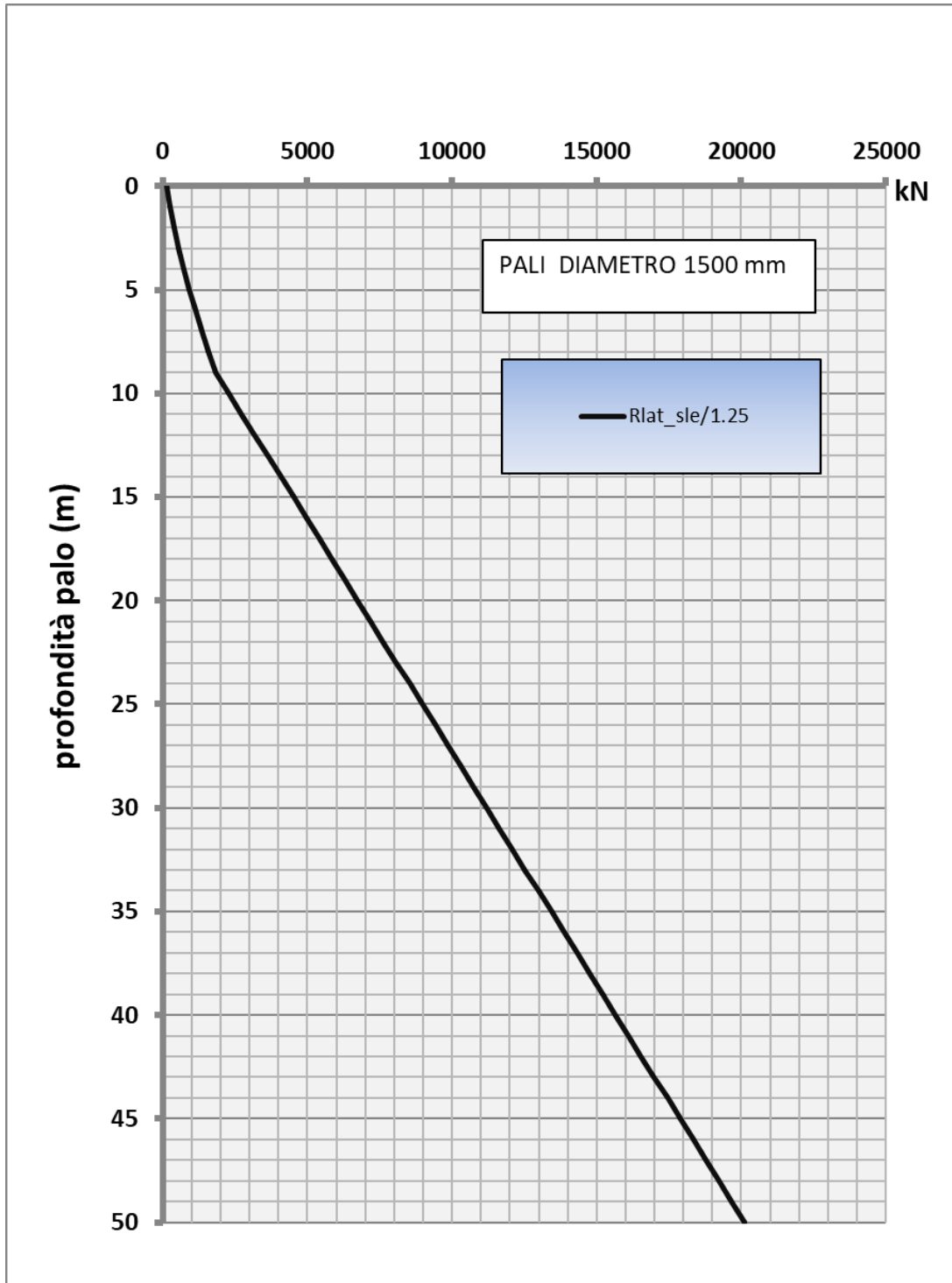


Figura 16: curva di portanza in compressione allo SLE



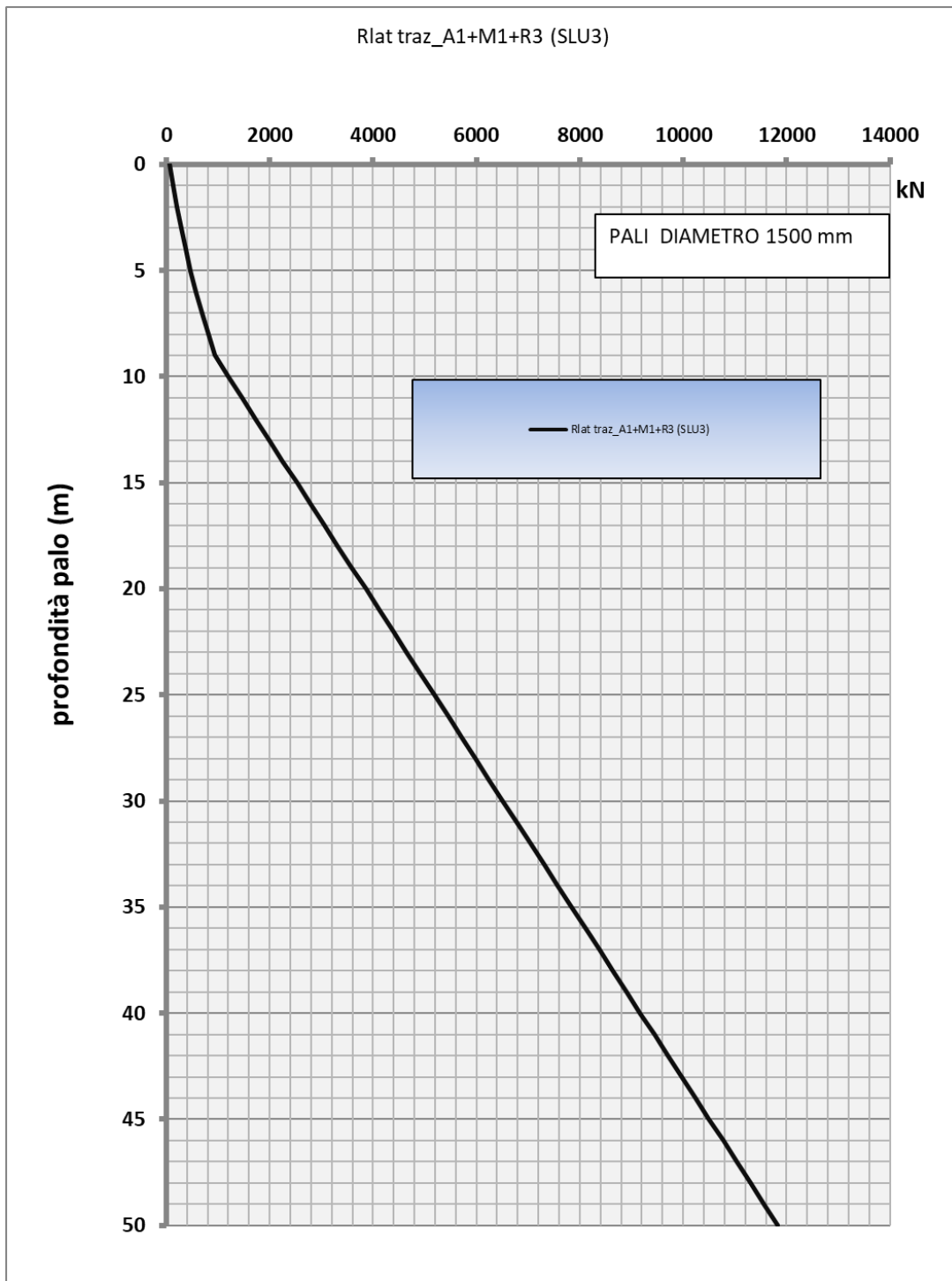


Figura 17: curva di portanza allo in trazione SLU

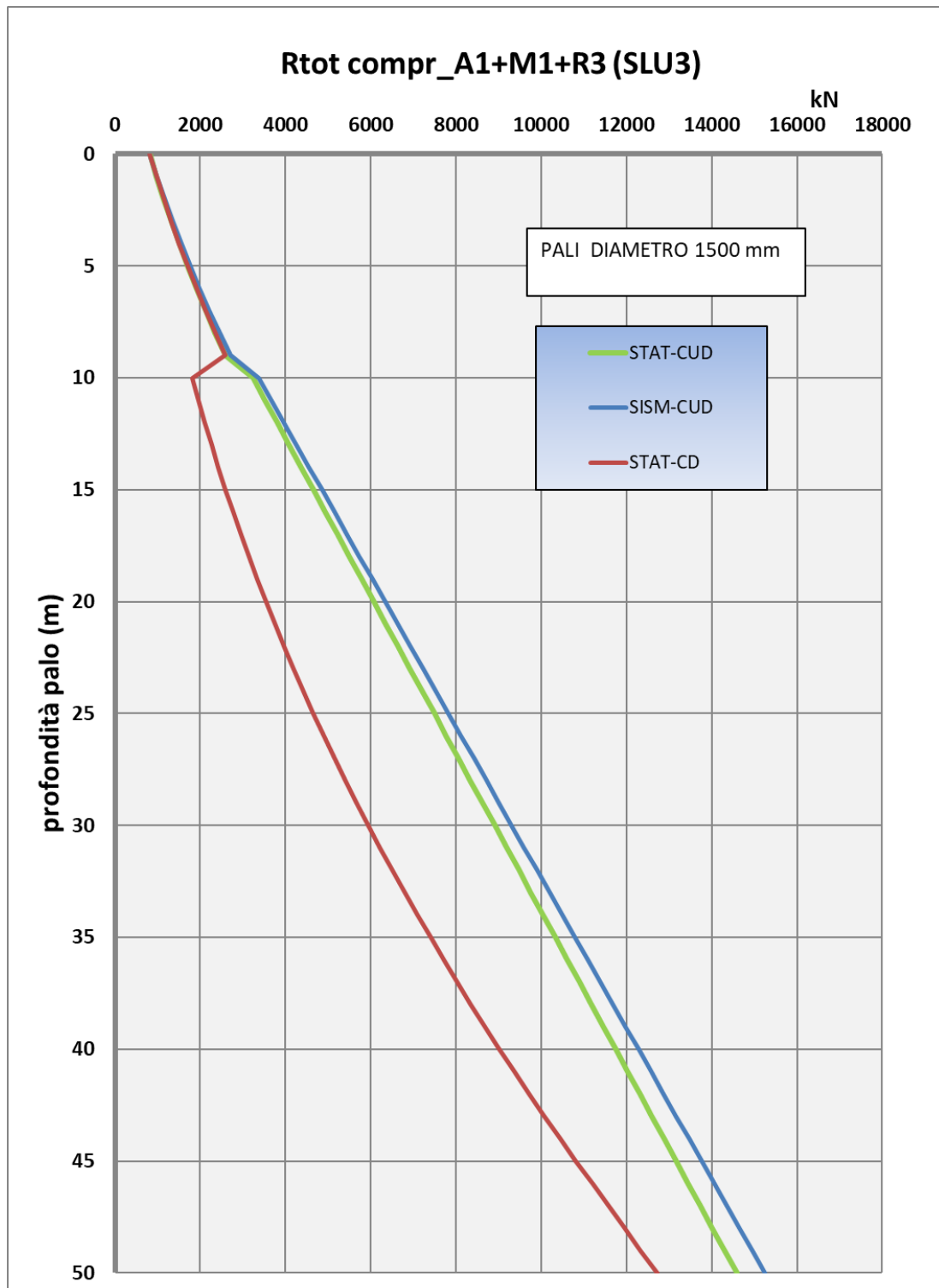


Figura 18: curva di portanza allo SLU in compressione

 <p><b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p><b>LINEA COSENZA – PAOLA / S. LUCIDO</b>  <b>NUOVA LINEA AV SALERNO – REGGIO CALABRIA</b>  <b>RADDOPPIO COSENZA – PAOLA / S. LUCIDO</b>  <b>PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA</b></p>												
<p><b>Relazione di predimensionamento delle fondazioni profonde</b></p>	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>RC1C</td> <td>03</td> <td>R 11 RH</td> <td>GE 0006 002</td> <td>B</td> <td>51 di 99</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	RC1C	03	R 11 RH	GE 0006 002	B	51 di 99
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
RC1C	03	R 11 RH	GE 0006 002	B	51 di 99								

In questo caso, assumendo cautelativamente la base del palo all'interno di terreni a natura coesiva, si procede anche ad una verifica in termini di portanza globale della palificata, secondo quanto descritto nel capitolo 6:

$$F_s \text{ min} = \eta R_{\text{glob}} / N_{\text{glob}} = 1.03$$

Avendo assunto il minimo valore di  $\eta$  pari a 0.7.

Di seguito si riportano i valori globali delle sollecitazioni al base del plinto:

<b>CARATTERISTICHE SOLLECITAZIONI BASE FONDAZIONE</b>					
<b>Combinazione</b>	<b>N</b>	<b>Tlong</b>	<b>Ttrasv</b>	<b>Mlong</b>	<b>Mtrasv</b>
SLU_1	24967	4493	240	-2642	10766
SLU_2	23496	3818	240	-2642	11621
SLV_1	18321	14238	3252	-11774	47750
SLV_2	18321	5137	10839	-39158	13070
SLV_3	21699	5137	3252	-11774	12112

*Tabella 13 riepilogo sollecitazioni complessive sulle spalle*

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>LINEA COSENZA – PAOLA / S. LUCIDO</b> <b>NUOVA LINEA AV SALERNO – REGGIO CALABRIA</b> <b>RADDOPPIO COSENZA – PAOLA / S. LUCIDO</b> <b>PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA</b>					
	<b>Relazione di predimensionamento delle fondazioni profonde</b>	COMMESSA <b>RC1C</b>	LOTTO <b>03</b>	CODIFICA <b>R 11 RH</b>	DOCUMENTO <b>GE 0006 002</b>	REV. <b>B</b>

#### 8.4 Viadotto VI04

Sulla base delle formulazioni al capitolo 6, si riportano, per ognuna delle platee verificate, la curva di portanza del palo maggiormente sollecitato.

Le condizioni stratigrafiche e di falda da t.p. considerare nella verifica sono quelle riportate nella tabella che segue e con riferimento ai parametri geotecnici esplicitati nel capitolo 7:

VI03 04		s. lucido
Profondità (m da tp)		Unità geotecnica
da	a	
0	4	DM
4	9	DM
>9		ALD
Falda di calcolo	0	m da t.p.

Le sollecitazioni sul singolo palo delle spalle (A, B) derivanti dall'analisi numerica delle sovrastrutture sono di seguito esplicitate.

#### SPALLA A e B

	<b>Nmax</b>	<b>Nmin</b>	<b>V</b>
	<b>[kN]</b>	<b>[kN]</b>	<b>[kN]</b>
<b>SLU_1</b>	3806	2599	562
<b>SLU_2</b>	3647	2364	480
<b>SLV_1</b>	5288	-543	1871
<b>SLV_2</b>	5272	-528	1576
<b>SLV_3</b>	4064	1555	788

5288    -543    1871

Pertanto si ha sul palo più caricato per  $L=25m$  si ha  $F_s = 1.22$  (condizioni statiche) per il palo maggiormente caricato. Di seguito si riportano la tabella riepilogativa delle resistenze e le curve di portanza di design.

STAT-CUD	SISM-CUD	STAT-CD				
totale	totale	totale	laterale			
NTC2018	NTC2018	NTC2018	NTC2018			
Rtot_slu3	Rtot_slu3	Rtot_slu3 STA	Rtraz_slu3	Z	Rlat_sle	Rlat_sle/1.25
kN	kN	kN	kN	m, da t.p.	kN	kN
817	817	817	60	0	152	122
975	988	975	127	1	315	252
1143	1169	1143	202	2	497	398
1320	1360	1320	284	3	698	558
1507	1560	1507	374	4	918	734
1704	1771	1704	471	5	1157	925
1911	1991	1911	576	6	1415	1132
2128	2220	2128	688	7	1692	1353
2354	2460	2354	807	8	1988	1590
2590	2709	2590	934	9	2303	1843
3239	3371	1818	1196	10	2859	2287
3520	3666	1960	1460	11	3412	2730
3804	3963	2109	1726	12	3970	3176
4088	4260	2264	1992	13	4527	3621
4371	4557	2427	2258	14	5084	4067
4655	4854	2596	2524	15	5641	4513
4939	5151	2772	2790	16	6199	4959
5222	5448	2954	3056	17	6756	5405
5506	5744	3144	3322	18	7313	5850
5790	6041	3340	3588	19	7870	6296
6073	6338	3543	3854	20	8428	6742
6357	6635	3753	4120	21	8985	7188
6641	6932	3969	4386	22	9542	7634
6924	7229	4192	4652	23	10099	8079
7208	7526	4422	4918	24	10657	8525
7492	7823	4659	5184	25	11214	8971
7776	8120	4903	5450	26	11771	9417
8059	8417	5153	5716	27	12328	9863
8343	8714	5410	5982	28	12886	10308
8627	9011	5674	6248	29	13443	10754
8910	9308	5944	6514	30	14000	11200
9194	9605	6222	6780	31	14557	11646
9478	9902	6506	7046	32	15115	12092
9761	10198	6796	7312	33	15672	12537
10045	10495	7094	7577	34	16229	12983
10329	10792	7398	7843	35	16786	13429
10612	11089	7709	8109	36	17344	13875
10896	11386	8027	8375	37	17901	14321
11180	11683	8352	8641	38	18458	14766
11463	11980	8683	8907	39	19015	15212
11747	12277	9021	9173	40	19573	15658
12031	12574	9366	9439	41	20130	16104
12315	12871	9718	9705	42	20687	16550
12598	13168	10076	9971	43	21244	16995
12882	13465	10441	10237	44	21802	17441
13166	13762	10813	10503	45	22359	17887
13449	14059	11192	10769	46	22916	18333
13733	14356	11572	11035	47	23473	18779
14017	14653	11953	11301	48	24031	19224
14300	14949	12334	11567	49	24588	19670
14584	15246	12714	11833	50	25145	20116

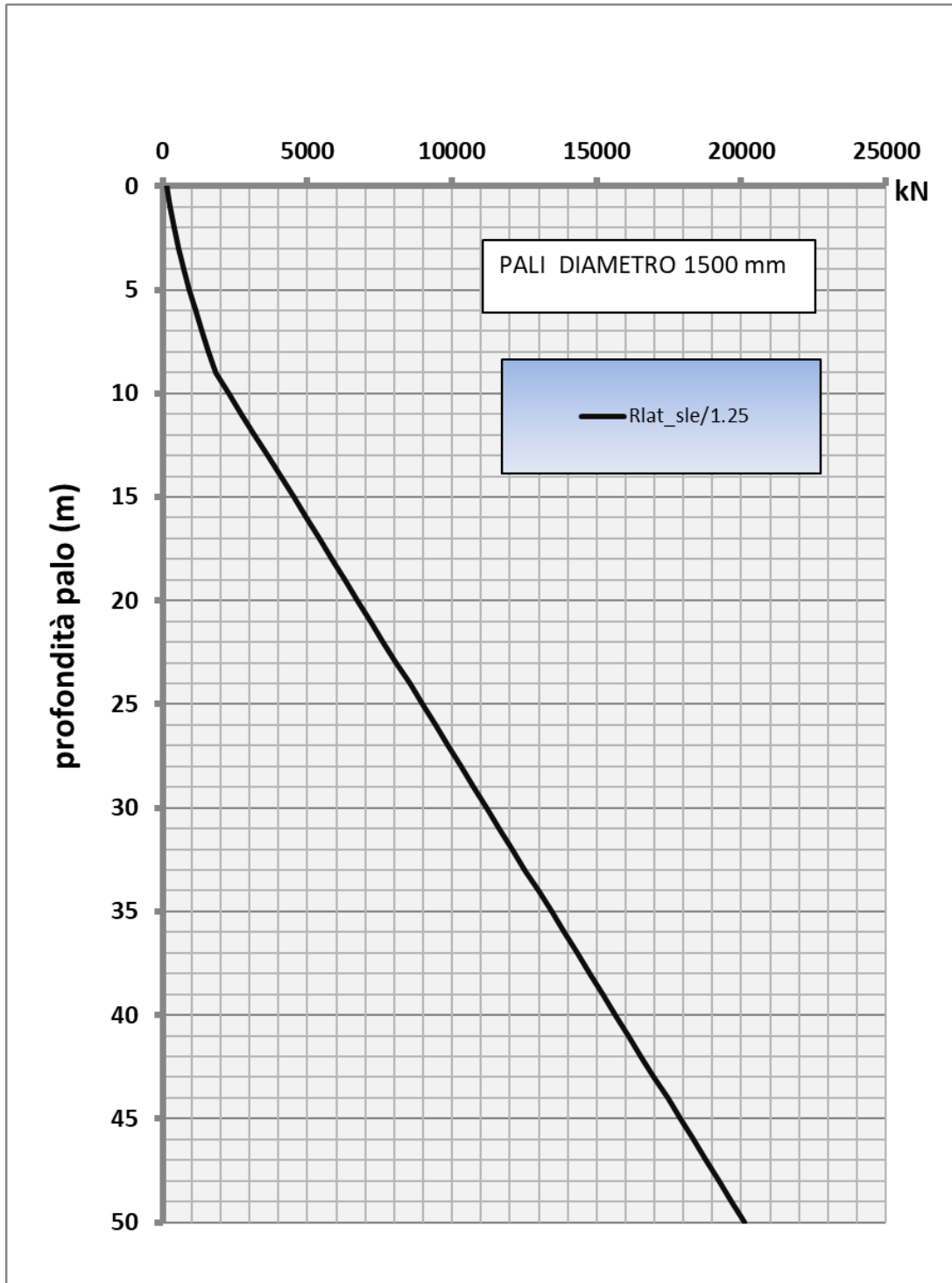


Figura 19: curva di portanza in compressione allo SLE

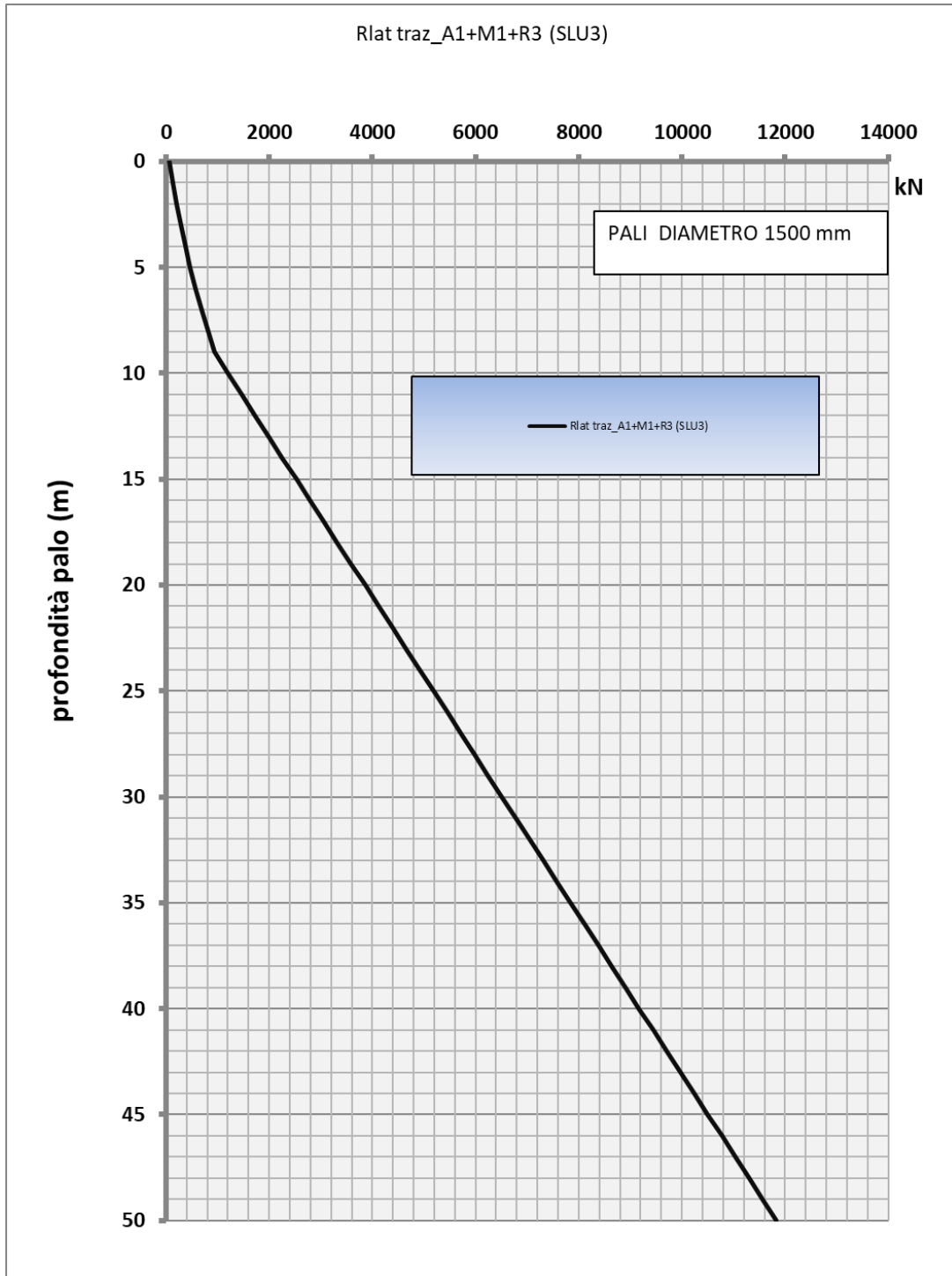


Figura 20: curva di portanza allo in trazione SLU

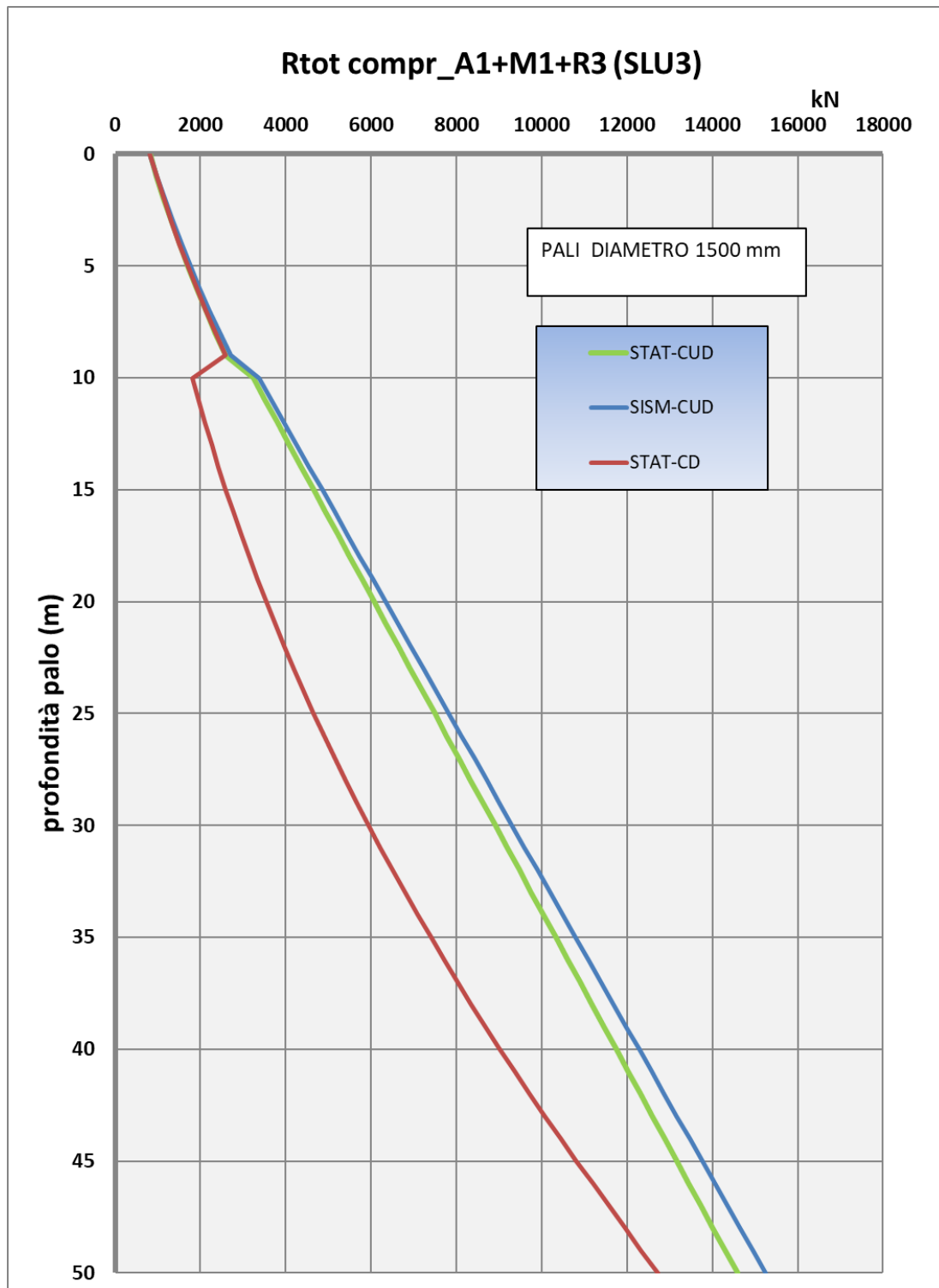


Figura 21: curva di portanza allo SLU in compressione



 <p><b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p><b>LINEA COSENZA – PAOLA / S. LUCIDO</b>  <b>NUOVA LINEA AV SALERNO – REGGIO CALABRIA</b>  <b>RADDOPPIO COSENZA – PAOLA / S. LUCIDO</b>  <b>PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA</b></p>												
<p><b>Relazione di predimensionamento delle fondazioni profonde</b></p>	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>RC1C</td> <td>03</td> <td>R 11 RH</td> <td>GE 0006 002</td> <td>B</td> <td>57 di 99</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	RC1C	03	R 11 RH	GE 0006 002	B	57 di 99
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
RC1C	03	R 11 RH	GE 0006 002	B	57 di 99								

In questo caso, assumendo cautelativamente la base del palo all'interno di terreni a natura coesiva, si procede anche ad una verifica in termini di portanza globale della palificata, secondo quanto descritto nel capitolo 6:

$$F_s \min = \eta R_{glob} / N_{glob} = 1.06$$

Avendo assunto il minimo valore di  $\eta$  pari a 0.73.

Di seguito si riportano i valori globali delle sollecitazioni al base del plinto:

<b>CARATTERISTICHE SOLLECITAZIONI BASE FONDAZIONE</b>					
<b>Combinazione</b>	<b>N</b>	<b>Tlong</b>	<b>Ttrasv</b>	<b>Mlong</b>	<b>Mtrasv</b>
<b>SLU_1</b>	28820	5055	240	-2811	12921
<b>SLU_2</b>	27050	4312	240	-2811	13937
<b>SLV_1</b>	21350	16392	3862	-15476	60153
<b>SLV_2</b>	21350	5947	12872	-51496	16505
<b>SLV_3</b>	25287	5947	3862	-15476	15297

*Tabella 14 riepilogo sollecitazioni complessive sulle spalle*

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>LINEA COSENZA – PAOLA / S. LUCIDO</b> <b>NUOVA LINEA AV SALERNO – REGGIO CALABRIA</b> <b>RADDOPPIO COSENZA – PAOLA / S. LUCIDO</b> <b>PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA</b>					
	<b>Relazione di predimensionamento delle fondazioni profonde</b>	COMMESSA <b>RC1C</b>	LOTTO <b>03</b>	CODIFICA <b>R 11 RH</b>	DOCUMENTO <b>GE 0006 002</b>	REV. <b>B</b>

### 8.5 Viadotto VI05

Sulla base delle formulazioni al capitolo 6, si riportano, per ognuna delle platee verificate, la curva di portanza del palo maggiormente sollecitato.

Le condizioni stratigrafiche e di falda da t.p. considerare nella verifica sono quelle riportate nella tabella che segue e con riferimento ai parametri geotecnici esplicitati nel capitolo 7:

VI05		s. lucido
Profondità (m da tp)		Unità geotecnica
da	a	
0	16	DM
16	35	DM
>35		ALD
Falda di calcolo	0	m da t.p.

Le sollecitazioni sul singolo palo delle spalle (A, B) derivanti dall'analisi numerica delle sovrastrutture sono di seguito esplicitate ed amplificate cautelativamente del 50%.

#### SPALLA A e B

	Nmax [kN]	V [kN]
SLU_1	1369	177
SLU_2	1369	157
SLV_1	845	474
SLV_2	845	298
SLV_3	1001	175

**1369      474**

#### ***Nmax amplificata del 50%***

	Nmax [kN]	V [kN]
SLU_1	2054	177
SLU_2	2054	157
SLV_1	1268	474
SLV_2	1268	298
SLV_3	1502	175

**2054      474**

 <p><b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p><b>LINEA COSENZA – PAOLA / S. LUCIDO</b>  <b>NUOVA LINEA AV SALERNO – REGGIO CALABRIA</b>  <b>RADDOPPIO COSENZA – PAOLA / S. LUCIDO</b>  <b>PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA</b></p>												
<p><b>Relazione di predimensionamento delle fondazioni profonde</b></p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>RC1C</td> <td>03</td> <td>R 11 RH</td> <td>GE 0006 002</td> <td>B</td> <td>59 di 99</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	RC1C	03	R 11 RH	GE 0006 002	B	59 di 99
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
RC1C	03	R 11 RH	GE 0006 002	B	59 di 99								

Pertanto si ha sul palo più caricato per  $L=16m$  si ha  $F_s = 1.11$  (condizioni statiche) per il palo maggiormente caricato.

Di seguito si riportano la tabella riepilogativa delle resistenze e le curve di portanza di design.

STAT-CUD	SISM-CUD	STAT-CD				
totale	totale	totale	laterale			
NTC2018	NTC2018	NTC2018	NTC2018			
Rtot_slu3	Rtot_slu3	Rtot_slu3 STA	Rtraz_slu3	Z	Rlat_sle	Rlat_sle/1.25
kN	kN	kN	kN	m, da t.p.	kN	kN
285	285	285	30	0	76	61
362	368	362	65	1	161	129
445	457	445	105	2	259	207
535	553	535	150	3	369	296
631	655	631	199	4	493	394
734	763	734	254	5	628	503
843	879	843	314	6	777	622
959	1000	959	379	7	938	751
1081	1128	1081	449	8	1112	890
1210	1263	1210	523	9	1299	1039
1345	1404	1345	603	10	1498	1199
1487	1552	1487	688	11	1710	1368
1635	1706	1635	777	12	1935	1548
1790	1866	1790	872	13	2173	1738
1951	2033	1951	972	14	2423	1938
2119	2207	2119	1076	15	2686	2149
2293	2387	2293	1186	16	2962	2369
2474	2574	2474	1301	17	3250	2600
2661	2767	2661	1420	18	3551	2841
2855	2967	2855	1545	19	3865	3092
3055	3173	3055	1674	20	4191	3353
3262	3385	3262	1809	21	4530	3624
3475	3604	3475	1949	22	4882	3906
3695	3830	3695	2093	23	5247	4198
3921	4062	3921	2243	24	5624	4499
4154	4301	4154	2397	25	6014	4811
4393	4546	4393	2556	26	6417	5134
4639	4798	4639	2721	27	6832	5466
4891	5056	4891	2890	28	7261	5808
5150	5320	5150	3065	29	7701	6161
5408	5585	5408	3244	30	8155	6524
5639	5821	5639	3429	31	8621	6897
5870	6058	5870	3618	32	9088	7271
6101	6295	6101	3812	33	9555	7644
6332	6532	6332	4012	34	10022	8018
6563	6769	6563	4216	35	10490	8392
6326	6538	5996	4393	36	10877	8701
6516	6734	6190	4571	37	11250	9000
6707	6930	6388	4748	38	11623	9298
6897	7127	6590	4925	39	11996	9597
7087	7323	6797	5103	40	12370	9896
7278	7519	7009	5280	41	12743	10194
7468	7715	7225	5457	42	13116	10493
7658	7911	7445	5635	43	13489	10792
7849	8108	7670	5812	44	13863	11090
8039	8304	7900	5989	45	14236	11389
8229	8500	8134	6166	46	14609	11687
8420	8696	8372	6344	47	14982	11986
8610	8893	8615	6521	48	15356	12285
8800	9089	8863	6698	49	15729	12583
8991	9285	9112	6876	50	16102	12882

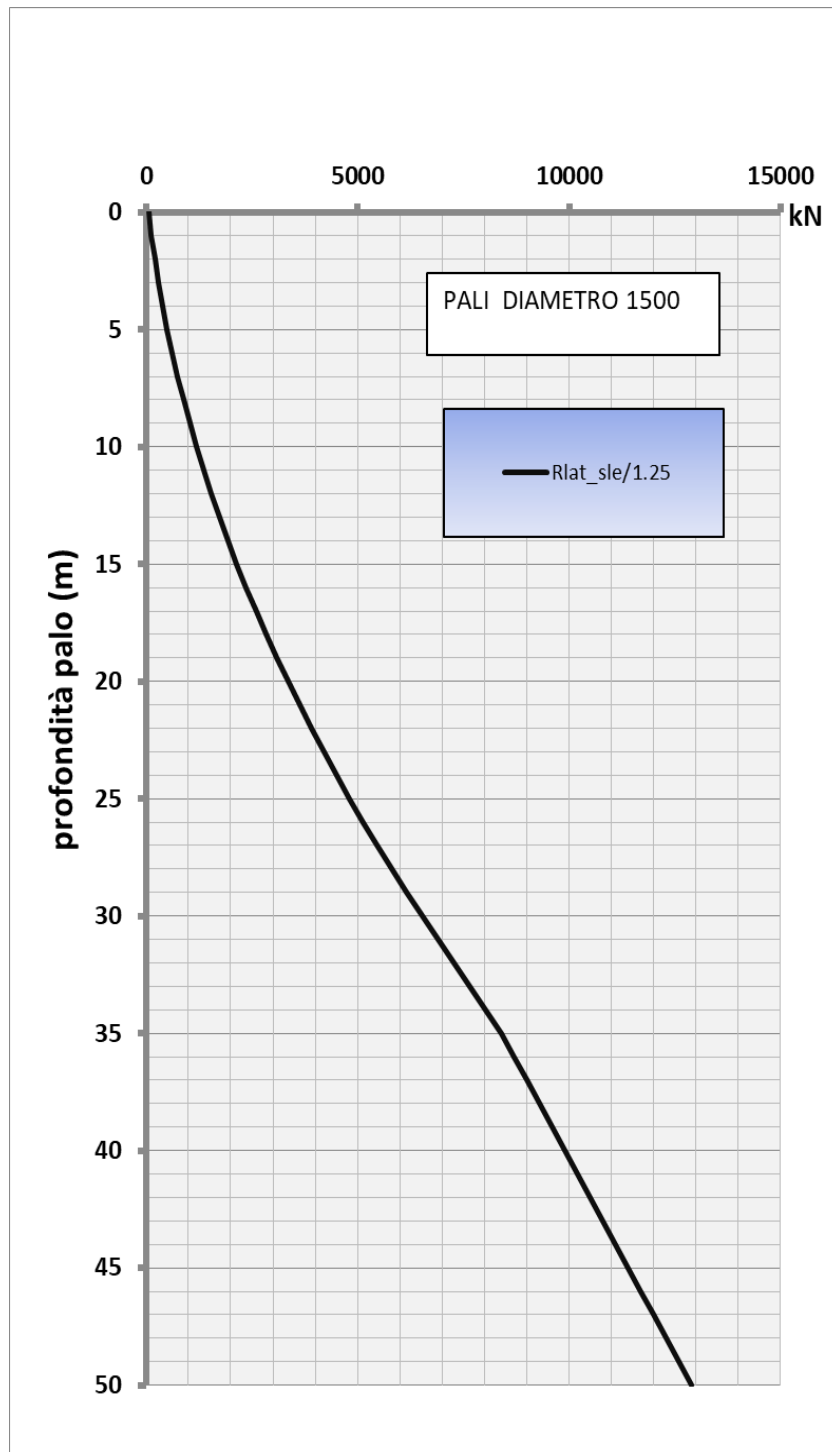


Figura 22: curva di portanza in compressione allo SLE

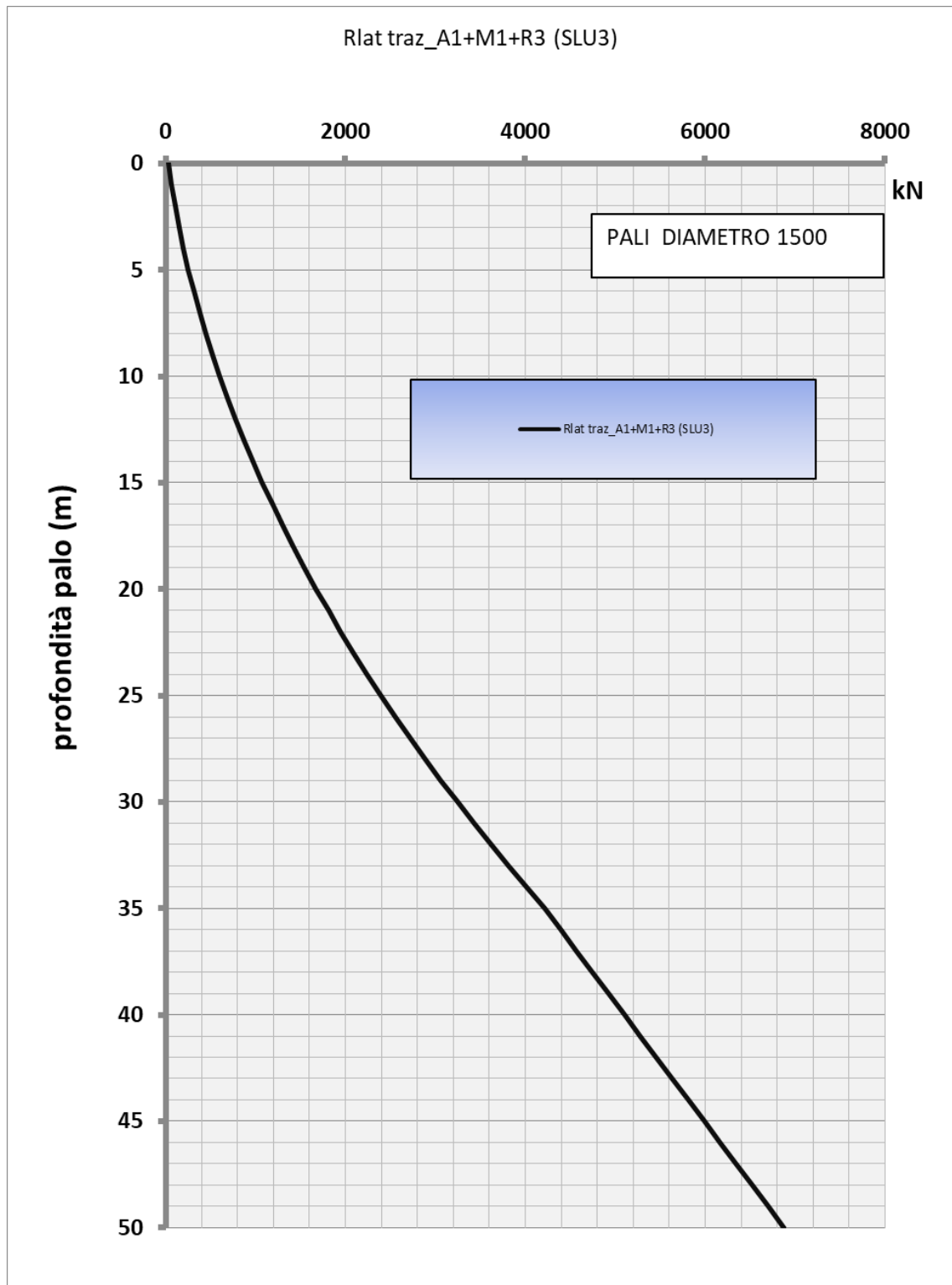


Figura 23: curva di portanza allo in trazione SLU

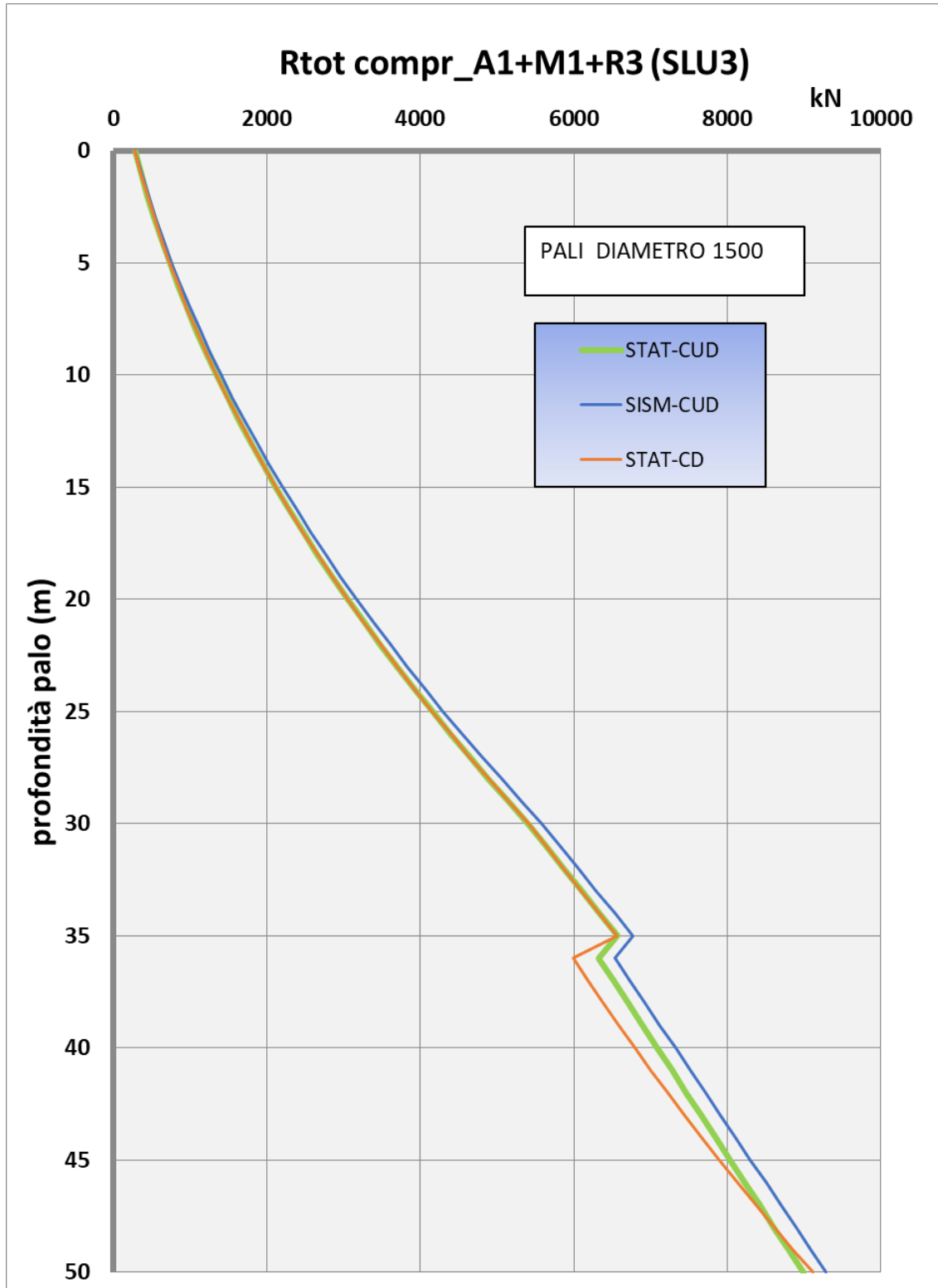


Figura 24: curva di portanza allo SLU in compressione

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>LINEA COSENZA – PAOLA / S. LUCIDO</b> <b>NUOVA LINEA AV SALERNO – REGGIO CALABRIA</b> <b>RADDOPPIO COSENZA – PAOLA / S. LUCIDO</b> <b>PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA</b>												
<b>Relazione di predimensionamento delle fondazioni profonde</b>	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>RC1C</td> <td>03</td> <td>R 11 RH</td> <td>GE 0006 002</td> <td>B</td> <td>64 di 99</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	RC1C	03	R 11 RH	GE 0006 002	B	64 di 99
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
RC1C	03	R 11 RH	GE 0006 002	B	64 di 99								

Seppur i pali si immergono in un terreno decisamente incoerente, anche in questo caso, si procede ad una verifica in termini di portanza globale della palificata per considerare un'efficienza ridotta data l'estrema vicinanza tra i pali (considerati in totale n°11 pali), secondo quanto descritto nel capitolo 6:

$$F_s \min = \eta R_{\text{glob}} / N_{\text{glob}} = 1.55$$

Avendo assunto il minimo valore di  $\eta$  pari a 0.59.

Di seguito si riportano i valori globali delle sollecitazioni al base del plinto:

<b>CARATTERISTICHE SOLLECITAZIONI BASE FONDAZIONE</b>			
<b>Combinazione</b>	<b>N</b>	<b>Tlong</b>	<b>Ttrasv</b>
SLU_1	9583	2278	328
SLU_2	9583	2020	328
SLV_1	5918	6087	986
SLV_2	5918	2057	3285
SLV_3	7009	2057	986

*Tabella 15 riepilogo sollecitazioni complessive sulle spalle*



 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>LINEA COSENZA – PAOLA / S. LUCIDO</b> <b>NUOVA LINEA AV SALERNO – REGGIO CALABRIA</b> <b>RADDOPPIO COSENZA – PAOLA / S. LUCIDO</b> <b>PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA</b>					
	<b>Relazione di predimensionamento delle fondazioni profonde</b>	COMMESSA <b>RC1C</b>	LOTTO <b>03</b>	CODIFICA <b>R 11 RH</b>	DOCUMENTO <b>GE 0006 002</b>	REV. <b>B</b>

## 8.6 Viadotto VI06

Sulla base delle formulazioni al capitolo 6, si riportano, per ognuna delle platee verificate, la curva di portanza del palo maggiormente sollecitato.

Le condizioni stratigrafiche e di falda da t.p. considerare nella verifica sono quelle riportate nella tabella che segue e con riferimento ai parametri geotecnici esplicitati nel capitolo 7:

VI06 07		paola
Profondità (m da tp)		Unità geotecnica
da	a	
0	15	DM
15	42	DM
>42		ALD
Falda di calcolo	0	m da t.p.

Le sollecitazioni sul singolo palo delle spalle (A, B) derivanti dall'analisi numerica delle sovrastrutture sono di seguito esplicitate ed amplificate cautelativamente del 50%.

### SPALLA A e B

	Nmax [kN]	V [kN]
SLU_1	1489	274
SLU_2	1489	241
SLV_1	883	613
SLV_2	883	372
SLV_3	1045	225

### ***Nmax amplificata del 50%***

	Nmax [kN]	V [kN]
SLU_1	2233	274
SLU_2	2233	241
SLV_1	1325	613
SLV_2	1325	372
SLV_3	1568	225

**1489      613**

**2233      613**

	<p><b>LINEA COSENZA – PAOLA / S. LUCIDO</b>  <b>NUOVA LINEA AV SALERNO – REGGIO CALABRIA</b>  <b>RADDOPPIO COSENZA – PAOLA / S. LUCIDO</b>  <b>PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA</b></p>												
<p><b>Relazione di predimensionamento delle fondazioni profonde</b></p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>RC1C</td> <td>03</td> <td>R 11 RH</td> <td>GE 0006 002</td> <td>B</td> <td>66 di 99</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	RC1C	03	R 11 RH	GE 0006 002	B	66 di 99
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
RC1C	03	R 11 RH	GE 0006 002	B	66 di 99								

Pertanto si ha sul palo più caricato per  $L=20\text{m}$  si ha  $F_s = 1.22$  (condizioni statiche) per il palo maggiormente caricato.

Di seguito si riportano la tabella riepilogativa delle resistenze e le curve di portanza di design.

STAT-CUD	SISM-CUD	STAT-CD				
totale	totale	totale	laterale			
NTC2018	NTC2018	NTC2018	NTC2018			
Rtot_slu3	Rtot_slu3	Rtot_slu3 STA	Rtraz_slu3	Z	Rlat_sle	Rlat_sle/1.25
kN	kN	kN	kN	m, da t.p.	kN	kN
190	190	190	20	0	51	41
254	260	254	45	1	110	88
324	336	324	75	2	183	146
401	419	401	110	3	268	214
484	508	484	150	4	366	292
574	603	574	194	5	476	381
670	705	670	244	6	599	479
773	814	773	299	7	735	588
882	929	882	359	8	884	707
998	1051	998	424	9	1045	836
1120	1179	1120	493	10	1219	975
1249	1314	1249	568	11	1406	1124
1384	1455	1384	648	12	1605	1284
1526	1602	1526	733	13	1817	1454
1674	1756	1674	822	14	2042	1633
1829	1917	1829	917	15	2279	1823
1990	2084	1990	1017	16	2530	2024
2158	2258	2158	1121	17	2793	2234
2332	2438	2332	1231	18	3068	2455
2513	2625	2513	1346	19	3357	2685
2700	2818	2700	1465	20	3658	2926
2894	3017	2894	1590	21	3971	3177
3094	3223	3094	1719	22	4298	3438
3301	3436	3301	1854	23	4637	3710
3514	3655	3514	1993	24	4989	3991
3734	3881	3734	2138	25	5353	4283
3960	4113	3960	2287	26	5731	4585
4193	4352	4193	2442	27	6121	4897
4432	4597	4432	2601	28	6524	5219
4678	4848	4678	2766	29	6939	5551
4930	5106	4930	2935	30	7367	5894
5188	5371	5188	3110	31	7808	6246
5447	5635	5447	3289	32	8262	6609
5678	5872	5678	3473	33	8728	6982
5909	6109	5909	3663	34	9195	7356
6140	6346	6140	3857	35	9662	7730
6371	6583	6371	4057	36	10129	8103
6602	6820	6602	4261	37	10596	8477
6833	7057	6833	4470	38	11063	8851
7064	7294	7064	4684	39	11530	9224
7295	7531	7295	4904	40	11997	9598
7526	7768	7526	5125	41	12464	9971
7758	8005	7758	5347	42	12931	10345
7564	7817	7300	5524	43	13321	10657
7754	8014	7515	5702	44	13694	10956
7945	8210	7735	5879	45	14068	11254
8135	8406	7959	6056	46	14441	11553
8325	8602	8187	6234	47	14814	11851
8516	8798	8420	6411	48	15188	12150
8706	8995	8657	6588	49	15561	12449
8896	9191	8899	6766	50	15934	12747

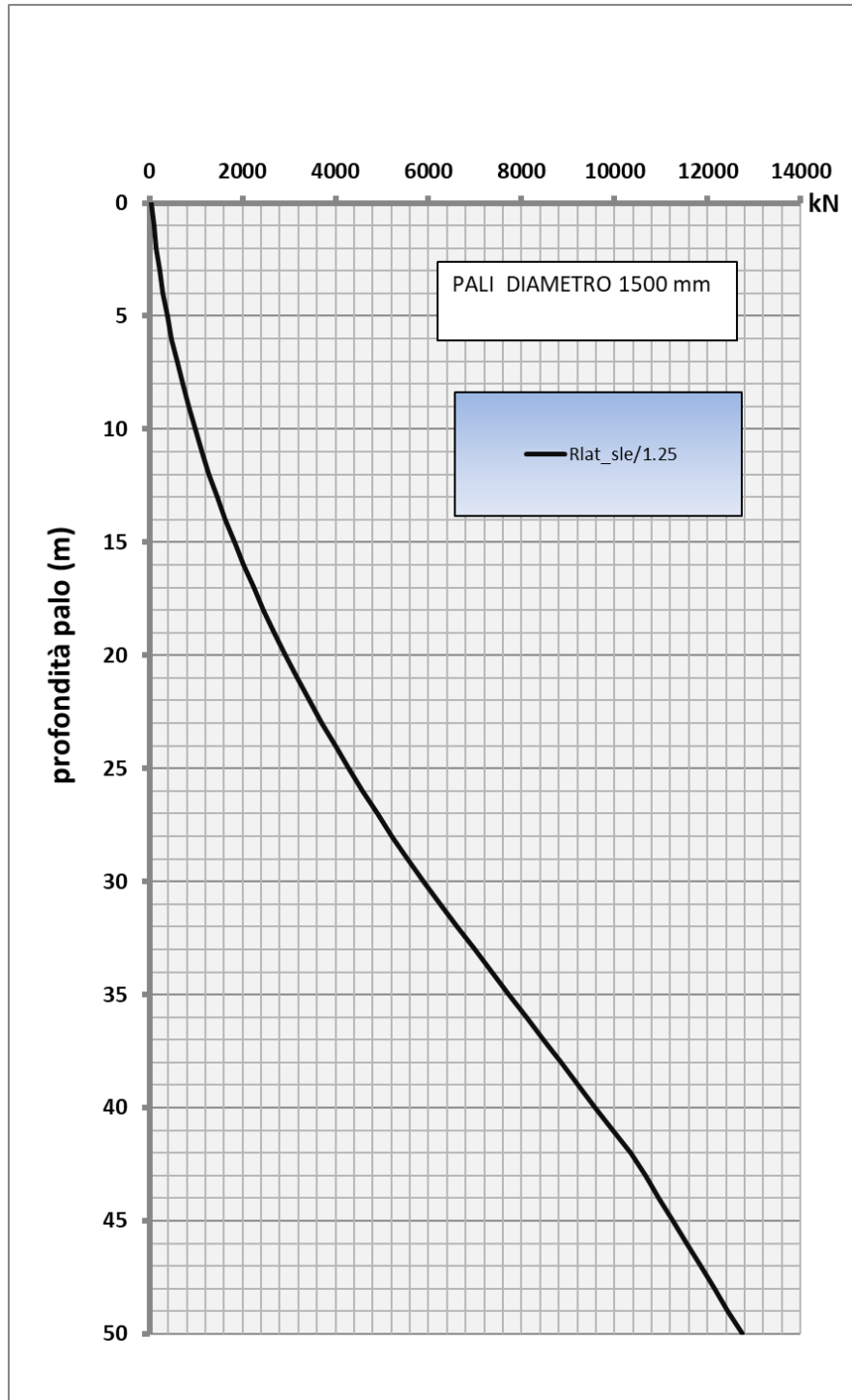


Figura 25: curva di portanza in compressione allo SLE

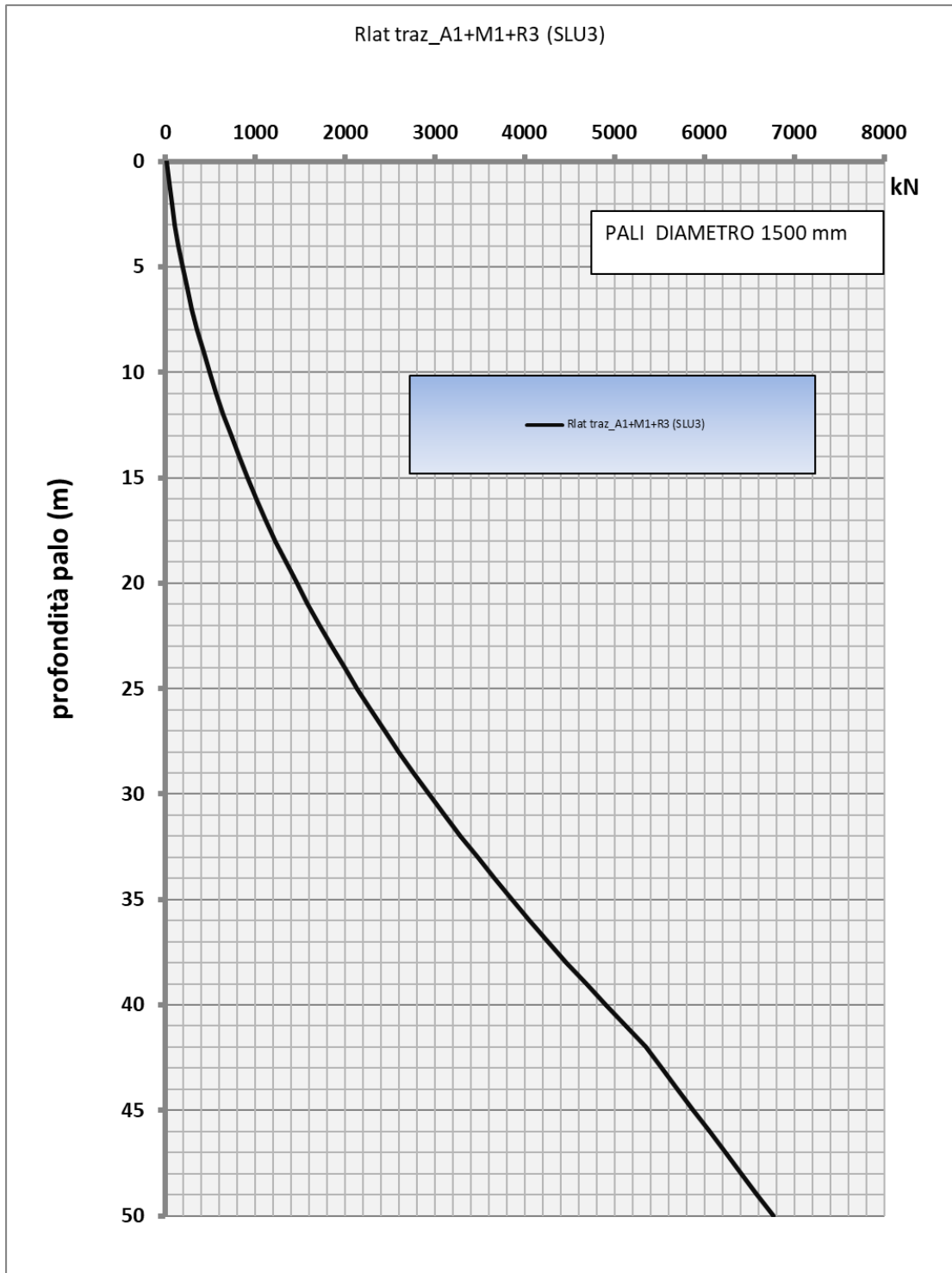


Figura 26: curva di portanza allo in trazione SLU

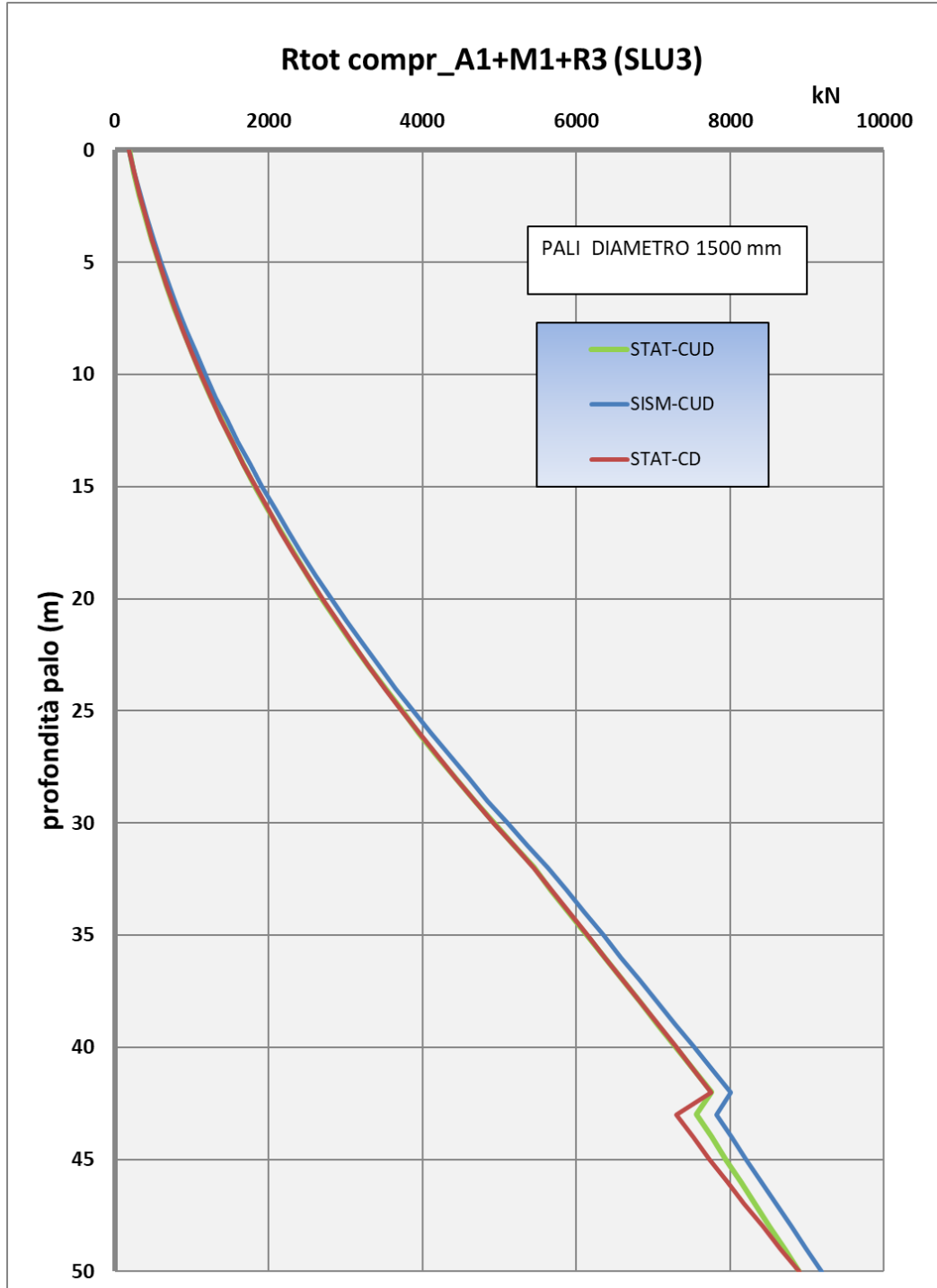


Figura 27: curva di portanza allo SLU in compressione

 <p><b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p><b>LINEA COSENZA – PAOLA / S. LUCIDO</b>  <b>NUOVA LINEA AV SALERNO – REGGIO CALABRIA</b>  <b>RADDOPPIO COSENZA – PAOLA / S. LUCIDO</b>  <b>PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA</b></p>												
<p><b>Relazione di predimensionamento delle fondazioni profonde</b></p>	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>RC1C</td> <td>03</td> <td>R 11 RH</td> <td>GE 0006 002</td> <td>B</td> <td>71 di 99</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	RC1C	03	R 11 RH	GE 0006 002	B	71 di 99
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
RC1C	03	R 11 RH	GE 0006 002	B	71 di 99								

Seppur i pali si immergono in un terreno decisamente incoerente, anche in questo caso, si procede ad una verifica in termini di portanza globale della palificata per considerare un'efficienza ridotta data l'estrema vicinanza tra i pali (considerati in totale n°11 pali), secondo quanto descritto nel capitolo 6:

$$F_s \min = \eta R_{glob} / N_{glob} = 1.07$$

Avendo assunto il minimo valore di  $\eta$  pari a 0.59.

Di seguito si riportano i valori globali delle sollecitazioni al base del plinto:

<b>CARATTERISTICHE SOLLECITAZIONI BASE FONDAZIONE</b>			
<b>Combinazione</b>	<b>N</b>	<b>Tlong</b>	<b>Ttrasv</b>
SLU_1	16379	4636	399
SLU_2	16379	4080	399
SLV_1	9714	10306	1585
SLV_2	9714	3487	5284
SLV_3	11499	3487	1585

*Tabella 16 riepilogo sollecitazioni complessive sulle spalle*

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>LINEA COSENZA – PAOLA / S. LUCIDO</b> <b>NUOVA LINEA AV SALERNO – REGGIO CALABRIA</b> <b>RADDOPPIO COSENZA – PAOLA / S. LUCIDO</b> <b>PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA</b>					
	<b>Relazione di predimensionamento delle fondazioni profonde</b>	COMMESSA <b>RC1C</b>	LOTTO <b>03</b>	CODIFICA <b>R 11 RH</b>	DOCUMENTO <b>GE 0006 002</b>	REV. <b>B</b>

### 8.7 Viadotto VI07

Sulla base delle formulazioni al capitolo 6, si riportano, per ognuna delle platee verificate, la curva di portanza del palo maggiormente sollecitato.

Le condizioni stratigrafiche e di falda da t.p. considerare nella verifica sono quelle riportate nella tabella che segue e con riferimento ai parametri geotecnici esplicitati nel capitolo 7:

VI06 07		paola
Profondità (m da tp)		Unità geotecnica
da	a	
0	15	DM
15	42	DM
>42		ALD
Falda di calcolo	0	m da t.p.

Le sollecitazioni sul singolo palo delle spalle (A, B) derivanti dall'analisi numerica delle sovrastrutture sono di seguito esplicitate ed amplificate cautelativamente del 50%.

#### SPALLA A e B

	Nmax [kN]	V [kN]
SLU_1	559	93
SLU_2	559	82
SLV_1	335	212
SLV_2	335	131
SLV_3	397	78

#### **Nmax amplificata del 50%**

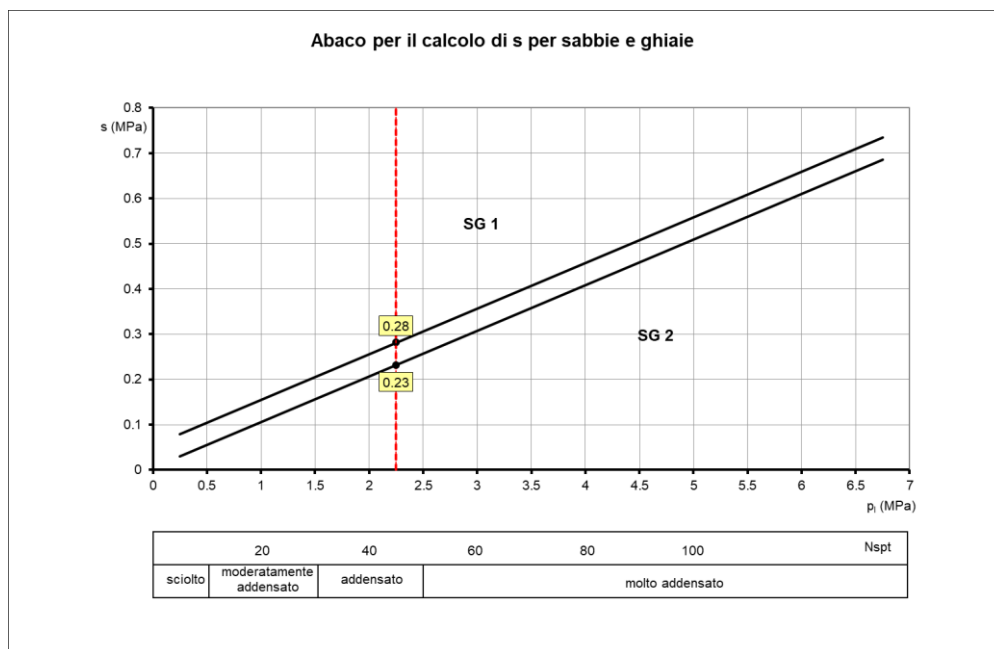
	Nmax [kN]	V [kN]
SLU_1	838	93
SLU_2	838	82
SLV_1	502	212
SLV_2	502	131
SLV_3	595	78

**559      212**

**838      212**



Il calcolo della portanza dei micropali  $\varnothing 300$  mm è stato condotto mediante il noto metodo di Bustamente e Doix (1985), considerando cautelativamente micropali tipo IGU immersi in terreni incoerenti:



Pertanto si ha sul micropalo più caricato per  $L=20$ m si ha  $F_s = 2.28$  (condizioni statiche) per il palo maggiormente caricato.

Di seguito si riportano i fogli di calcolo della portanza.

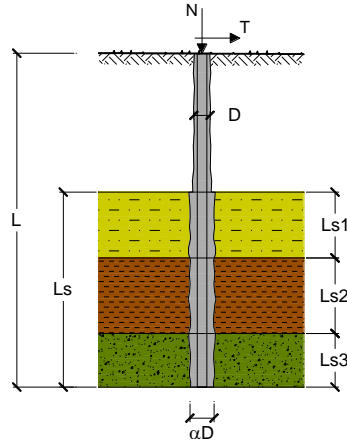
**CAPACITA' PORTANTE DI UN MICROPALO**

OPERA: VI07

**DATI DI INPUT:**

Sollecitazioni Agenti:

	Permanenti	Temporanee	Calcolo
N (kN)	838.00	0.00	838.00
T (kN)	93.00	0.00	93.00



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

n	1	2	3	4	5	7	$\geq 10$	DM88	prog.
$\xi_3$	1.70	1.65	1.60	1.55	1.50	1.45	1.40	1.00	1.00
$\xi_4$	1.70	1.55	1.48	1.42	1.34	1.28	1.21	1.00	1.00

**Caratteristiche del micropalo:**

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

Lunghezza del micropalo (L): 20.00 (m)

**CAPACITA' PORTANTE ESTERNA**

**Capacità portante di fusto**

$$Ql = \sum_i \pi \cdot Ds_i \cdot s_i \cdot ls_i$$

Tipo di Terreno	Spessore $ls_i$ (m)	$\alpha$ (-)	$Ds_i = \alpha \cdot D$ (m)	$s_i$ media (MPa)	$s_i$ minima (MPa)	$s_i$ calcolo (MPa)	$Qsi$ (kN)
G2	9.00	1.20	0.36	0.160	0.110	0.056	572.72
GN	8.00	1.20	0.36	0.280	0.230	0.118	1064.45
	0.00	0.00	0.00	0.000	0.000	0.000	0.00

$Ls = 17.00$  (m)       $Ql = 1637.16$  (kN)

**Capacità portante di punta**

$Qp = \%Punta \cdot Ql$  (consigliato 10-15%)

$\% Punta = 0\%$        $Qp = 0.00$  (kN)

**CARICO LIMITE DEL MICROPALO**

$Qlim = Qb + Ql$

$Qlim = 1637.16$  (kN)

**COEFFICIENTE DI SICUREZZA**

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

$Fs = 1.95$

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>LINEA COSENZA – PAOLA / S. LUCIDO</b> <b>NUOVA LINEA AV SALERNO – REGGIO CALABRIA</b> <b>RADDOPPIO COSENZA – PAOLA / S. LUCIDO</b> <b>PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA</b>					
	<b>Relazione di predimensionamento delle fondazioni profonde</b>	COMMESSA <b>RC1C</b>	LOTTO <b>03</b>	CODIFICA <b>R 11 RH</b>	DOCUMENTO <b>GE 0006 002</b>	REV. <b>B</b>

## 8.8 Galleria artificiale GA01

Sulla base delle formulazioni al capitolo 6, si riportano, per ognuna delle platee verificate, la curva di portanza del palo maggiormente sollecitato.

Le condizioni stratigrafiche e di falda da t.p. considerare nella verifica sono quelle riportate nella tabella che segue e con riferimento ai parametri geotecnici esplicitati nel capitolo 7:

GA01		
Profondità (m da tp)		Unità geotecnica
da	a	
0	26	DA
>26		ATS
Falda di calcolo	8	m da t.p.

Le sollecitazioni sul singolo palo in fondazione ( $i > 3D$ ) derivanti dall'analisi numerica delle sovrastrutture sono di seguito esplicitate

<b>Sollecitazioni sul singolo palo</b>		
	<b>N</b>	<b>T</b>
	<b>[kN]</b>	<b>[kN]</b>
<b>SLU</b>	2189	145
<b>SLV_1</b>	3680	733
<b>SLV_2</b>	3680	671

Pertanto sul palo più caricato per  $L=20m$  si ha  $F_s = 1.12$ .

Di seguito si riportano la tabella riepilogativa delle resistenze e le curve di portanza di design.

STAT-CUD	SISM-CUD	STAT-CD				
totale	totale	totale	laterale			
NTC2018	NTC2018	NTC2018	NTC2018			
Rtot_slu3	Rtot_slu3	Rtot_slu3 STA	Rtraz_slu3	Z	Rlat_sle	Rlat_sle/1.25
kN	kN	kN	kN	m, da t.p.	kN	kN
277	277	277	28	0	72	57
395	401	395	65	1	163	130
526	538	526	112	2	278	222
669	687	669	168	3	416	333
825	848	825	234	4	579	463
992	1021	992	309	5	766	613
1172	1207	1172	393	6	976	781
1364	1405	1364	487	7	1210	968
1568	1615	1568	589	8	1469	1175
1737	1790	1737	697	9	1738	1391
1912	1970	1912	809	10	2020	1616
2092	2157	2092	926	11	2313	1850
2279	2350	2279	1047	12	2617	2094
2472	2548	2472	1172	13	2933	2347
2671	2753	2671	1303	14	3261	2609
2875	2964	2875	1437	15	3601	2881
3086	3180	3086	1577	16	3952	3162
3302	3402	3302	1721	17	4315	3452
3525	3631	3525	1869	18	4689	3751
3753	3865	3753	2022	19	5075	4060
3988	4105	3988	2180	20	5473	4378
4228	4352	4228	2342	21	5882	4705
4474	4604	4474	2509	22	6303	5042
4726	4862	4726	2680	23	6735	5388
4951	5092	4951	2856	24	7179	5743
5176	5323	5176	3036	25	7635	6108
5407	5560	5407	3221	26	8102	6481
4758	4917	4791	3368	27	8420	6736
4917	5082	4980	3517	28	8732	6986
5077	5248	5174	3667	29	9047	7238
5239	5415	5373	3819	30	9365	7492
5402	5585	5576	3972	31	9686	7749
5567	5756	5783	4126	32	10011	8009
5734	5928	5995	4282	33	10338	8271
5903	6103	6212	4440	34	10671	8536
6075	6281	6433	4602	35	11010	8808
6252	6464	6658	4767	36	11357	9085
6432	6650	6888	4935	37	11711	9369
6616	6839	7122	5107	38	12072	9657
6803	7033	7361	5282	39	12440	9952
6993	7228	7605	5460	40	12813	10250
7183	7424	7853	5637	41	13186	10549
7372	7620	8101	5814	42	13559	10847
7562	7815	8349	5992	43	13932	11145
7752	8011	8597	6169	44	14305	11444
7942	8207	8846	6346	45	14677	11742
8131	8402	9094	6524	46	15050	12040
8321	8598	9342	6701	47	15423	12339
8511	8794	9590	6878	48	15796	12637
8701	8989	9838	7055	49	16169	12935
8890	9185	10087	7233	50	16542	13233

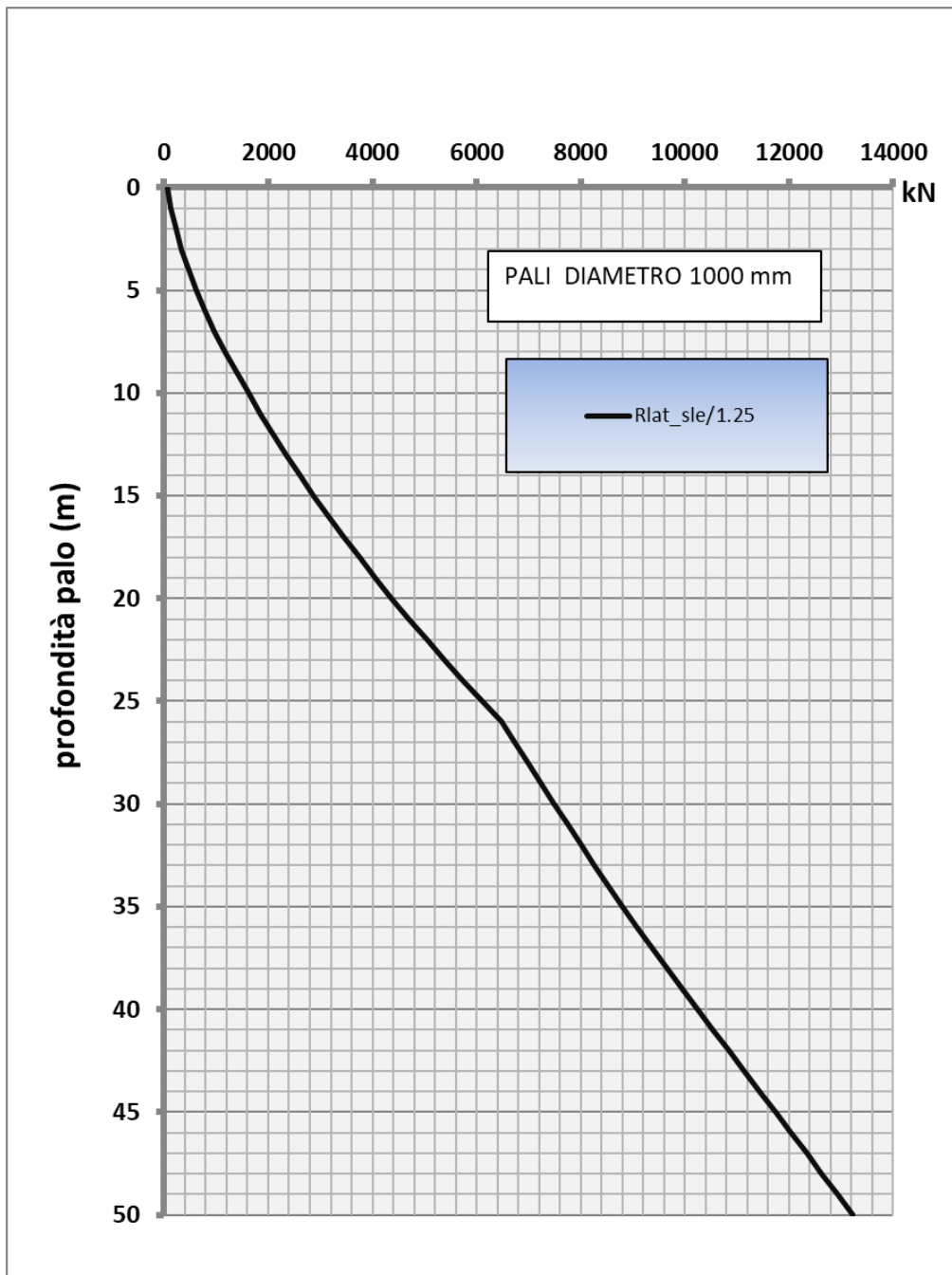


Figura 28: curva di portanza in compressione allo SLE

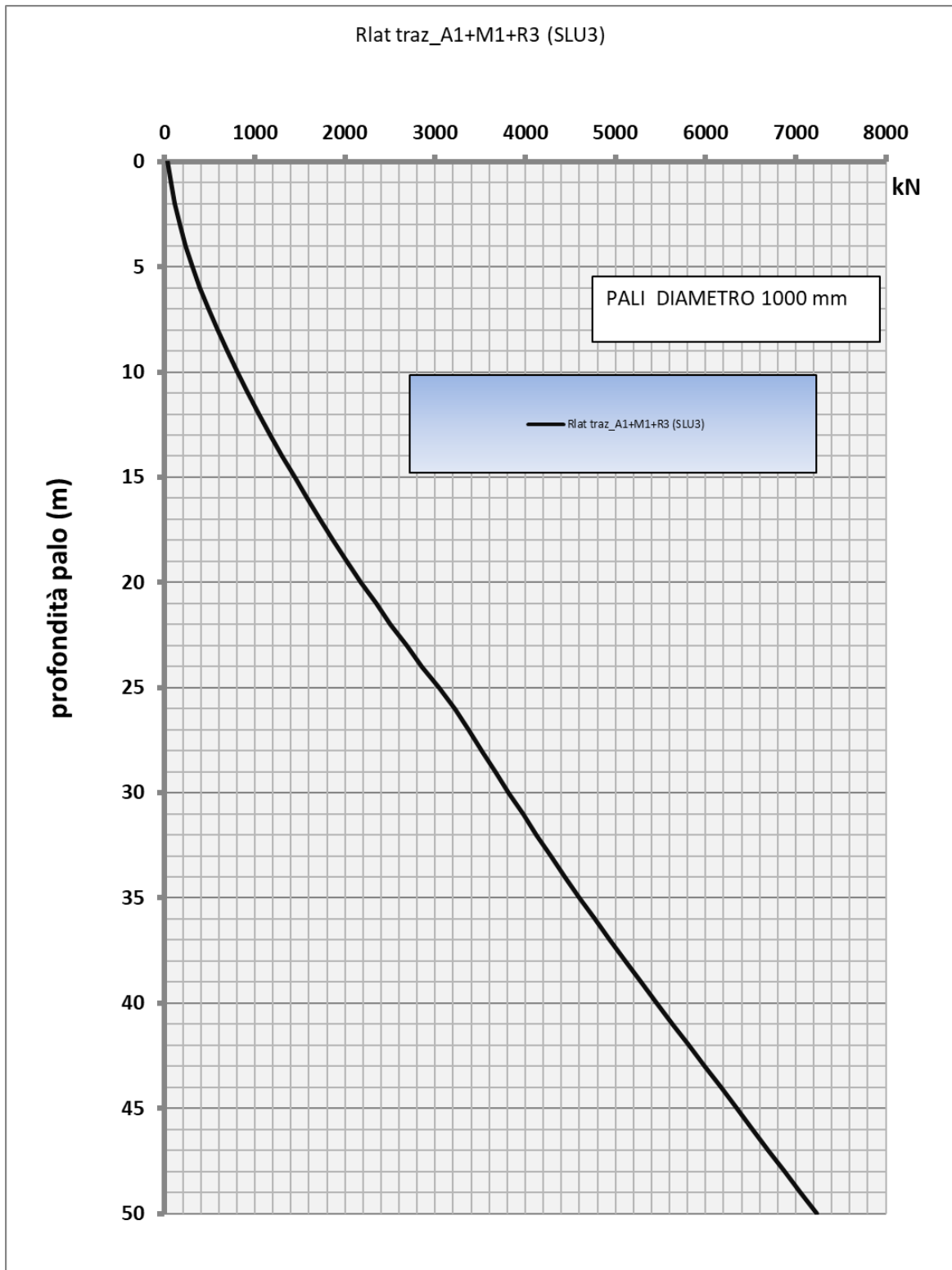


Figura 29: curva di portanza allo in trazione SLU

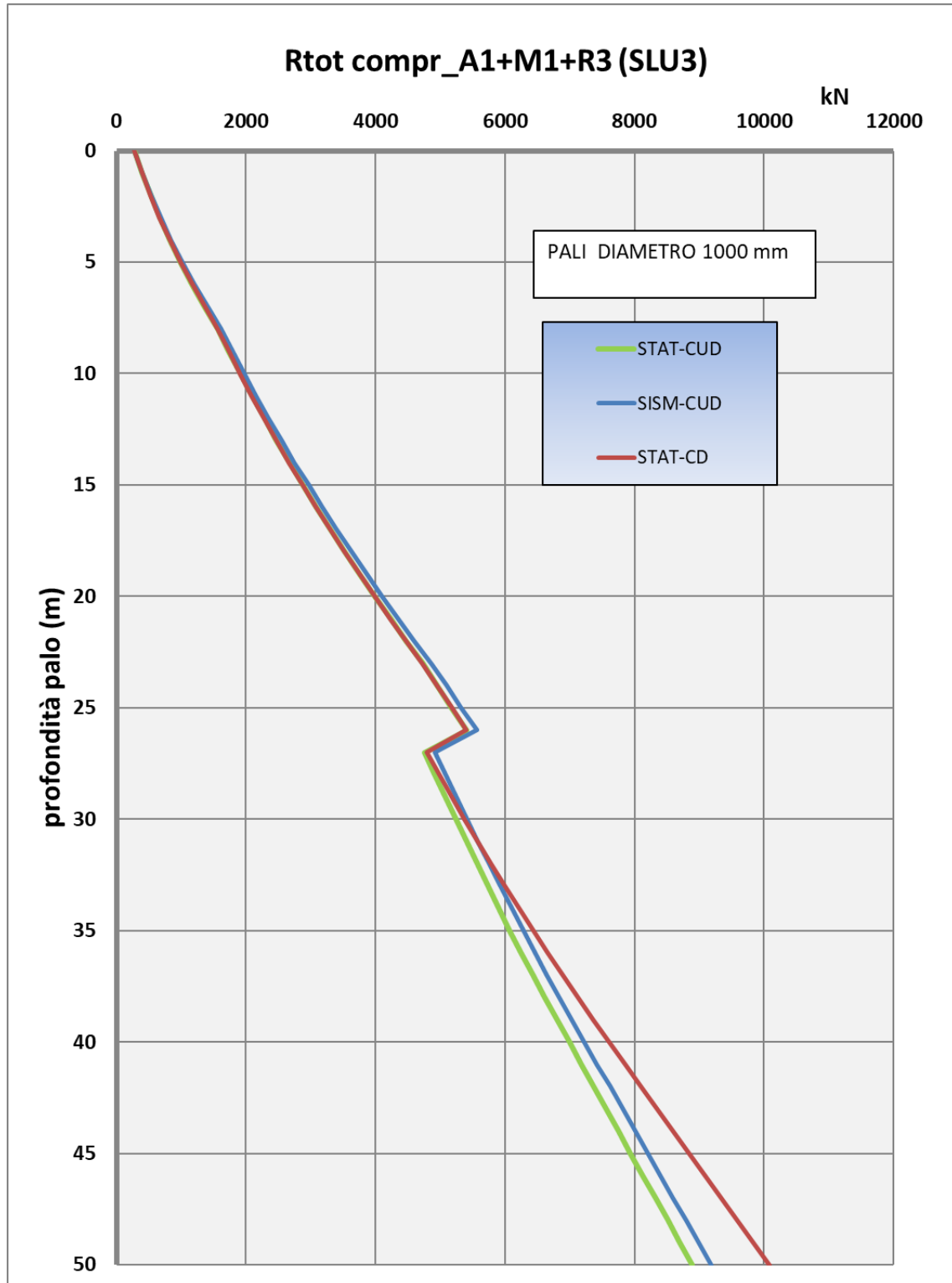
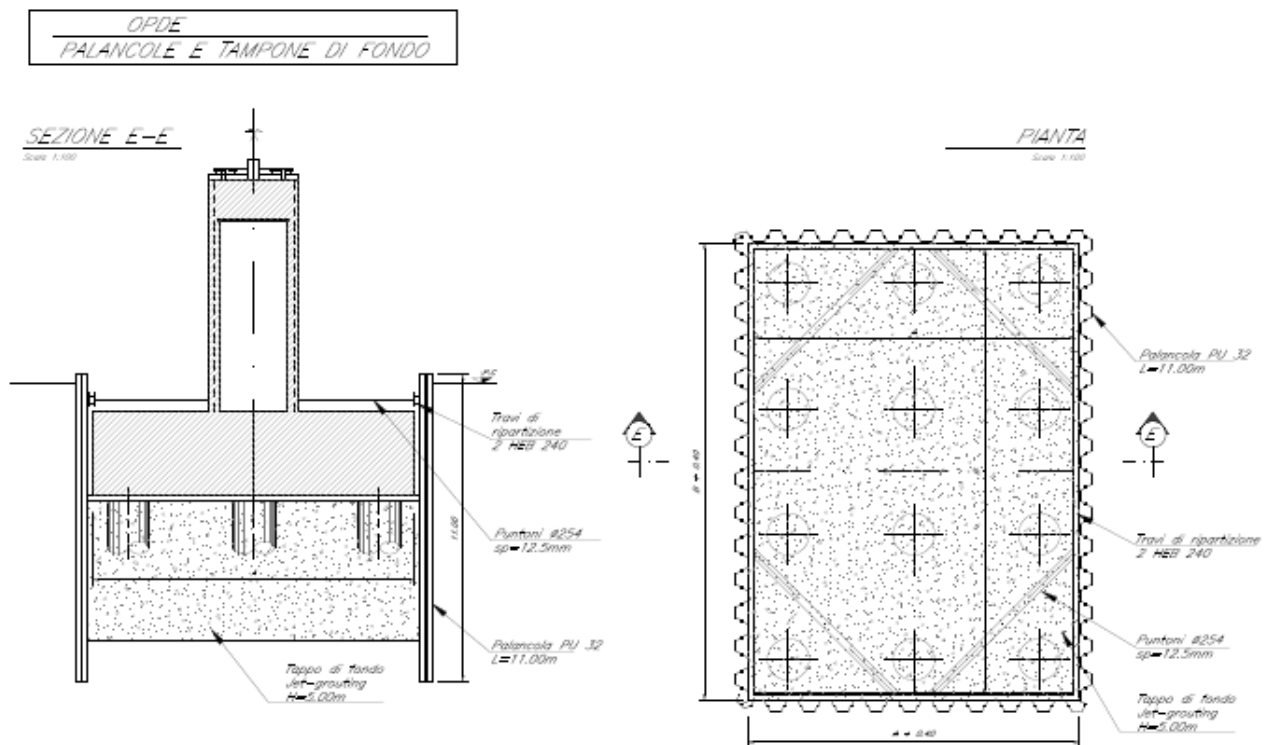


Figura 30: curva di portanza allo SLU in compressione

## 9. DESCRIZIONE DELLE OPERE DI PRESIDIO PER LA REALIZZAZIONE DELLE FONDAZIONI DEI VIADOTTI

Per lo scavo per il raggiungimento della quota di imposta e realizzazione dei plinti delle pile dei viadotti VI01 e VI02 (P1) si è ricorso all'adozione di opere di presidio costituite da palancole infisse, contrastate con puntoni. Tale intervento viene combinato, in relazione alla profondità della falda e alle caratteristiche di permeabilità dei terreni interessati dallo scavo, con la realizzazione di un tampone impermeabile a fondo scavo.



**Figura 31: OOPP pile**



## 10. OPERA DI PRESIDIO PROPEDEUTICA ALLA REALIZZAZIONE DELLE SPALLE ADIACENTI AI RILEVATI ESISTENTI

Nel presente capitolo si riporta il predimensionamento della paratia provvisoria necessaria per la realizzazione delle spalle del VI01 e delle spalle e pile P2 e P3 del VI02.. La paratia è costituita da pali  $\varnothing 600$  di lunghezza  $L = 18.0$  m posti ad interassi pari a  $i = 0.80$  m. A 3.50 m della testa dei pali è previsto inoltre l'inserimento di un ordine di tiranti ad interasse 1.60 m, inclinati di  $20^\circ$  rispetto all'orizzontale e aventi lunghezza complessiva pari a 20.0 m (= 8.00 m lunghezza libera + 12.0 m lunghezza bulbo di ancoraggio). L'altezza di scavo massima è di 7.50 m (Figura 32).

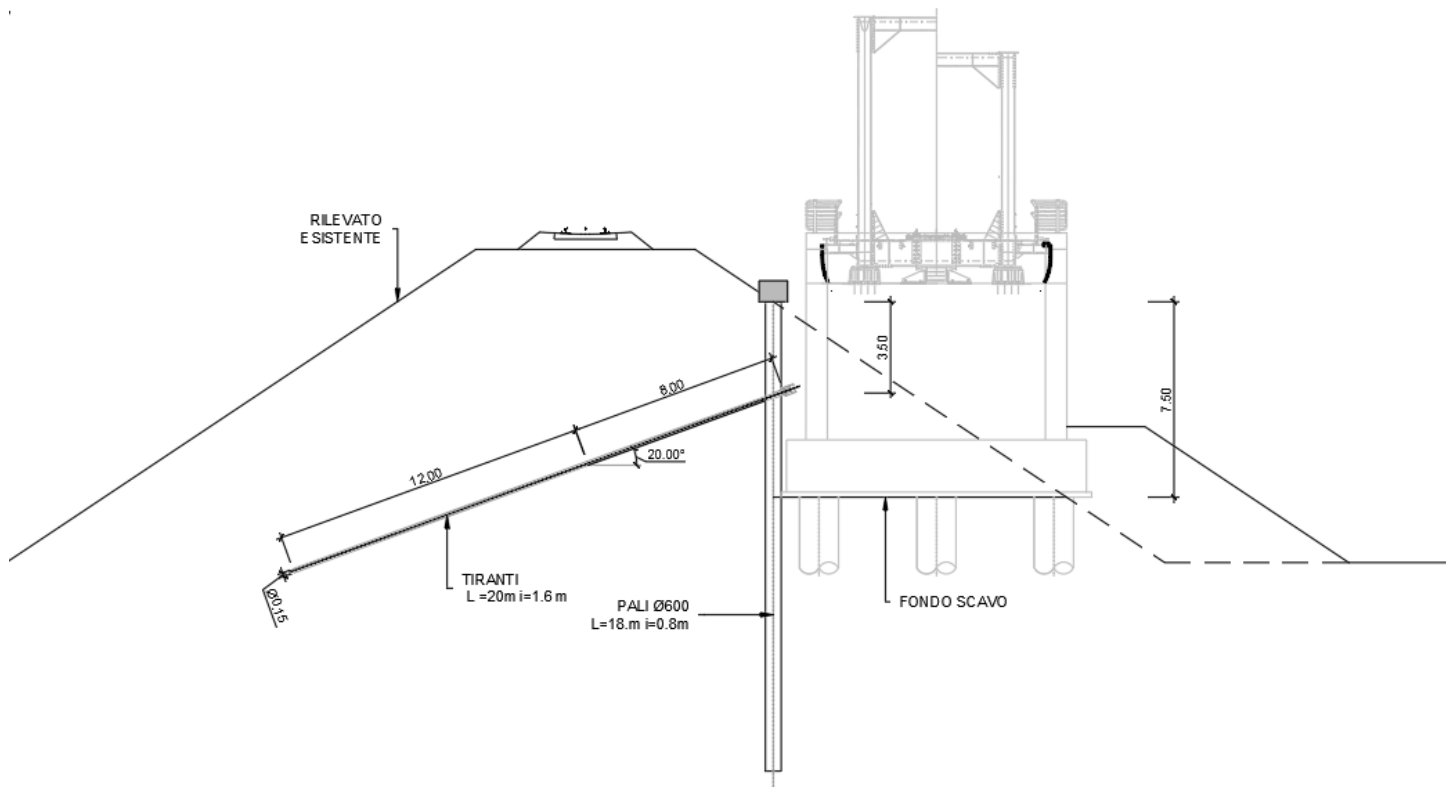



Figura 32 – Schema di calcolo paratia provvisoria.

**Diagramma o Pali**

**Calcestruzzo**



Materiale: C25/30


Spessore: Ct 0.6 m

Diametro: Cd 0.6 m

Passo: Cs 0.8 m

Efficacia del calcestruzzo per il calcolo della rigidezza [0-1]: ac 1

**Acciaio**



Materiale: Fe360

Passo: Ss 0.8 m

**Dati** Stage dependent data

**Posizione**

X: 0 m

Sommità: 10 m

Piede: -8 m

**Avanzate**

Elemento Slave

**Wall Element Data**

Sezione: paratia Modifica...

Spessore Equivalente: 0.456971083903467 m

Svincoli sommità:  Taglio,  Momento

Svincoli al piede del muro:  Taglio,  Momento

Comportamento plastico

Mp: 0 kNm/m

*Figura 33 – Caratteristiche paratia.*

Data **Dati dipendenti dallo stage**

**Posizione**

X  m

Z  m

**Avanzate**

Connetti al nodo Slave

Connetti a trave di ripartizione

Aqgiunqi trave di ripartizione

**Dati Tirante**

Sezione: 4trefoli Modifica...

L. Libera  m > Angolo  °

L. Bulbo (Lfix)  m      Passo orizz.  m

Efficacia bulbo (%)       Precarico  kN

Diametro Perforazione  m

Usa coefficienti di aderenza personalizzati

Metodo di Iniezione: IGU

$\alpha$        Qskin  kPa

Vincolo Permanente

Comportamento Plastico      Carico Ultimo  kN

Figura 34 – Caratteristiche tiranti.

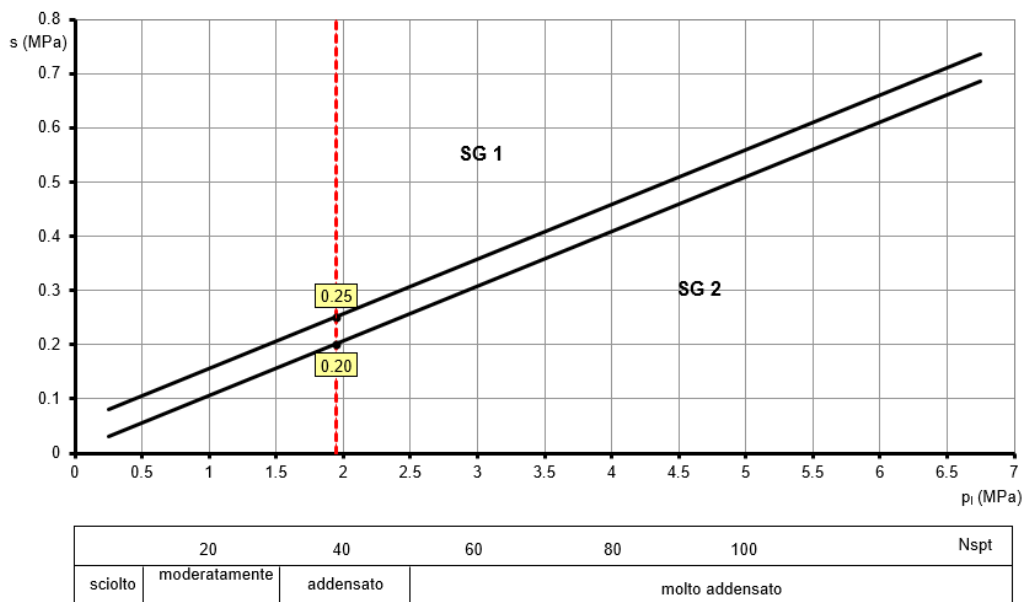
## 10.1 INQUADRAMENTO GEOTECNICO

### 10.1.1 Rilevato esistente

$\gamma = 20 \text{ kN/m}^3$	peso di volume naturale
$\varphi' = 35^\circ$	angolo di resistenza al taglio
$c' = 0 \text{ kPa}$	coesione drenata
$E = 30 \text{ kPa}$	modulo di Young
$\tau = 200 \text{ kPa}$	tensione di aderenza tiranti

Come riportato a seguire il valore della tensione di aderenza è stato ricavato dagli abachi di Bustamante e Doix (1985) assimilando il rilevato ferroviario ad un terreno a grana grossa addensato.

**Abaco per il calcolo di  $s$  per sabbie e ghiaie**



*Figura 35 – Determinazione tensione di aderenza.*

### 10.1.2 Unità DA

Ghiaie eterometriche, da sub-arrotondate ad arrotondate, in matrice sabbiosa e sabbioso-limosa da scarsa ad abbondante, talora da poco a mediamente cementate; sabbie e sabbie limose a struttura indistinta o laminata, con locali ghiaie eterometriche, da sub-arrotondate ad arrotondate, a luoghi debolmente cementate. Depositi di canale fluviale, argine e conoide alluvionale. Argille limose e limi argillosi a struttura indistinta o laminata, con locali intercalazioni di limi sabbiosi e sabbie limose. Depositi di piana inondabile, lago di meandro e canale in fase di abbandono.

Si riportano di seguito le caratteristiche geotecniche:

$\gamma = 19.5 \text{ kN/m}^3$	peso di volume naturale
$\varphi' = 33^\circ$	angolo di resistenza al taglio
$c' = 5 \text{ kPa}$	coesione drenata
$E = 20 \text{ kPa}$	modulo di Young

### 10.1.3 Falda

La falda di trova ad una profondità di 5.0 m dal p.c.

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>LINEA COSENZA – PAOLA / S. LUCIDO</b> <b>NUOVA LINEA AV SALERNO – REGGIO CALABRIA</b> <b>RADDOPPIO COSENZA – PAOLA / S. LUCIDO</b> <b>PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA</b>					
	<b>Relazione di predimensionamento delle fondazioni profonde</b>	COMMESSA <b>RC1C</b>	LOTTO <b>03</b>	CODIFICA <b>R 11 RH</b>	DOCUMENTO <b>GE 0006 002</b>	REV. <b>B</b>

## 10.2 CRITERI DI VERIFICA AGLI STATI LIMITE

Le analisi sono state effettuate secondo le NTC 2018 tenendo conto di possibili SLU di tipo geotecnico e di tipo strutturale. Nello specifico sono state effettuate le verifiche dei seguenti stati limite:

Le verifiche per il dimensionamento strutturale vanno effettuate con la combinazione 1 (A1+M1+R1) che prevede coefficienti unitari sui parametri del terreno e sulle resistenze globali del sistema, mentre vengono amplificate le azioni permanenti e variabili con i coefficienti del gruppo A1.

Le verifiche relative al dimensionamento geotecnico vanno effettuate con la combinazione 2 (A2+M2+R1) che prevede l'amplificazione delle azioni variabili e permanenti e la riduzione dei parametri di resistenza a taglio, mentre risultano unitari i coefficienti  $\gamma_R$  sulla resistenza globale del terreno.

Nelle successive tabelle sono riportati i coefficienti parziali previsti dalle norme per le combinazioni di carico e per i parametri geotecnici.

**Tabella 5.1.V** – Coefficienti parziali di sicurezza per le combinazioni di carico agli SLU

		Coefficiente	EQU <sup>(1)</sup>	A1 STR	A2 GEO
Carichi permanenti	favorevoli	$\gamma_{G1}$	0,90	1,00	1,00
	sfavorevoli		1,10	1,35	1,00
Carichi permanenti non strutturali <sup>(2)</sup>	favorevoli	$\gamma_{G2}$	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,50	1,50	1,30
Carichi variabili da traffico	favorevoli	$\gamma_Q$	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,35	1,35	1,15
Carichi variabili	favorevoli	$\gamma_{Qi}$	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,50	1,50	1,30
Distorsioni e presollecitazioni di progetto	favorevoli	$\gamma_{e1}$	0,90	1,00	1,00
	sfavorevoli		1,00 <sup>(3)</sup>	1,00 <sup>(4)</sup>	1,00
Ritiro e viscosità, Variazioni termiche, Cedimenti vincolari	favorevoli	$\gamma_{e2}, \gamma_{e3}, \gamma_{e4}$	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,20	1,20	1,00

<sup>(1)</sup> Equilibrio che non coinvolga i parametri di deformabilità e resistenza del terreno; altrimenti si applicano i valori di GEO.  
<sup>(2)</sup> Nel caso in cui i carichi permanenti non strutturali (ad es. carichi permanenti portati) siano compiutamente definiti si potranno adottare gli stessi coefficienti validi per le azioni permanenti.  
<sup>(3)</sup> 1,30 per instabilità in strutture con precompressione esterna  
<sup>(4)</sup> 1,20 per effetti locali

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>LINEA COSENZA – PAOLA / S. LUCIDO</b> <b>NUOVA LINEA AV SALERNO – REGGIO CALABRIA</b> <b>RADDOPPIO COSENZA – PAOLA / S. LUCIDO</b> <b>PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA</b>					
	<b>Relazione di predimensionamento delle fondazioni profonde</b>	COMMESSA <b>RC1C</b>	LOTTO <b>03</b>	CODIFICA <b>R 11 RH</b>	DOCUMENTO <b>GE 0006 002</b>	REV. <b>B</b>

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

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

### 10.3 SOFTWARE UTILIZZATI

Al fine di rappresentare il comportamento delle paratie durante le varie fasi di lavoro (scavi e/o inserimento degli elementi di contrasto) è opportuno l'impiego di un metodo di calcolo iterativo atto a simulare l'interazione in fase elasto-plastica terreno-paratia.

Allo scopo si impiega il programma di calcolo "PARATIEPLUS" v.21.0 della HarpaCeas s.r.l. di Milano.

Lo studio del comportamento di un elemento di paratia inserito nel terreno viene effettuato tenendo conto della deformabilità dell'elemento stesso, considerato in regime elastico, e soggetto alle azioni derivanti dalla spinta dei terreni, dalle eventuali differenze di pressione idrostatiche, dalle spinte dovute ai sovraccarichi esterni e dalla presenza degli elementi di contrasto.

La paratia viene discretizzata con elementi finiti monodimensionali a due gradi di libertà per nodo (spostamento orizzontale e rotazione).

Il terreno viene schematizzato con delle molle secondo un modello elasto-plastico; esso reagisce elasticamente sino a valori limite dello spostamento, raggiunti i quali la reazione corrisponde, a seconda del segno dello stesso spostamento, ai valori limite della pressione attiva o passiva.

Gli spostamenti vengono computati a partire dalla situazione di spinta "a riposo".

Con tale metodo, si può quindi seguire analiticamente la successione delle fasi di costruzione, di carico e di contrasto, consentendo di fornire informazioni attendibili sull'entità delle deformazioni e sugli effetti che esse inducono sul diagramma delle pressioni esercitate dal terreno sulla paratia.

I parametri che caratterizzano il modello, dunque possono essere distinti in due classi: parametri di spinta e parametri di deformabilità del terreno che compaiono nella definizione della rigidità delle molle.

 <p><b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p><b>LINEA COSENZA – PAOLA / S. LUCIDO</b>  <b>NUOVA LINEA AV SALERNO – REGGIO CALABRIA</b>  <b>RADDOPPIO COSENZA – PAOLA / S. LUCIDO</b>  <b>PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA</b></p>					
<p><b>Relazione di predimensionamento delle fondazioni profonde</b></p>	<p>COMMESSA <b>RC1C</b></p>	<p>LOTTO <b>03</b></p>	<p>CODIFICA <b>R 11 RH</b></p>	<p>DOCUMENTO <b>GE 0006 002</b></p>	<p>REV. <b>B</b></p>	<p>FOGLIO <b>88 di 99</b></p>

### 10.3.1 Parametri di spinta del terreno

I parametri di spinta sono:

pressione a riposo:  $P'o = K_o \cdot \sigma'v$

con:  $K_o =$  coefficiente di spinta a riposo       $\sigma'v =$  tensione verticale efficace

pressione attiva:  $P'a = K_a \cdot \sigma'v - c' \cdot K_{ac}$

con:  $K_a =$  coefficiente di spinta attiva, funzione di  $\varphi'$  e  $\delta_a$

$K_{ac} = 2 \cdot (K_a)^{0.5}$        $\delta_a =$  angolo di attrito terreno-paratia

pressione passiva:  $P'p = K_p \cdot \sigma'v + c' \cdot K_{pc}$

con:  $K_p =$  coefficiente di spinta passiva, funzione di  $\varphi'$  e  $\delta_p$

$K_{pc} = 2 \cdot (K_p)^{0.5}$        $\delta_p =$  attrito terreno-paratia;

### 10.3.2 Parametri di deformabilità del terreno

Per la definizione del modulo di Young si utilizza il modello elasto-plastico inserendo il valore di E manualmente. Il programma provvede automaticamente a calcolare le costanti di sottofondo per ogni fase di scavo come:

$$K_{monte} = \frac{E_m \cdot \Delta}{B_m} \quad e \quad K_{valle} = \frac{E_v \cdot \Delta}{B_v}$$

Dove  $\Delta$  è il valore fornito dalla schematizzazione agli elementi finiti e  $B_m$  e  $B_v$  sono rispettivamente le estensioni laterali del cuneo di spinta attiva e passiva del terreno alla quota del baricentro del cuneo stesso, per ogni fase di scavo:

$$B_m = \frac{2}{3} \cdot A \cdot \tan\left(45^\circ - \frac{\varphi'}{2}\right) \quad B_v = \frac{2}{3} \cdot (A - H) \cdot \tan\left(45^\circ + \frac{\varphi'}{2}\right)$$

$$\text{Con}A = \min(2H_{scavo}; H_{paratia})$$

Il valore del modulo in fase incrudente si assume pari a due volte il modulo di primo carico:  $E_{ur} = 2 \cdot E_{vc}$



## 10.4 Analisi dei carichi

### 10.4.1 Sovraccarico permanente

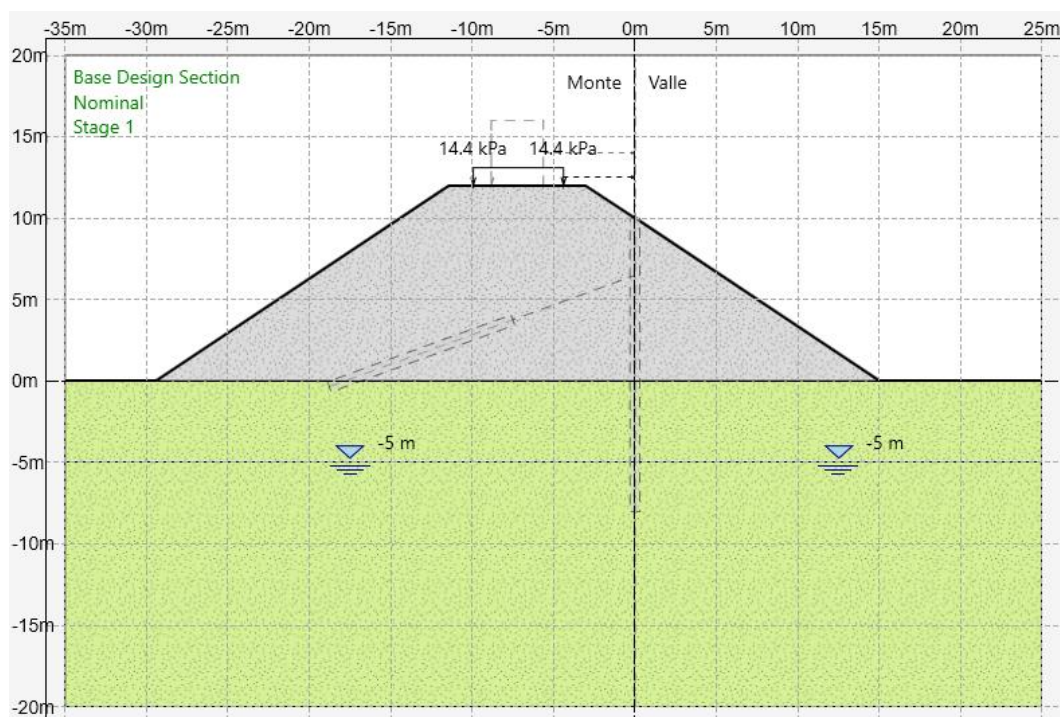
Ballast:  $g_b = 14.4 \text{ kN/m}^2$  su una striscia di 5.54 m.

### 10.4.2 Sovraccarico accidentale

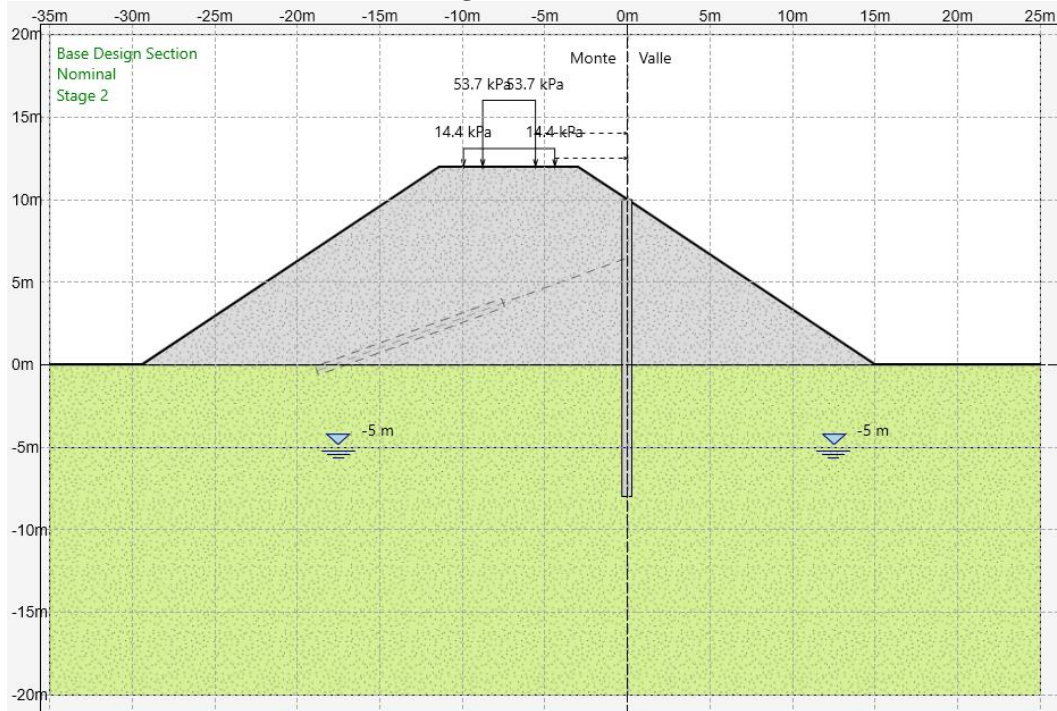
Treno di carico LM71:  $q = 250/1.6/3.2*1.1=53.7 \text{ kN/m}^2$  su una striscia di 3.2 m.

## 10.5 Fasi di calcolo

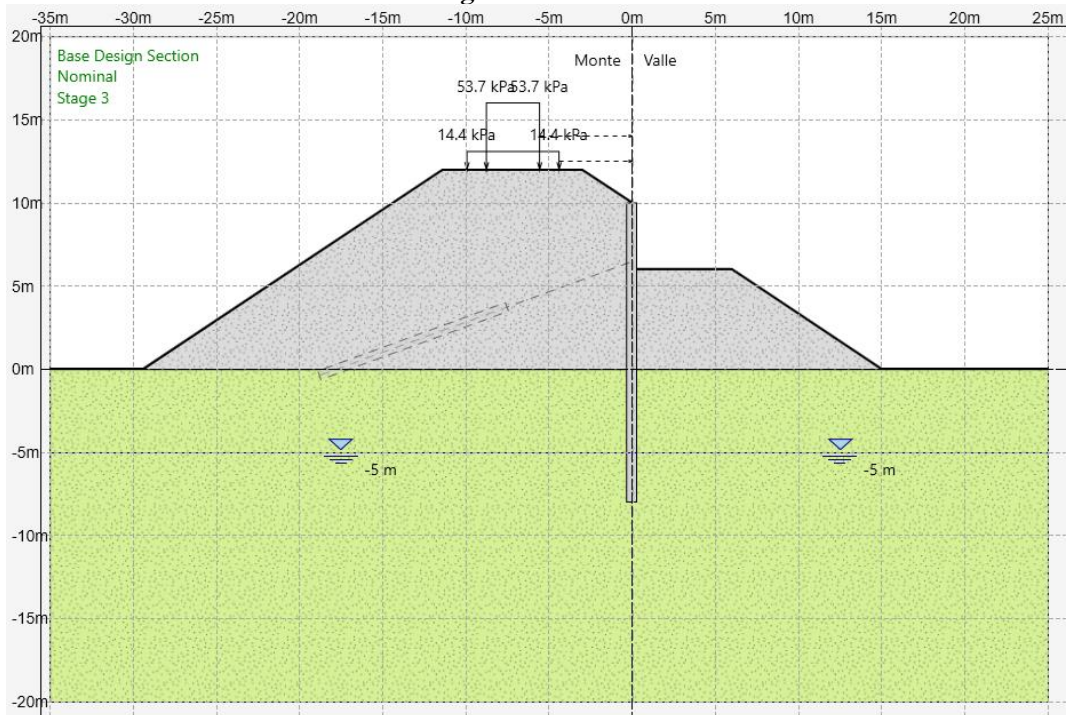
1. Stato di fatto (Figura 36)
2. Realizzazione della paratia, costituita da pali  $\varphi 600$  di lunghezza 18 m posti ad interasse di 0.8 m, e applicazione del sovraccarico accidentale (Figura 37);
3. Scavo di 4.0 m dalla testa dei pali per realizzazione dei tiranti (Figura 38);
4. Realizzazione dei tiranti a quota -3.5m da testa pali (Figura 39). Le caratteristiche dei tiranti sono riepilogate in Tabella 17;
5. Scavo finale a  $z = -8.0\text{m}$  da testa pali (scavo di progetto  $\text{max} = 7.5 \text{ m} + 0.5 \text{ m}$  ai sensi del §6.5.2.2 delle NTC18) (Figura 40).



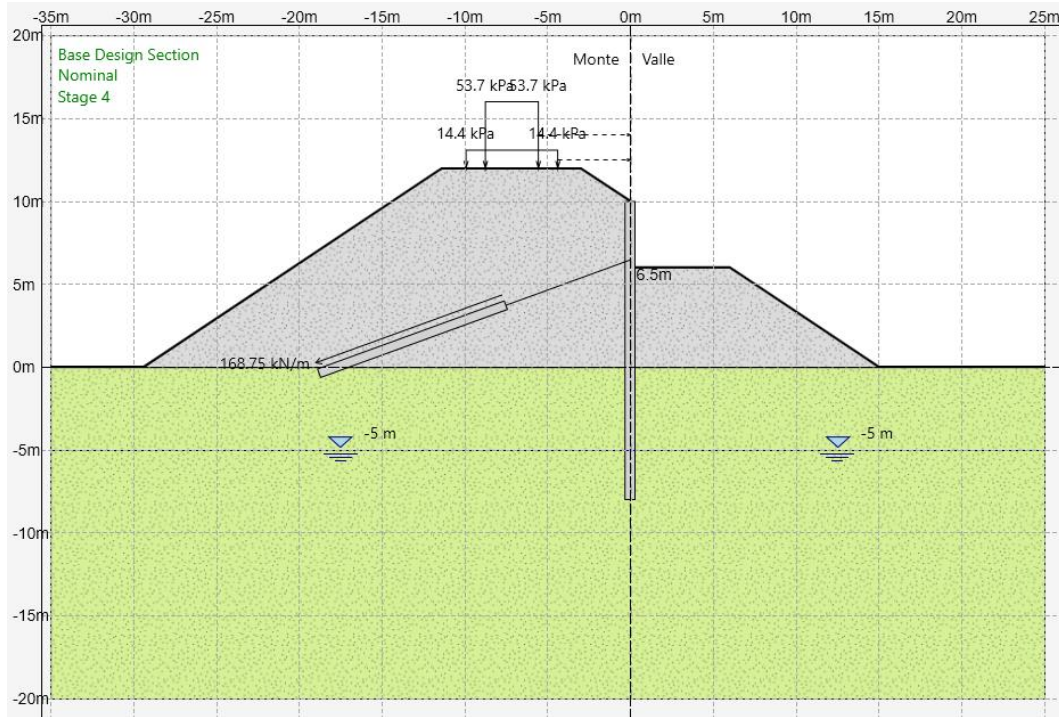
*Figura 36 – Fase 1.*



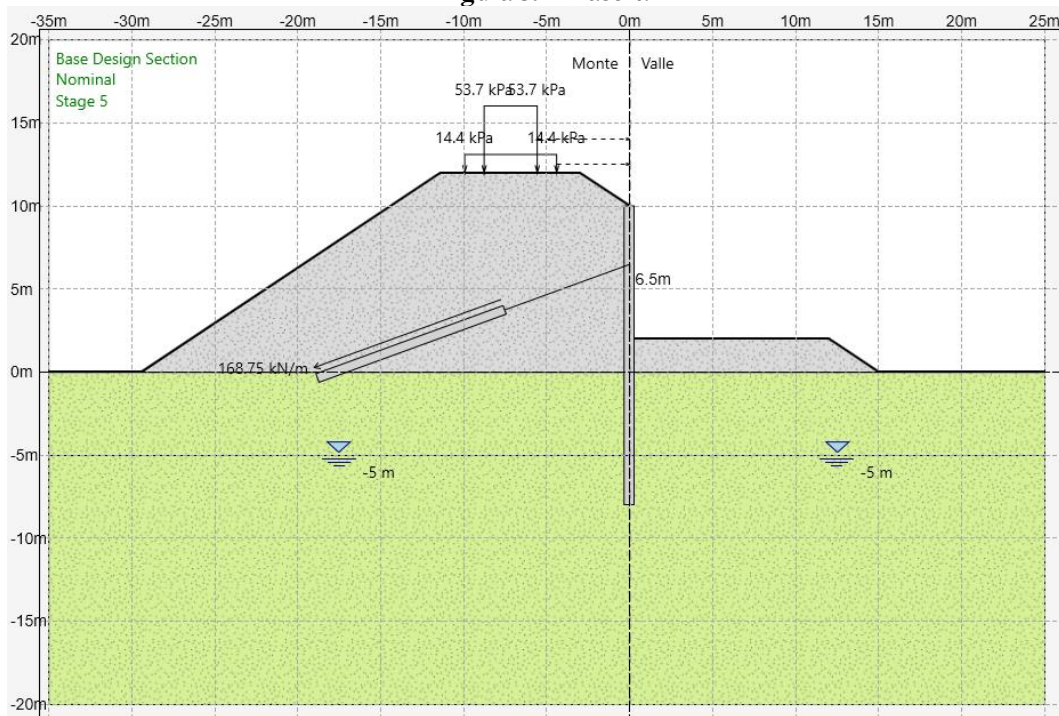
*Figura 37 – Fase 2.*



*Figura 38 – Fase 3.*



**Figura 39 – Fase 4.**



**Figura 40 – Fase 5.**

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>LINEA COSENZA – PAOLA / S. LUCIDO</b> <b>NUOVA LINEA AV SALERNO – REGGIO CALABRIA</b> <b>RADDOPPIO COSENZA – PAOLA / S. LUCIDO</b> <b>PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA</b>												
<b>Relazione di predimensionamento delle fondazioni profonde</b>	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>RC1C</td> <td>03</td> <td>R 11 RH</td> <td>GE 0006 002</td> <td>B</td> <td>92 di 99</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	RC1C	03	R 11 RH	GE 0006 002	B	92 di 99
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
RC1C	03	R 11 RH	GE 0006 002	B	92 di 99								

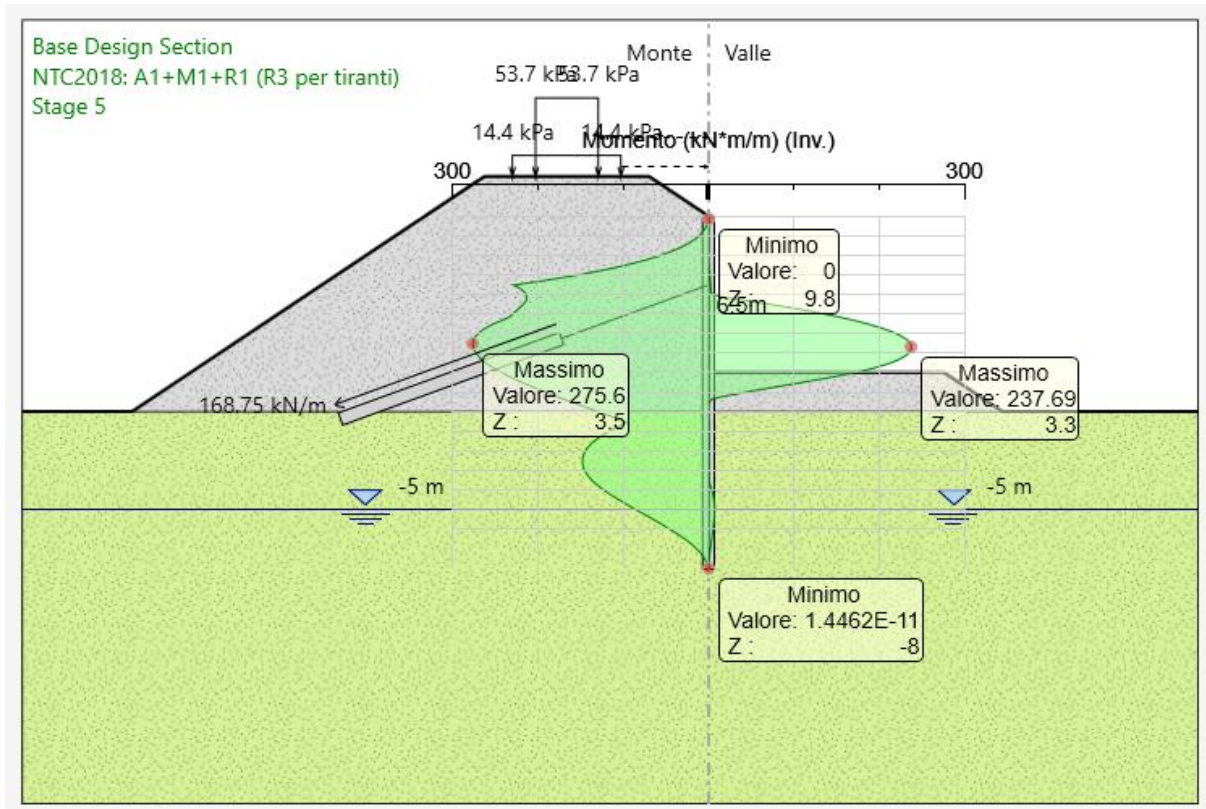
Diametro di perforazione	$D = 0.15 \text{ m}$
Inclinazione rispetto all'orizzontale	$i = 20^\circ$
Trefoli	$\varphi = 0.6''$
Sezione nominale singolo trefolo	$A_t = 139 \text{ mm}^2$
Numero trefoli	$n_t = 4$
Tensione caratteristica di rottura	$f_{ptk} = 1860 \text{ MPa}$
Tensione caratteristica all'1% di deformazione totale	$f_{p(1)k} = 1670 \text{ MPa}$
Tipo iniezione	IGU
Lunghezza libera	$L_l = 8.0 \text{ m}$
Lunghezza bulbo di ancoraggio	$L_b = 12.0 \text{ m}$
Pretiro	$N_T = 270 \text{ kN}$
Interasse	$s = 1.60 \text{ m}$

*Tabella 17- Caratteristiche tiranti.*

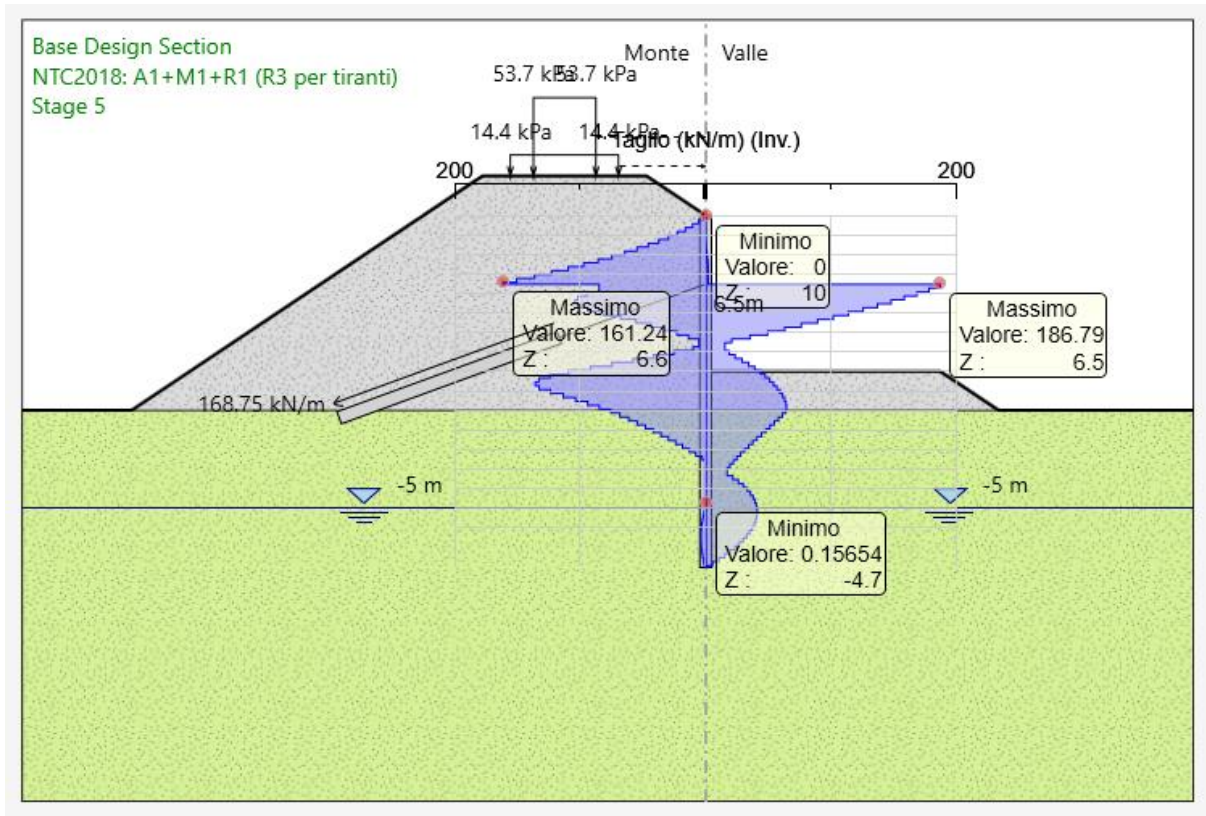
## 10.6 Risultati delle analisi

### 10.6.1 Sollecitazioni SLU

Di seguito si riportano le sollecitazioni massime agenti sull'opera.



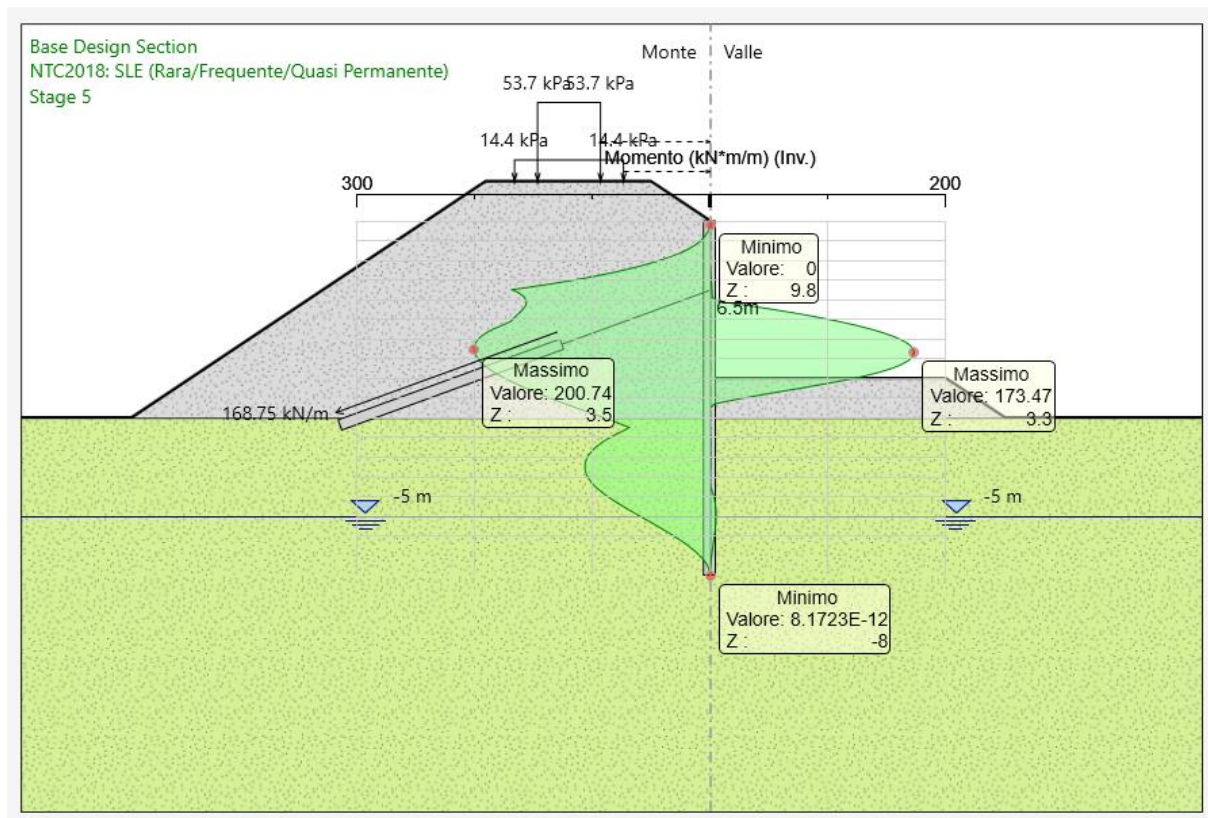
*Figura 41 – Involuppo Momento flettente (A1+M1+R1).*



*Figura 42 - Inviluppo Taglio (A1+M1+R1).*

### 10.6.2 Sollecitazioni SLE

Di seguito si riportano le sollecitazioni massime agenti sull'opera.



**Figura 43 – Involuppo Momento flettente (SLE).**

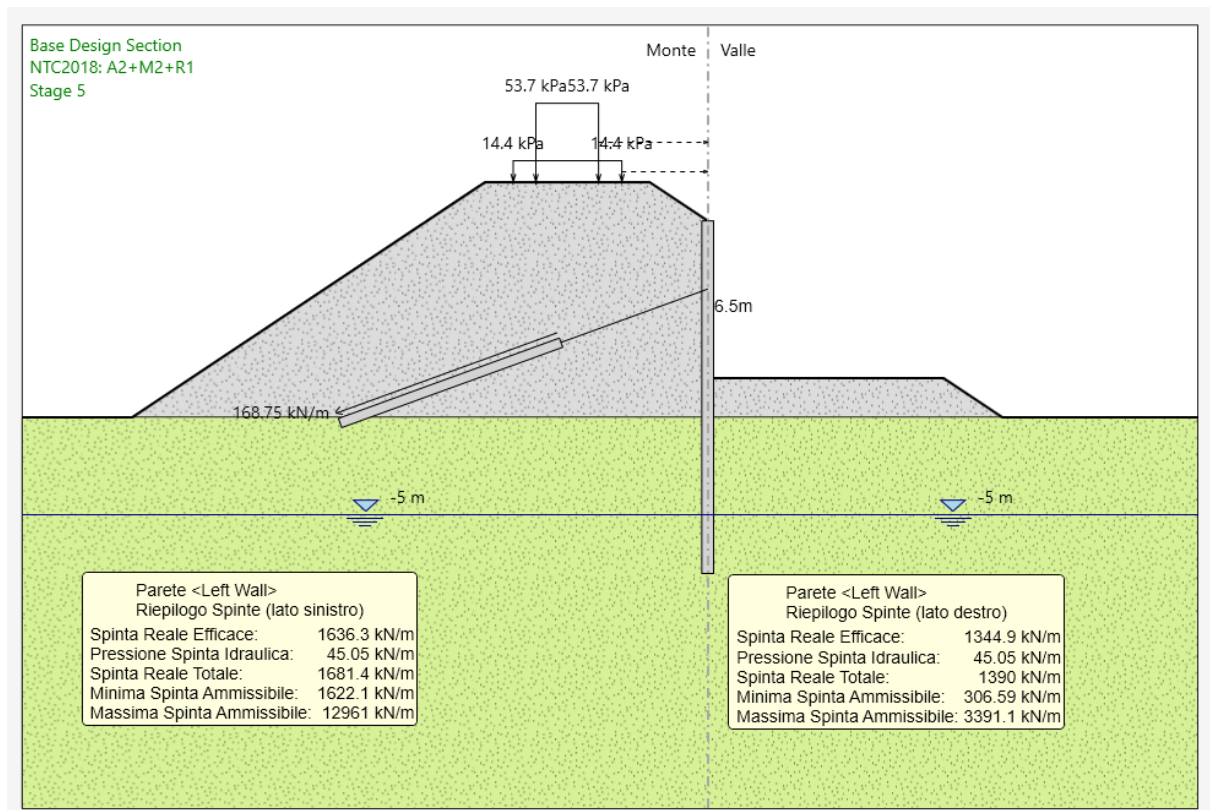
### 10.6.3 Verifica Tiranti

Design Assumption: NTC2018: A1+M1+R1 (R3 per tiranti)

Tirante	Stage	Sollecitazione (kN)	Resistenza GEO (kN)	Resistenza STR (kN)	Sfruttamento GEO	Sfruttamento STR	Resistenza	Gerarchia delle Resistenze
Tieback	Stage 4	364.61	685.44	807.41	0.532	0.452	✓	✓
Tieback	Stage 5	452.85	685.44	807.41	0.661	0.561	✓	✓







*Figura 45 – Fase 5: riepilogo spinte (A2+M2+R1).*

### 10.6.5 Spostamenti orizzontali SLE

Di seguito si riportano gli spostamenti orizzontali dell'opera nelle fasi più significative.

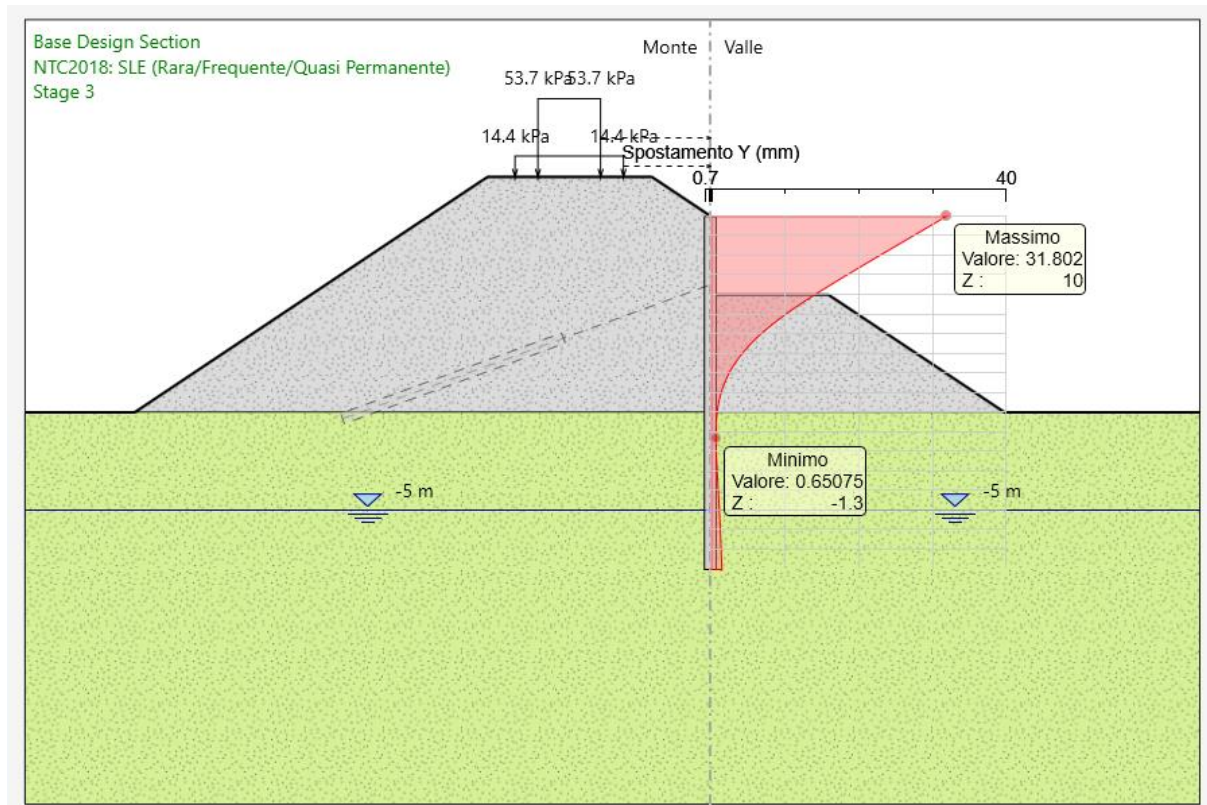
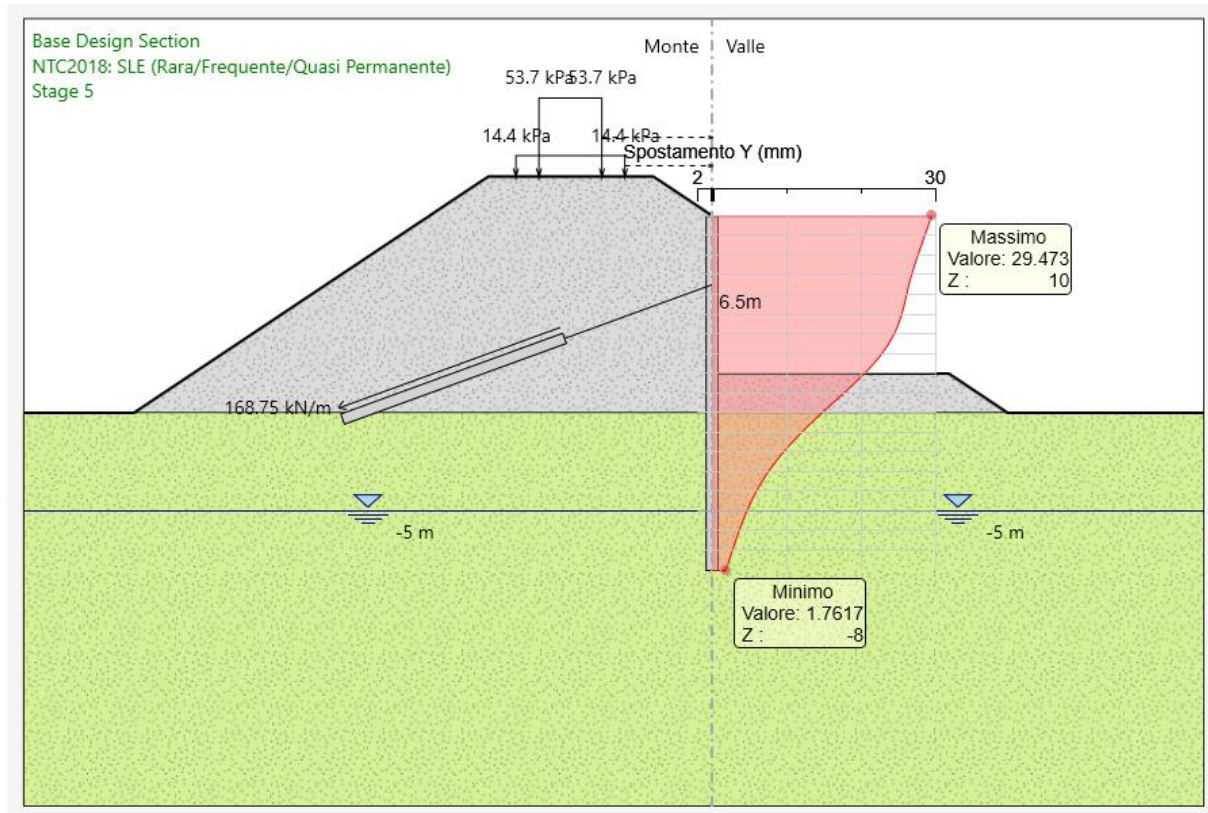


Figura 46 – Spostamenti orizzontali – Fase 3.



*Figura 47 – Spostamenti orizzontali – Fase 5.*