



ANAS S.p.A.

DIREZIONE REGIONALE PER LA SICILIA

PA17/08

Affidamento a Contraente Generale dei "Lavori di ammodernamento del tratto Palermo - Lercara Friddi, lotto funzionale dal km 14,4 (km. 0,0 del Lotto 2) compreso il tratto di raccordo della rotatoria Bolognetta, al km 48,0 (km. 33,6 del Lotto 2 - Svincolo Manganaro incluso) compresi raccordi con le attuali SS n.189 e SS n.121

Bolognetta S.c.p.a.

Contraente Generale:
Ing. Pierfrancesco Paglini

Il Responsabile Ambientale:
Ing. Claudio Lamberti

- PERIZIA DI VARIANTE N.1 -

BOLOGNETTA S.c.p.a.



Titolo elaborato:

MODIFICA TECNICA N. 132

OPERE DI SOSTEGNO - ASSE PRINCIPALE - Lotto 2a

OS08 - Rilevato in terra rinforzata dal km 3+959.426 al km 4+059.426

Relazione opera di presidio della terra rinforzata

Codice Unico Progetto (CUP) : F41B03000230001

Codice elaborato:	OPERA	ARGOMENTO	DOC. E PROG.	FASE	REVISIONE
PA17/08	PE	OS08	RC02	5	0

CARTELLA:	FILE NAME:	NOTE:	PROT.	SCALA:	
	PEOS08RC02_50_4137.dwg	1=1	4 1 3 7	-	
5					
4					
3					
2					
1					
0	PRIMA EMISSIONE		Novembre 2015	M.Mancone S. Fortino D. Tironi	
REV.	DESCRIZIONE	DATA	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO

A.T.I. Progettisti :

Capogruppo:

Mandante:

POLITECNICA

INGEGNERIA E ARCHITETTURA

Viale Amendola, 6 - 50121 Firenze
tel 055/2001660 fax 055/2344856
e-mail poliff@politecnica.it

ACS ingegneri

Via Catani, 28/c - 59100 Prato
tel 0574.527864 fax 0574.568066
E-mail acs@acsingegneri.it

Il Progettista Responsabile
Ing. Marcello Mancone



Il Geologo
dott. Pietro Accolti Gil



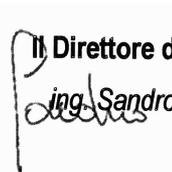
Il Coordinatore per la Sicurezza
in fase di esecuzione:
Ing. Francesco Cocciantè

Il Coordinatore per la sicurezza
in fase di Esecuzione
Ing. Francesco Cocciantè



Il Direttore dei Lavori:
Ing. Sandro Favero

Il Direttore dei Lavori
Ing. Sandro Favero



ANAS S.p.A.

DATA: _____ PROTOCOLLO: _____

VISTO: IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO

CODICE PROGETTO **L O 4 1 0 C E 1 1 0 1**

Dott. Ing. Ettore de Cesbron de la Grennelais

INDICE

INDICE	1
1 PREMESSA	3
2 NORMATIVA DI RIFERIMENTO	6
3 ELABORATI PROGETTUALI DI RIFERIMENTO (PED)	7
4 MATERIALI	8
4.1 Acciaio.....	8
4.1.1 Acciaio per armatura strutture in c.a.....	8
4.2 Calcestruzzo.....	8
4.2.1 Calcestruzzo per pali.....	8
4.2.2 Calcestruzzo per fondazione.....	8
4.3 Materiali costituenti il sistema di terre rinforzate	9
5 Caratterizzazione geotecnica	10
5.1 Indagini geognostiche PEA e campagna indagini integrative 2015	10
5.1.1 Criteri di valutazione dei parametri geotecnici	13
5.1.1.1 Depositi coesivi [LSA e AG]	13
5.2 Parametri geotecnici.....	36
6 CARATTERIZZAZIONE SISMICA DELL'AREA	39
6.1 Periodo di riferimento per l'azione sismica.....	39
6.2 Azione sismica di riferimento	39
6.3 Azioni sismiche per analisi di stabilità.....	40
7 ANALISI E VERIFICA INTERVENTI	42
7.1 Metodologie di calcolo	43
7.1.1 Plaxis VIP 2015: metodologia di calcolo, legami costitutivi e parametri	44
7.1.1.1 Metodologia e legami costitutivi dei materiali	44
7.1.1.2 Stabilità globale	47
7.1.1.3 Falda, carichi, sovraccarichi e combinazioni	49
7.2 Descrizione delle opere	51
7.3 Descrizione delle fasi di calcolo	51
7.3.1 Sezione di calcolo 203	51
7.3.1.1 Risultati e verifiche.....	58
7.3.1.2 Sollecitazioni sugli elementi strutturali.....	60
7.3.1.3 Verifiche di resistenza.....	66
7.3.1.4 Stabilità globale	88
8 ANALISI DELLE PALIFICATE DI FONDAZIONE	90

8.1	Definizione dei parametri di progetto	90
8.2	Verifiche agli stati limite ultimi (SLU).....	91
8.3	Capacità portante pali a carichi verticali.....	92
8.3.1	Valutazioni portate limite	93
8.3.2	Terreni stratificati.....	95
8.3.3	Curva capacità portante pali.....	95
8.3.4	Scelta sulla lunghezza dei pali	97
9	ALLEGATI	98
9.1	Report indagini geognostiche integrative di PED	98

1 PREMESSA

Nell'ambito della progettazione di dettaglio delle opere afferenti ai lavori di ammodernamento del tratto Palermo – Lercara Friddi, compreso tra la rotatoria Bolognetta e lo svincolo di Manganaro, con la presente relazione, si esplicano le verifiche effettuate nell'ambito della revisione progettuale dell'opera di sostegno OS08, costituita da un rilevato in terra rinforzata ricadente nell'ambito della viabilità principale, nella tratta compresa fra le progressive chilometriche di progetto 3+959.43 e 4+039.43, del lotto 2a, con particolare riferimento all'opera di presidio al piede della suddetta TR, costituita da una soletta in c.a. su pali, avente funzione di presidio del rilevato stesso nei confronti dei fenomeni erosivi connessi con le divagazioni dell'alveo del torrente, evento che si è acuito con le piene registrate nell'ultimo inverno.

Come ampiamente dettagliato nella nota di accompagnamento alla Modifica Tecnica n° 132, nella presente fase di PED è stata operata una revisione generale del progetto esecutivo, anche a valle degli approfondimenti ed indagini integrative effettuate nel tratto in cui ricade l'opera OS08, dove il tracciato corre in rilevato in completa variante rispetto all'asse attuale ss121, che ha portato alla necessità di inserire l'opera di placcaggio/presidio del piede della TR OS08, nel tratto di maggiore vicinanza della TR OS08 all'ansa del torrente Agliastrazzo (dalla sez. 201 alla sez. 204 di progetto).

Tale tratto è stato infatti oggetto di importanti fenomeni erosivi nell'ultimo inverno, connessi con le divagazioni dell'alveo del Torrente Agliastrazzo in conseguenza del regime pluviometrico eccezionale registrato negli ultimi mesi.

Di seguito si riporta la sezione tipo, lo stralcio planimetrico ed il prospetto dell'opera in esame, rimandando agli elaborati grafici appositamente predisposti per tutti i dettagli del caso.

SEZIONE TIPO TERRA RINFORZATA
con opera di placcaggio
TRATTO DA SEZ.201 A SEZ.203

scala 1:100

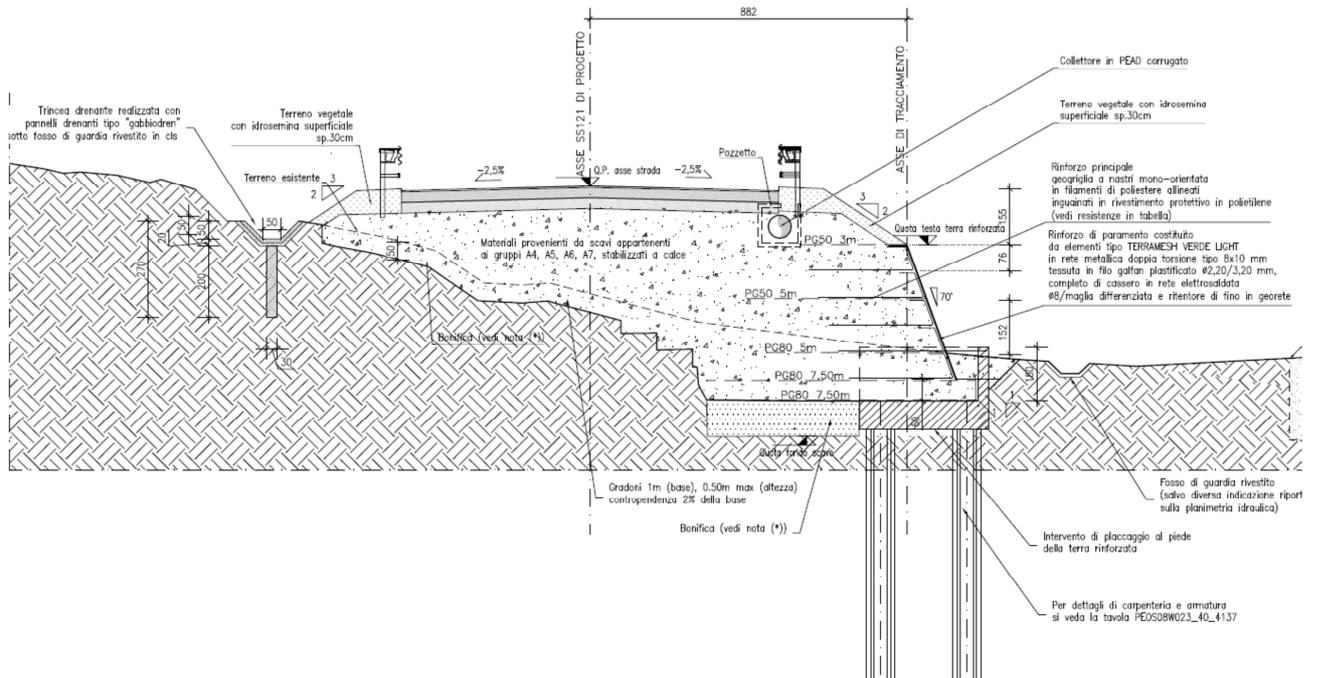


Figura 1: Sezione tipo opera di presidio al piede della TR

OPERA DI PRESIDIO AL PIEDE OS08-Relazione Tecnica e di Calcolo

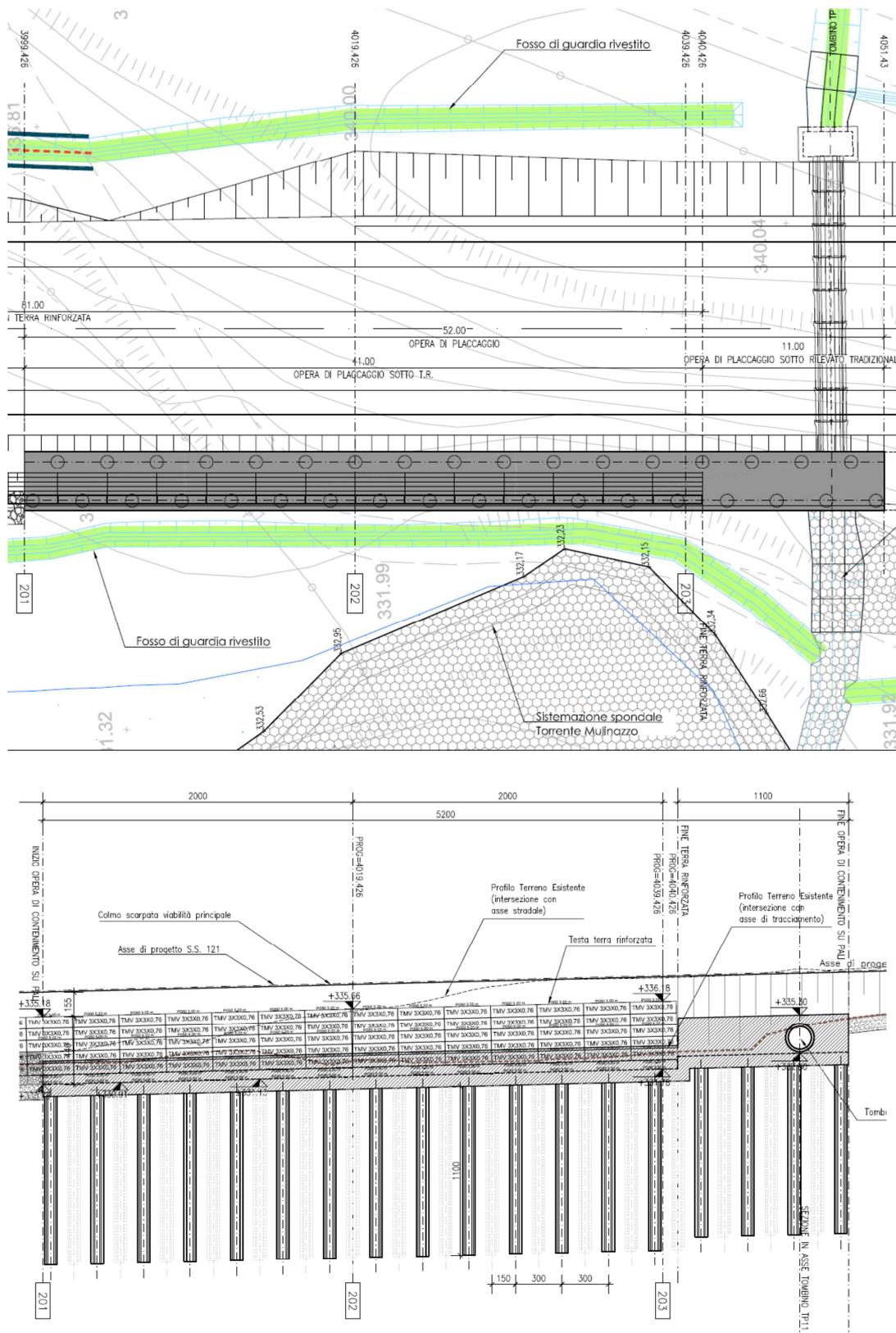


Figura 2: Stralcio planimetrico e prospettico opera di presidio al piede della TR

2 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

- [1] L. 5.11.1971, n° 1086 – “Norme per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica”.
- [2] D.M. 14.01.2008 – “Norme tecniche per le costruzioni”.
- [3] Circolare 2 febbraio 2009, n. 617 - “Istruzioni per l’applicazione delle Nuove norme tecniche per le costruzioni di cui al D.M. 14 gennaio 2008”
- [4] Eurocodice 8 “Indicazioni progettuali per la resistenza sismica delle strutture – Parte 5: Fondazioni, strutture di contenimento ed aspetti geotecnici”, febbraio 1998.

3 ELABORATI PROGETTUALI DI RIFERIMENTO (PED)

Per il progetto delle opere in esame si è fatto riferimento ai seguenti elaborati progettuali di PEA:

[5]	Relazione geologica geomorfologica idrogeologica	PE_GE_RT01
[6]	Relazione geotecnica	PE_GT_RT01
[7]	Relazione sismica	PE_SI_RT01
[8]	Relazione geotecnica corpo stradale	PE_GT_RT02
[9]	Profilo geotecnico	elaborati da PE_GT_L001- a PE_GT_L038

4 MATERIALI

Il progetto strutturale prevede l'uso dei materiali con le caratteristiche meccaniche minime riportate nei paragrafi seguenti.

4.1 Acciaio

4.1.1 ACCIAIO PER ARMATURA STRUTTURE IN C.A.

Barre ad aderenza migliorata, saldabile, tipo B450C dotato delle seguenti caratteristiche meccaniche:

tensione caratteristica di rottura	$f_{tk} \geq 540 \text{ MPa}$
tensione caratteristica di snervamento	$f_{yk} \geq 450 \text{ MPa}$
allungamento caratteristico	$\geq 7.5 \%$
rapporto tensione di rottura/ tensione di snervamento:	$1.15 \leq f_{tk}/f_{yk} < 1.35$

4.2 Calcestruzzo

4.2.1 CALCESTRUZZO PER PALI

Classe di resistenza	C30/37
dimensione massima dell'inerte	$D_{max} = 32 \text{ mm}$
classe di esposizione	XA1
classe di consistenza	S4
copriferro minimo	$c_{f,min} \geq 60 \text{ mm}$

4.2.2 CALCESTRUZZO PER FONDAZIONE

Classe di resistenza	C25/30
dimensione massima dell'inerte	$D_{max} = 32 \text{ mm}$
classe di esposizione	XC2
classe di consistenza	S4
copriferro minimo	$c_{f,min} \geq 40 \text{ mm}$

4.3 Materiali costituenti il sistema di terre rinforzate

Rinforzi in rete esagonale

Rinforzi costituiti da rete metallica a doppia torsione con maglia esagonale tipo 8x10, avente diametro del filo $\varnothing=2.2$ mm galvanizzato con lega Zn/Al5%.

Il filo sarà inoltre ricoperto da un rivestimento in materiale plastico portando il diametro esterno nominale a 3.2 mm.

I valori, sia in condizioni statiche che sismiche, adottati dal Software Macstars W per il calcolo sono i seguenti:

- resistenza a trazione $T_{rottura}$ 35.00 kN/m
- resistenza di progetto a lungo termine SLU- $T_{progetto}$ 29.91 kN/m
- Questo perché l'influenza del creep è nulla sui rinforzi, nel paragrafo successivo sono esplicitati i coefficienti di sicurezza parziali in base ai quali si arriva alla resistenza di progetto SLU.

Geogriglie in Poliestere ad Alta Tenacita'

Geogriglia da 50 kN/m

- resistenza massima a trazione $T_{rottura}$ 50 kN/m
- resistenza di progetto a lungo termine SLU statico 27.77 kN/m
- resistenza di progetto a lungo termine SLU sismico 38.46 kN/m

Geogriglia da 80 kN/m

- resistenza massima a trazione $T_{rottura}$ 80 kN/m
- resistenza di progetto a lungo termine SLU statico 44.44 kN/m
- resistenza di progetto a lungo termine SLU sismico 61.54 kN/m

5 CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA

5.1 Indagini geognostiche PEA e campagna indagini integrative 2015

Al fine di verificare le condizioni stratigrafiche e geotecniche locali ed approfondire il livello di conoscenza acquisito con il PEA, sono state programmate alcune indagini geognostiche integrative, eseguite nel periodo giugno 2015 dalla ditta PLP – Prospezioni laboratorio prove Srl, il cui rapporto tecnico di prova è riportato in allegato alla presente relazione.

Nella planimetria di seguito (Figura 5) è riportata l'ubicazione delle indagini integrative eseguite. Sono inoltre riportate le indagini eseguite a corredo del Progetto Esecutivo Approvato (PEA).

La campagna d'indagine a base di PEA è stata eseguita tra il 2009 e 2012 ed è consistita in:

- n°1 sondaggio a carotaggio continuo denominato SD3DH di lunghezza 30.0 m attrezzato con tubo per eseguire prova Down Hole;
- n°1 prova penetrometrica statica con punta elettrica CPT denominata CPT5 andata a rifiuto ad una profondità di 11.40 m.

Durante la perforazione del sondaggio sono state eseguite le seguenti attività:

- catalogazione e ripresa fotografica del materiale recuperato;
- riconoscimento stratigrafico dei materiali;
- esecuzione di determinazioni speditive sulle caratteristiche di consistenza (Pocket Penetrometer);
- prelievo di n°3 campioni indisturbati (negli strati coesivi) per l'esecuzione di prove di laboratorio;
- prelievo di n°2 campioni rimaneggiati per l'esecuzione di prove di laboratorio.
- n°4 prove Standard Penetration Test (SPT).

Nella tabella seguente sono riassunte le prove eseguite all'interno del sondaggio.

Sondaggio	Profondità [m]	Prove SPT [n.]	N. campioni indisturbati [n.]	N. campioni rimaneggiati [n.]	Prova Down-Hole [m]
SD3DH	30.0	4	3	2	30.0

Nome CPT	Profondità [m]
CPT5	11.40

Tabella 1: Risultati prove di laboratorio

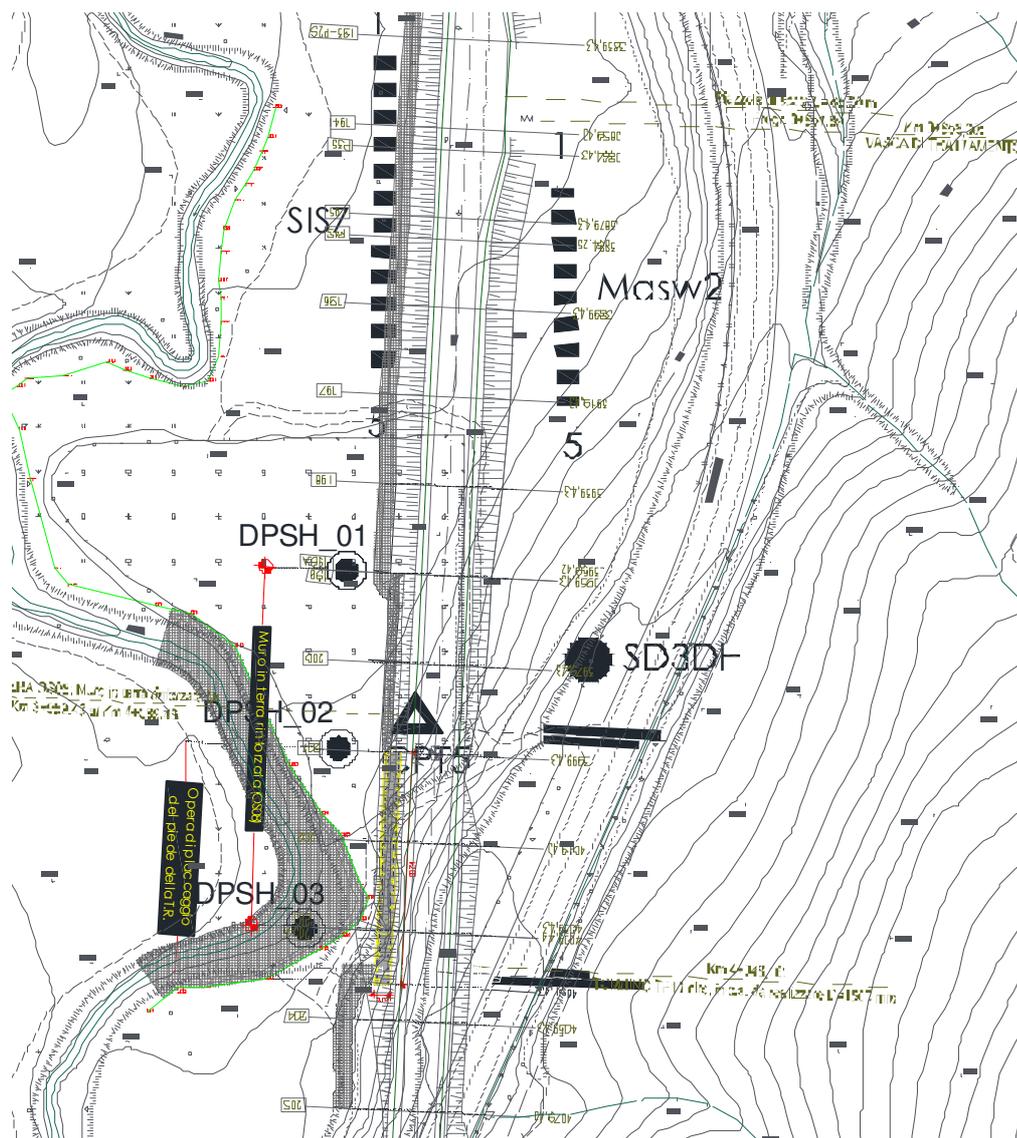


Figura 3: Planimetria con ubicazione indagini geognostiche di PEA ed integrative

La nuova campagna di indagine integrativa, eseguita nel giugno 2015, è consistita in n°3 prove penetrometriche dinamiche DPSH di lunghezza compresa tra 5.0 m e 5.40 m.

Di seguito si riportano alcune foto rappresentative delle n°3 prove penetrometriche dinamiche eseguite.



Figura 4: Foto DPH – AGL01



Figura 5: Foto DPH – AGL02



Figura 6: Foto DPH – AGL03

Nel tratto in esame le indagini disponibili di PEA ed integrative hanno permesso di individuare le seguenti unità geotecniche:

UNITA' LSA – Limi sabbiosi argillosi

Si tratta di limi sabbiosi argillosi color avana da poco a moderatamente consistenti. La parte superficiale come si vedrà dalle prove risulta molto allentata a seguito del forte disturbo e detensionamento subito dagli eventi di piena insorti.

UNITA' AG – Argille limose grigie

Si tratta di argille limose grigie a struttura scagliettata da consistente a molto consistente, con intercalati livelletti sabbiosi. Questa unità costituisce il substrato di base lungo tutto il tracciato in esame. Si è riscontrata nel sondaggio di PEA SC3DH. Le prove penetrometriche sono andate a rifiuto.

5.1.1 CRITERI DI VALUTAZIONE DEI PARAMETRI GEOTECNICI

Nel presente paragrafo si prende in esame la caratterizzazione geotecnica delle unità LSA ed AG, che hanno un comportamento prevalentemente di tipo coesivo.

5.1.1.1 DEPOSITI COESIVI [LSA E AG]

La caratterizzazione geotecnica è stata fatta oltre che dall'interpretazione delle prove in sito disponibili sia della vecchia che della nuova campagna d'indagine, anche dai risultati delle prove di laboratorio sui vari campioni indisturbati.

Classificazione

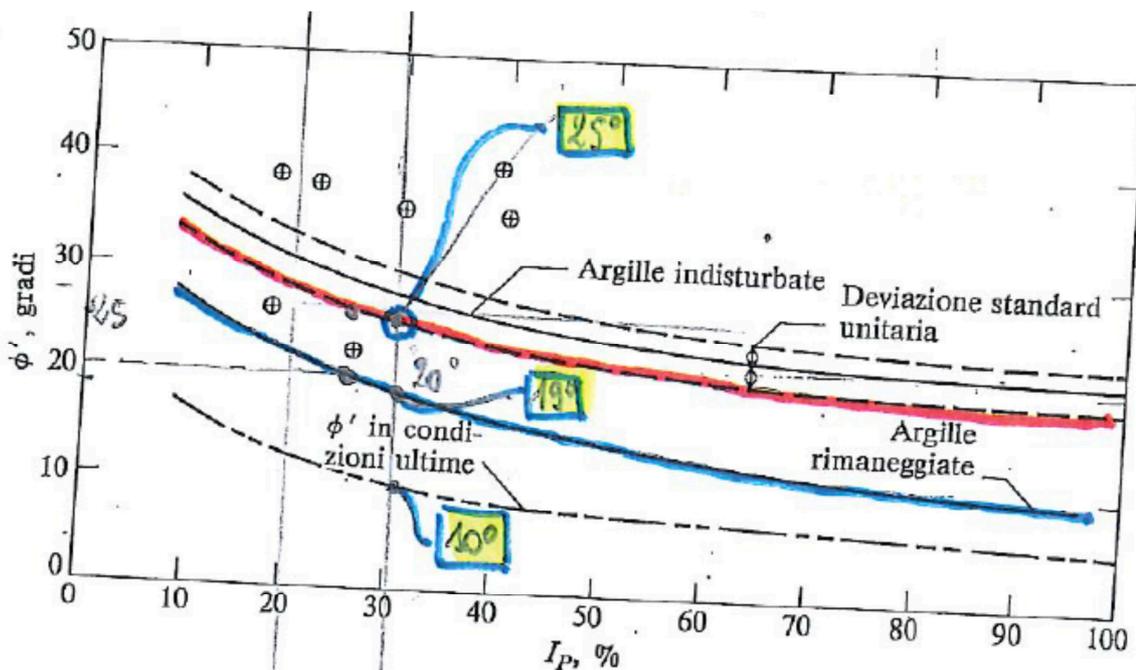
La classificazione dei terreni è stata valutata mediante i risultati delle seguenti prove di laboratorio:

- Pesi di volume naturale – Figura 7;
- Analisi granulometriche – Figura 8 e 9;
- Limiti di Atterberg e Carta di Plasticità – Figura 10,11 e 12.

Caratteristiche di resistenza in termini di tensioni efficaci

Per la determinazione delle caratteristiche di resistenza in termini di tensioni efficaci non ci sono prove dirette. Ci si è basati su correlazioni ampiamente diffuse in bibliografia che correlano l'angolo d'attrito in funzione dell'Indice Plastico. Nel caso in esame l'Indice Plastico dalle prove di laboratorio effettuate è compreso tra 25.5 e 28.5%. Per argille indisturbate l'angolo d'attrito è

compreso tra 28° e 25°. Ma se le argille sono rimaneggiate allora l'angolo d'attrito si riduce tra 22° e 20°.



Caratteristiche di resistenza in termini di tensioni totali

Per determinare invece le caratteristiche di resistenza in termini di tensioni totali, ci si è basati sui risultati delle prove in sito integrative che sono:

- prove penetrometriche statiche CPT (Figura 13)
- misure con Pocket Penetrometer, eseguite in sito sulle carote del sondaggio
- prove triassiali TxUU
- prove penetrometriche dinamiche SPT e DPSH (Figura 17)

Dalle prove CPT è possibile determinare la c_u (Figure 14) con la seguente correlazione:

$$c_u = \frac{q}{N_K} = \frac{q_c - \sigma_{vo}}{N_K}$$

essendo:

$N_K = f(B_q) = 15$ coefficiente di capacità portante

σ_{vo} = pressione verticale totale

q_c = resistenza alla punta rilevata

La pressione verticale totale geostatica è stata valutata ipotizzando un peso di volume naturale costante con la profondità pari a 20.0 kN/m³.

Inoltre i valori della resistenza al taglio non drenata (c_u) sono stati ottenuti da misure dirette in sito quali Pocket Penetrometer (indicato con PP), mediante la seguente correlazione (Figura 16):

$$c_u = (PP) / 2 \quad \text{kPa}$$

La resistenza a taglio non drenata è stata desunta anche dai risultati delle prove penetrometriche dinamiche SPT e DPSH (Figura 18) all'interno delle unità coesive, in base alla correlazione di Stroud (1974):

$$c_u = (5.0 - 5.5) \cdot \text{NSPT} \quad \text{kPa}$$

I valori di coesione ottenuti, hanno solo la funzione di fornire un range di valori della coesione stessa, ma sono importanti per mettere in evidenza i passaggi stratigrafici fra unità LSA e AG.

Nella figura 20 è riportato l'andamento della coesione non drenata ottenuto da tutte le prove disponibili.

Caratteristiche di deformabilità

I parametri di deformabilità dei depositi coesivi sono stati stimati tramite:

- prove penetrometriche statiche CPT
- misure dirette con pocket penetrometer e SPT/DPSH
- indagine sismica Down Hole con lettura delle onde di taglio (V_s)

Dalle prove penetrometriche statiche il modulo di deformazione E (Figura 15) è ricavabile mediante correlazioni con la resistenza alla punta q_c , in accordo con le correlazioni di Mitchell e Gardner [1975]:

$$E = \alpha \cdot q_c \quad \text{kPa}$$

con

$$\alpha = 8 \quad \text{valore assunto}$$
$$q_c \quad \text{resistenza alla punta penetrometrica [kPa]}$$

Un ulteriore criterio per la stima del modulo M (Figura 19) è quello che utilizza le correlazioni con la coesione non drenata:

$$E = \alpha \cdot c_u \quad \text{kPa}$$

con

$$\alpha = 150 \quad \text{valore assunto nei calcoli}$$
$$c_u \quad \text{coesione non drenata}$$

Dalla prova sismica Down Hole si è potuto ricavare l'andamento delle V_s (Figura 21) con la profondità. Oltre al valore delle V_s è stato possibile desumere il modulo di taglio G_0 (Figura 22) e quello di Young E_0 iniziali (Figura 23), associabili a piccole deformazioni, determinati sulla base delle seguenti espressioni:

$$G_0 = (\gamma_t / g) \cdot (V_s)^2$$

$$E_0 = G_0 \cdot 2 \cdot (1 + \nu')$$

essendo:

γ_t = peso di volume naturale del terreno [kN/m³]

ν' = rapporto di Poisson del terreno = 0.3 – 0.4

V_s = velocità delle onde di taglio [m/sec]

Il valore del modulo elastico operativo da utilizzare per le verifiche EOPERATIVO può essere determinato utilizzando la seguente espressione, in funzione del tipo di opera:

$$E_{\text{OPERATIVO}} = E_0 / (5 - 10)$$

In particolare i moduli di deformabilità "operativi" (E') da adottare per la valutazione di cedimenti di rilevati, i moduli elastici "operativi" saranno assunti pari a 1/10 di quello iniziale.

Il valore del modulo di deformazione in funzione della profondità, è riportato nella figura 24.

Nella figura 25 si è invece riportato il raffronto tra il modulo elastico operativo desunto dalle V_s e quello dalle prove penetrometriche e dai pocket oltre che SPT/DPSH. Si può notare un certo discostamento nella parte superficiale, sino ai 3 – 4 m. Successivamente sino a giungere a 11.0 m si invece una discreta sovrapposizione. Al di sotto invece i valori ottenuti dalle prove sismiche forniscono un trend di moduli elastici molto superiore a conferma dello strato rigido costituito dalle AG.

Andamento del peso di volume naturale

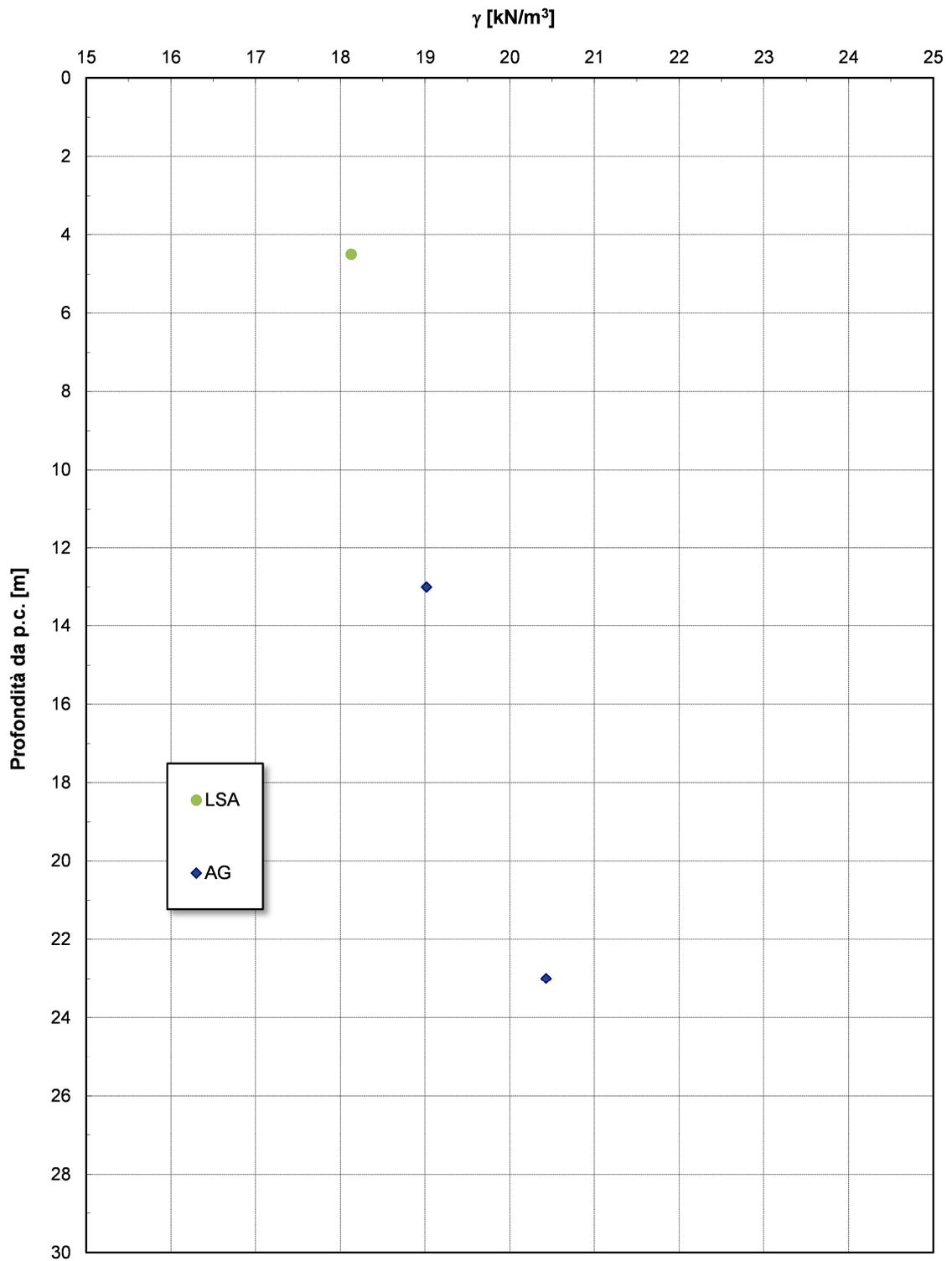


Figura 7 – Peso di volume naturale

Granulometria unità LSA

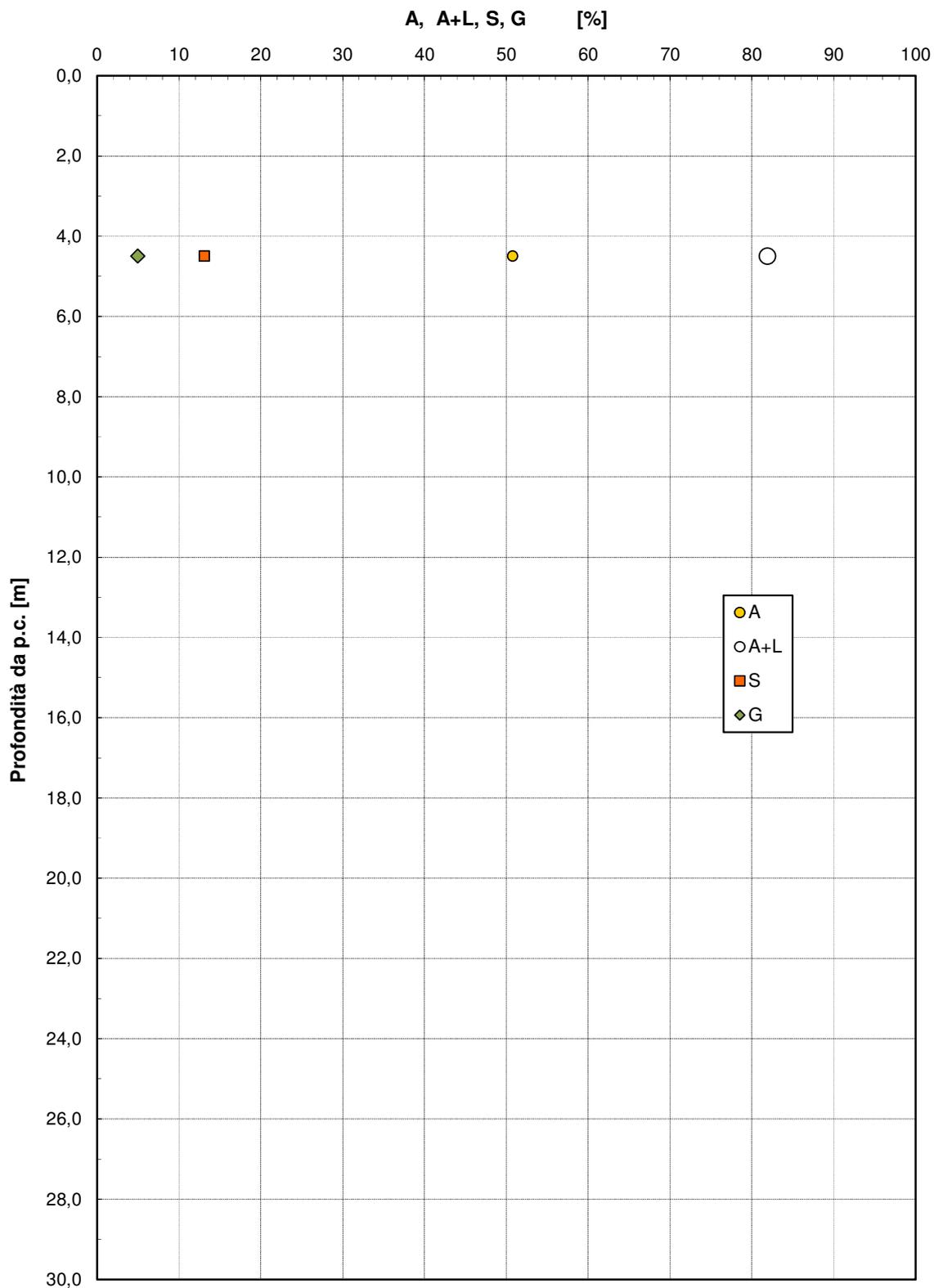


Figura 8 – Granulometria unità LSA

Granulometria unità AG

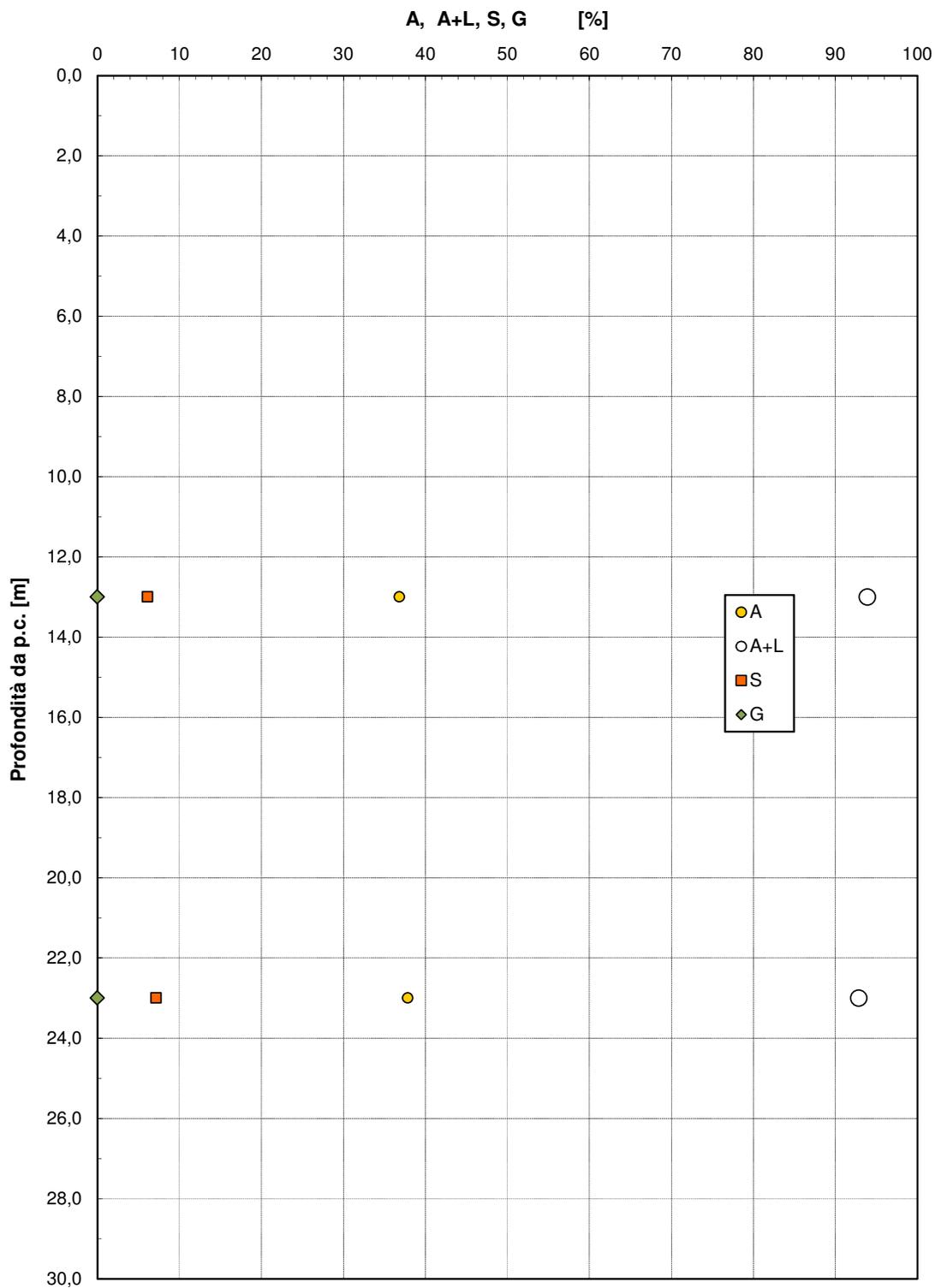


Figura 9 – Granulometria unità AG

Limiti di Atterberg e contenuto d'acqua naturale

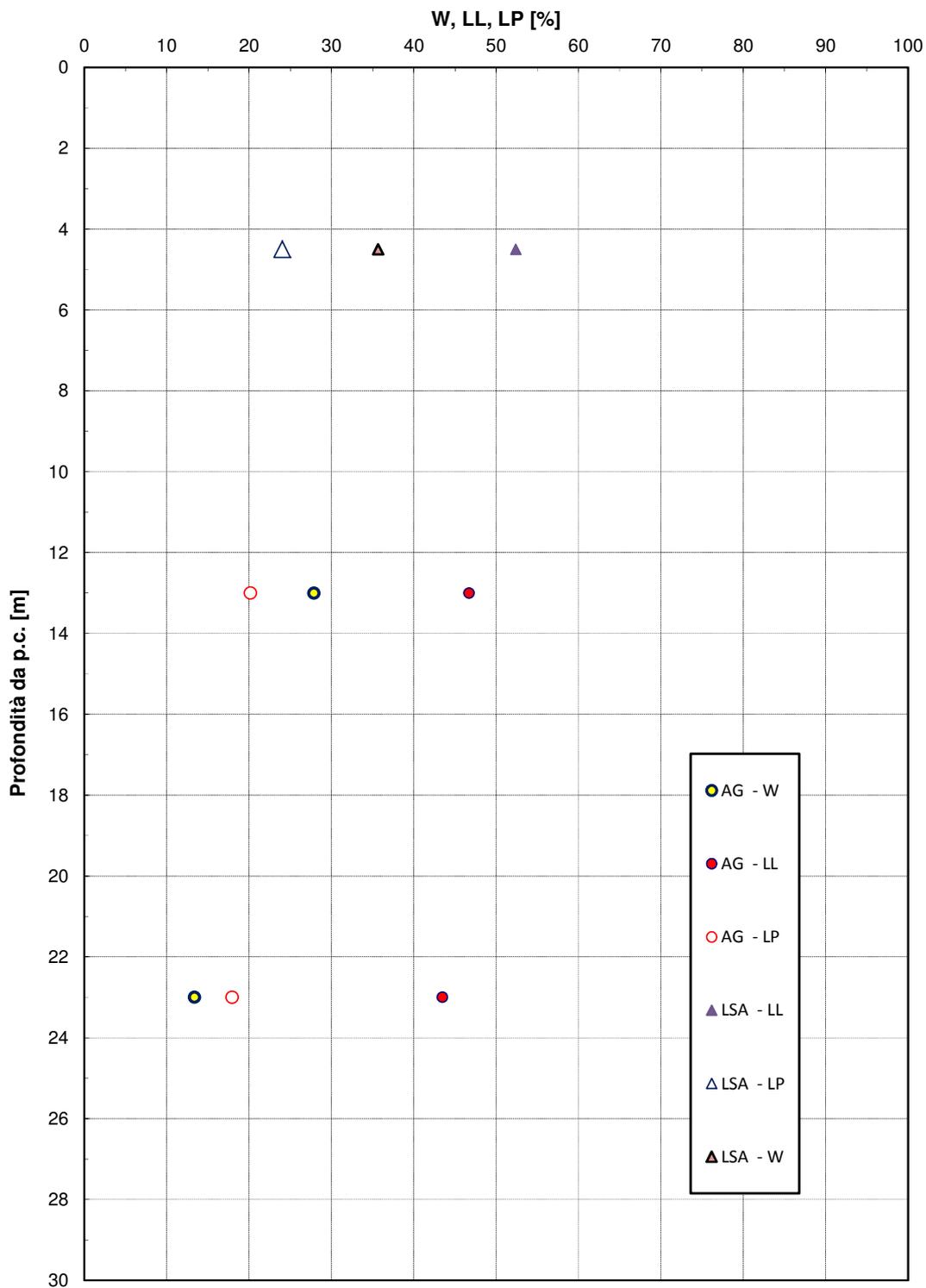


Figura 10 – Contenuto naturale d'acqua e limiti di Atterberg

Andamento dell'indice plastico

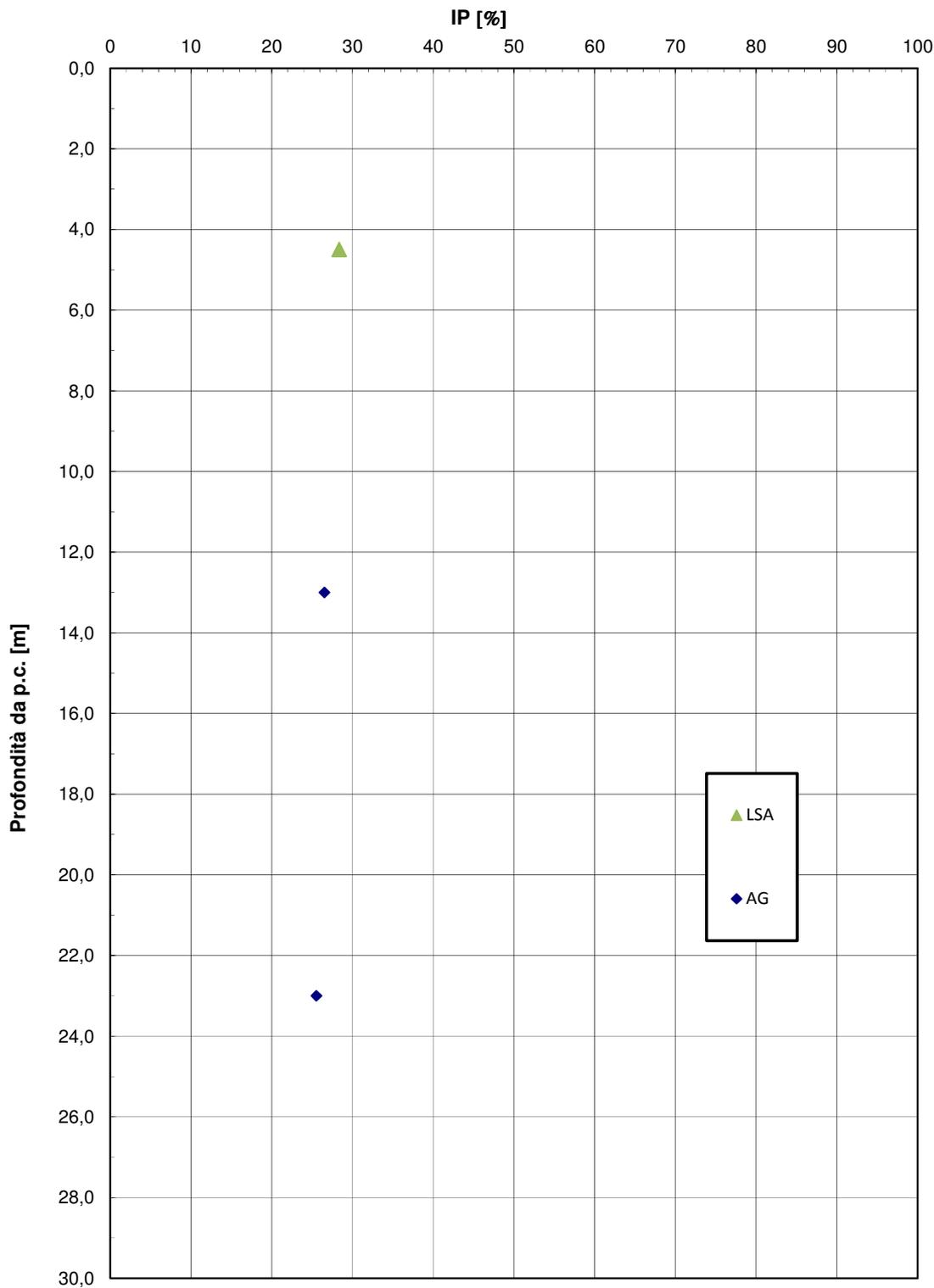


Figura 11 – Indice plastico

Carta di Plasticità di Casagrande

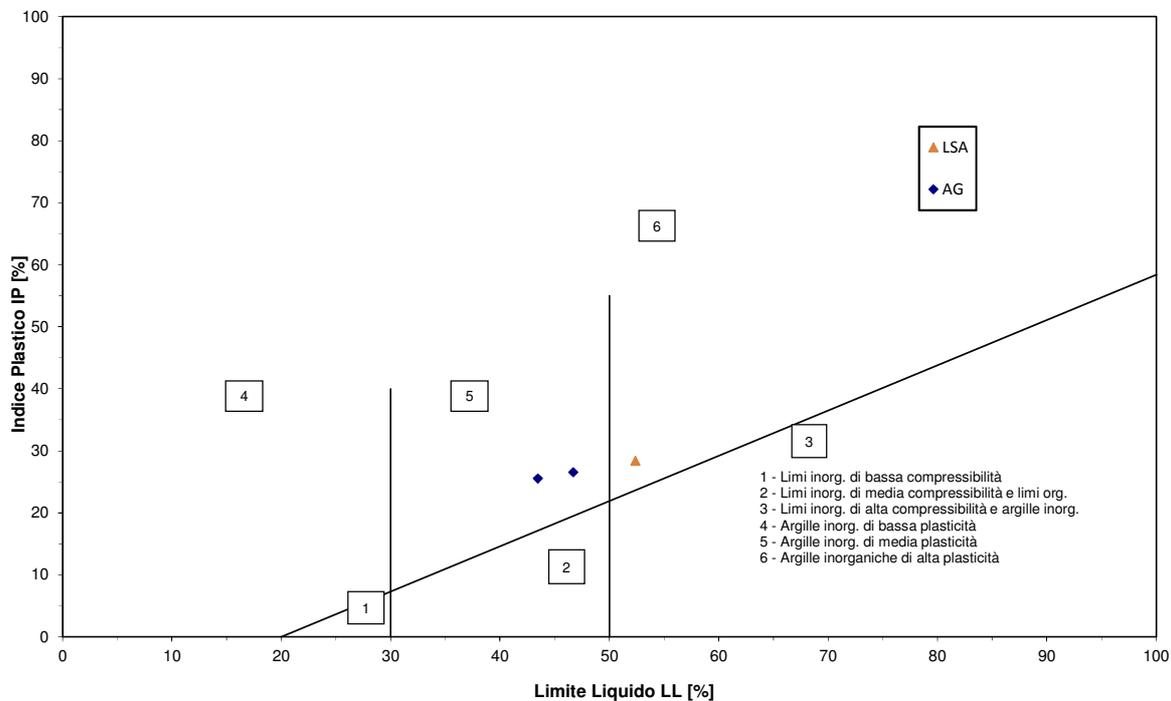


Figura 12 – Carta di plasticità di Casagrande

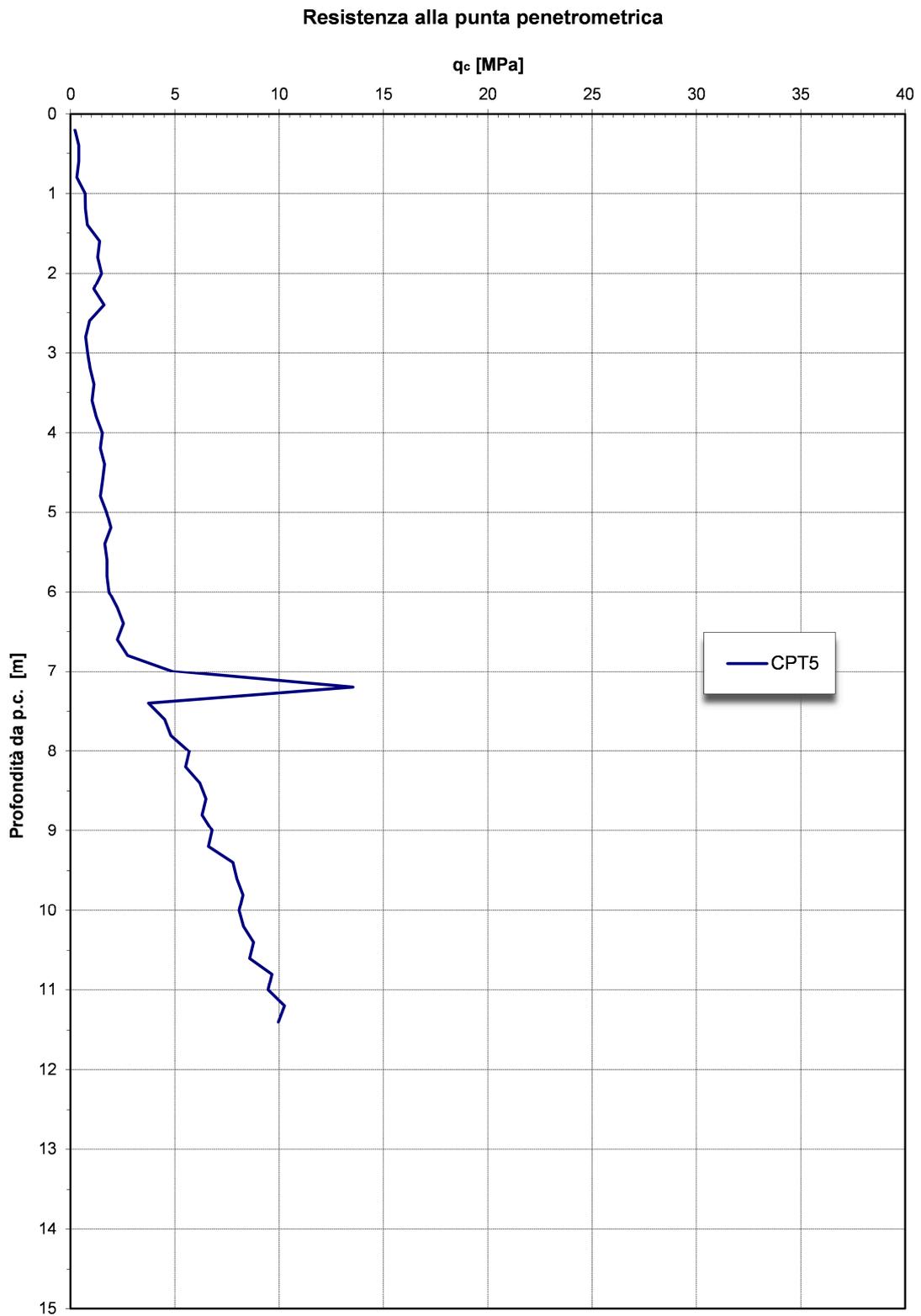


Figura 13 – Resistenza alla punta penetrometrica da prova CPT – CPT5

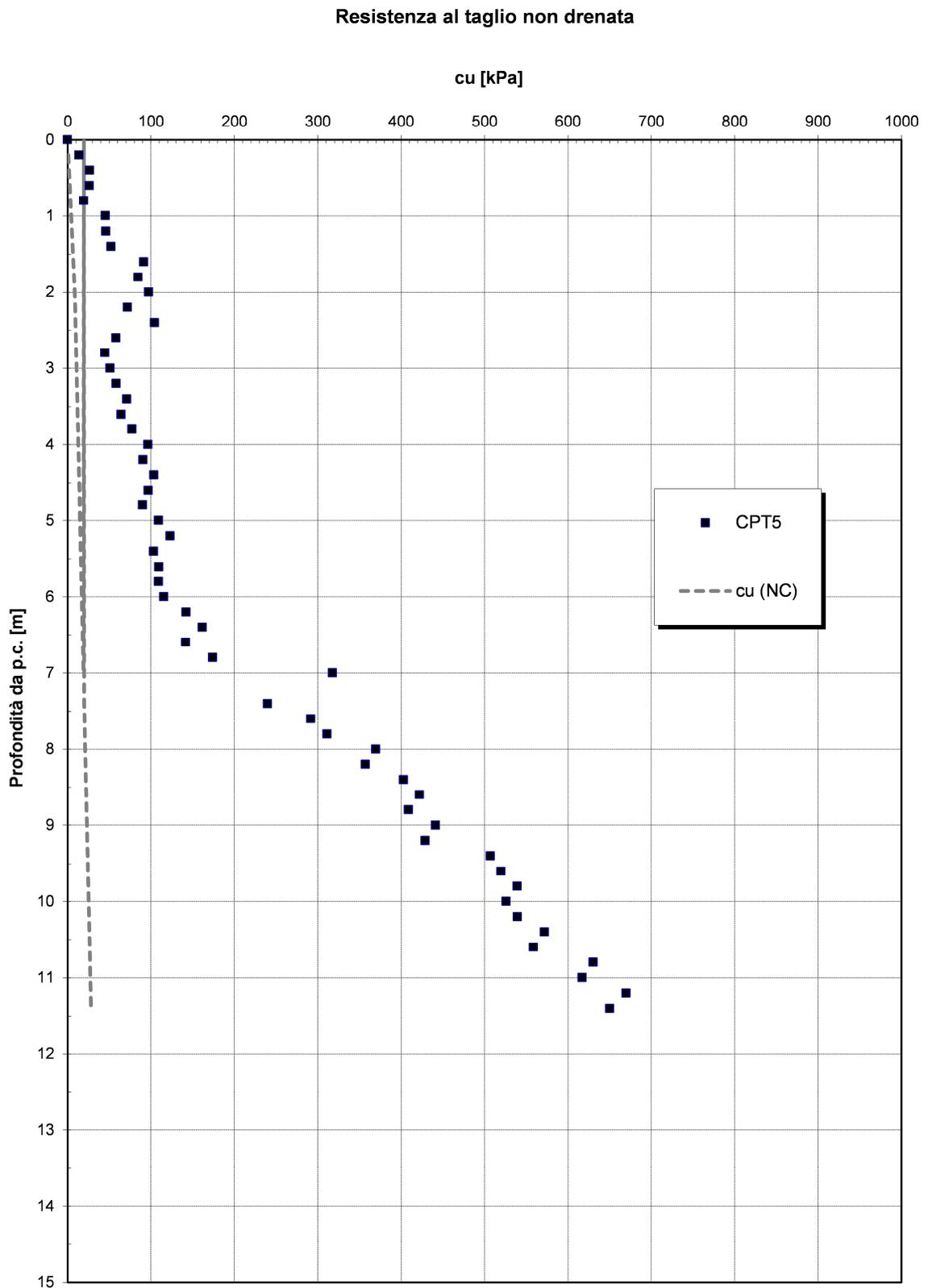


Figura 14 – Resistenza al taglio non drenata Cu da prova CPT5

Modulo di deformazione confinato per terreni coesivi

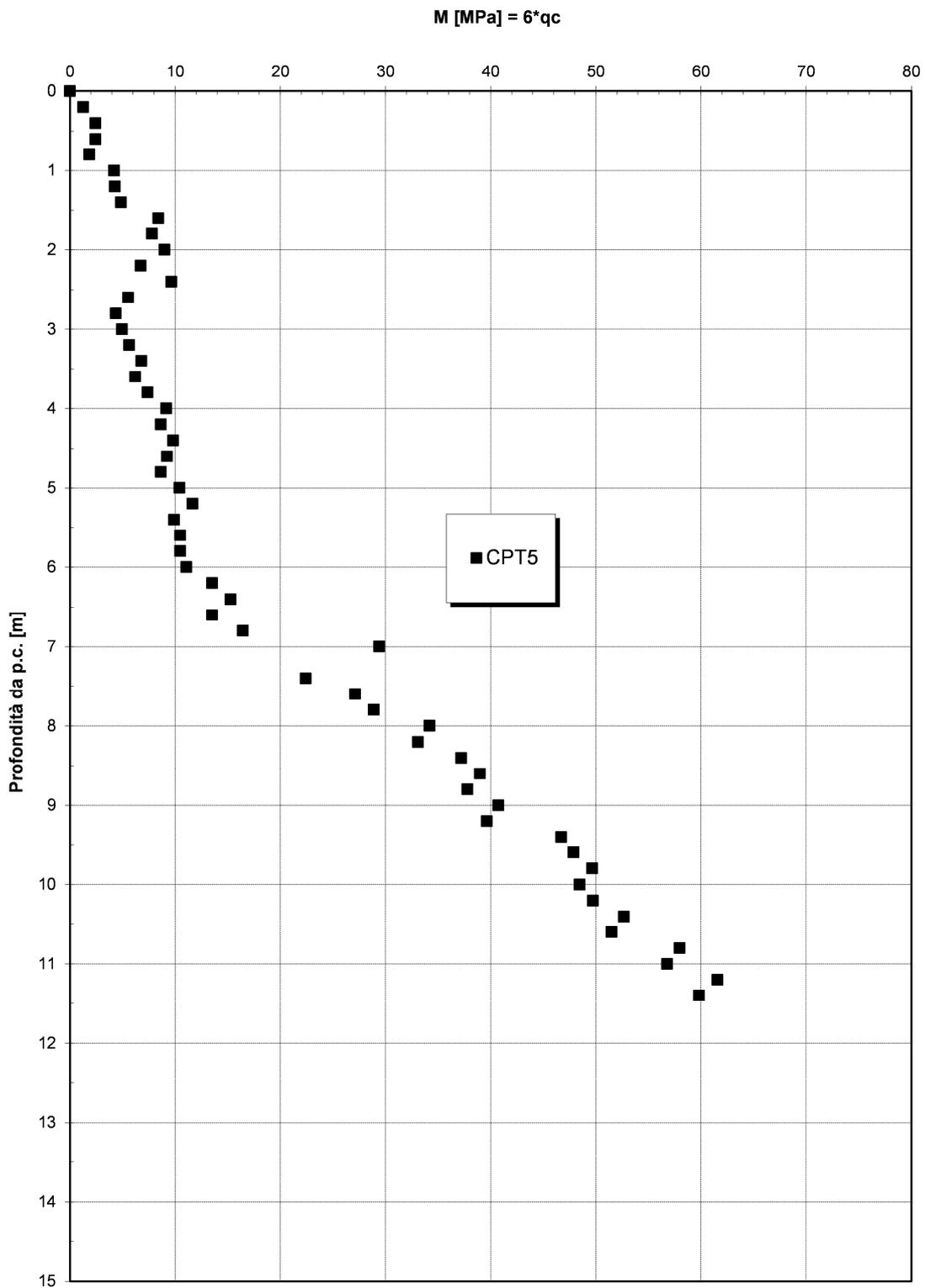


Figura 15 – Modulo di deformazione da prova CPT5

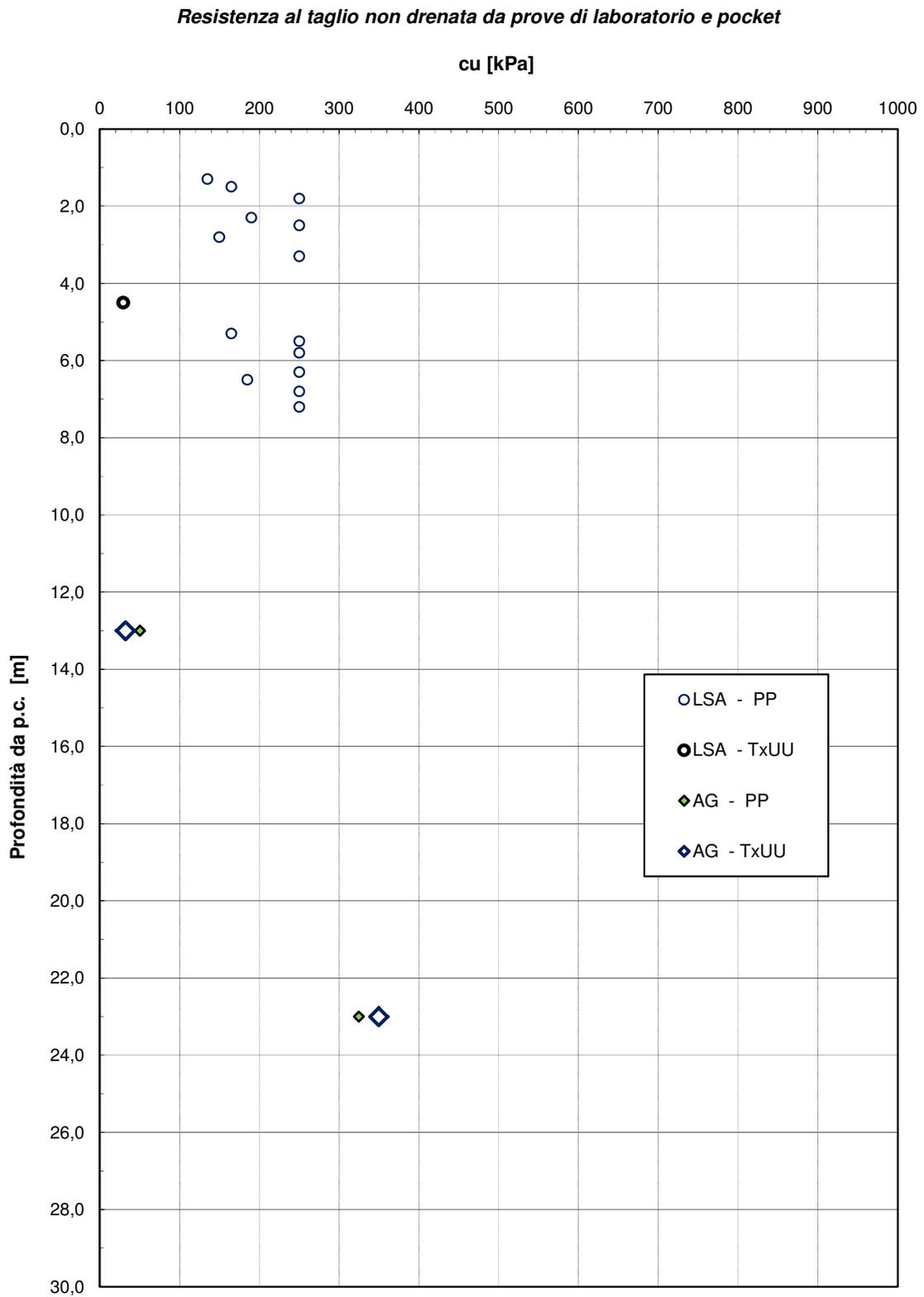


Figura 16 – Resistenza al taglio non drenata da Pocket Penetrometer

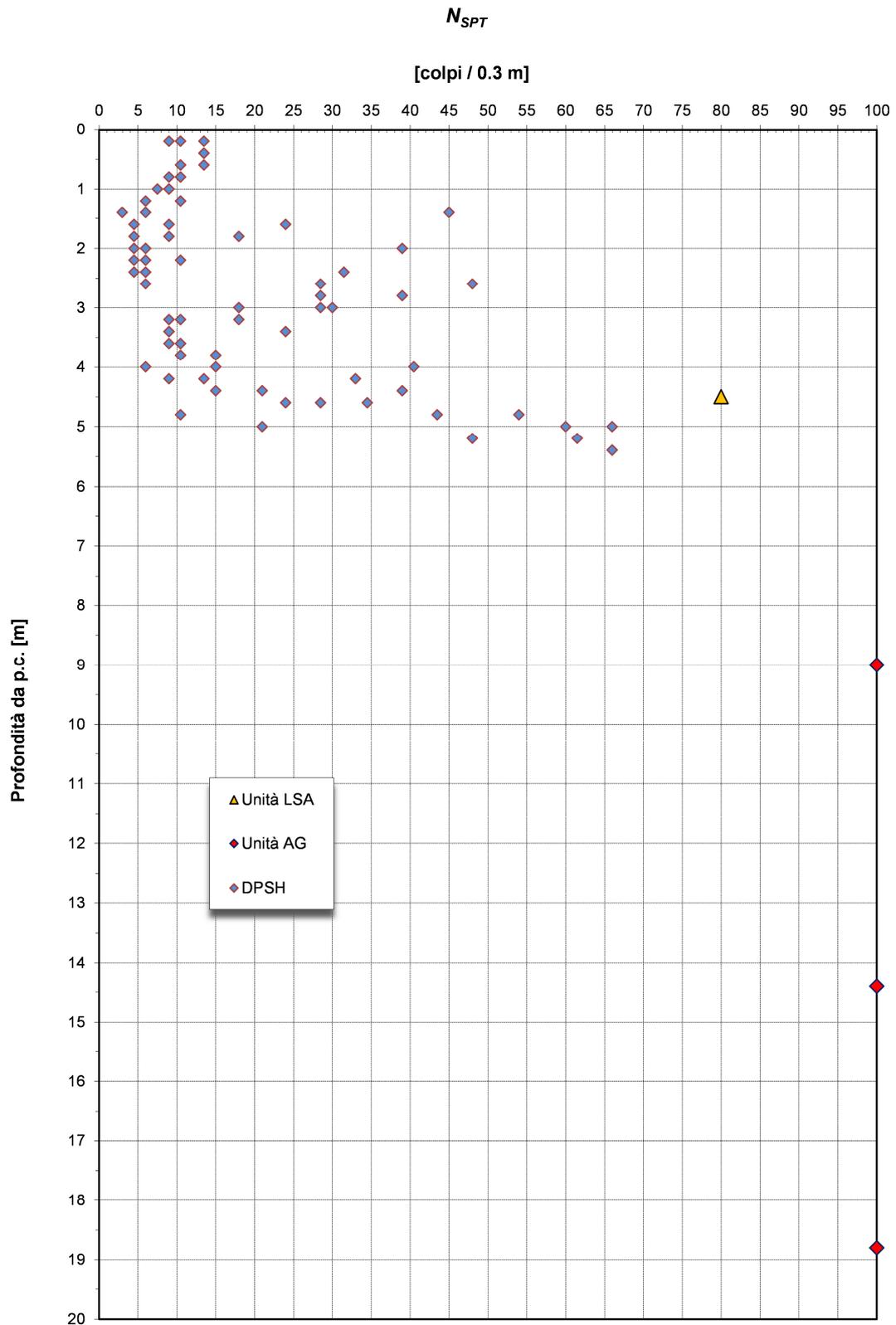


Figura 17 – Valori SPT da sondaggi e DPSH

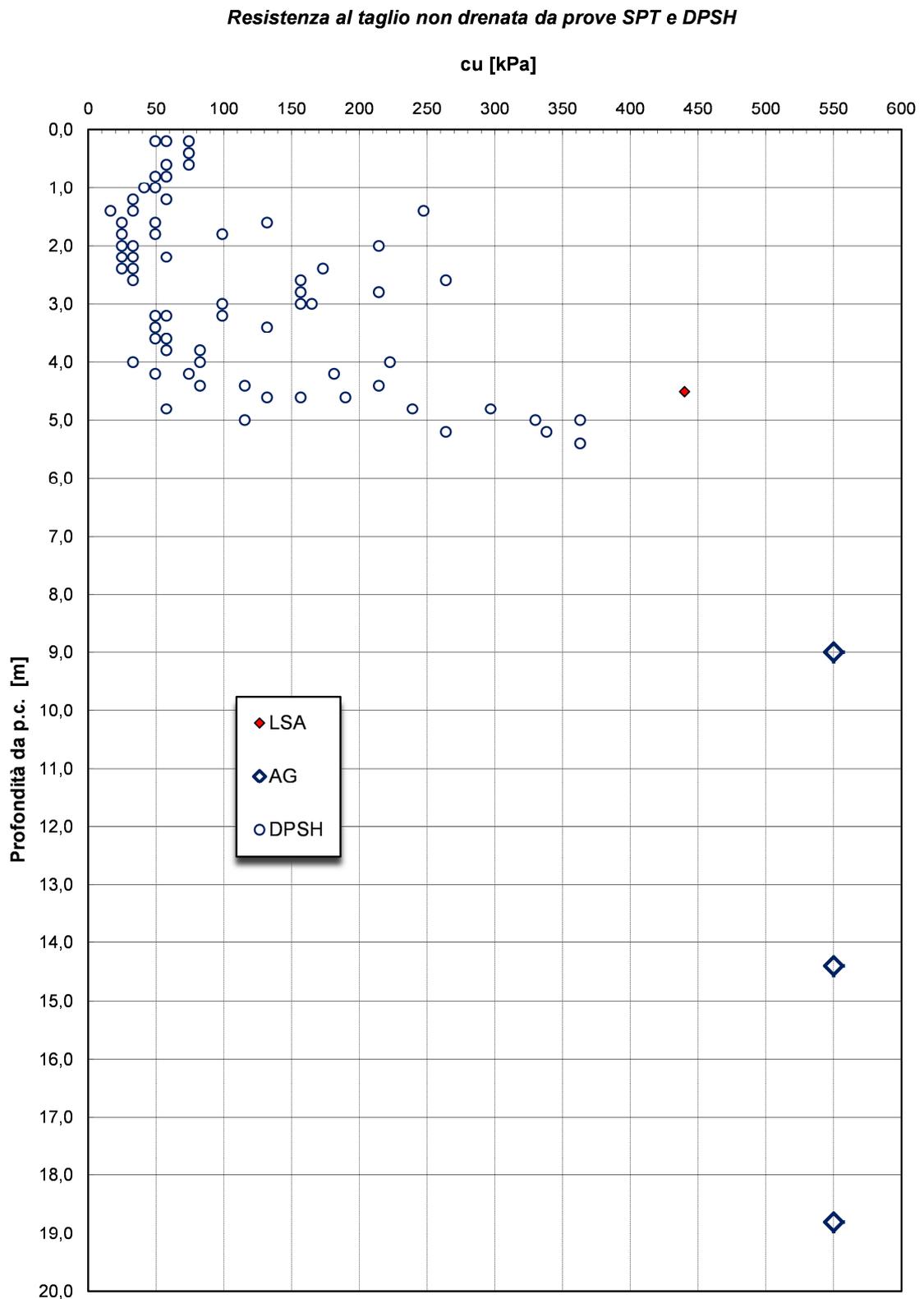


Figura 18 – Resistenza al taglio non drenata da SPT e DPSH

Modulo di deformabilità da prove SPT e DPSH

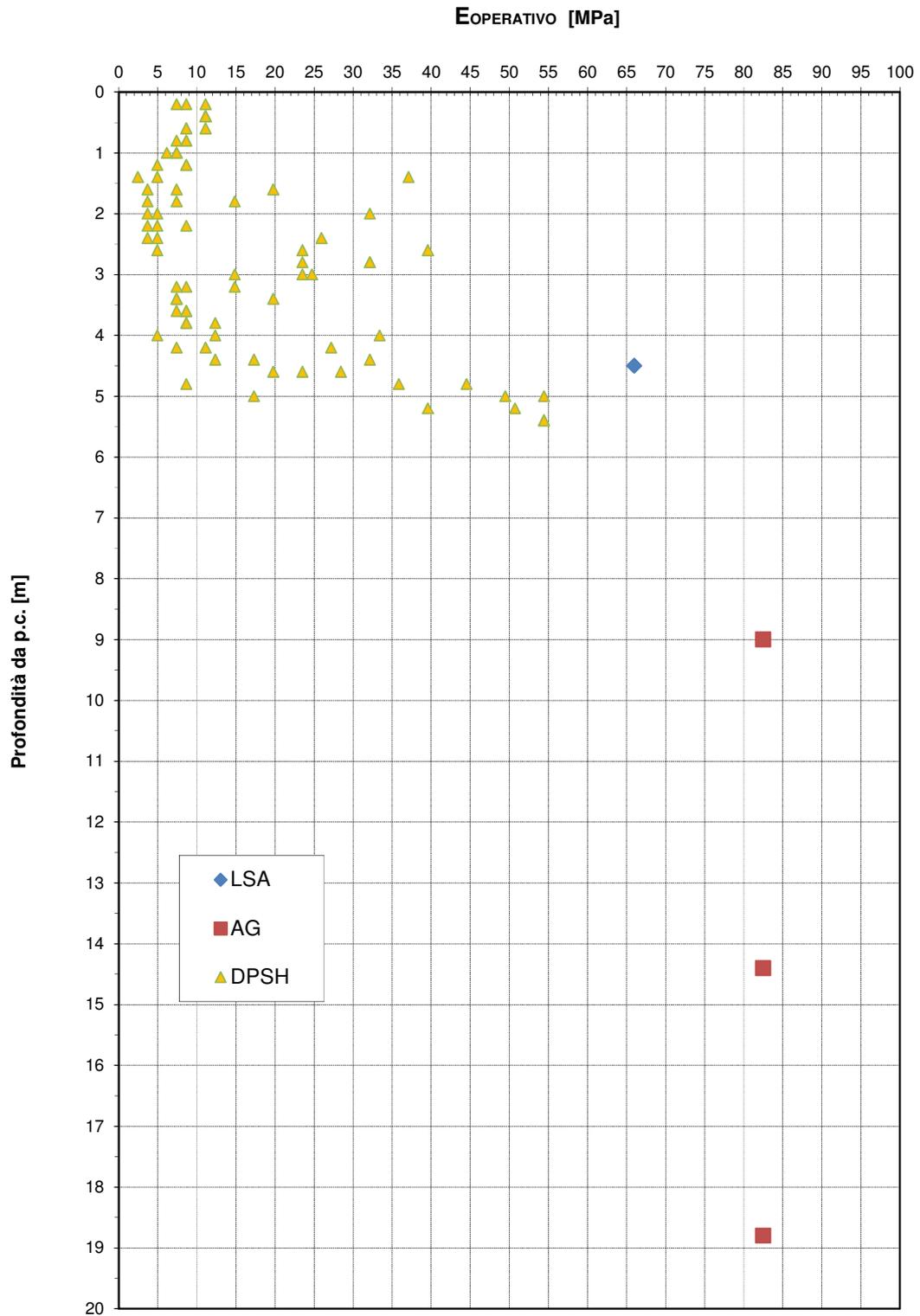


Figura 19 – Modulo elastico operativo da SPT e DPSH

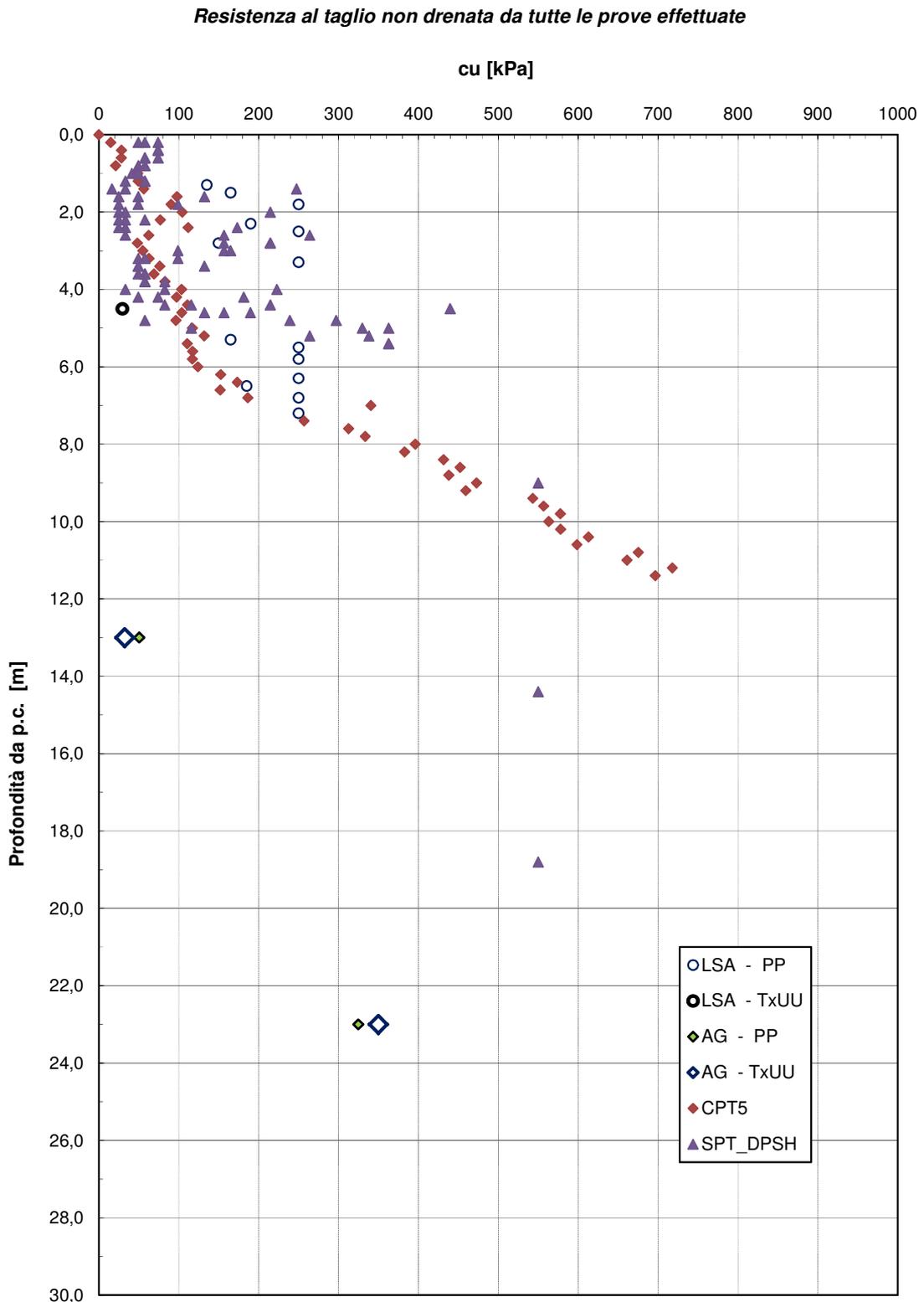


Figura 20 – Resistenza al taglio non drenata da tutte le prove disponibili

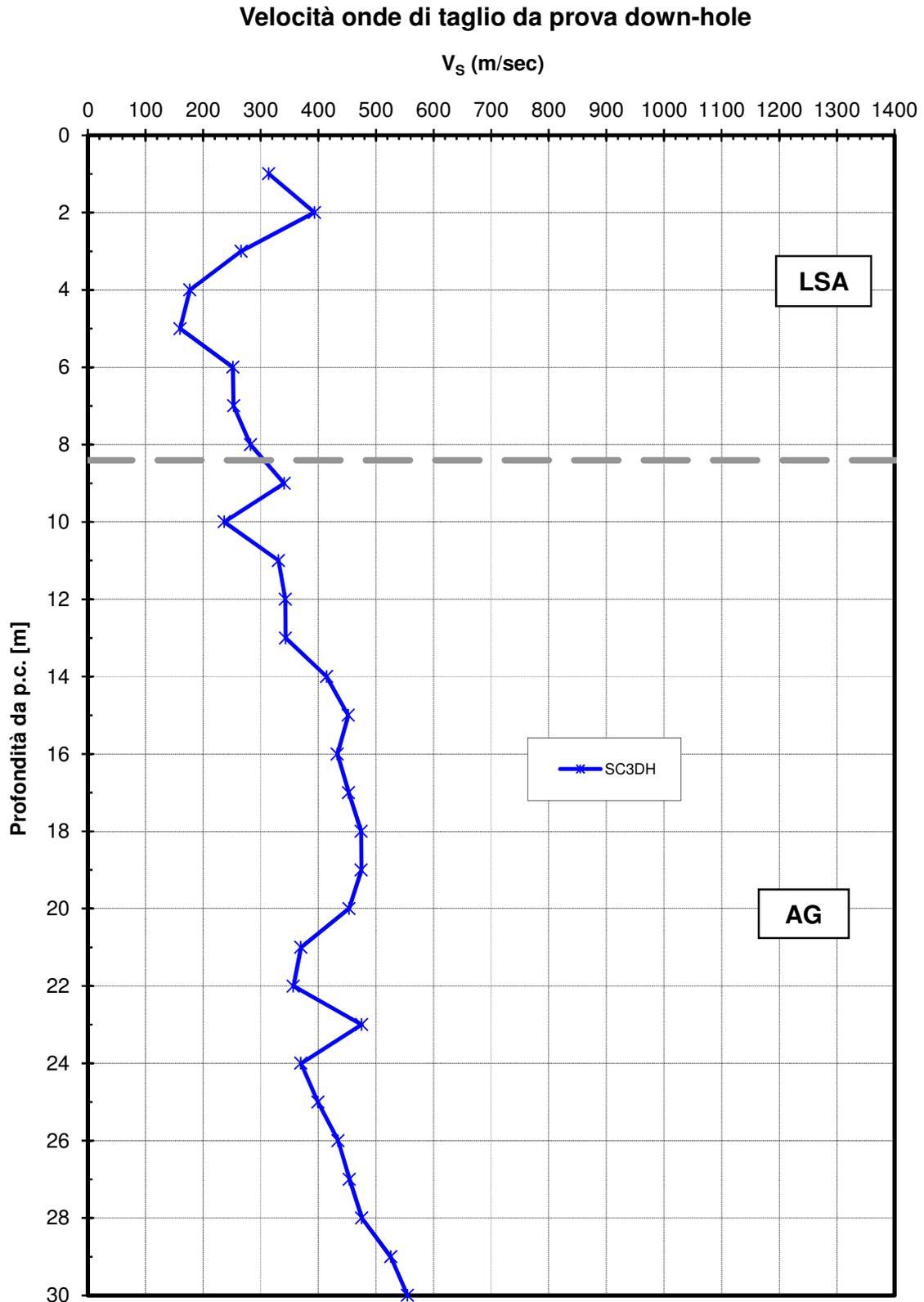


Figura 21 – Velocità delle onde di taglio da prova Down-Hole – SD3DH

Modulo di deformazione a taglio iniziale G_0 da prova down-hole

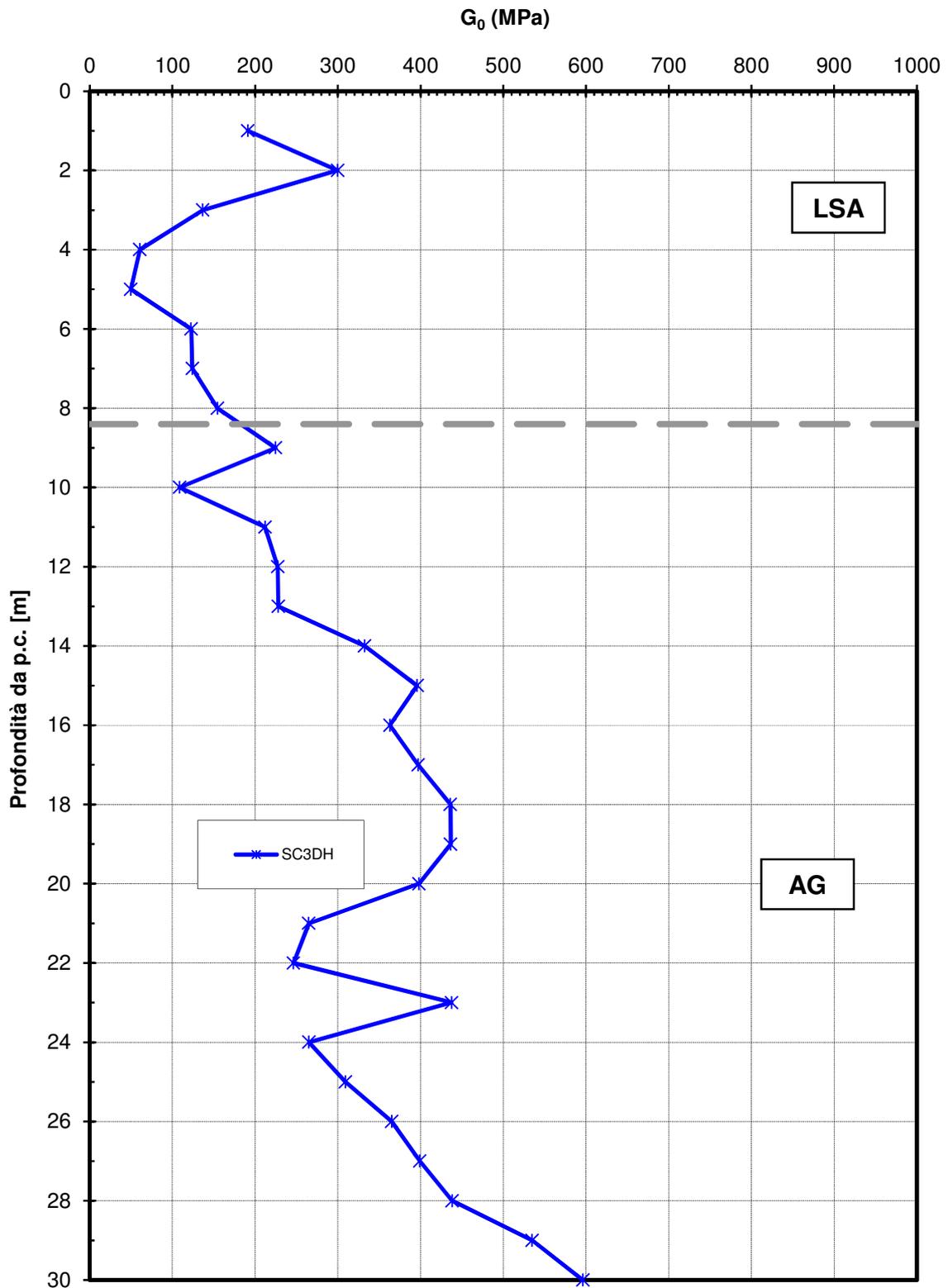


Figura 22 – Modulo di deformazione a taglio iniziale da prova Down-Hole – SD3DH

Modulo di deformazione di Young iniziale E_0 da prova down-hole

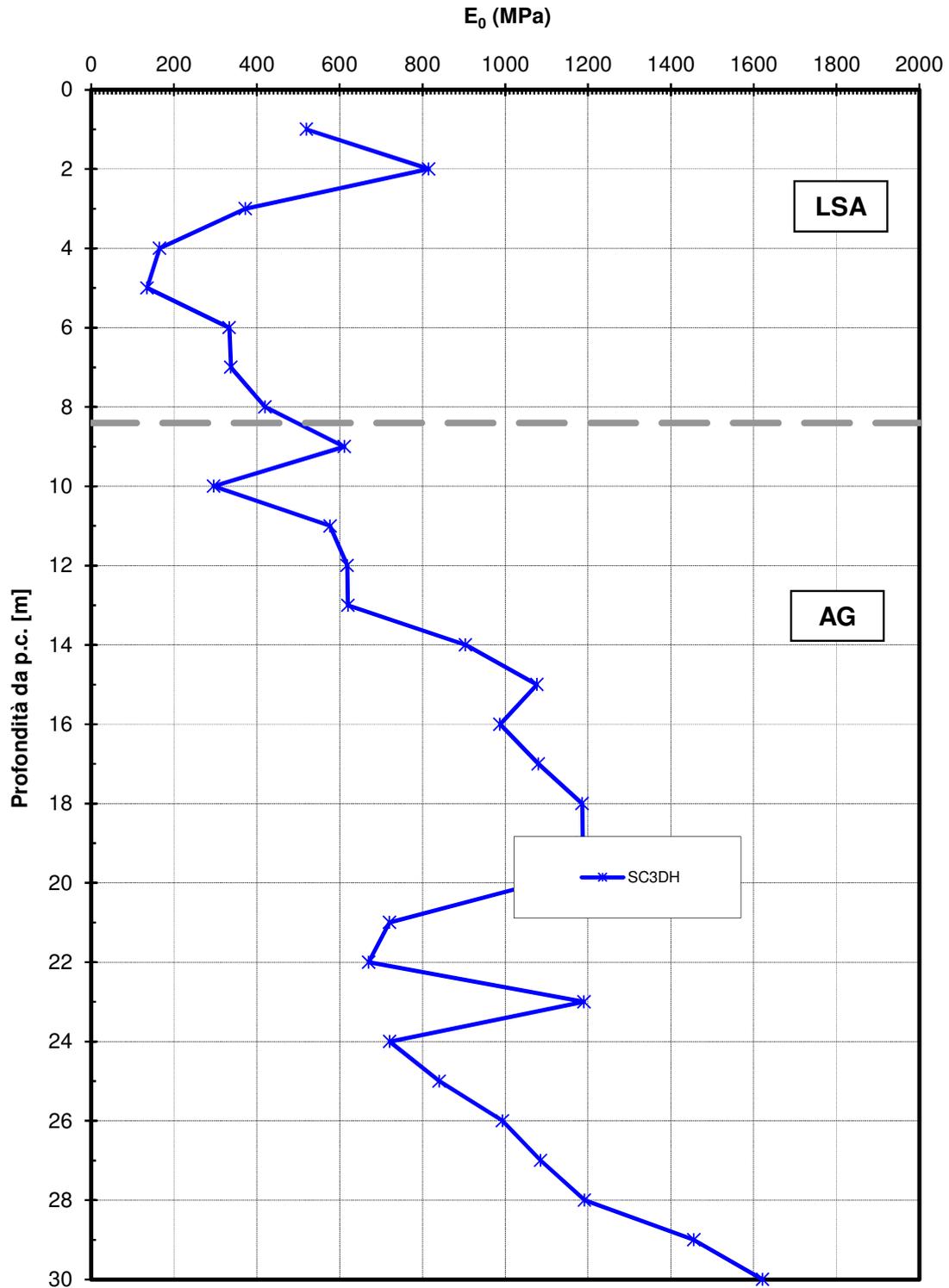


Figura 23 – Modulo elastico iniziale di deformazione da prova Down-Hole – SD3DH

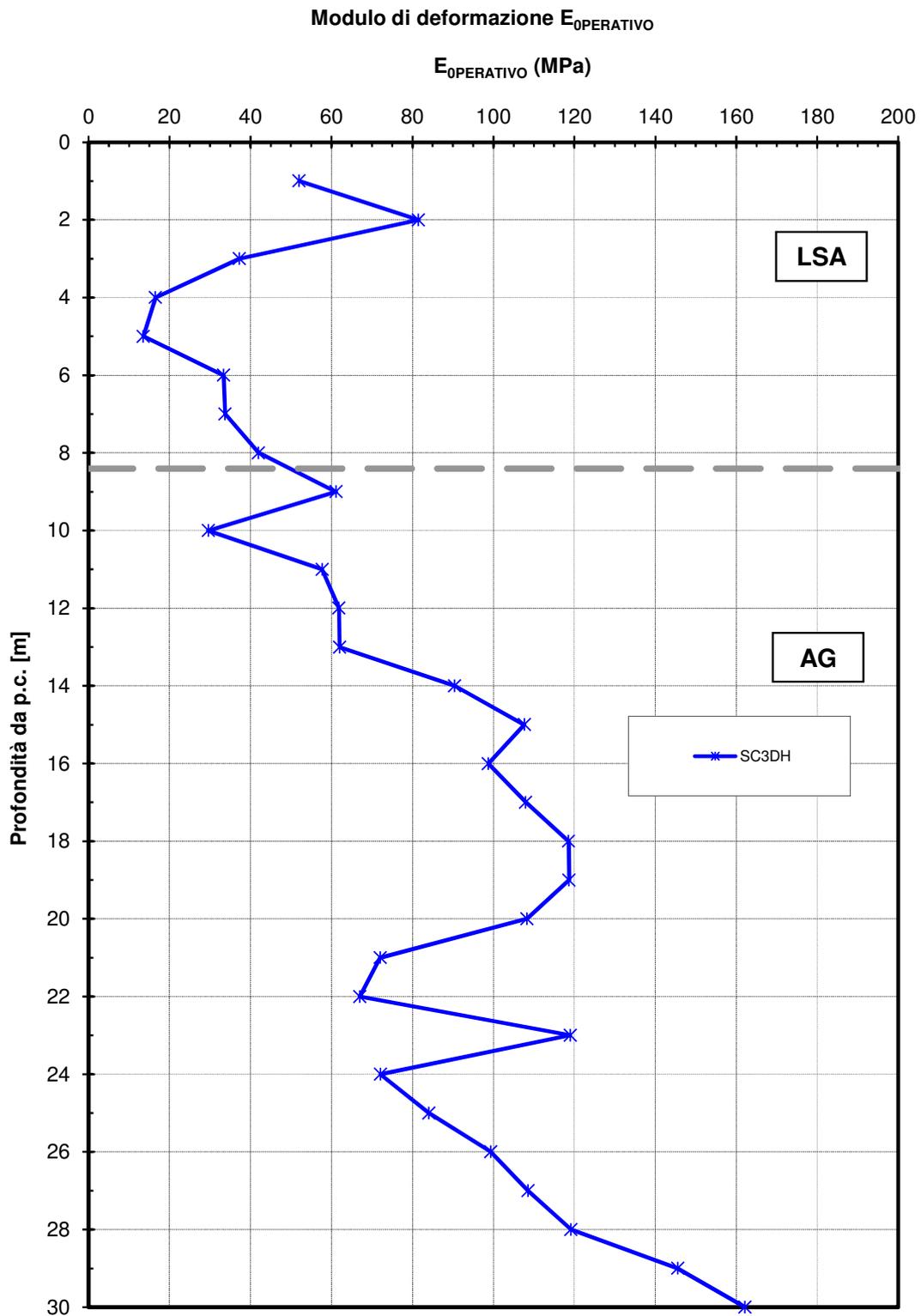


Figura 24 – Andamento modulo elastico operativo $E_{OPERATIVO}$ da prova Down Hole

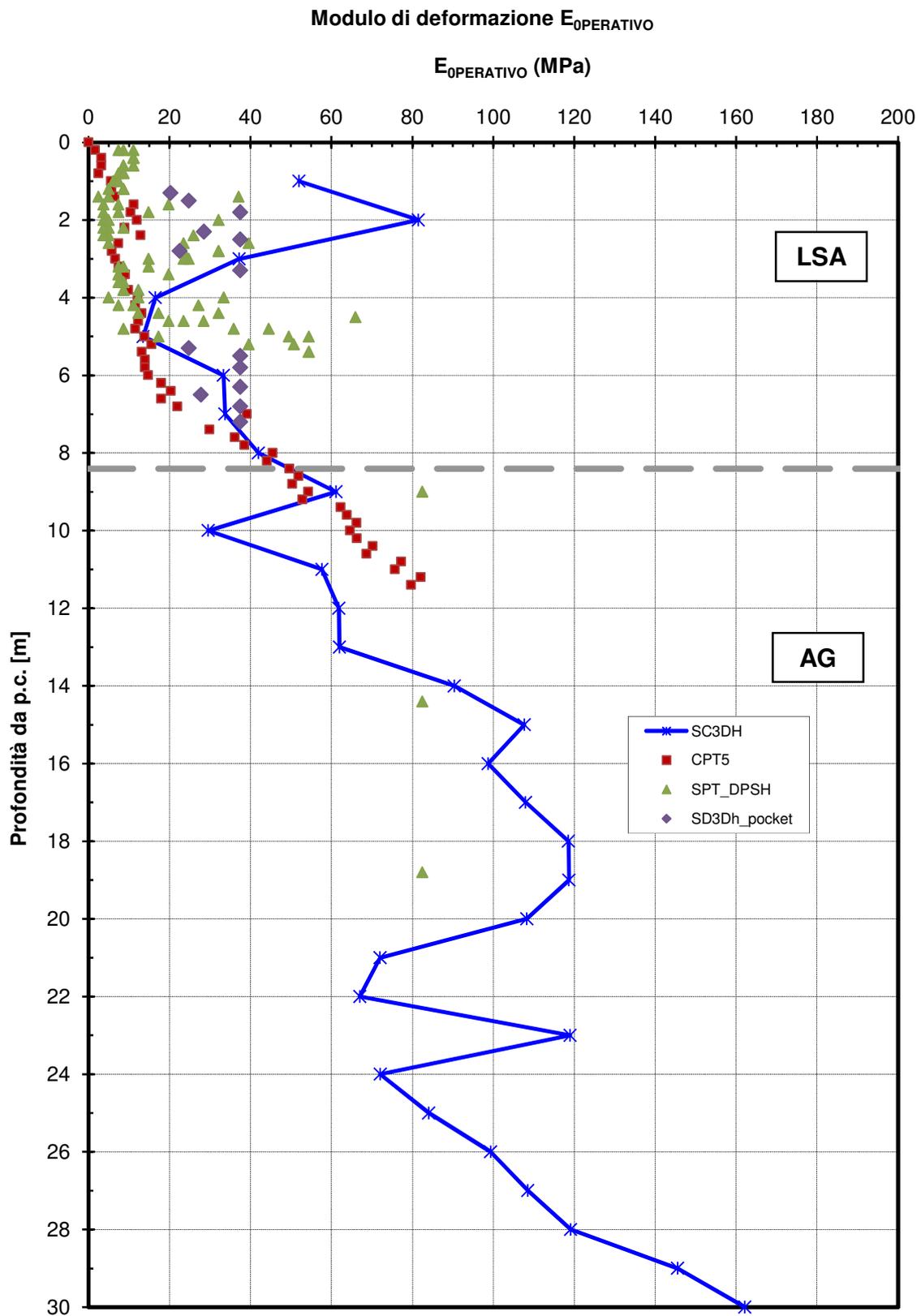


Figura 25 – Andamento modulo elastico operativo $E_{0\text{OPERATIVO}}$ ottenuto da tutte le prove in sito

5.2 Parametri geotecnici

Di seguito si riportano i range dei parametri geotecnici stimati per ogni unità geotecnica, sulla base dell'elaborazione statistica dei risultati delle prove geotecniche in sito e in laboratorio sia con riferimento alla campagna integrativa sopra descritta che a quella di PEA (cfr. Relazione geotecnica di PEA [4]).

Unità LSA – Limi sabbiosi argillosi

$\gamma = 20 \text{ kN/m}^3$	peso di volume naturale
$\varphi' = 22 \div 26^\circ$	angolo di resistenza al taglio
$c' = 2 \div 5 \text{ kPa}$	coesione drenata
$c_u = 40 \div 100 \text{ kPa}$	resistenza al taglio in condizioni non drenate
$E' = 3 \div 20 \text{ MPa}$	modulo di deformazione elastico

Unità AG – Argille limose grigie

$\gamma = 20.5 \text{ kN/m}^3$	peso di volume naturale
$\varphi' = 24 \div 27^\circ$	angolo di resistenza al taglio
$c' = 10 \div 35 \text{ kPa}$	coesione drenata
$c_u = 300 \div 500 \text{ kPa}$	resistenza al taglio in condizioni non drenate
$E' = 50 \div 200 \text{ MPa}$	modulo di deformazione elastico

Da quanto sopra riportato si evince che le indagini integrative effettuate nella presente fase di PED, hanno di fatto confermato il modello geologico-geotecnico di riferimento di PEA per il tratto in esame; tuttavia tenuto conto del regime pluviometrico eccezionale registrato nei mesi scorsi in concomitanza con le lavorazioni ed i movimenti terra in corso per la realizzazione degli interventi previsti dal PEA, che hanno inevitabilmente contribuito al rimaneggiamento ed alla saturazione della fascia superficiale della coltre affiorante, nella presente fase di PED si è considerato la presenza di uno strato denominato LSA(a), (o LSA alterato) di spessore medio di 2-3m, al quale a vantaggio di sicurezza sono stati assegnati i seguenti parametri ridotti:

Unità SA LSA(a) – Strato alterato (spessore 3.0 m)

$\gamma = 20 \text{ kN/m}^3$	peso di volume naturale
$\varphi' = 20^\circ$	angolo di resistenza al taglio
$c' = 0 \text{ kPa}$	coesione drenata

Al di sotto di tale strato è posta l'Unità LSA ed AG alle quali in linea con le ipotesi di PEA si assegnano i seguenti parametri caratteristici:

Unità LSA – Limi sabbiosi argillosi (spessore 2.0 m)

$\gamma = 20 \text{ kN/m}^3$	peso di volume naturale
$\varphi' = 22^\circ$	angolo di resistenza al taglio
$c' = 5 \text{ kPa}$	coesione drenata

Unità AG – Argille limose grigie

$\gamma = 20.5 \text{ kN/m}^3$	peso di volume naturale
$\varphi' = 26^\circ$	angolo di resistenza al taglio
$c' = 20 \text{ kPa}$	coesione drenata

Per quanto riguarda il rilevato di nuova realizzazione, si riprende quanto riportato nella Relazione sul Corpo Stradale PEGTRT02_31 di PEA, adottando:

UNITA' Ril_new - Rilevato nuovo con materiale arido

$\gamma = 20 \text{ kN/m}^3$	peso di volume naturale
$\varphi' = 38^\circ$	angolo di resistenza al taglio
$c' = 0 \text{ kPa}$	coesione drenata

Per quanto riguarda infine l'ammasso della TR OS 08, trattandosi di rilevato confinati da terre rinforzate, la presenza del rinforzo può essere simulata mediante una coesione equivalente, usando la seguente correlazione:

$$c = R_f \cdot \tan(45 + \phi/2) / 2 S_v = 22 \text{ kPa}$$

dove

R_f = resistenza a lungo termine dei rinforzi

S_v = spaziatura verticale tra i rinforzi

Utilizzando una geogriglia tipo:

PG80 - $R_f = 40 \text{ kN/m}$ (statica) e $S_v = 1.52 \text{ m}$

Da cui si ottengono i seguenti parametri per:

UNITA' Ril_TA - Rilevato nuovo in materiale arido con Terra Rinforzata

$\gamma = 20 \text{ kN/m}^3$	peso di volume naturale
$\varphi' = 38^\circ$	angolo di resistenza al taglio
$c' = 20 \text{ kPa}$	coesione drenata
$E' = 50 \text{ MPa}$	modulo elastico

Per quanto riguarda infine i livelli di falda in condizioni statiche ed a lungo termine, a vantaggio di sicurezza ed in virtù degli eventi metereologici eccezionali occorsi, si ipotizza cautelativamente un livello piezometrico a circa -0.50m da p.c., mentre in condizioni simiche, si ipotizza un livello di falda a quota fondo fosso Agliastrozzo pari a circa -3.0 m dal piano campagna.

6 CARATTERIZZAZIONE SISMICA DELL'AREA

6.1 Periodo di riferimento per l'azione sismica

Come stabilito nel C.S.A. la progettazione delle strutture farà riferimento a:

- vita nominale $V_N = 50$ anni
- classe d'uso IV

in base a ciò risulta:

- coefficiente d'uso $C_U = 2.0$
- periodo di riferimento per l'azione sismica $V_R = V_N \times C_U = 100$ anni

6.2 Azione sismica di riferimento

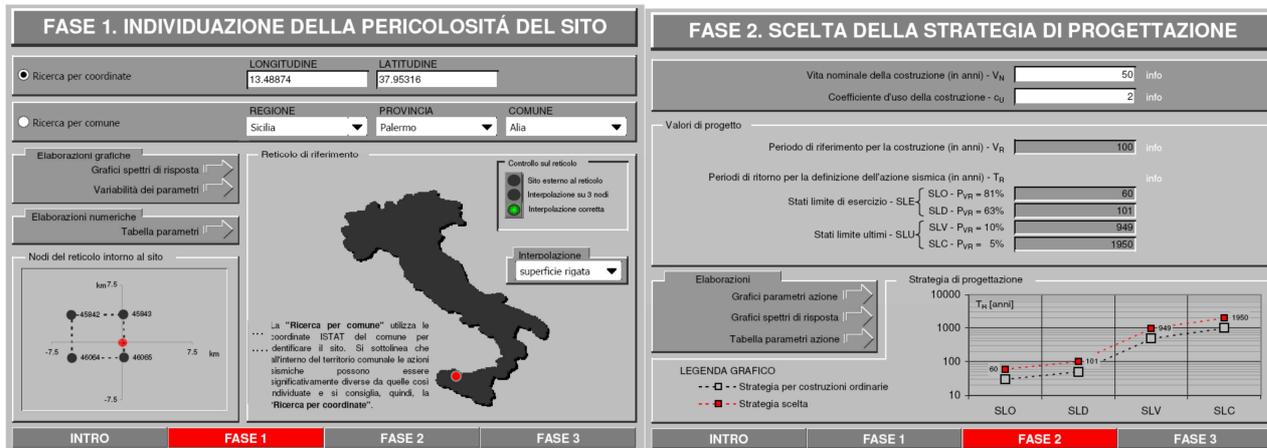
Ai fini della caratterizzazione sismica per la progettazione delle opere minori distribuite lungo il tracciato questo è stato suddiviso in tratti di 5 km caratterizzati da superfici pianeggianti, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$. Ciascun tratto di 5 km è stato contraddistinto in base alle coordinate del punto baricentrico del tratto stesso.



Figura 26 Localizzazione tracciato

Le seguenti tabelle indicano l'identificazione della zona in cui ricade l'opera in esame in relazione alle coordinate geografiche corrispondenti alle medesime progressive.

Progressive km 0+000 - km 5+000



Si riportano, nella tabella seguente, i valori di accelerazione di picco e gli altri parametri significativi degli spettri di progetto, relativamente al tratto in cui ricade l'opera in oggetto.

Progressiva	a_g [g]	F_0 [-]	T_c [s]
0+000 - 3+300	0.204	2.454	0.312
3+300 - 5+000			

Per quanto riguarda il profilo di terreno (Classe A, B, C, ...) si fa riferimento alla seguente tabella:

Categoria
B

6.3 Azioni sismiche per analisi di stabilità

In generale, il metodo pseudo-statico modella l'azione sismica considerando in luogo delle azioni dinamiche azioni statiche equivalenti ovvero forze statiche orizzontali f_h e verticali f_v per unità di volume, d'intensità pari al prodotto fra il peso specifico del corpo γ sottoposto all'azione dinamica ed un coefficiente sismico:

$$f_h = \gamma \cdot k_h \quad \text{forza orizzontale per unità di volume}$$

$$f_v = \gamma \cdot k_v \quad \text{forza verticale per unità di volume}$$

dove:

$$\gamma = \text{peso specifico del volume considerato.}$$

In accordo alla normativa vigente per le analisi in esame, la componente orizzontale (a_h) dell'accelerazione può essere legata all'accelerazione massima attraverso la seguente relazione:

$$k_h = \beta_m \cdot a_{max} / g = \beta_m \cdot S_T \cdot S_S \cdot a_g / g$$

$$k_v = k_h / 2$$

dove:

k_h = coefficiente sismico in direzione orizzontale

k_v = coefficiente sismico in direzione verticale

a_{max} = accelerazione orizzontale massima attesa al sito

a_g = accelerazione orizzontale massima attesa su sito di riferimento rigido

g = accelerazione di gravità;

S_S , S_T = coefficienti che comprendono l'effetto dell'amplificazione stratigrafica (S_S) e dell'amplificazione topografica (S_T). Nel caso in esame $S_T = 1.0$, S_S è in funzione di F_0 e di a_g e vale 1.2

B_m = coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito, dipende dall'accelerazione massima (a_g) e dalla categoria di suolo, vedi Tabella 2

Coefficienti di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito.

	Categoria di sottosuolo	
	A	B, C, D, E
	β_m	β_m
$0,2 < a_g(g) \leq 0,4$	0,31	0,31
$0,1 < a_g(g) \leq 0,2$	0,29	0,24
$a_g(g) \leq 0,1$	0,20	0,18

Tabella 2

Pertanto nel caso in esame risulta:

$$k_h = 0.31 \cdot 1 \cdot 1.2 \cdot 0.204 = 0.076$$

$$k_v = k_h / 2 = 0.037$$

7 ANALISI E VERIFICA INTERVENTI

L'opera in esame presenta uno sviluppo complessivo di 52.0 m, ed è caratterizzata da una soletta in cemento armato di spessore 80 cm, attestata su pali di grosso diametro, avente funzione antiscalzamento ed di presidio del rilevatostradale in TR.

Si prevedono n°2 file di pali di diametro 800 mm e lunghezza 11.0 m poste a interasse longitudinale 3.0 m e trasversale 2.5 m. al di sopra dei pali è attestata una soletta in cemento armato di spessore 0.80 m. Di seguito si riporta la sezione tipologica dell'opera

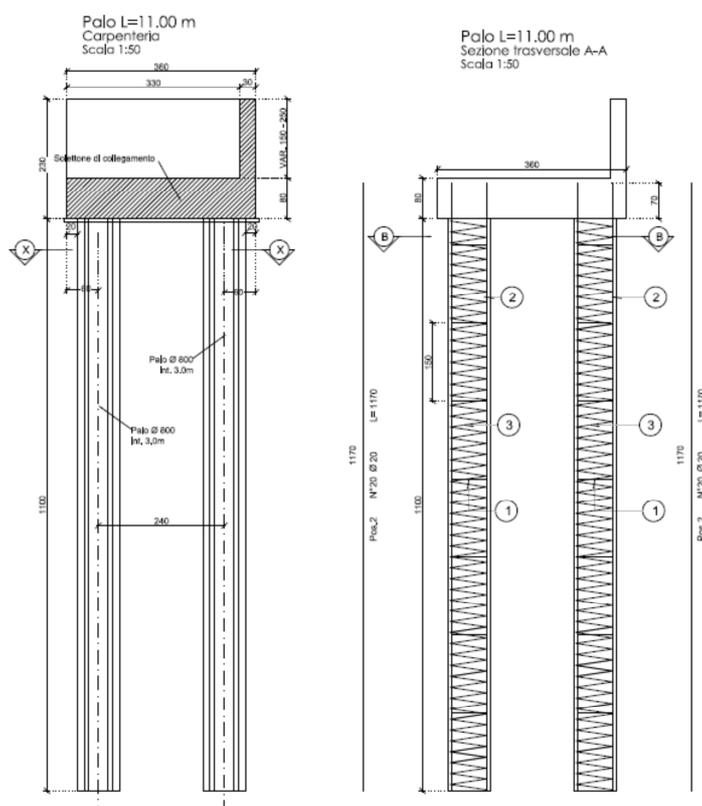


Figura 27: Carpenteria ed armatura dell'opera di presidio

La soletta su pali ha la funzione di assorbire tutti i carichi provenienti dal rilevato e trasmetterli in profondità evitando pertanto possibili cedimenti assoluti e differenziali causati da un eventuale scalzamento del torrente Agliastro.

Tale analisi è stata condotta con modello FEM 2D. I parametri di calcolo adottati nel modello sono riassume nella seguente tabella:

Unità [--]	k_0 [--]	c' [kPa]	ϕ' [°]	$G_{0\text{ ref}}$ [MPa]	m [--]	γ_{07} [--]	$E_{50\text{ ref}}$ [MPa]	$E_{ur\text{ ref}}$ [MPa]
SA-LSA (a)	0.658	0	20	195.5	1.00	7.68E-05	40.7	101.8
LSA	0.625	5	22	147.7	1.00	1.43E-04	30.7	76.8
AG	0.562	20	26	168.2	1.00	1.91E-04	35.0	87.5

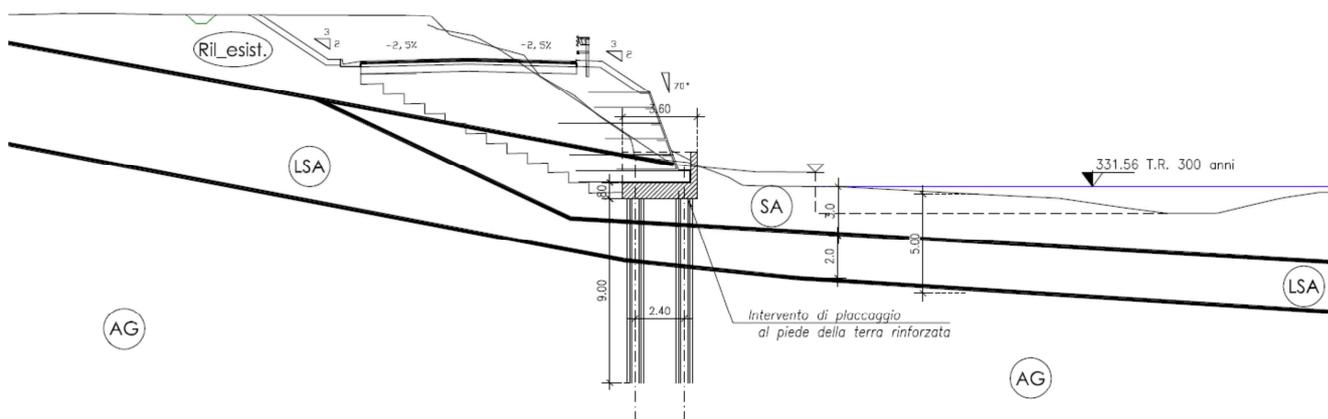


Figura 28: Sezione stratigrafica e geotecnica di riferimento utilizzata nei modelli di calcolo

7.1 Metodologie di calcolo

La modellazione eseguita mira ad analizzare i principali aspetti tenso-deformativi connessi con la realizzazione dell'opera di sostegno prevista in progetto:

- determinazione delle massime sollecitazioni sugli elementi strutturali per il loro dimensionamento e verifica;
- analisi e verifica della stabilità geotecnica delle opera.

In relazione agli obiettivi sopra esposti si è scelto di operare con il programma di calcolo Plaxis 2D 2015 - analisi FEM bidimensionale.

La finalità delle analisi FEM 2D, eseguite mediante il programma Plaxis VIP 2015, è quella di esaminare gli aspetti tenso-deformativi del sistema geotecnico terreno-struttura nel suo insieme per le successive verifiche strutturali e geotecniche di progetto. La modellazione è quindi idonea anche ad indagare la stabilità globale del sistema geotecnica struttura-terreno e all'analisi dei fenomeni deformativi indotti nell'intorno dalle operazioni di scavo; consente di ottenere campi di spostamento che tengano correttamente conto dei fenomeni di interazione terreno struttura.

Tale modellazione, ha consentito di cogliere il comportamento del sistema geotecnico strutturale.

Il codice Plaxis VIP 2015 utilizzato a tale scopo è stato appositamente sviluppato per lo studio di problematiche geotecniche e di interazione terreno-struttura. Presentano una vasta libreria di legami costitutivi attribuibili ai terreni; sono disponibili inoltre elementi strutturali di vario tipo che consentono di simulare elementi strutturali che interagiscono con il terreno circostante mediante elementi interfaccia.

In ogni caso tutte le analisi sono state condotte mediante modellazioni volte a rappresentare il sistema geotecnico struttura-terreno con la simulazione sequenziale delle principali fasi costruttive previste. La descrizione ha carattere generale (soluzione numerica, legami costitutivi e significato dei parametri di input); nei successivi capitoli, esplicitamente dedicati alle modellazioni, verranno esposte le caratteristiche di dettaglio delle analisi svolte ed i parametri di input considerati.

7.1.1 PLAXIS VIP 2015: METODOLOGIA DI CALCOLO, LEGAMI COSTITUTIVI E PARAMETRI

7.1.1.1 METODOLOGIA E LEGAMI COSTITUTIVI DEI MATERIALI

PLAXIS è un codice di calcolo agli elementi finiti utilizzabile per eseguire analisi di stabilità e di deformazione nell'ambito di molteplici applicazioni geotecniche e di interazione terreno-struttura. Il programma permette di simulare situazioni reali riconducibili a condizioni di deformazione piane (plain strain).

Presenta una vasta libreria di legami costitutivi attribuibili ai terreni. Sono disponibili inoltre elementi strutturali di vario tipo che consentono di simulare diaframmi, pali, ancoraggi ecc.

PLAXIS generalmente viene utilizzato per analisi in tensioni efficaci. Quindi nei problemi che coinvolgono la determinazione delle pressioni neutre le stesse possono essere generate attraverso l'analisi del moto di filtrazione in regime stazionario; quest'ultimo richiede l'introduzione delle condizioni al contorno per la quota piezometrica e per le condizioni di flusso (superfici impermeabili, punti di emungimento, sorgenti etc.)

La versione 2015 del programma Plaxis, rende disponibile un modello costitutivo denominato Hardening Soil Small Strain Model, che permette di descrivere in maniera soddisfacente i principali aspetti del comportamento meccanico dei terreni da considerare nelle analisi dei problemi di scavo.

In generale nel modello costitutivo in esame, il terreno è assimilato ad un mezzo poroso continuo, caratterizzato da un legame costitutivo elastico-plastico con superficie di snervamento chiusa (vedasi Figura 30) e incrudimento isotropo regolato dalle deformazioni volumetriche plastiche (con legge flusso associato) e distorsionali plastiche (con legge di flusso non associato).

Le principali caratteristiche del modello costitutivo sono le seguenti:

- una differente rigidità per percorsi tensionali di primo carico e di scarico-ricarico;
- sviluppo di deformazioni plastiche per stati tensionali deviatorici (con legge di flusso non associata) e sferici (con legge di flusso associata);
- criterio di rottura di tipo Mohr-Coulomb;
- il modulo di rigidità secante E_{50} per percorsi tensionali di primo carico è funzione della tensione di confinamento applicata (Figura 30):

$$E_{50} = E_{50ref} \left[\frac{(c' \cos \varphi' - \sigma'_{min} \sin \varphi')}{(c' \cos \varphi' + p_{ref} \sin \varphi')} \right]^m$$

- dove: $p_{ref} = 100$ kPa è la pressione di riferimento,
 σ'_{min} è la tensione efficace principale minore,
 E_{50ref} è il modulo di rigidità secante alla pressione di riferimento ($\sigma'_{min} = p_{ref}$),
 m è un coefficiente esponenziale che regola la dipendenza della rigidità dallo stato tensionale,
 E_{50} è il modulo di rigidità secante (al 50% della rottura) riferito alla tensione σ'_{min} ;

- il modulo di rigidità E_{ur} per percorsi tensionali di scarico-ricarico funzione della tensione di confinamento applicata (Figura 30):

$$E_{ur} = E_{urref} \left[\frac{(c' \cos \varphi' - \sigma'_{min} \sin \varphi')}{(c' \cos \varphi' + p_{ref} \sin \varphi')} \right]^m ; \quad E_{ur} = E_{urref} \cdot k_{-1}$$

- dove: $p_{ref} = 100$ kPa è la pressione di riferimento,
 σ'_{min} è la tensione efficace principale minore,
 E_{urref} è il modulo di rigidità secante alla pressione di riferimento ($\sigma'_{min} = p_{ref}$),
 m è un coefficiente esponenziale che regola la dipendenza della rigidità dallo stato tensionale,
 E_{ur} è il modulo di rigidità secante alla tensione σ'_{min} ;

la rigidezza secante a taglio G funzione dell'ampiezza della deformazione a taglio γ (Figura 30) e della tensione di confinamento applicata:

$$G = \frac{G_0}{\left(1 + a \frac{|\gamma|}{|\gamma_{0.7}|}\right)}$$

dove: G_0 è la rigidezza a taglio in campo dinamico, $a = 3/7$,
 $\gamma_{0.7}$ è la deformazione a taglio in corrispondenza della quale G_0 si riduce al 70% del suo valore iniziale.

- Il legame funzionale fra G_0 e lo stato tensionale è espresso dalla seguente relazione:

$$G_0 = G_{0ref} \left[\frac{(c' \cos \varphi' - \sigma'_{min} \sin \varphi')}{(c' \cos \varphi' + p_{ref} \sin \varphi')} \right]^m$$

$$\gamma_{07} = 1/(9 \cdot G_{0ref}) \cdot [(2c'(1 + \cos(2 \varphi')) - \sigma'_1 (1 + Ko) \sin(2 \varphi'))]$$

dove $p_{ref} = 100$ kPa è la pressione di riferimento,
 σ'_{min} è la tensione efficace principale minore,
 G_{0ref} è il modulo di rigidezza secante alla pressione di riferimento ($\sigma'_{min} = p_{ref}$),
 m è un coefficiente esponenziale che regola la dipendenza della rigidezza dallo stato tensionale,
 G_0 è il modulo di rigidezza a taglio alla tensione σ'_{min} .

Nel seguente paragrafo verranno compiutamente definiti tutti i parametri di modello utilizzati per le varie unità geotecniche, determinati alla luce della caratterizzazione geotecnica di dettaglio sopra esposta.

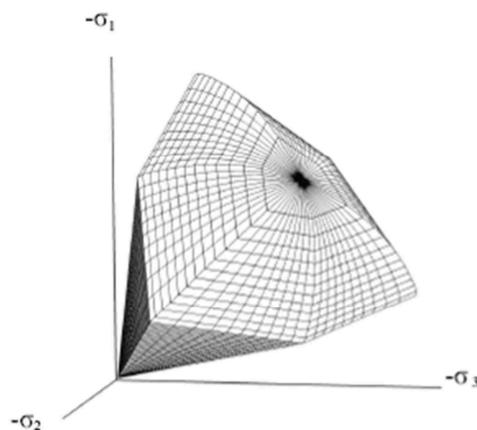


Figura 29 – Superficie di snervamento chiusa (Hardening Soil model)

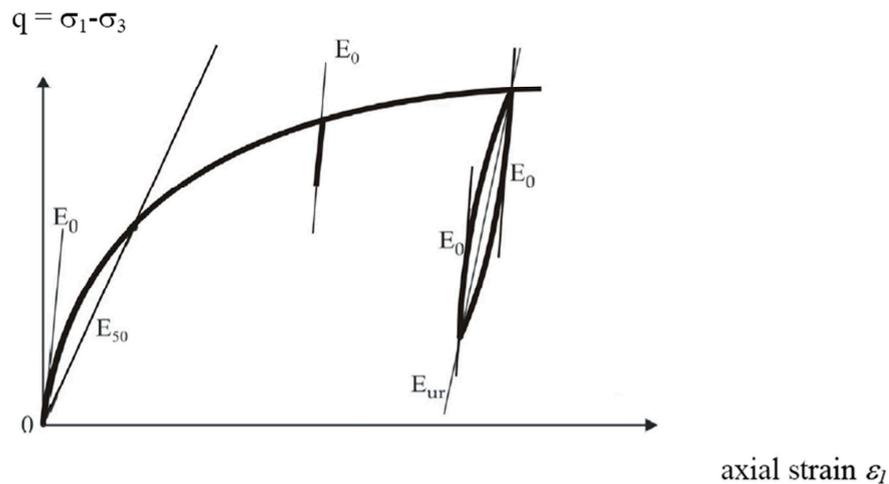


Figura 30 – Definizione di E_0 , E_{50} e E_{ur} nel modello costitutivo "HSSmall"

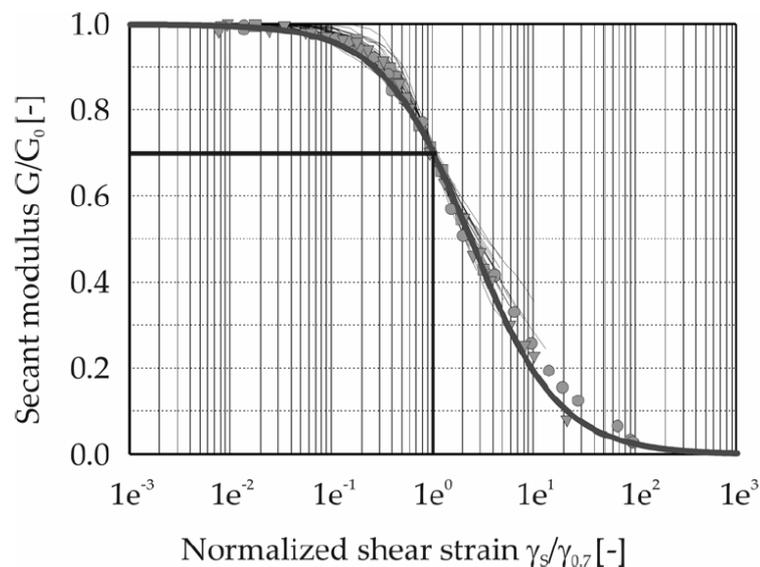


Figura 31 – Riduzione del modulo G_0 in funzione di γ

7.1.1.2 STABILITÀ GLOBALE

La determinazione del coefficiente di sicurezza avviene mediante un algoritmo iterativo (ϕ' – c' reduction method, Dawson, Roth and Drescher, 1999) che, sulla base dei dati di partenza (c' e $\tan \phi'$), determina successive condizioni di equilibrio del sistema eseguendo, ad ogni ciclo, una progressiva riduzione delle resistenze fino al raggiungimento del collasso (condizione di non equilibrio del sistema):

$$c'_{\text{prova}} = c' / FS_{\text{prova}}$$

$$\phi'_{\text{prova}} = \arctan (\tan \phi' / FS_{\text{prova}})$$

In Figura 30 la progressiva riduzione delle resistenze è rappresentata nel piano di Mohr-Coulomb per il singolo elemento di terreno. Si osserva che i parametri di deformabilità non influenzano in maniera apprezzabile i risultati del calcolo e, pertanto, possono essere considerati senza particolari affinamenti.

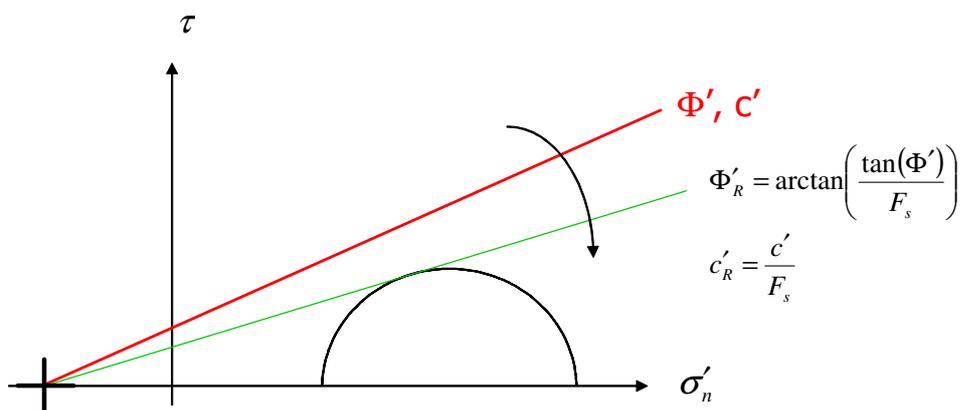


Figura 32 – Phi-c reduction method

Rispetto ai classici metodi dell'equilibrio limite presenta numerosi vantaggi (e.g. Dawson and Roth, 1999, and Cala and Flisiak, 2001):

- le superfici di rottura si propagano in maniera “naturale”; quindi non occorre specificare preventivamente i cinematismi e le potenziali superfici di rottura su cui ricercare il coefficiente di sicurezza minimo;
- non richiede al definizione di ipotesi di calcolo “artificiali” (es. ipotesi sulle forze di interfaccia);
- la metodologia non implica limitazioni sulla forma e la modalità di propagazione delle potenziali superfici di rottura (anche multiple e/o con propagazioni complesse delle zone di snervamento) in funzione delle esigenze del sistema;
- l'interazione con eventuali elementi strutturali vengono modellate in maniera realistica con una mobilitazione delle resistenze in funzione della deformazione relativa rispetto al terreno circostante e non semplicemente mediante forze equivalenti.
- la soluzione converge in un meccanismo che è cinematicamente ammissibile (si noti che i metodi classici dell'equilibrio limite prescindono dalla valutazione degli spostamenti e non richiedono pertanto la conoscenza dei legami tensioni-deformazioni ma del solo criterio di resistenza dei terreni interessati).

Tale analisi di stabilità viene generalmente svolta a partire dalla configurazione di progetto maggiormente cautelativa che risulta essere la fase di raggiungimento della massima profondità di scavo.

Tale analisi equivalgono alla verifica SLU (GEO) prevista dalla normativa vigente: combinazione 2 (A2+M2+R2), in base alla quale la stabilità geotecnica deve essere verificata con i parametri di resistenza del terreno ridotti tramite i coefficienti parziali del gruppo M2 ($\gamma_M = 1.25$ sia per la coesione sia per la resistenza al taglio) ed il coefficiente parziale $\gamma_R = 1.1$.

Pertanto, per verificare le verifiche di stabilità geotecnica richieste dalla normativa occorre avere $FS > 1.25 \cdot 1.1 = 1.375$.

7.1.1.3 FALDA, CARICHI, SOVRACCARICHI E COMBINAZIONI

Le analisi sono state effettuate in conformità alla al DM 14 gennaio 2008 (Norme Tecniche per le Costruzioni). In particolare la norma prevede due condizioni di verifica distinte. La prima combinazione, indicata con la sigla **STRU**, è quella di riferimento per le verifiche di resistenza degli elementi strutturali. La terza, indicata con la sigla **GEO**, è di riferimento per le verifiche di stabilità geotecnica.

Per le verifiche di resistenza allo stato limite ultimo si adotta l'approccio 1 previsto dalla normativa. Nelle seguenti Tabella 3 e Tabella 4 si riportano i coefficienti parziali indicati dalla normativa (moltiplicativi per le azioni e riduttivi per i parametri di resistenza del terreno).

Azioni (γ_F)				Proprietà del terreno (γ_M)		
Permanenti		Variabili		tan φ'	c'	cu
sfavorevoli	favorevoli	sfavorevoli	favorevoli			
1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

Tabella 3: Combinazioni per analisi statiche in esercizio (SLE)

	Azioni (γ_F)				Proprietà del terreno (γ_M)		
	Permanenti		Variabili		tan φ'	c'	cu
	sfavorevoli	favorevoli	sfavorevoli	favorevoli			
EQU	1.1	0.90	1.50	0.00	/	/	/
STRU (A1 + M1)	1.30	1.00	1.50	0.00	1.00	1.00	1.00
GEO (A2 + M2)	1.00	1.00	1.30	0.00	1.25	1.25	1.40

Tabella 4: Combinazioni per analisi statiche SLU

Verifiche di esercizio (SLE)

I valori delle proprietà meccaniche da adoperare nell'analisi sono quelli caratteristici e i coefficienti parziali sulle azioni e sui parametri di resistenza sono sempre unitari. Tale combinazione è di riferimento per le verifiche tensionali sui materiali e le verifiche di fessurazione. E' inoltre rappresentativa delle condizioni di deformazione dell'opera e del terreno circostante.

Verifiche di resistenza degli elementi strutturali (SLU STR)

Si considerano gli stati limite ultimi per raggiungimento della resistenza negli elementi strutturali. L'analisi può essere svolta utilizzando la Combinazione 1 (A1+M1+R1), nella quale i coefficienti sui parametri di resistenza del terreno (M1) e sulla resistenza globale del sistema (R1) sono unitari, mentre le azioni permanenti e variabili sono amplificate mediante i coefficienti parziali del gruppo A1. In questo caso, i coefficienti parziali amplificativi delle azioni possono applicarsi direttamente alle sollecitazioni, calcolate con i valori caratteristici delle azioni e delle resistenze. Quindi i risultati dell'analisi STRU (A1+M1), possono essere cautelativamente ottenuti moltiplicando quelli dell'analisi SLE x 1.35. Si è verificato che tale modo di procedere, oltre che essere ingegneristicamente più corretto, porta a risultati in linea al metodo che prevede l'amplificazione delle azioni (peso di volume del terreno x 1.3 e azioni accidentali x 1.5), ed in ogni caso cautelativi ai fini delle verifiche di resistenza.

Verifiche stabilità geotecnica (SLU GEO)

Nelle verifiche agli stati limite ultimi per il dimensionamento geotecnico delle paratie (GEO), si considera lo sviluppo di meccanismi di collasso determinati dalla mobilitazione della resistenza del terreno e, specificamente, dal raggiungimento delle condizioni di equilibrio limite nel terreno interagente con la paratia. L'analisi può essere condotta con la Combinazione 2 (A2+M2+R2), nella quale i parametri di resistenza del terreno sono ridotti tramite i coefficienti parziali del gruppo M2, i coefficienti γ_R sulla resistenza globale (R1) sono unitari e le sole azioni variabili sono amplificate con i coefficienti del gruppo A2. I parametri di resistenza di progetto sono perciò inferiori a quelli caratteristici e di conseguenza il valore di progetto della spinta attiva è maggiore, e quello della resistenza passiva è minore, dei corrispondenti valori caratteristici.

In definitiva le analisi contemplano le seguenti combinazioni di carico.

- **SLE** indicativa per le analisi di deformabilità.
- **SLU STRU Statico e Sismico** per le verifiche di resistenza degli elementi strutturali.
- **SLU GEO Statico e Sismico** per le verifiche di stabilità geotecnica del sistema opera-terreno.

7.2 Descrizione delle opere

La struttura è costituita da pali disposti su 2 file, di diametro Ø800 mm disposti con interasse longitudinale 3.0 m ed interasse trasversale 2.50 m aventi lunghezza pari a 11.0 m. I pali sono stati modellati con elementi beam lineari, con caratteristiche equivalenti fattorizzando le rigidità ed i pesi in funzione dell'interasse medio fra gli elementi strutturali contigui. Il solettone di collegamento in c.a. a testa pali, è stato modellato come elemento di volume assegnando al cluster corrispondente le proprietà elastiche del calcestruzzo.

Nel modello, le proprietà degli elementi interfaccia struttura-terreno sono state applicate definendo dei materiali con legame costitutivo analogo a quello dei terreni circostanti ma con parametri di resistenza ridotti. In particolare è stata adottata una resistenza attritiva con resistenza al taglio ridotta a 2/3 rispetto a quella del terreno circostante.

7.3 Descrizione delle fasi di calcolo

Le analisi eseguite sono di tipo sequenziale, riproducendo in successione tutte le principali fasi operative previste per la realizzazione dell'opera. Quindi, il termine di ciascuna analisi rappresenta la condizione iniziale per la fase successiva. Le fasi di scavo vengono simulate mediante la disattivazione dei cluster di terreno corrispondenti, mentre la messa in opera degli elementi strutturali (pali) viene simulata attivando gli elementi strutturali corrispondenti. Così pure i sovraccarichi vengono attivati nella fase corrispondente.

Di seguito si riportano per ciascuna sezione di calcolo le fasi seguite ed i risultati ottenuti.

7.3.1 SEZIONE DI CALCOLO 203

La sezione 203 è costituita da n°2 file di pali di diametro 800 mm e lunghezza 11.0 m attestati su un solettone in cemento armato di spessore 0.8 m. Di seguito si riportano le fasi di calcolo che sono state analizzate in successione. Lo schema di riferimento è quello di Figura 33. In cui si riporta la geometria considerata e l'andamento stratigrafico adottato.

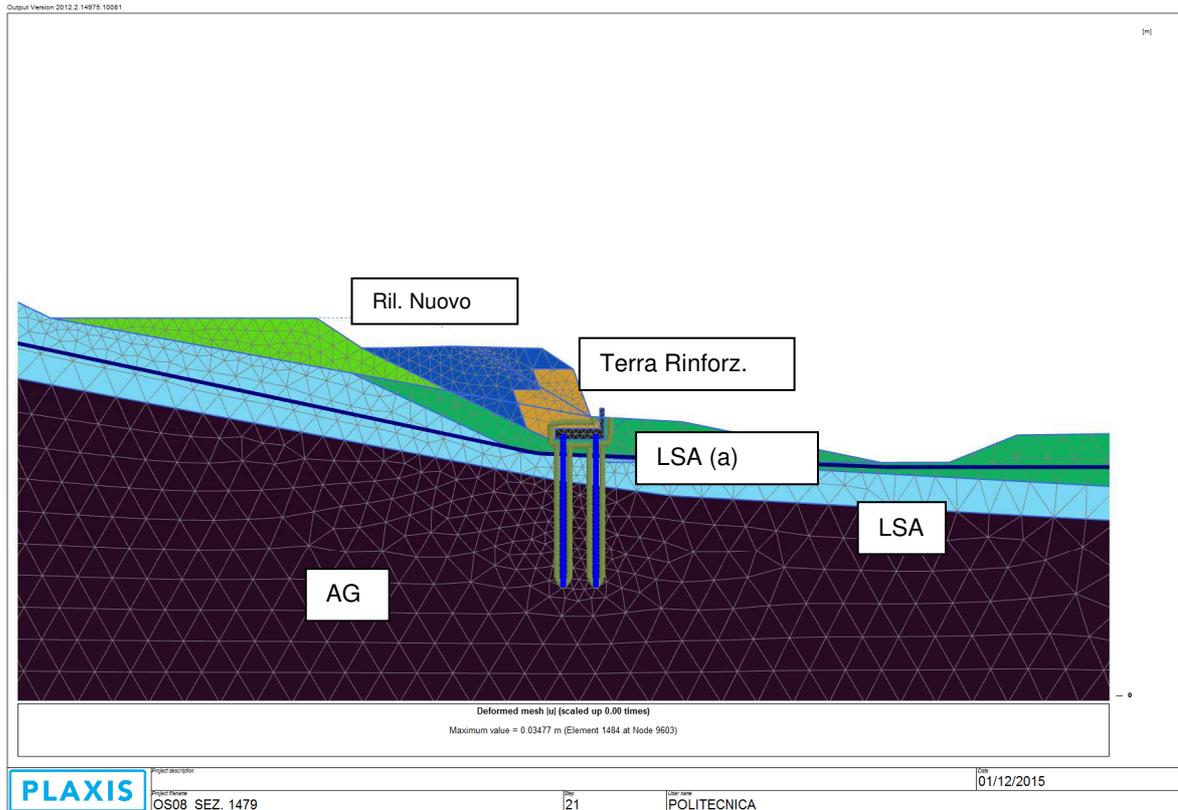


Figura 33 – sezione di progetto

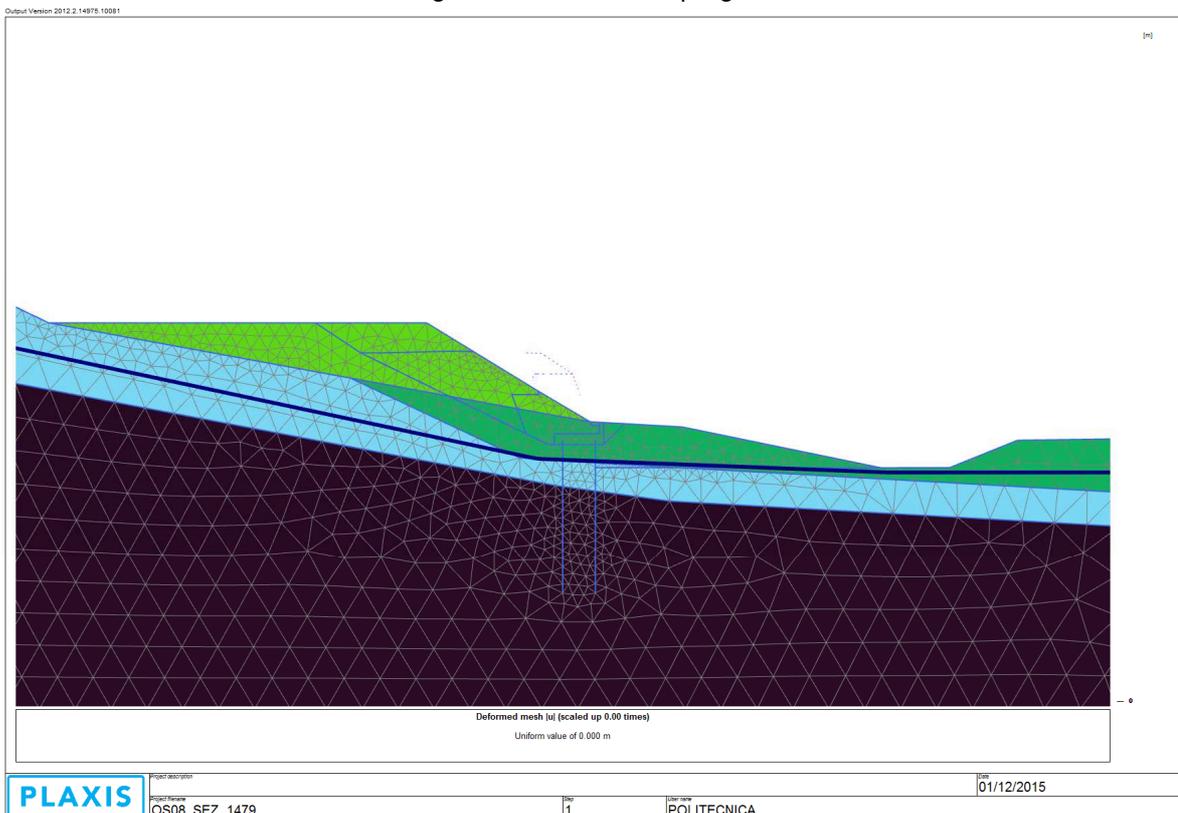


Figura 34: Fase 0: inizializzazione

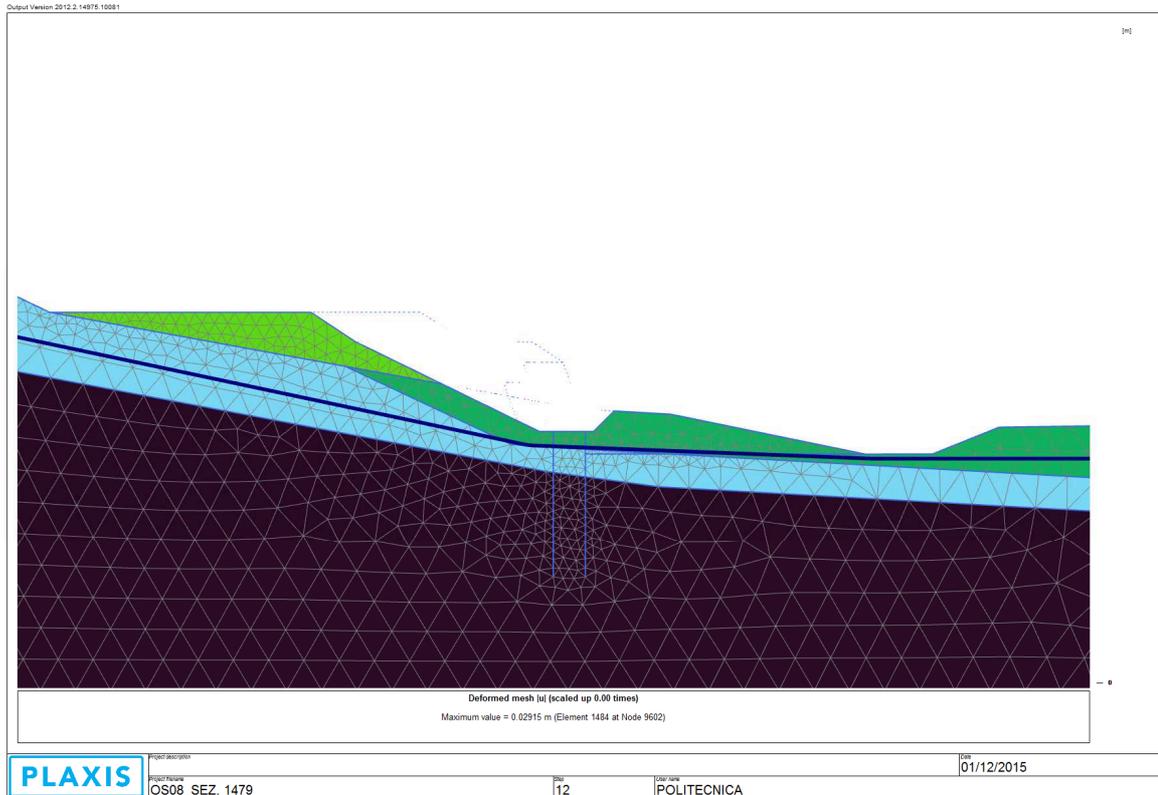


Figura 35: Fase 1: prescavo

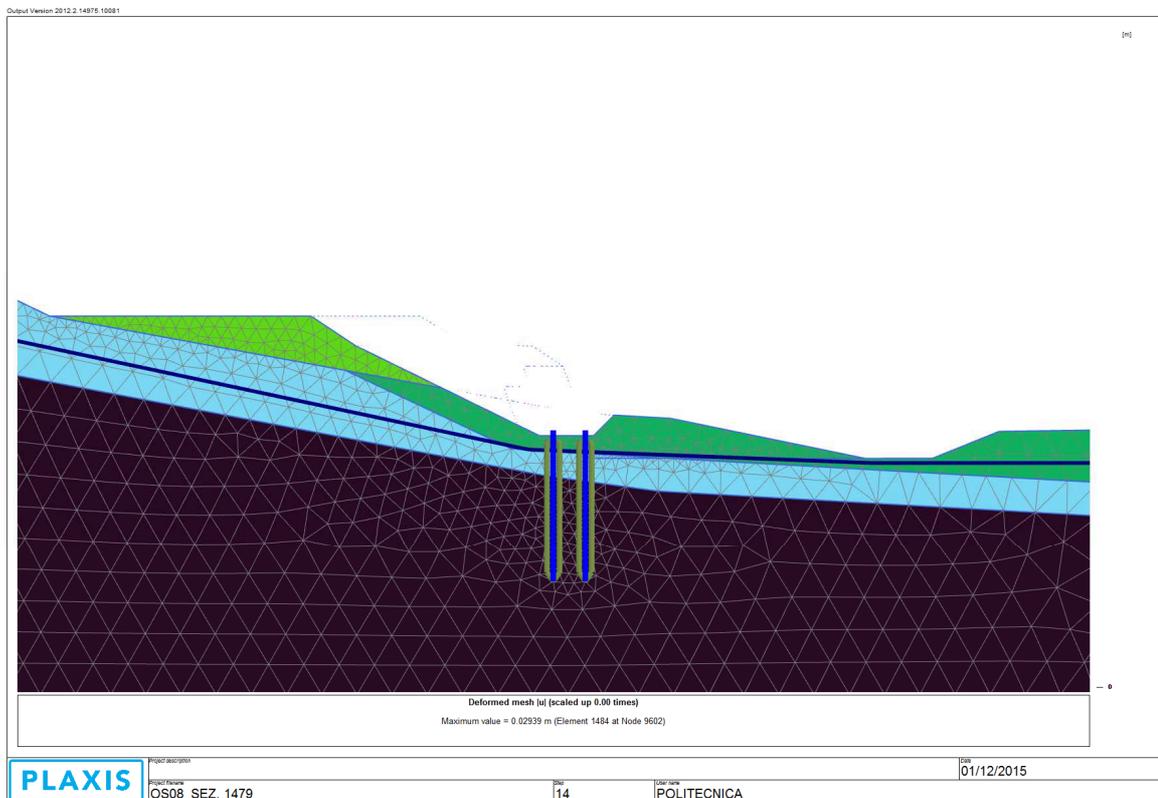


Figura 36: Fase 2: Scavo e realizzazione della doppia fila di pali a cavalletto

con le seguenti caratteristiche:

$D_p = 800 \text{ mm}$	diametro di perforazione
$L = 11.0 \text{ m}$	lunghezza dei pali
$i = 3.0 \text{ m}$	interasse longitudinale fra i pali della stessa fila
$i = 2.5 \text{ m}$	interasse trasversale fra i pali

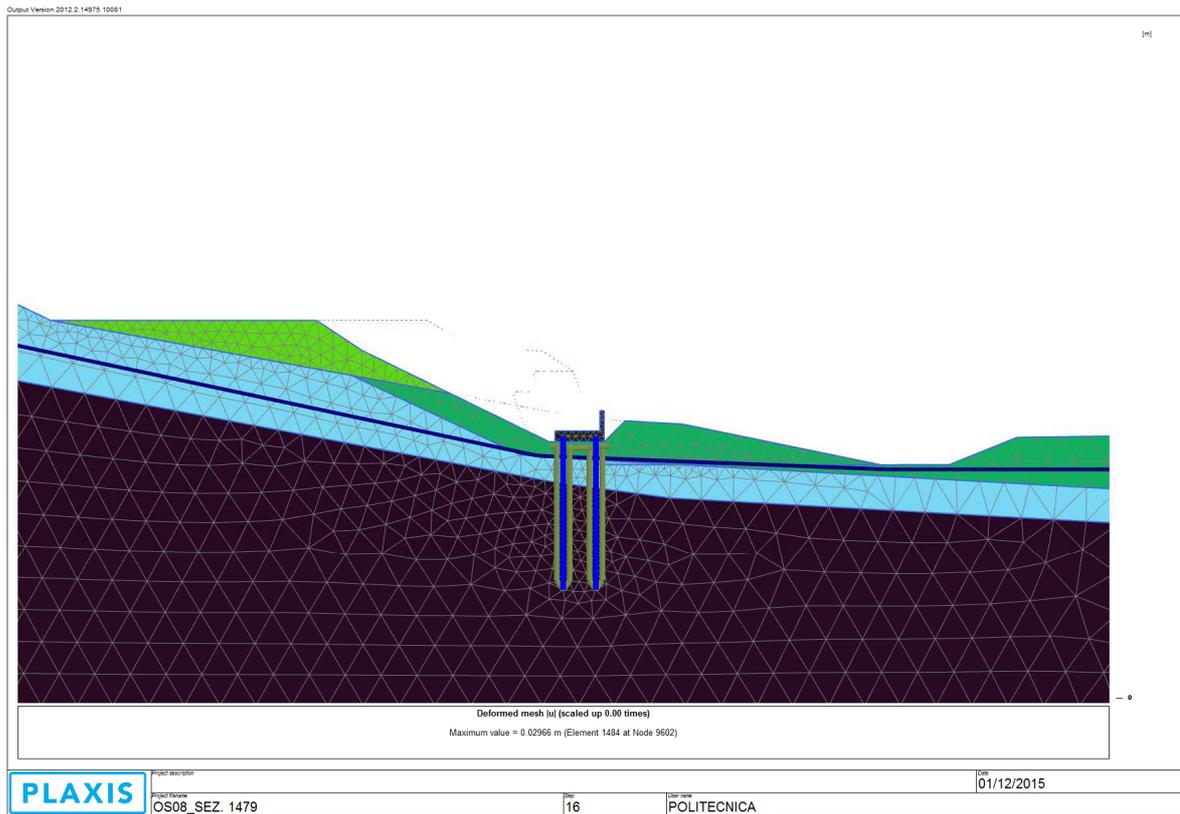


Figura 37: Fase 3: Realizzazione soletta di collegamento tra i pali

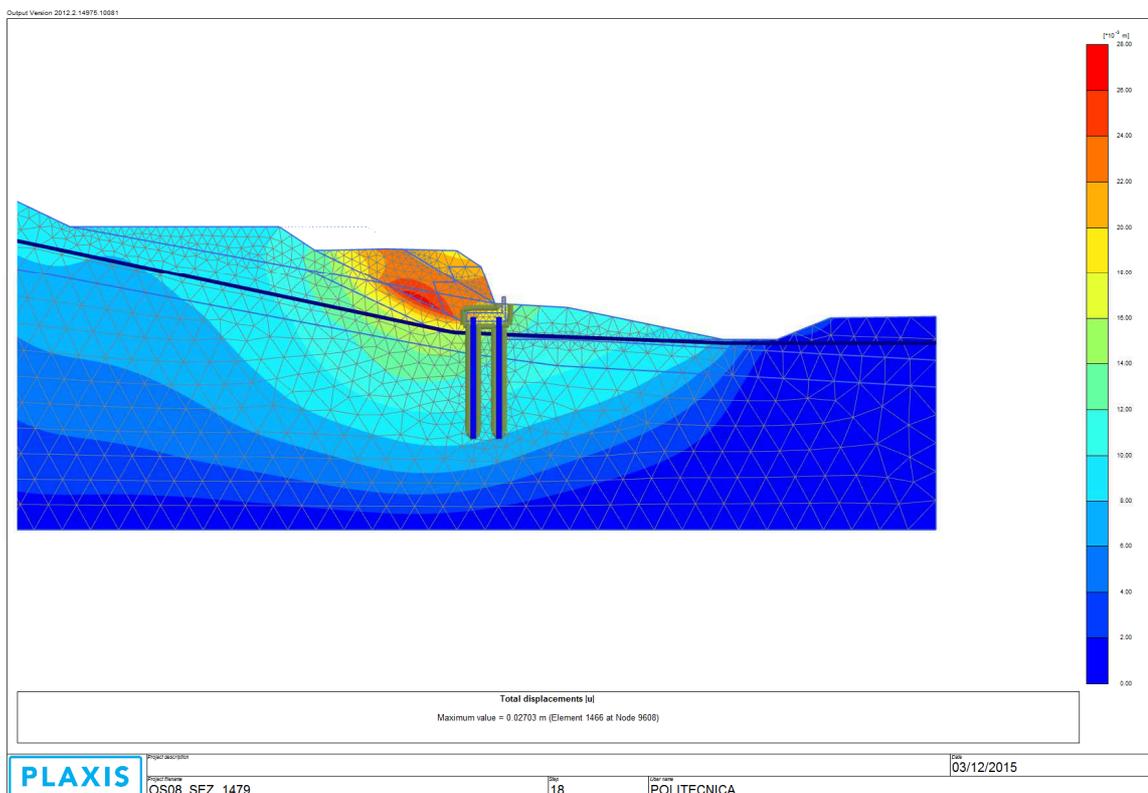
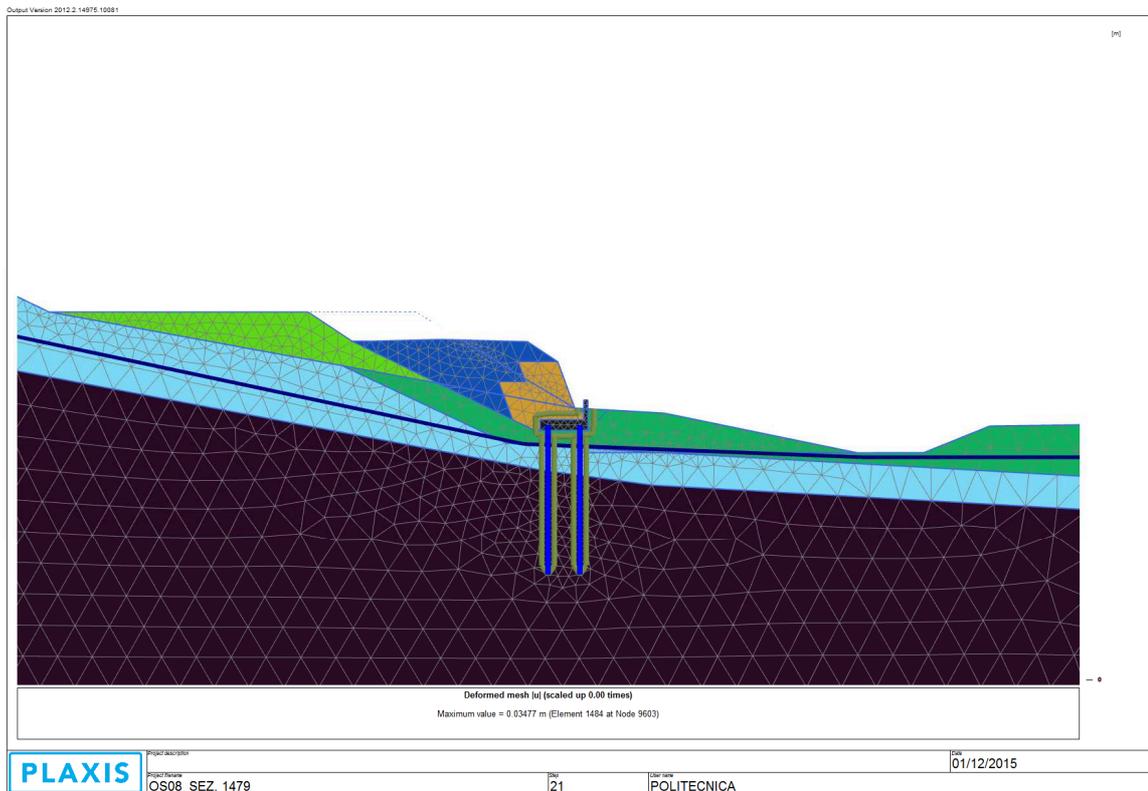


Figura 38: Fase 4: Realizzazione terra rinforzata e corpo del rilevato stabilizzato a calce. Tale configurazione corrisponde alla combinazione **SLE Q.P.**

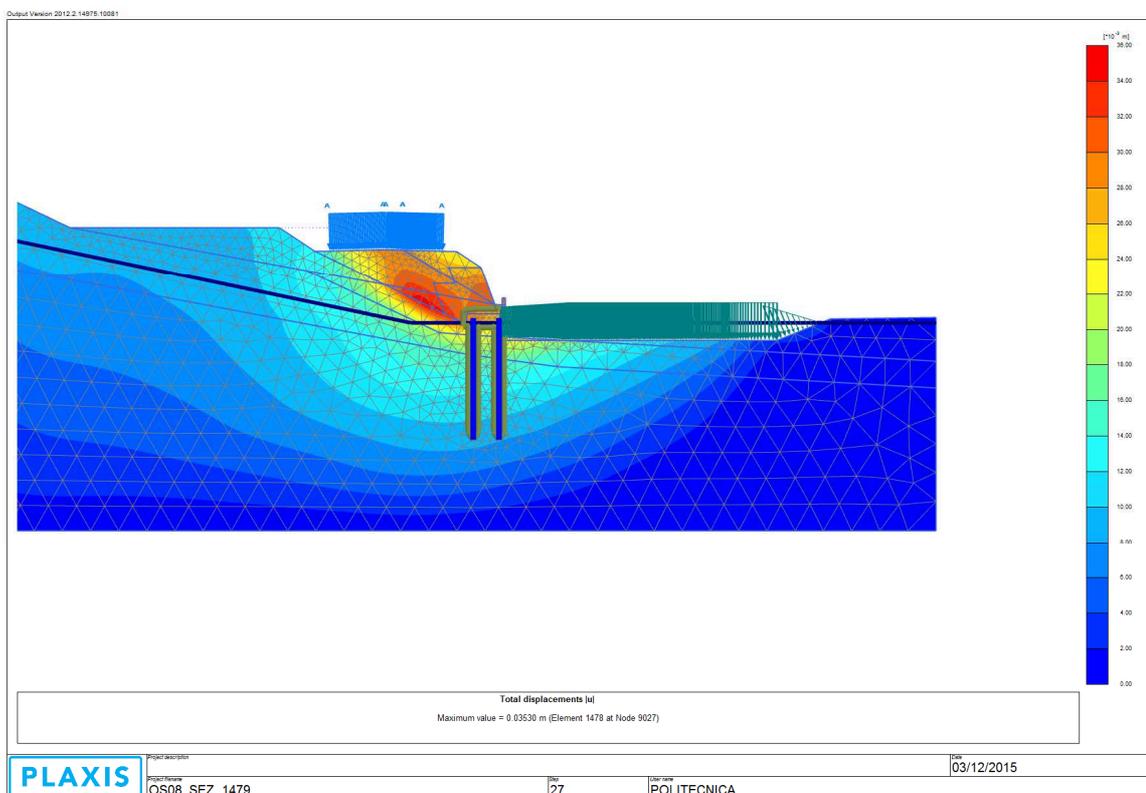
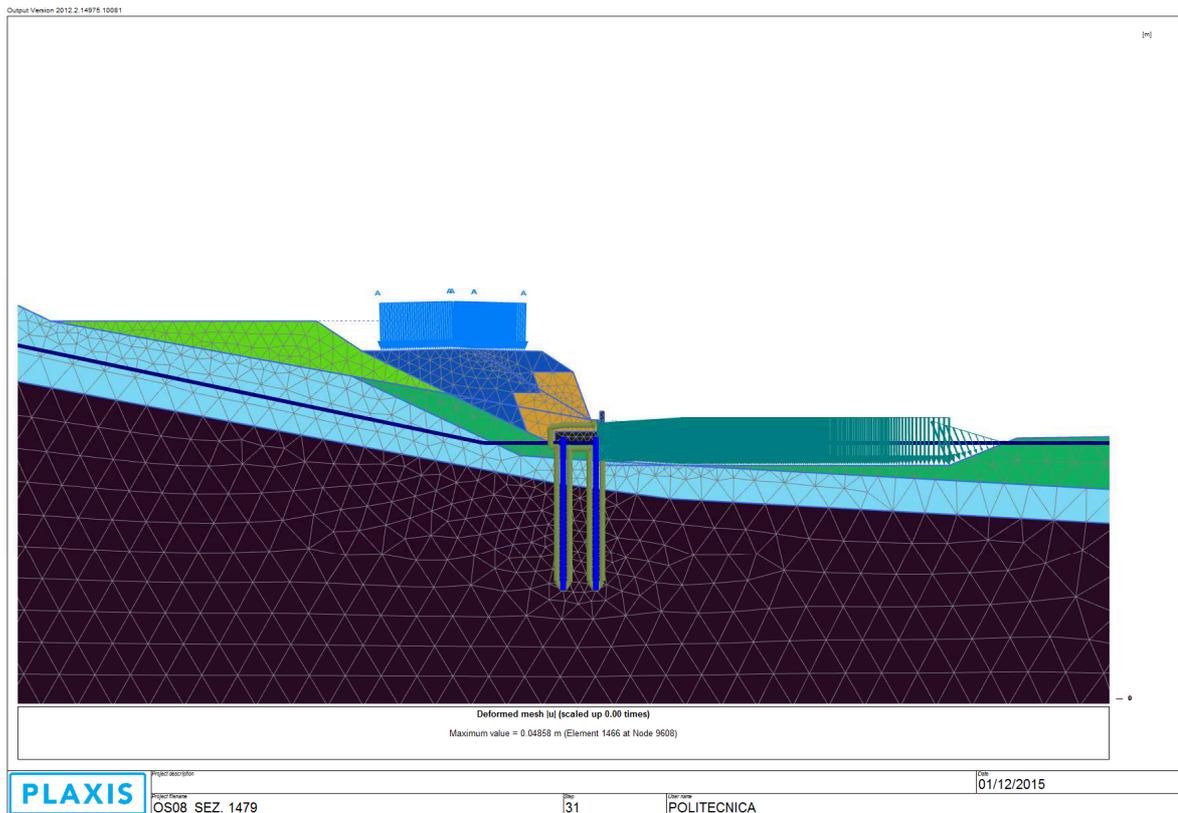


Figura 39 - Fase 5

Fase 5: Realizzato il rilevato, viene attivato il sovraccarico accidentale pari a 20 kN/m^2 agente sul piano viabile, a simulare il traffico veicolare. Viene inoltre portata la falda a -0.50 m da piano

campagna. Tale configurazione corrisponde alla combinazione **SLE Rara**. Da tale configurazione si ottengono anche le sollecitazioni di progetto per le verifiche **SLU STR** degli elementi strutturali, amplificando le sollecitazioni SLE x 1.35.

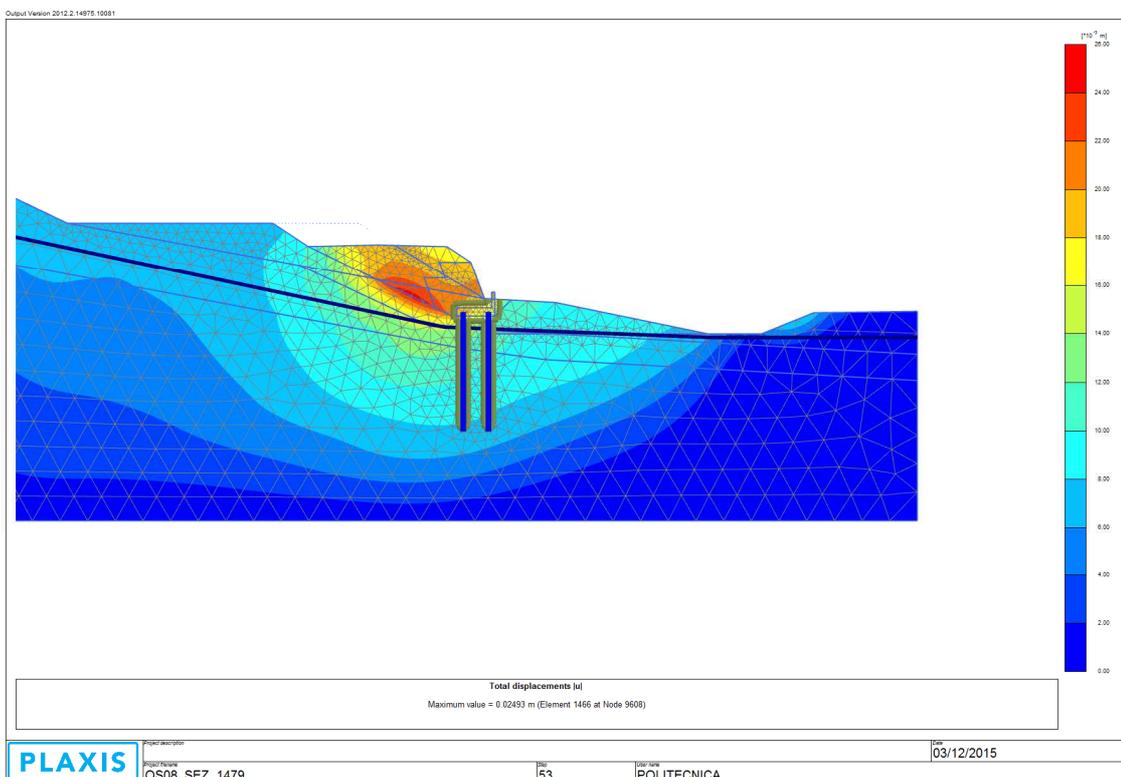
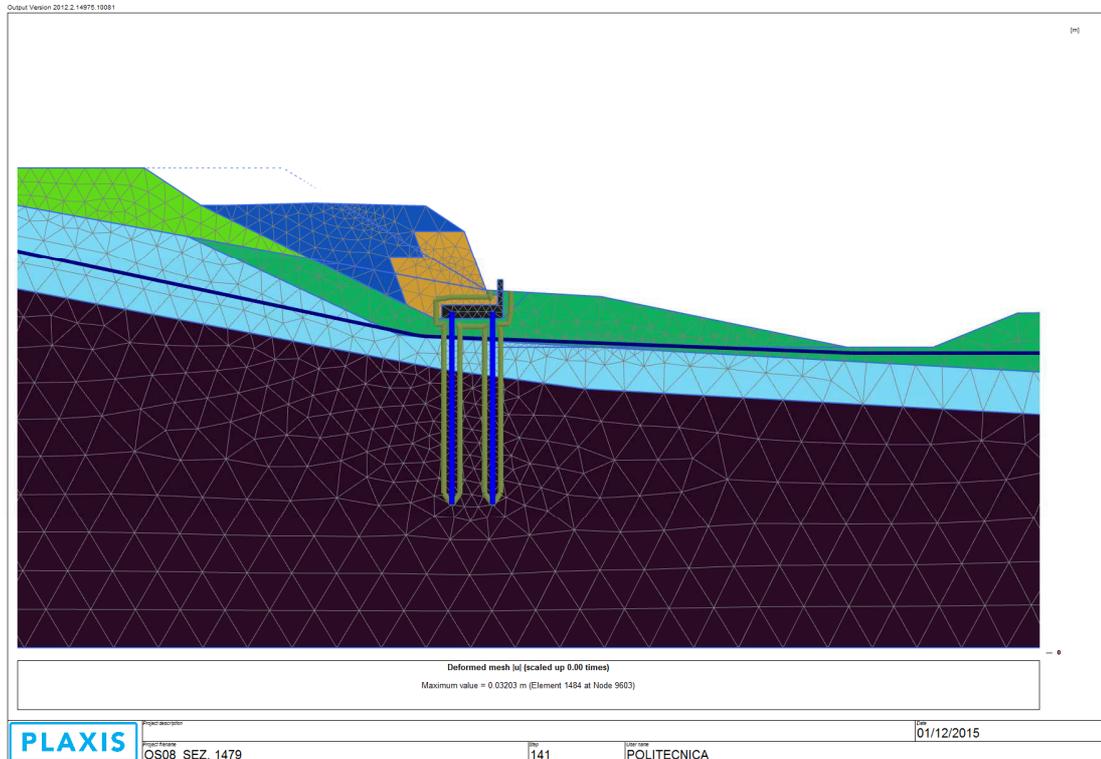


Figura 40 - Fase 5a

Fase 5a: Sisma $a_h = 0.04 \cdot g$. L'analisi sismica è stata effettuata senza sovraccarico stradale e considerando la quota della falda a -2.0 m rispetto al piano campagna. Da tale configurazione si ottengono le sollecitazioni di progetto per le verifiche **SLV** degli elementi strutturali.

- Step 6. A partire dalla fase **SLE Rara**, viene eseguita la verifica di stabilità globale. Tale analisi viene eseguita riducendo progressivamente i parametri di resistenza al taglio dei terreni fino ad ottenere il collasso del sistema geotecnico struttura-terreno (φ' - c' reduction method). Si determina quindi il coefficiente di sicurezza disponibile, in osservanza alla normativa per la verifica **SLU GEO**.
- Step 7. A partire dalla fase **SLV**, viene eseguita la verifica di stabilità globale. Tale analisi viene eseguita riducendo progressivamente i parametri di resistenza al taglio dei terreni fino ad ottenere il collasso del sistema geotecnico struttura-terreno (φ' - c' reduction method). Si determina quindi il coefficiente di sicurezza disponibile, in osservanza alla normativa per la verifica **SLU GEO Sismica**.

7.3.1.1 RISULTATI E VERIFICHE

7.3.1.1.1 Spostamenti

Nella Figura 41 si mostra la distribuzione degli spostamenti sulla mesh mediante rappresentazione a mappe di colore: è ben visibile il cuneo di spinta che determina il risentimento deformativo sul piano campagna. Tali spostamenti sono riferiti sia al solo scalzamento che anche con applicazione del sovraccarico stradale. Nella Figura 42 si mostra la distribuzione degli spostamenti sulla mesh in condizioni sismiche. In Figura 43 si riportano gli spostamenti ottenuti sulla paratia a scalzamento avvenuto e risulta uno spostamento massimo dei pali pari a 28.5 mm, misurati in sommità ai pali stessi.

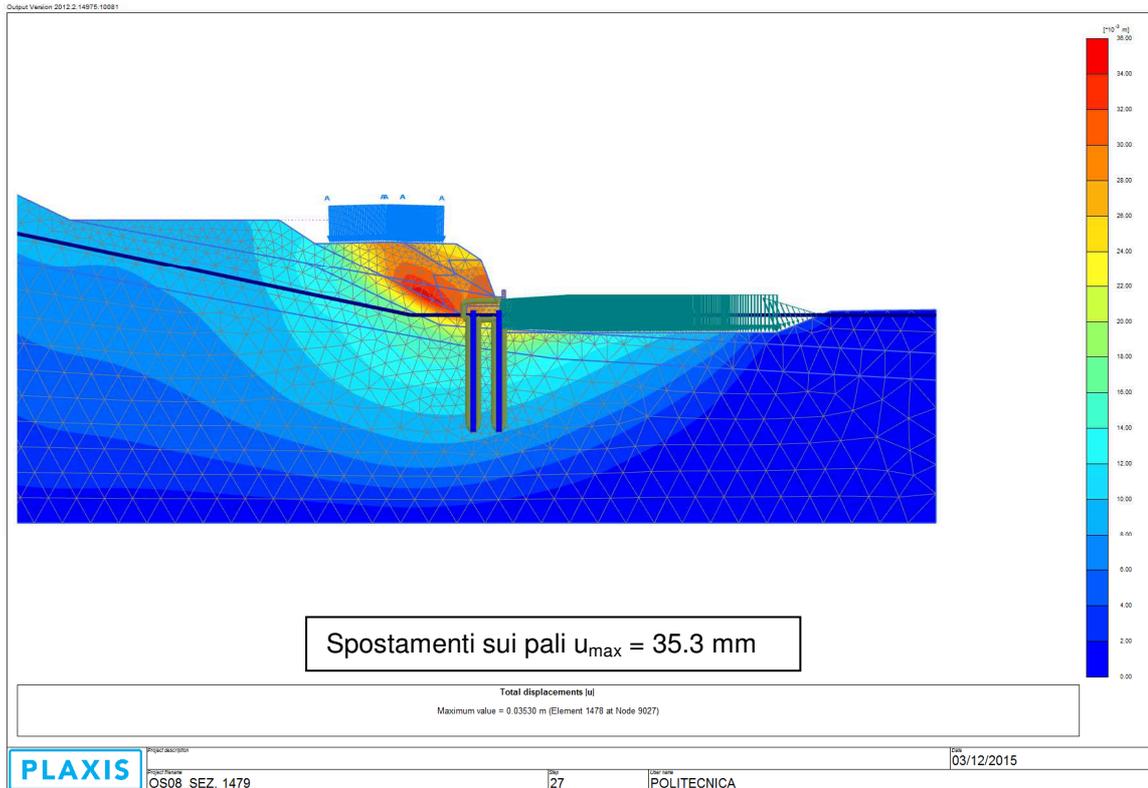


Figura 41 – spostamenti totali in condizioni statiche

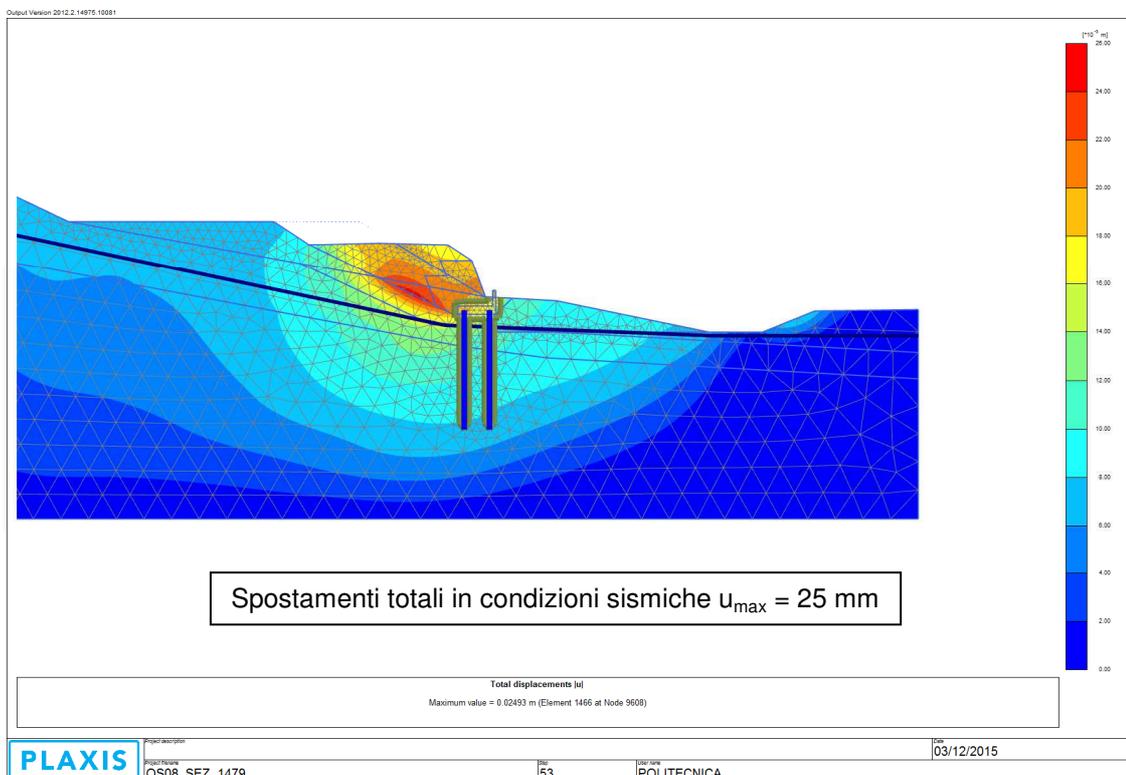


Figura 42 – spostamenti totali in condizioni sismiche

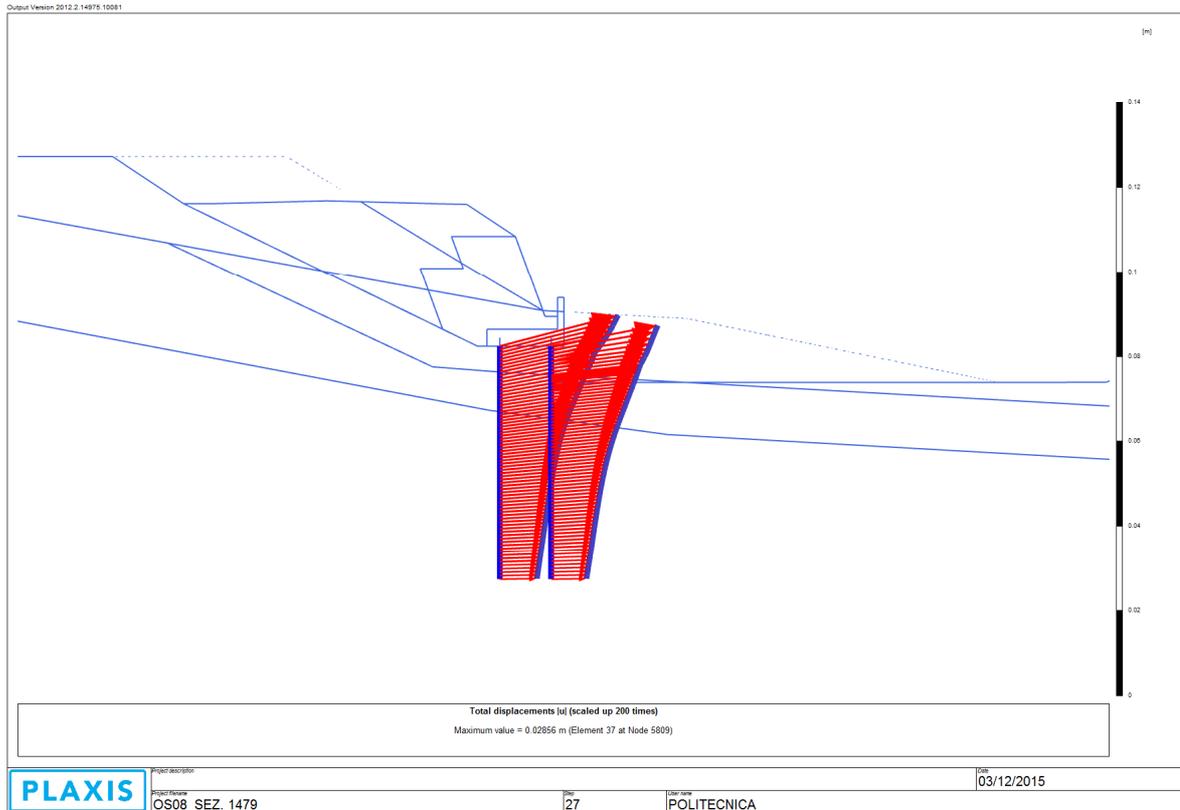


Figura 43 – SLE: spostamenti sui pali

7.3.1.2 SOLLECITAZIONI SUGLI ELEMENTI STRUTTURALI

7.3.1.2.1 Sollecitazioni SLE Q.P.

Nelle figure successive si riporta l'involuppo della distribuzione delle sollecitazioni SLE Q.P. (solo rilevato e falda a -2.0 m da p.c.) sugli elementi beam che rappresentano i pali: forza assiale (Figura 44), momento (Figura 45), taglio (Figura 46) e Le massime sollecitazioni risultano:

$N = 256.7 \text{ kN / m}$	forza assiale (compressione)
$T = 78.5 \text{ kN / m}$	taglio massimo
$M = 81.55 \text{ kN m / m}$	momento massimo palo

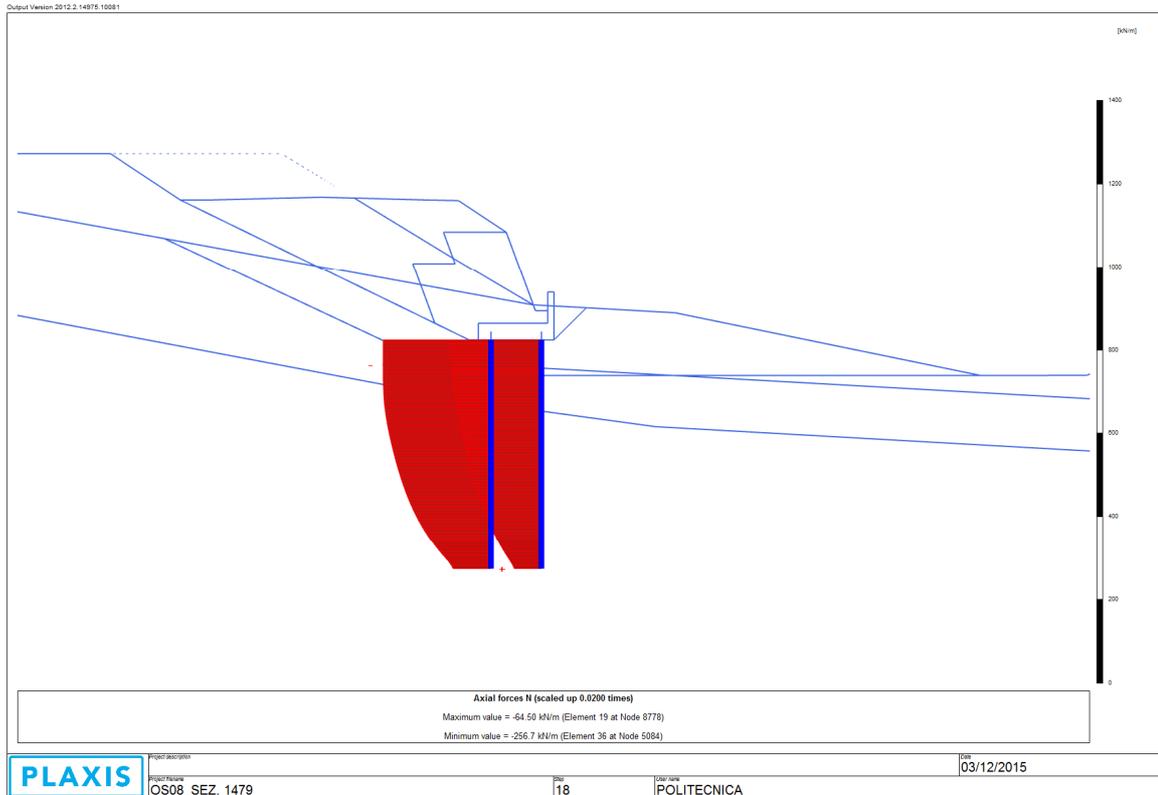


Figura 44 – SLE Q.P.: sforzo normale (-) compressione

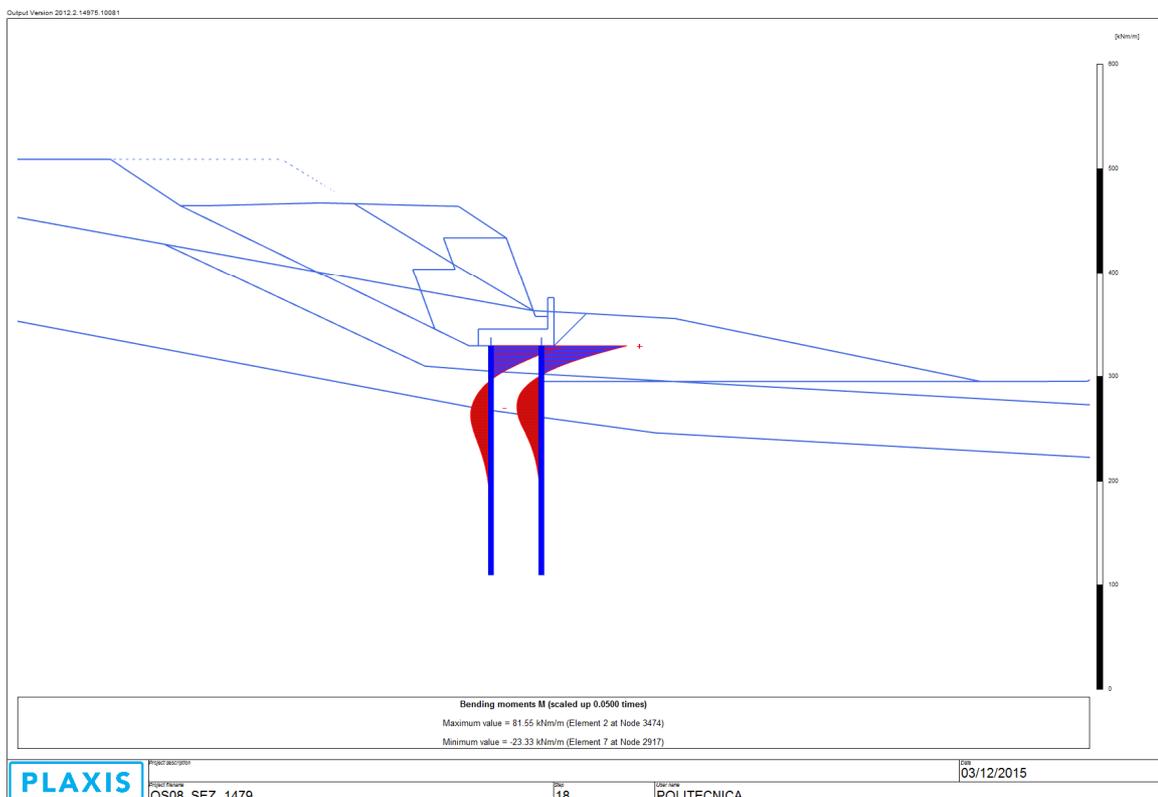


Figura 45 – SLE Q.P.: involucro momento sui pali

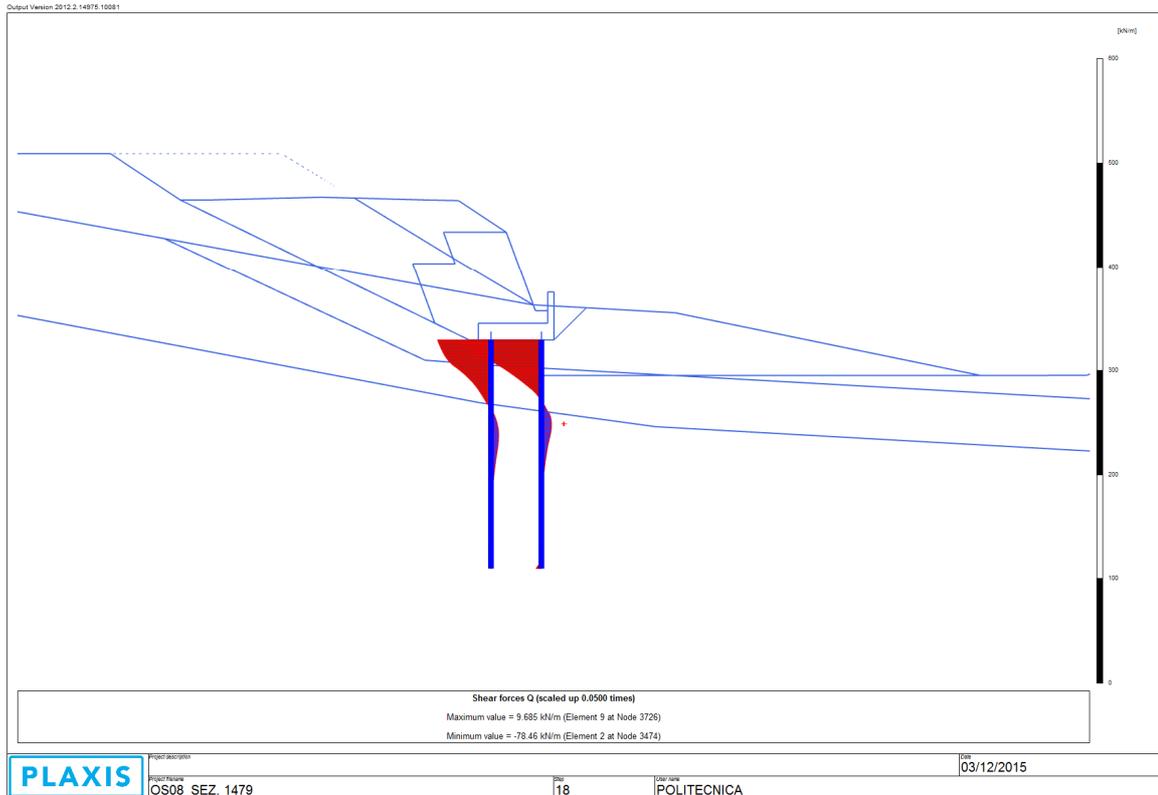


Figura 46 – SLE Q.P.: involucro taglio sui pali

7.3.1.2.2 Sollecitazioni SLE RARE

Nelle successive figure si riporta l'involuppo della distribuzione delle sollecitazioni SLE RARE (scalzamento + sovraccarico stradale) sugli elementi beam che rappresentano i pali: forza assiale (Figura 47), momento (Figura 48) e taglio (Figura 49). Le massime sollecitazioni risultano:

$N = 292.1 \text{ kN / m}$	forza assiale
$T = 108.0 \text{ kN / m}$	taglio massimo
$M = 203.1 \text{ kN m / m}$	momento massimo palo

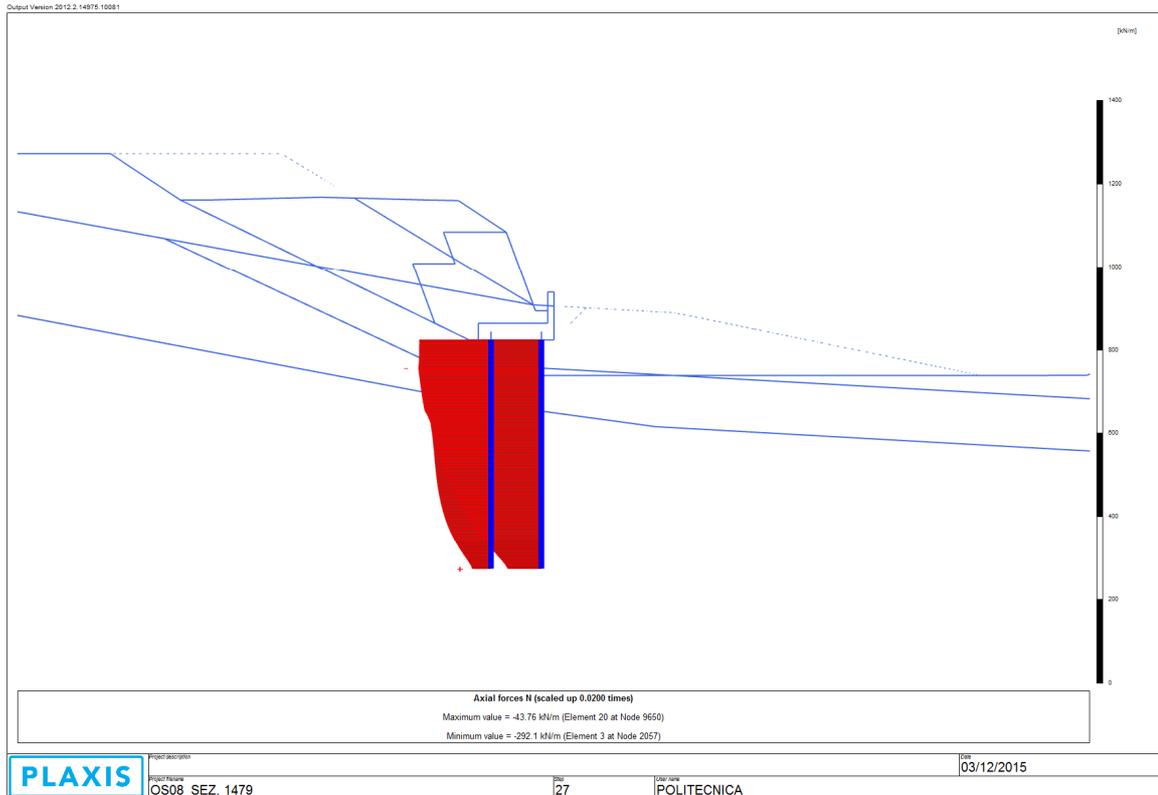


Figura 47 – SLE RARE: sforzo normale (-) compressione

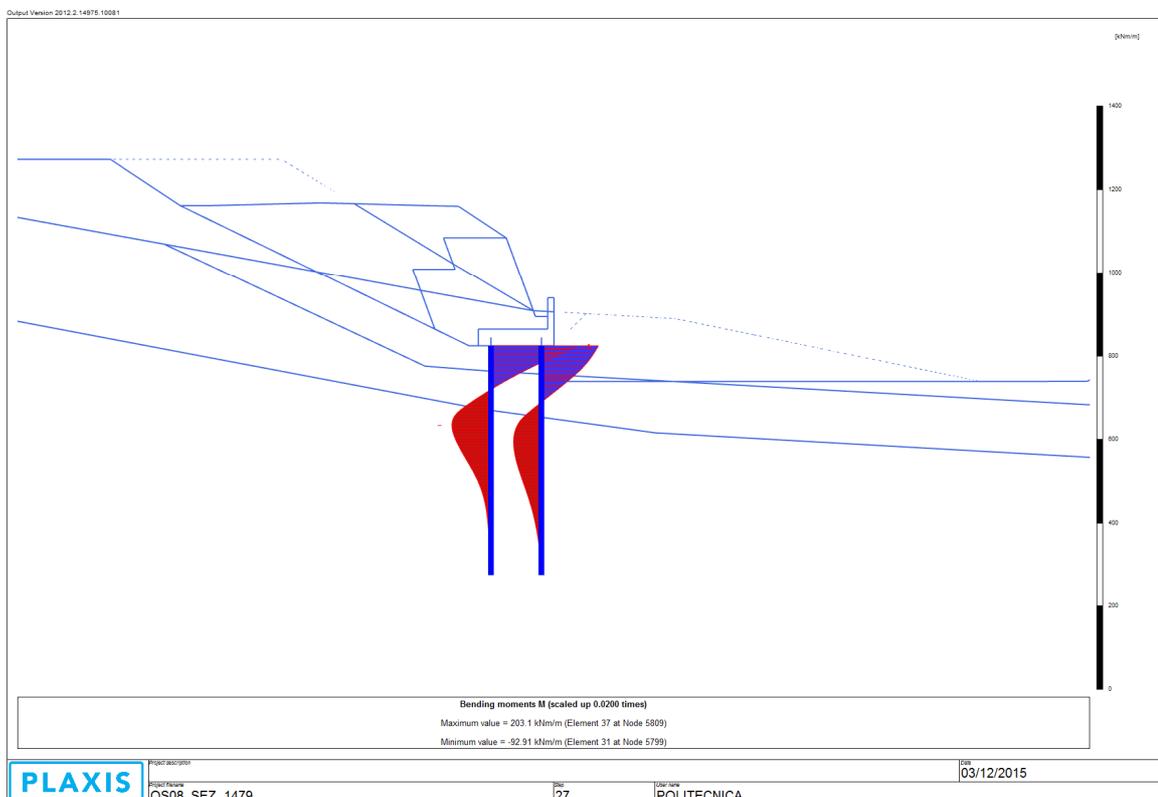


Figura 48 – SLE RARE: involucro momento sui pali

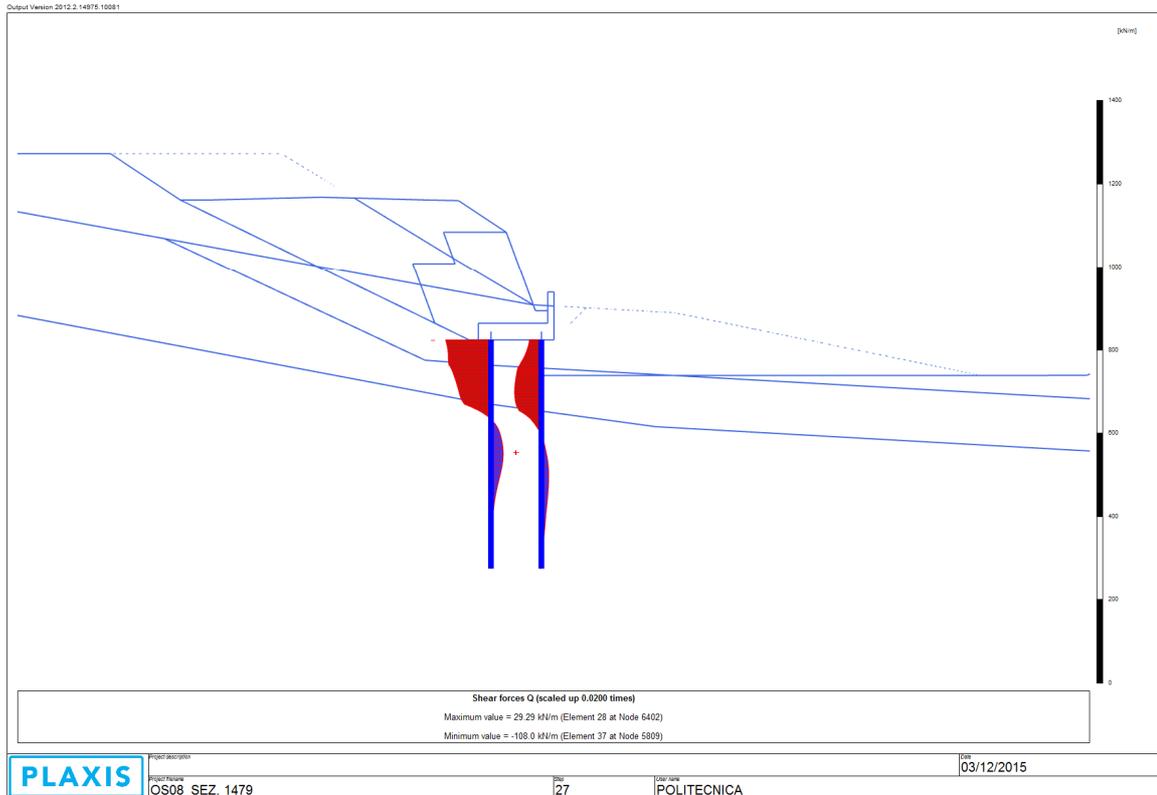


Figura 49 – SLE RARE: inviluppo taglio sui pali

7.3.1.2.3 Sollecitazioni SLU Statiche

Le massime sollecitazioni nella combinazione SLU statica risulta pari a SLE Rare x 1.35. Pertanto le sollecitazioni risultano:

$N = 394.3 \text{ kN / m}$	forza assiale
$T = 145.8 \text{ kN / m}$	taglio massimo
$M = 274.18 \text{ kN m / m}$	momento massimo palo

7.3.1.2.4 Sollecitazioni Simiche - SLV

Nelle successive figure si riporta la distribuzione delle sollecitazioni SLU sismiche sugli elementi beam che rappresentano i pali: forza assiale (Figura 50), momento (Figura 51) e taglio (Figura 52).

Le massime sollecitazioni risultano:

$N = 258.2 \text{ kN / m}$	forza assiale
$T = 65.3 \text{ kN / m}$	taglio massimo
$M = 64.5 \text{ kN m / m}$	momento massimo palo

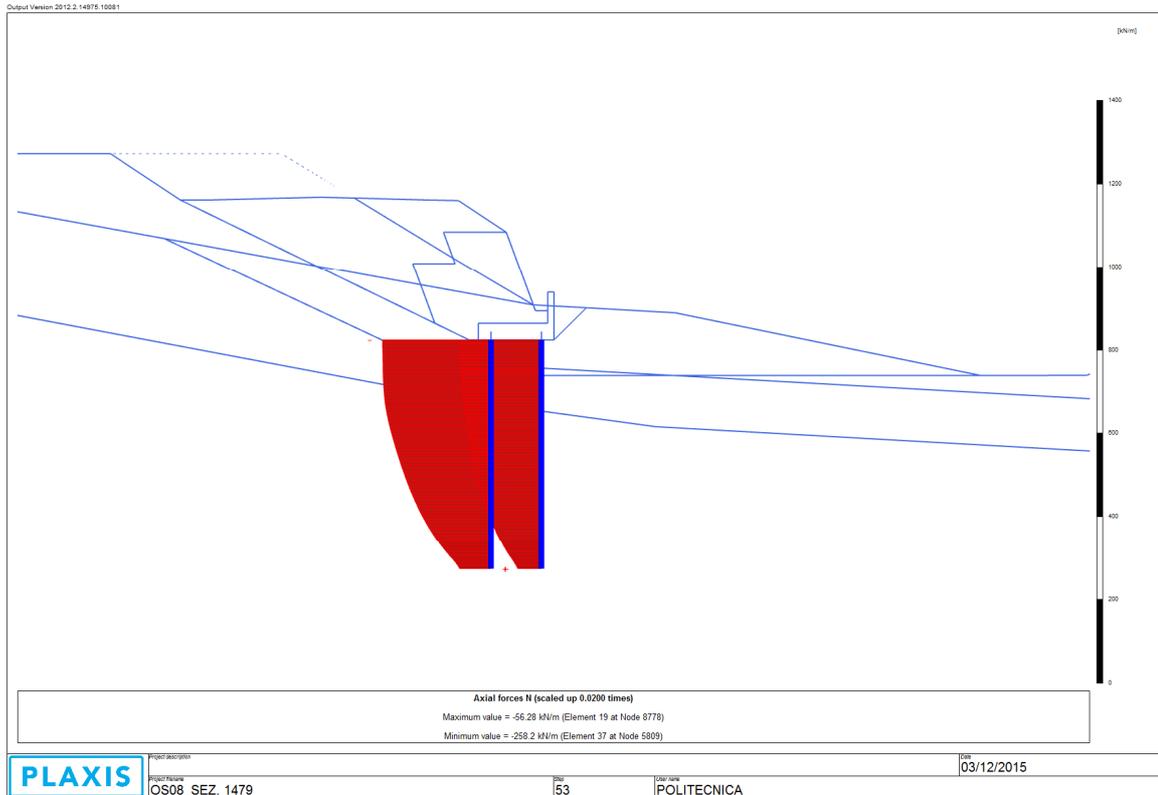


Figura 50 – SLU: sforzo normale (-) compressione

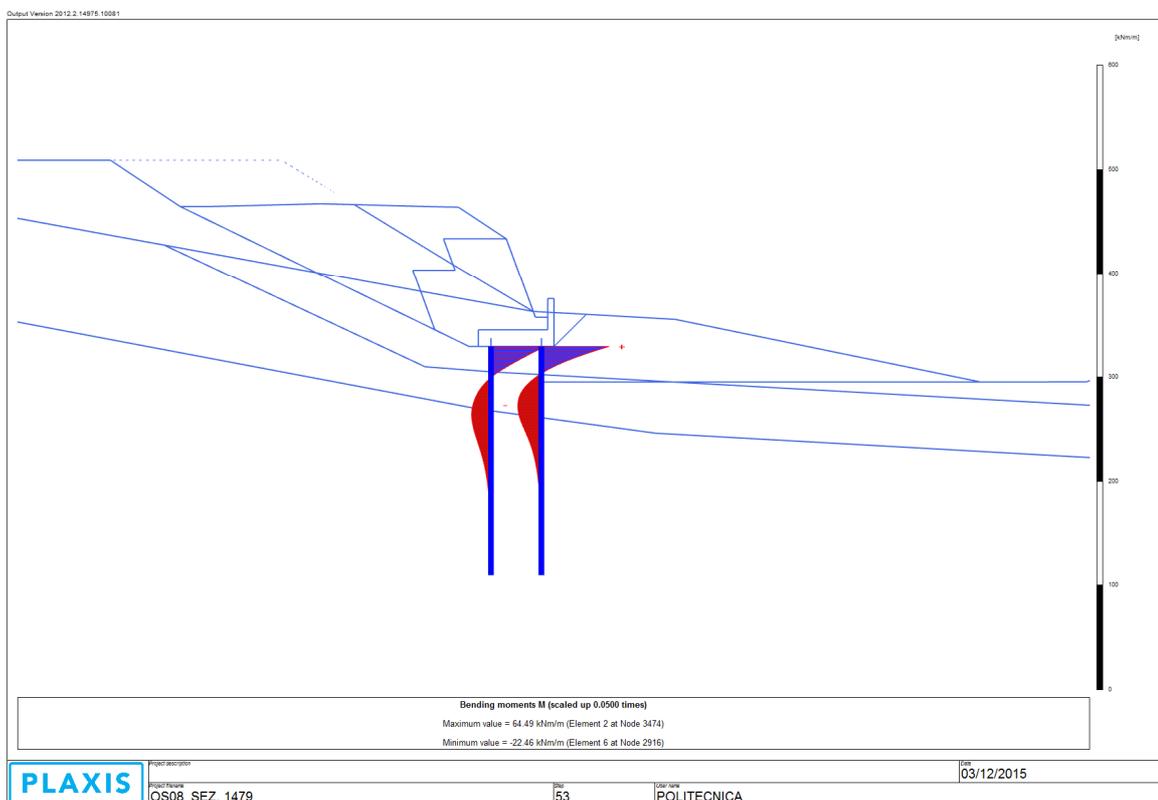


Figura 51 – SLU: involucro momento sui pali

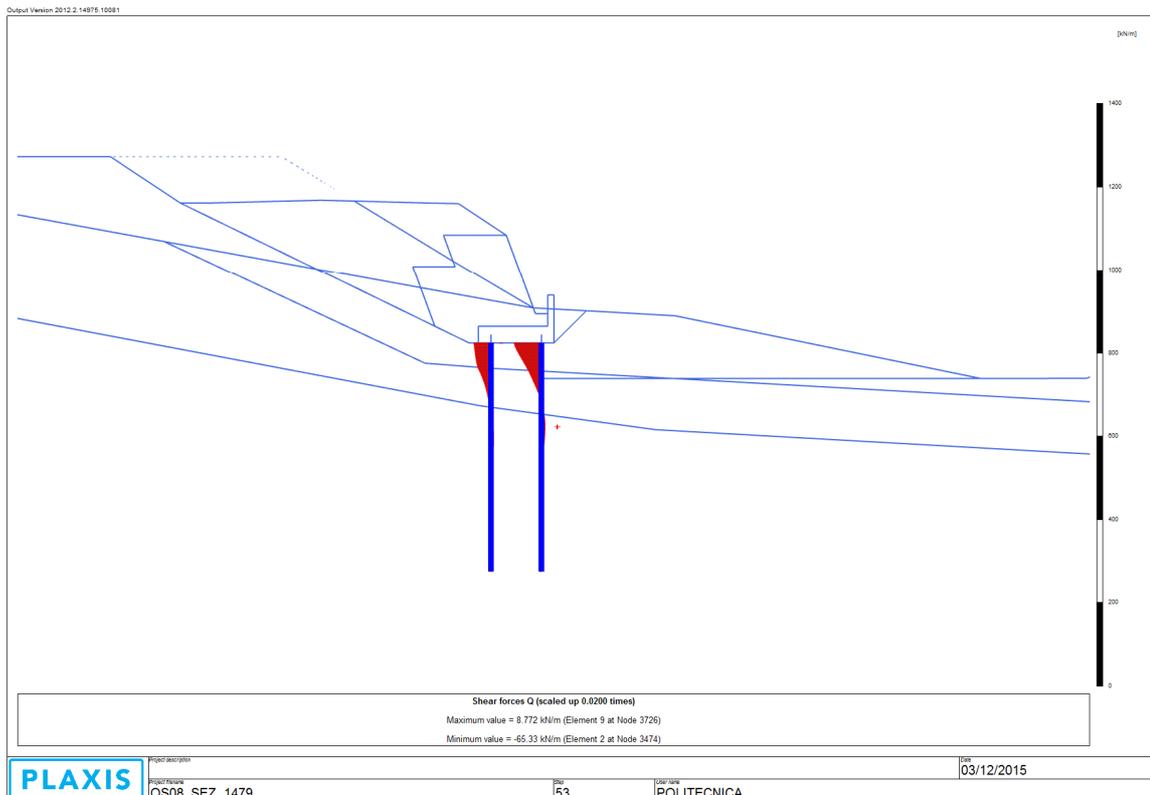


Figura 52 – SLU: involucro taglio sui pali

7.3.1.3 VERIFICHE DI RESISTENZA

Di seguito si riportano le verifiche delle varie sezioni di calcolo sia agli SLE che SLU alla luce delle sollecitazioni suddette. L’armatura longitudinale è costituita da n°20φ26 e staffe a spirale φ12/20. Lungo il fusto, dopo i primi 4m di sviluppo del palo, si adottano le armature minime perviste per la sezione n°20φ20 longitudinali e staffe a spirale φ12/20.

7.3.1.3.1 Verifica di resistenza pali – Sezione di incastro

		N [kN]	M [kNm]	T [kN]
<u>SLU</u>	1° Fila	1182.81	549.68	-258.74
	2° Fila	688.41	822.55	-437.48
<u>SLE RARA</u>	1° Fila	876.16	407.17	-191.66
	2° Fila	509.93	609.30	-324.06
<u>SLE FREQ</u>	1° Fila	651.50	244.64	0.00
	2° Fila	770.01	202.09	0.00
<u>SLE Q.P.</u>	1° Fila	651.50	244.64	0.00
	2° Fila	770.01	202.09	0.00

<u>SLV</u>	1° Fila	577.15	193.46	-195.98
	2° Fila	774.52	155.30	-122.26

Tabella 5

DATI GENERALI SEZIONE IN C.A.

NOME SEZIONE: PALO OS08_incastro_verifica

Descrizione Sezione:	PALO 800 OS08
Metodo di calcolo resistenza:	Stati Limite Ultimi
Normativa di riferimento:	N.T.C.
Tipologia sezione:	Sezione predefinita
Forma della sezione:	Circolare
Percorso sollecitazione:	A Sforzo Norm. costante
Condizioni Ambientali:	Moderat. aggressive
Riferimento Sforzi assegnati:	Assi x,y principali d'inerzia
Riferimento alla sismicità:	Zona non sismica

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C30/37	
	Resistenza compress. di calcolo fcd:	174,00	daN/cm ²
	Resistenza compress. ridotta fcd':	87,00	daN/cm ²
	Deform. unitaria max resistenza ec2:	0,0020	
	Deformazione unitaria ultima ecu:	0,0035	
	Diagramma tensioni-deformaz.:	Parabola-Rettangolo	
	Modulo Elastico Normale Ec:	330194	daN/cm ²
	Coeff. di Poisson:	0,20	
	Resis. media a trazione fctm:	27,60	daN/cm ²
	Coeff.Omogen. S.L.E.:	15,0	
	Sc limite S.L.E. comb. Rare:	184,20	daN/cm ²
	Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Rare:	Non prevista	
	Sc limite S.L.E. comb. Frequenti:	184,20	daN/cm ²
	Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti:	0,300	mm
	Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	138,15	daN/cm ²
Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	0,200	mm	
ACCIAIO -	Tipo:	B450C	
	Resist. caratt. a snervamento fyk:	4500,0	daN/cm ²
	Resist. caratt. a rottura ftk:	4500,0	daN/cm ²
	Resist. a snerv. di calcolo fyd:	3913,0	daN/cm ²
	Resist. ultima di calcolo ftd:	3913,0	daN/cm ²
	Deform. ultima di calcolo Epu:	0,068	daN/cm ²
	Modulo Elastico Ef:	2000000	daN/cm ²
	Diagramma tensioni-deformaz.:	Bilineare finito	
	Coeff. Aderenza istant. β1*β2:	1,00	
	Coeff. Aderenza differito β1*β2:	0,50	
	Comb.Rare - Sf Limite:	3600,0	daN/cm ²

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE

Diametro sezione:	80,0	cm
Barre circonferenza:	20Ø26	(106,2 cm ²)
Coprif.(dal baric. barre):	8,5	cm

ST.LIM.ULTIMI - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [daN] applicato nel baricentro (posit. se di compress.)
Mx	Coppia concentrata [daN m] applicata all'asse x baric. della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sezione
Vy	Taglio [daN] in direzione parallela all'asse y baric. della sezione
MT	Momento torcente [daN m]

N°Comb.	N	Mx	Vy	MT
---------	---	----	----	----

1	118281	54968	25874	0
2	68841	82255	43748	0

COMB. RARE (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [daN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)			
Mx	Coppia concentrata in daNm applicata all'asse x baricentrico della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione			

N°Comb.	N	Mx
1	87616	40717
2	50993	60930

COMB. FREQUENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [daN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)			
Mx	Coppia concentrata in daNm applicata all'asse x baricentrico della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione			

N°Comb.	N	Mx
1	65150	24464
2	77001	20209

COMB. QUASI PERMANENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [daN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)			
Mx	Coppia concentrata in daNm applicata all'asse x baricentrico della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione			

N°Comb.	N	Mx
1	65150	24464
2	77001	20209

RISULTATI DEL CALCOLO

Copriferro netto minimo barre longitudinali:	7,2	cm
Interferro netto minimo barre longitudinali:	7,3	cm
Copriferro netto minimo staffe:	6,0	cm

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - RISULTATI PRESSO-TENSO FLESSIONE

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata									
N	Sforzo normale assegnato [daN] (positivo se di compressione)									
Mx	Momento flettente assegnato [daNm] riferito all'asse x baricentrico									
N ult	Sforzo normale ultimo [daN] nella sezione (positivo se di compress.)									
Mx ult	Momento flettente ultimo [daNm] riferito all'asse x baricentrico									
Mis.Sic.	Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N ult, Mx ult) e (N, Mx) Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000									
Yneutro	Ordinata [cm] dell'asse neutro a rottura nel sistema di rif. X,Y,O sez.									
Mx sn.	Momento flettente allo snervamento [daNm]									
x/d	Rapp. di duttilità a rottura solo se N = 0 (travi)									
C.Rid.	Coeff. di riduz. momenti in travi continue [formula (4.1.1)NTC]									

N°Comb	Ver	N	Mx	N ult	M ult	Mis.Sic.	Yn	M sn	x/d	C.Rid.
1	S	118281	54968	118264	128729	2,342	10,9	101630	---	---
2	S	68841	82255	68853	122158	1,485	13,3	92693	---	---

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

ec max	Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
ec 3/7	Deform. unit. del conglomerato nella fibra a 3/7 dell'altezza efficace
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
ef min	Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)

Affidamento a Contraente Generale dei "Lavori di ammodernamento del tratto Palermo - Lercara Friddi, lotto funzionale dal km 14,4 (km. 0,0 del Lotto 2) compreso il tratto di raccordo della rotatoria Bolognetta, al km 48,0 (km. 33,6 del Lotto 2 – Svincolo Manganaro incluso) compresi i raccordi con le attuali SS n.189 e SS n.121"- PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO

OPERA DI PRESIDIO AL PIEDE OS08-Relazione Tecnica e di Calcolo

Yf min Ordinata in cm della barra corrisp. a ef min (sistema rif. X,Y,O sez.)
 ef max Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compressione)
 Yf max Ordinata in cm della barra corrisp. a ef max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N°Comb	ec max	ec 3/7	Yc max	ef min	Yf min	ef max	Yf max
1	0,00350	-0,00062	40,0	0,00248	31,5	-0,00509	-31,5
2	0,00350	-0,00099	40,0	0,00239	31,5	-0,00587	-31,5

ARMATURE A TAGLIO E/O TORSIONE DI INVILUPPO PER TUTTE LE COMBINAZIONI ASSEGNATE

Diametro staffe: 12 mm
 Passo staffe: 20,0 cm [Passo massimo di normativa = 25,0 cm]
 N.Bracci staffe: 2
 Area staffe/m : 11,3 cm²/m [Area Staffe Minima NTC = 2,3 cm²/m]

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - VERIFICHE A TAGLIO

Ver S = comb.verificata a taglio-tors./ N = comb. non verificata
 Vsdu Taglio agente [daN] uguale al taglio Vy di comb. (sollecit. retta)
 Vrd Taglio resistente [daN] in assenza di staffe [formula (4.1.14)NTC]
 Vcd Taglio compressione resistente [daN] lato conglomerato
 Vwd Taglio trazione resistente [daN] assorbito dalle staffe
 bw Larghezza minima [cm] sezione misurata parallelam. all'asse neutro
 Teta Angolo [gradi sessadec.] di inclinazione dei puntoni di conglomerato
 Acw Coefficiente maggiorativo della resistenza a taglio per compressione
 Afst Area staffe/metro strettamente necessaria per taglio e torsione [cm²/m]

N°Comb	Ver	Vsdu	Vrd	Vcd	Vwd	bw	Teta	Acw	Afst
1	S	25874	39778	133188	59811	72,3	21,80	1,135	4,9
2	S	43748	33367	126556	59811	72,3	21,80	1,079	8,3

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
 Sc max Massima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata [(daN/cm²)
 Yc max Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
 Sc min Minima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata [(daN/cm²)
 Yc min Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc min (sistema rif. X,Y,O)
 Sf min Minima tensione di trazione (-) nell'acciaio [daN/cm²)
 Yf min Ordinata in cm della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)
 Dw Eff. Spessore di conglomerato [cm] in zona tesa considerata aderente alle barre
 Ac eff. Area di congl. [cm²] in zona tesa aderente alle barre (verifica fess.)
 Af eff. Area Barre tese di acciaio [cm²] ricadente nell'area efficace(verifica fess.)

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Yf min	Dw Eff.	Ac Eff.	Af Eff.	D barre
1	S	90,6	-40,0	0,0	-40,0	-1150	31,5	26,7	1316	26,5	---
2	S	133,4	-40,0	0,0	-40,0	-2477	31,5	26,7	1842	37,2	---

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
 Sclmax Massima tensione nel conglomerato nello STATO I non fessurato [daN/cm²)
 Sclmin Minima tensione nel conglomerato nello STATO I non fessurato [daN/cm²)
 K3 =0,125 per flessione; = 0,25 (Sclmin + Sclmax)/(2 Sclmin) per trazione eccentrica
 Beta12 Prodotto dei Coeff. di aderenza Beta1*Beta2
 Eps Deformazione unitaria media tra le fessure
 Srm Distanza media in mm tra le fessure
 Ap.fess. Apertura delle fessure in mm = 1,7*Eps*Srm

N°Comb	Ver	Sclmax	Sclmin	Sc Eff	K3	Beta12	Eps	Srm	Ap.Fess.
1	S	71,4	-44,9	---	0,125	1,00	0,000358	228	0,139
2	S	94,7	-79,3	---	0,125	1,00	0,001088	228	0,422

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

Affidamento a Contraente Generale dei "Lavori di ammodernamento del tratto Palermo - Lercara Friddi, lotto funzionale dal km 14,4 (km. 0,0 del Lotto 2) compreso il tratto di raccordo della rotonda Bolognetta, al km 48,0 (km. 33,6 del Lotto 2 – Svincolo Manganaro incluso) compresi i raccordi con le attuali SS n.189 e SS n.121"- PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO

OPERA DI PRESIDIO AL PIEDE OS08-Relazione Tecnica e di Calcolo

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Yf min	Dw Eff.	Ac Eff.	Af Eff.	D barre
1	S	54,6	-40,0	0,0	-40,0	-586	31,5	26,7	1316	26,5	---
2	S	45,6	-40,0	0,0	-40,0	-315	31,5	26,7	1316	26,5	---

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE

N°Comb	Ver	ScImax	ScImin	Sc Eff	K3	Beta12	Eps	Srm	Ap.Fess.
1	S	44,8	-25,1	---	0,125	0,50	0,000117	228	0,045
2	S	40,5	-17,2	---	0,125	0,50	0,000063	228	0,024

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Yf min	Dw Eff.	Ac Eff.	Af Eff.	D barre
1	S	54,6	-40,0	0,0	-40,0	-586	31,5	26,7	1316	26,5	---
2	S	45,6	-40,0	0,0	-40,0	-315	31,5	26,7	1316	26,5	---

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE

N°Comb	Ver	ScImax	ScImin	Sc Eff	K3	Beta12	Eps	Srm	Ap.Fess.
1	S	44,8	-25,1	---	0,125	0,50	0,000117	228	0,045
2	S	40,5	-17,2	---	0,125	0,50	0,000063	228	0,024

7.3.1.3.2 Verifica di resistenza pali – Sezione lungo il fusto

		N [kN]	M [kNm]	T [kN]
<u>SLU</u>	1° Fila	1064.35	268.22	71.03
	2° Fila	572.66	360.64	118.63
<u>SLE RARA</u>	1° Fila	788.41	198.68	52.62
	2° Fila	424.19	267.14	87.88
<u>SLE FREQ</u>	1° Fila	577.80	50.45	0.00
	2° Fila	734.25	46.69	0.00
<u>SLE Q.P.</u>	1° Fila	577.80	50.45	0.00
	2° Fila	734.25	46.69	0.00
<u>SLV</u>	1° Fila	531.16	48.08	26.32
	2° Fila	719.36	44.87	19.49

Tabella 6

DATI GENERALI SEZIONE IN C.A.

NOME SEZIONE: PALO OS08_fusto

Descrizione Sezione:	PALO 800 OS08
Metodo di calcolo resistenza:	Stati Limite Ultimi
Normativa di riferimento:	N.T.C.
Tipologia sezione:	Sezione predefinita
Forma della sezione:	Circolare
Percorso sollecitazione:	A Sforzo Norm. costante
Condizioni Ambientali:	Moderat. aggressive
Riferimento Sforzi assegnati:	Assi x,y principali d'inertia
Riferimento alla sismicità:	Zona non sismica

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C30/37	
	Resistenza compress. di calcolo fcd:	174,00	daN/cm ²
	Resistenza compress. ridotta fcd':	87,00	daN/cm ²
	Deform. unitaria max resistenza ec2:	0,0020	
	Deformazione unitaria ultima ecu:	0,0035	
	Diagramma tensioni-deformaz.:	Parabola-Rettangolo	
	Modulo Elastico Normale Ec:	330194	daN/cm ²
	Coeff. di Poisson:	0,20	
	Resis. media a trazione fctm:	27,60	daN/cm ²
	Coeff.Omogen. S.L.E.:	15,0	
	Sc limite S.L.E. comb. Rare:	180,00	daN/cm ²
	Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Rare:	Non prevista	
	Sc limite S.L.E. comb. Frequenti:	180,00	daN/cm ²
	Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti:	0,300	mm
	Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	135,00	daN/cm ²
Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	0,200	mm	
ACCIAIO -	Tipo:	B450C	
	Resist. caratt. a snervamento fyk:	4500,0	daN/cm ²
	Resist. caratt. a rottura ftk:	4500,0	daN/cm ²
	Resist. a snerv. di calcolo fyd:	3913,0	daN/cm ²
	Resist. ultima di calcolo ftd:	3913,0	daN/cm ²
	Deform. ultima di calcolo Epu:	0,068	daN/cm ²
	Modulo Elastico Ef:	2000000	daN/cm ²
	Diagramma tensioni-deformaz.:	Bilineare finito	
	Coeff. Aderenza istant. β1*β2:	1,00	
	Coeff. Aderenza differito β1*β2:	0,50	
	Comb.Rare - Sf Limite:	3600,0	daN/cm ²

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE

Diametro sezione:	80,0	cm
Barre circonferenza:	20Ø20	(62,8 cm ²)
Coprif.(dal baric. barre):	8,2	cm

ST.LIM.ULTIMI - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [daN] applicato nel baricentro (posit. se di compress.)
Mx	Coppia concentrata [daN m] applicata all'asse x baric. della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sezione
Vy	Taglio [daN] in direzione parallela all'asse y baric. della sezione
MT	Momento torcente [daN m]

N°Comb.	N	Mx	Vy	MT
1	106435	26822	7103	0
2	57266	36064	11863	0

COMB. RARE (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [daN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)
Mx	Coppia concentrata in daNm applicata all'asse x baricentrico della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N°Comb.	N	Mx
1	78841	19868
2	42419	26714

COMB. FREQUENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [daN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)
Mx	Coppia concentrata in daNm applicata all'asse x baricentrico della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N°Comb.	N	Mx
1	57780	5045
2	73425	4669

COMB. QUASI PERMANENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [daN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)
Mx	Coppia concentrata in daNm applicata all'asse x baricentrico della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N°Comb.	N	Mx
1	57780	5045
2	73425	4669

RISULTATI DEL CALCOLO

Copriferro netto minimo barre longitudinali:	7,2	cm
Interferro netto minimo barre longitudinali:	7,9	cm
Copriferro netto minimo staffe:	6,0	cm

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - RISULTATI PRESSO-TENSO FLESSIONE

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N	Sforzo normale assegnato [daN] (positivo se di compressione)
Mx	Momento flettente assegnato [daNm] riferito all'asse x baricentrico
N ult	Sforzo normale ultimo [daN] nella sezione (positivo se di compress.)
Mx ult	Momento flettente ultimo [daNm] riferito all'asse x baricentrico
Mis.Sic.	Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N ult, Mx ult) e (N, Mx) Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000

Affidamento a Contraente Generale dei "Lavori di ammodernamento del tratto Palermo - Lercara Friddi, lotto funzionale dal km 14,4 (km. 0,0 del Lotto 2) compreso il tratto di raccordo della rotatoria Bolognetta, al km 48,0 (km. 33,6 del Lotto 2 – Svincolo Manganaro incluso) compresi i raccordi con le attuali SS n.189 e SS n.121"- PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO

OPERA DI PRESIDIO AL PIEDE OS08-Relazione Tecnica e di Calcolo

Yneutro Ordinata [cm] dell'asse neutro a rottura nel sistema di rif. X,Y,O sez.
Mx sn. Momento flettente allo snervamento [daNm]
x/d Rapp. di duttilità a rottura solo se N = 0 (travi)
C.Rid. Coeff. di riduz. momenti in travi continue [formula (4.1.1)NTC]

N°Comb	Ver	N	Mx	N ult	M ult	Mis.Sic.	Yn	M sn	x/d	C.Rid.
1	S	106435	26822	106452	91875	3,425	14,1	72172	---	---
2	S	57266	36064	57263	82902	2,299	17,4	62362	---	---

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

ec max Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
ec 3/7 Deform. unit. del conglomerato nella fibra a 3/7 dell'altezza efficace
Yc max Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
ef min Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
Yf min Ordinata in cm della barra corrisp. a ef min (sistema rif. X,Y,O sez.)
ef max Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compressione)
Yf max Ordinata in cm della barra corrisp. a ef max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N°Comb	ec max	ec 3/7	Yc max	ef min	Yf min	ef max	Yf max
1	0,00350	-0,00113	40,0	0,00239	31,8	-0,00621	-31,8
2	0,00350	-0,00181	40,0	0,00223	31,8	-0,00763	-31,8

ARMATURE A TAGLIO E/O TORSIONE DI INVILUPPO PER TUTTE LE COMBINAZIONI ASSEGNATE

Diametro staffe: 12 mm
Passo staffe: 20,0 cm [Passo massimo di normativa = 24,0 cm]
N.Bracci staffe: 2
Area staffe/m : 11,3 cm²/m [Area Staffe Minima NTC = 2,4 cm²/m]

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - VERIFICHE A TAGLIO

Ver S = comb.verificata a taglio-tors./ N = comb. non verificata
Vsdu Taglio agente [daN] uguale al taglio Vy di comb. (sollecit. retta)
Vrd Taglio resistente [daN] in assenza di staffe [formula (4.1.14)NTC]
Vcd Taglio compressione resistente [daN] lato conglomerato
Vwd Taglio trazione resistente [daN] assorbito dalle staffe
bw Larghezza minima [cm] sezione misurata parallelam. all'asse neutro
Teta Angolo [gradi sessadec.] di inclinazione dei puntoni di conglomerato
Acw Coefficiente maggiorativo della resistenza a taglio per compressione
Afst Area staffe/metro strettamente necessaria per taglio e torsione [cm²/m]

N°Comb	Ver	Vsdu	Vrd	Vcd	Vwd	bw	Teta	Acw	Afst
1	S	7103	33969	130891	60570	71,0	21,80	1,122	1,3
2	S	11863	27339	122788	61059	69,6	21,80	1,065	2,2

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
Sc max Massima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata [(daN/cm²)]
Yc max Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
Sc min Minima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata [(daN/cm²)]
Yc min Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc min (sistema rif. X,Y,O)
Sf min Minima tensione di trazione (-) nell'acciaio [daN/cm²]
Yf min Ordinata in cm della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)
Dw Eff. Spessore di conglomerato [cm] in zona tesa considerata aderente alle barre
Ac eff. Area di congl. [cm²] in zona tesa aderente alle barre (verifica fess.)
Af eff. Area Barre tese di acciaio [cm²] ricadente nell'area efficace(verifica fess.)

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Yf min	Dw Eff.	Ac Eff.	Af Eff.	D barre
1	S	52,5	-40,0	0,0	-40,0	-398	31,8	22,2	1104	15,7	---
2	S	74,4	-40,0	0,0	-40,0	-1366	31,8	22,2	1546	22,0	---

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE

Affidamento a Contraente Generale dei "Lavori di ammodernamento del tratto Palermo - Lercara Friddi, lotto funzionale dal km 14,4 (km. 0,0 del Lotto 2) compreso il tratto di raccordo della rotonda Bolognetta, al km 48,0 (km. 33,6 del Lotto 2 – Svincolo Manganaro incluso) compresi i raccordi con le attuali SS n.189 e SS n.121"- PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO

OPERA DI PRESIDIO AL PIEDE OS08-Relazione Tecnica e di Calcolo

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
Sclmax	Massima tensione nel conglomerato nello STATO I non fessurato [daN/cm ²]
Sclmin	Minima tensione nel conglomerato nello STATO I non fessurato [daN/cm ²]
K3	=0,125 per flessione; = 0,25 (Sclmin + Sclmax)/(2 Sclmin) per trazione eccentrica
Beta12	Prodotto dei Coeff. di aderenza Beta1*Beta2
Eps	Deformazione unitaria media tra le fessure
Srm	Distanza media in mm tra le fessure
Ap.fess.	Apertura delle fessure in mm = 1,7*Eps*Srm

N°Comb	Ver	Sclmax	Sclmin	Sc Eff	K3	Beta12	Eps	Srm	Ap.Fess.
1	S	45,2	-18,7	---	0,125	1,00	0,000080	234	0,032
2	S	50,1	-35,9	---	0,125	1,00	0,000278	234	0,111

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Yf min	Dw Eff.	Ac Eff.	Af Eff.	D barre
1	S	17,8	-40,0	1,6	-40,0	48	31,8	0,0	1316	0,0	---
2	S	19,8	-40,0	4,8	-40,0	95	31,8	0,0	1316	0,0	---

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE

N°Comb	Ver	Sclmax	Sclmin	Sc Eff	K3	Beta12	Eps	Srm	Ap.Fess.
1	S	17,8	1,6	---	0,000	1,00	0,000000	0	0,000
2	S	19,8	4,8	---	0,000	1,00	0,000000	0	0,000

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Yf min	Dw Eff.	Ac Eff.	Af Eff.	D barre
1	S	17,8	-40,0	1,6	-40,0	48	31,8	0,0	1316	0,0	---
2	S	19,8	-40,0	4,8	-40,0	95	31,8	0,0	1316	0,0	---

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE

N°Comb	Ver	Sclmax	Sclmin	Sc Eff	K3	Beta12	Eps	Srm	Ap.Fess.
1	S	17,8	1,6	---	0,000	1,00	0,000000	0	0,000
2	S	19,8	4,8	---	0,000	1,00	0,000000	0	0,000

7.3.1.3.3 Verifica di resistenza solettone di fondazione

Per la verifica del solettone i testa alla palificata, si studiano due schemi statici, uno in direzione longitudinale, e uno trasversale.

Verifica in direzione longitudinale

Lo schema longitudinale adottato è costituito da una trave di lunghezza infinita su appoggi distanti pari all'interasse di pali (3.00m). Sulla trave è applicato un carico distribuito al metro lineare derivante dal modello di calcolo del pendio.

Si determinano quindi delle azioni flettenti su una sezione di larghezza pari alla larghezza del palo (0.80m) più la diffusione a 45° fino alla mezzeria della soletta stessa e fino al bordo esterno della soletta (0.20m da un lato e 0.40m dal lato interno) per una larghezza totale di 1.40m ed altezza 0.80m.

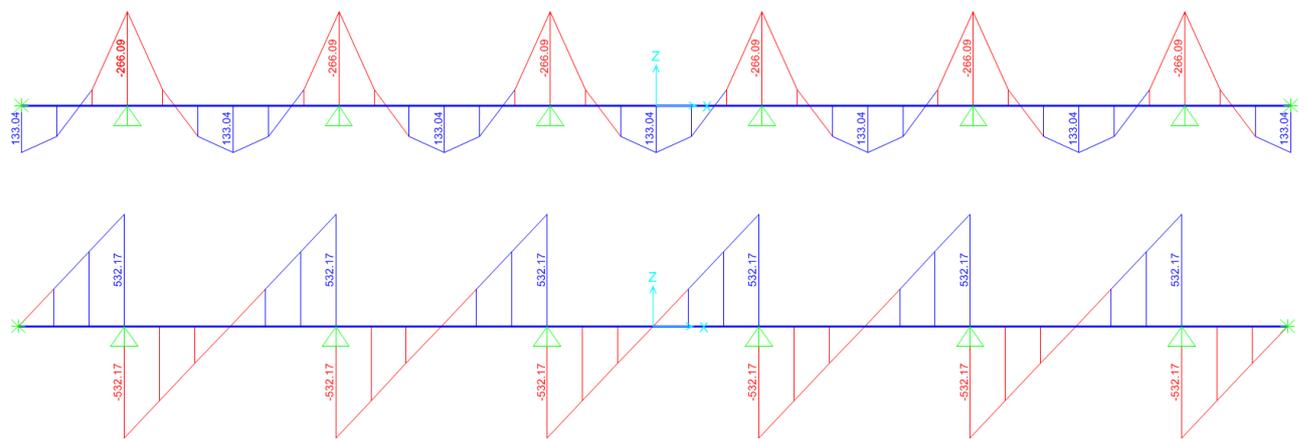


Figura 53-Andamento delle sollecitazioni sul solettone di fondazione-dir.longitudinale

DATI GENERALI SEZIONE IN C.A.

NOME SEZIONE: SOLETTA_140cm OS08

Descrizione Sezione:	SOLETTA 140cm OS08
Metodo di calcolo resistenza:	Stati Limite Ultimi
Normativa di riferimento:	N.T.C.
Tipologia sezione:	Sezione predefinita
Forma della sezione:	Rettangolare
Percorso sollecitazione:	A Sforzo Norm. costante
Condizioni Ambientali:	Moderat. aggressive
Riferimento Sforzi assegnati:	Assi x,y principali d'inerzia
Riferimento alla sismicità:	Zona non sismica

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C25/30
	Resistenza compress. di calcolo fcd:	141,60 daN/cm ²
	Resistenza compress. ridotta fcd':	70,80 daN/cm ²
	Deform. unitaria max resistenza ec2:	0,0020
	Deformazione unitaria ultima ecu:	0,0035
	Diagramma tensioni-deformaz.:	Parabola-Rettangolo
	Modulo Elastico Normale Ec:	314750 daN/cm ²

Affidamento a Contraente Generale dei "Lavori di ammodernamento del tratto Palermo - Lercara Friddi, lotto funzionale dal km 14,4 (km. 0,0 del Lotto 2) compreso il tratto di raccordo della rotatoria Bolognetta, al km 48,0 (km. 33,6 del Lotto 2 – Svincolo Manganaro incluso) compresi i raccordi con le attuali SS n.189 e SS n.121"- PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO

OPERA DI PRESIDIO AL PIEDE OS08-Relazione Tecnica e di Calcolo

Coeff. di Poisson:	0,20	
Resis. media a trazione fctm:	25,60	daN/cm ²
Coeff.Omogen. S.L.E.:	15,0	
Sc limite S.L.E. comb. Rare:	150,00	daN/cm ²
Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Rare:	Non prevista	
Sc limite S.L.E. comb. Frequenti:	150,00	daN/cm ²
Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti:	0,300	mm
Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	112,50	daN/cm ²
Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	0,200	mm

ACCIAIO -	Tipo:	B450C	
	Resist. caratt. a snervamento fyk:	4500,0	daN/cm ²
	Resist. caratt. a rottura ftk:	4500,0	daN/cm ²
	Resist. a snerv. di calcolo fyd:	3913,0	daN/cm ²
	Resist. ultima di calcolo ftd:	3913,0	daN/cm ²
	Deform. ultima di calcolo Epu:	0,068	daN/cm ²
	Modulo Elastico Ef:	2000000	daN/cm ²
	Diagramma tensioni-deformaz.:	Bilineare finito	
	Coeff. Aderenza istant. $\beta_1 \cdot \beta_2$:	1,00	
	Coeff. Aderenza differito $\beta_1 \cdot \beta_2$:	0,50	
	Comb.Rare - Sf Limite:	3600,0	daN/cm ²

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE

Base:	140,0	cm
Altezza:	80,0	cm
Barre inferiori:	7Ø20	(22,0 cm ²)
Barre superiori:	7Ø20	(22,0 cm ²)
Coprif.Inf.(dal baric. barre):	6,5	cm
Coprif.Sup.(dal baric. barre):	6,5	cm

ST.LIM.ULTIMI - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [daN] applicato nel baricentro (posit. se di compress.)			
Mx	Coppia concentrata [daN m] applicata all'asse x baric. della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sezione			
Vy	Taglio [daN] in direzione parallela all'asse y baric. della sezione			
MT	Momento torcente [daN m]			
N°Comb.	N	Mx	Vy	MT
1	0	26909	53217	0

COMB. RARE (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [daN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)	
Mx	Coppia concentrata in daNm applicata all'asse x baricentrico della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione	
N°Comb.	N	Mx
1	0	19710

COMB. FREQUENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [daN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)	
Mx	Coppia concentrata in daNm applicata all'asse x baricentrico della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione	
N°Comb.	N	Mx
1	0	18349

COMB. QUASI PERMANENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [daN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)	
Mx	Coppia concentrata in daNm applicata all'asse x baricentrico della sezione	

con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N°Comb.	N	Mx
1	0	18349

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali:	5,5	cm
Interferro netto minimo barre longitudinali:	19,2	cm
Copriferro netto minimo staffe:	3,9	cm

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - RISULTATI PRESSO-TENSO FLESSIONE

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N	Sforzo normale assegnato [daN] (positivo se di compressione)
Mx	Momento flettente assegnato [daNm] riferito all'asse x baricentrico
N ult	Sforzo normale ultimo [daN] nella sezione (positivo se di compress.)
Mx ult	Momento flettente ultimo [daNm] riferito all'asse x baricentrico
Mis.Sic.	Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N ult, Mx ult) e (N, Mx) Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000
Yneutro	Ordinata [cm] dell'asse neutro a rottura nel sistema di rif. X,Y,O sez.
Mx sn.	Momento flettente allo snervamento [daNm]
x/d	Rapp. di duttilità a rottura solo se N = 0 (travi)
C.Rid.	Coeff. di riduz. momenti in travi continue [formula (4.1.1)NTC]

N°Comb	Ver	N	Mx	N ult	M ult	Mis.Sic.	Yn	M sn	x/d	C.Rid.
1	S	0	26909	6	61524	2,286	73,9	58550	0,08	0,70

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

ec max	Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
ec 3/7	Deform. unit. del conglomerato nella fibra a 3/7 dell'altezza efficace
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
ef min	Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
Yf min	Ordinata in cm della barra corrisp. a ef min (sistema rif. X,Y,O sez.)
ef max	Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compressione)
Yf max	Ordinata in cm della barra corrisp. a ef max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N°Comb	ec max	ec 3/7	Yc max	ef min	Yf min	ef max	Yf max
1	0,00350	-0,01631	80,0	-0,00026	73,5	-0,03897	6,5

ARMATURE A TAGLIO E/O TORSIONE DI INVILUPPO PER TUTTE LE COMBINAZIONI ASSEGNATE

Diametro staffe:	16	mm
Passo staffe:	15,0	cm
N.Bracci staffe:	2	
Area staffe/m :	26,8	cm ² /m

[Passo massimo di normativa = 19,1 cm]
[Area Staffe Minima NTC = 21,0 cm²/m]

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - VERIFICHE A TAGLIO

Ver	S = comb.verificata a taglio-tors./ N = comb. non verificata
Vsdu	Taglio agente [daN] uguale al taglio Vy di comb. (sollecit. retta)
Vrd	Taglio resistente [daN] in assenza di staffe [formula (4.1.14)NTC]
Vcd	Taglio compressione resistente [daN] lato conglomerato
Vwd	Taglio trazione resistente [daN] assorbito dalle staffe
bw	Larghezza minima [cm] sezione misurata parallelam. all'asse neutro
Teta	Angolo [gradi sessadec.] di inclinazione dei puntoni di conglomerato
Acw	Coefficiente maggiorativo della resistenza a taglio per compressione
Afst	Area staffe/metro strettamente necessaria per taglio e torsione [cm ² /m]

N°Comb	Ver	Vsdu	Vrd	Vcd	Vwd	bw	Teta	Acw	Afst
1	S	53217	33800	226097	173480	140,0	21,80	1,000	8,2

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
Sc max	Massima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata [(daN/cm ²]
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
Sc min	Minima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata [(daN/cm ²]
Yc min	Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc min (sistema rif. X,Y,O)
Sf min	Minima tensione di trazione (-) nell'acciaio [daN/cm ²]
Yf min	Ordinata in cm della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)
Dw Eff.	Spessore di conglomerato [cm] in zona tesa considerata aderente alle barre
Ac eff.	Area di congl. [cm ²] in zona tesa aderente alle barre (verifica fess.)
Af eff.	Area Barre tese di acciaio [cm ²] ricadente nell'area efficace(verifica fess.)
D barre	Distanza media in cm tra le barre tese efficaci (verifica fess. formule (7.11)/(7.14)EC2

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Yf min	Dw Eff.	Ac Eff.	Af Eff.	D barre
1	S	23,0	80,0	0,0	80,0	-1314	73,5	20,5	2870	22,0	21,2

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
Sclmax	Massima tensione nel conglomerato nello STATO I non fessurato [daN/cm ²]
Sclmin	Minima tensione nel conglomerato nello STATO I non fessurato [daN/cm ²]
Sc Eff	Tensione al limite dello spessore teso efficace nello STATO I [daN/cm ²]
K3	Coeff. di normativa = 0,25 (Sclmin + ScEff)/(2 Sclmin)
Beta12	Prodotto dei Coeff. di aderenza Beta1*Beta2
Eps	Deformazione unitaria media tra le fessure
Srm	Distanza media in mm tra le fessure
Ap.fess.	Apertura delle fessure in mm = 1,7*Eps*Srm

N°Comb	Ver	Sclmax	Sclmin	Sc Eff	K3	Beta12	Eps	Srm	Ap.Fess.
1	S	11,7	-11,7	-5,7	0,186	1,00	0,000263	346	0,155

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Yf min	Dw Eff.	Ac Eff.	Af Eff.	D barre
1	S	21,4	80,0	0,0	80,0	-1223	73,5	20,5	2870	22,0	21,2

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE

N°Comb	Ver	Sclmax	Sclmin	Sc Eff	K3	Beta12	Eps	Srm	Ap.Fess.
1	S	10,9	-10,9	-5,3	0,186	0,50	0,000245	346	0,144

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Yf min	Dw Eff.	Ac Eff.	Af Eff.	D barre
1	S	21,4	80,0	0,0	80,0	-1223	73,5	20,5	2870	22,0	21,2

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE

N°Comb	Ver	Sclmax	Sclmin	Sc Eff	K3	Beta12	Eps	Srm	Ap.Fess.
1	S	10,9	-10,9	-5,3	0,186	0,50	0,000245	346	0,144

Verifica in direzione trasversale

Lo schema trasversale adottato è costituito da una trave di lunghezza 3.60m su due appoggi a distanza reciproca 2.40m. La sezione presenta larghezza 3.00m (pari all'interasse dei pali) e altezza 0.80m. In corrispondenza di ognuno degli appoggi si applica un momento flettente pari a quello in testa ad ogni palo.

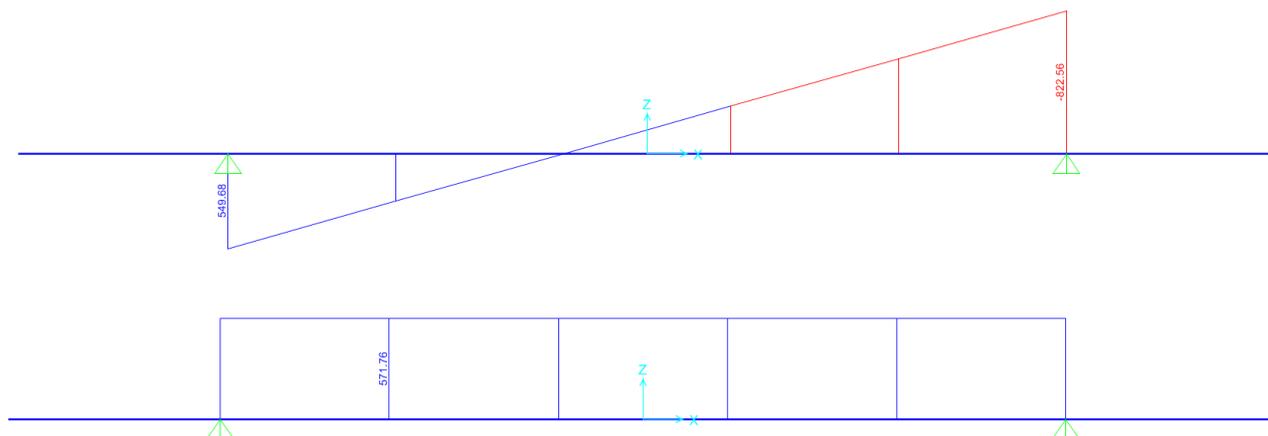


Figura 54- Andamento delle sollecitazioni sul solettone di fondazione-dir.trasversale

DATI GENERALI SEZIONE IN C.A.

NOME SEZIONE: SOLETTA_300cm OS08

Descrizione Sezione:	SOLETTA 300cm OS08
Metodo di calcolo resistenza:	Stati Limite Ultimi
Normativa di riferimento:	N.T.C.
Tipologia sezione:	Sezione predefinita
Forma della sezione:	Rettangolare
Percorso sollecitazione:	A Sforzo Norm. costante
Condizioni Ambientali:	Moderat. aggressive
Riferimento Sforzi assegnati:	Assi x,y principali d'inerzia
Riferimento alla sismicità:	Zona non sismica

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C25/30	
	Resistenza compress. di calcolo fcd:	141,60	daN/cm ²
	Resistenza compress. ridotta fcd':	70,80	daN/cm ²
	Deform. unitaria max resistenza ec2:	0,0020	
	Deformazione unitaria ultima ecu:	0,0035	
	Diagramma tensioni-deformaz.:	Parabola-Rettangolo	
	Modulo Elastico Normale Ec:	314750	daN/cm ²
	Coeff. di Poisson:	0,20	
	Resis. media a trazione fctm:	25,60	daN/cm ²
	Coeff.Omogen. S.L.E.:	15,0	
	Sc limite S.L.E. comb. Rare:	150,00	daN/cm ²
	Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Rare:	Non prevista	
	Sc limite S.L.E. comb. Frequenti:	150,00	daN/cm ²
	Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti:	0,300	mm
	Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	112,50	daN/cm ²
	Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	0,200	mm

Affidamento a Contraente Generale dei "Lavori di ammodernamento del tratto Palermo - Lercara Friddi, lotto funzionale dal km 14,4 (km. 0,0 del Lotto 2) compreso il tratto di raccordo della rotatoria Bolognetta, al km 48,0 (km. 33,6 del Lotto 2 – Svincolo Manganaro incluso) compresi i raccordi con le attuali SS n.189 e SS n.121"- PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO

OPERA DI PRESIDIO AL PIEDE OS08-Relazione Tecnica e di Calcolo

ACCIAIO -	Tipo:	B450C	
	Resist. caratt. a snervamento fyk:	4500,0	daN/cm ²
	Resist. caratt. a rottura ftk:	4500,0	daN/cm ²
	Resist. a snerv. di calcolo fyd:	3913,0	daN/cm ²
	Resist. ultima di calcolo ftd:	3913,0	daN/cm ²
	Deform. ultima di calcolo Epu:	0,068	daN/cm ²
	Modulo Elastico Ef:	2000000	daN/cm ²
	Diagramma tensioni-deformaz.:	Bilineare finito	
	Coeff. Aderenza istant. $\beta_1 \cdot \beta_2$:	1,00	
	Coeff. Aderenza differito $\beta_1 \cdot \beta_2$:	0,50	
	Comb.Rare - Sf Limite:	3600,0	daN/cm ²

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE

Base:	300,0	cm
Altezza:	80,0	cm
Barre inferiori:	20Ø16	(40,2 cm ²)
Barre superiori:	20Ø16	(40,2 cm ²)
Coprif.Inf.(dal baric. barre):	4,8	cm
Coprif.Sup.(dal baric. barre):	4,8	cm

ST.LIM.ULTIMI - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [daN] applicato nel baricentro (posit. se di compress.)			
Mx	Coppia concentrata [daN m] applicata all'asse x baric. della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sezione			
Vy	Taglio [daN] in direzione parallela all'asse y baric. della sezione			
MT	Momento torcente [daN m]			
N°Comb.	N	Mx	Vy	MT
1	0	82256	57176	0

COMB. RARE (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [daN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)	
Mx	Coppia concentrata in daNm applicata all'asse x baricentrico della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione	
N°Comb.	N	Mx
1	0	60930

COMB. FREQUENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [daN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)	
Mx	Coppia concentrata in daNm applicata all'asse x baricentrico della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione	
N°Comb.	N	Mx
1	0	20209

COMB. QUASI PERMANENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [daN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)	
Mx	Coppia concentrata in daNm applicata all'asse x baricentrico della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione	
N°Comb.	N	Mx
1	0	20209

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali:	4,0	cm
Interferro netto minimo barre longitudinali:	13,7	cm
Copriferro netto minimo staffe:	2,4	cm

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - RISULTATI PRESSO-TENSO FLESSIONE

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N	Sforzo normale assegnato [daN] (positivo se di compressione)
Mx	Momento flettente assegnato [daNm] riferito all'asse x baricentrico
N ult	Sforzo normale ultimo [daN] nella sezione (positivo se di compress.)
Mx ult	Momento flettente ultimo [daNm] riferito all'asse x baricentrico
Mis.Sic.	Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N ult,Mx ult) e (N,Mx) Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000
Yneutro	Ordinata [cm] dell'asse neutro a rottura nel sistema di rif. X,Y,O sez.
Mx sn.	Momento flettente allo snervamento [daNm]
x/d	Rapp. di duttilità a rottura solo se N = 0 (travi)
C.Rid.	Coeff. di riduz. momenti in travi continue [formula (4.1.1)NTC]

N°Comb	Ver	N	Mx	N ult	M ult	Mis.Sic.	Yn	M sn	x/d	C.Rid.
1	S	0	82256	-29	115365	1,403	75,3	110612	0,06	0,70

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

ec max	Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
ec 3/7	Deform. unit. del conglomerato nella fibra a 3/7 dell'altezza efficace
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
ef min	Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
Yf min	Ordinata in cm della barra corrisp. a ef min (sistema rif. X,Y,O sez.)
ef max	Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compressione)
Yf max	Ordinata in cm della barra corrisp. a ef max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N°Comb	ec max	ec 3/7	Yc max	ef min	Yf min	ef max	Yf max
1	0,00350	-0,02191	80,0	-0,00006	75,2	-0,05223	4,8

ARMATURE A TAGLIO E/O TORSIONE DI INVILUPPO PER TUTTE LE COMBINAZIONI ASSEGNATE

Diametro staffe:	16	mm	
Passo staffe:	15,0	cm	[Passo massimo di normativa = 17,9 cm]
N.Bracci staffe:	4		
Area staffe/m :	53,6	cm ² /m	[Area Staffe Minima NTC = 45,0 cm ² /m]

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - VERIFICHE A TAGLIO

Ver	S = comb.verificata a taglio-tors./ N = comb. non verificata
Vsdu	Taglio agente [daN] uguale al taglio Vy di comb. (sollecit. retta)
Vrd	Taglio resistente [daN] in assenza di staffe [formula (4.1.14)NTC]
Vcd	Taglio compressione resistente [daN] lato conglomerato
Vwd	Taglio trazione resistente [daN] assorbito dalle staffe
bw	Larghezza minima [cm] sezione misurata parallelam. all'asse neutro
Teta	Angolo [gradi sessadec.] di inclinazione dei puntoni di conglomerato
Acw	Coefficiente maggiorativo della resistenza a taglio per compressione
Afst	Area staffe/metro strettamente necessaria per taglio e torsione [cm ² /m]

N°Comb	Ver	Vsdu	Vrd	Vcd	Vwd	bw	Teta	Acw	Afst
1	S	57176	73672	495699	354984	300,0	21,80	1,000	8,6

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
Sc max	Massima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata [(daN/cm ²)]
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
Sc min	Minima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata [(daN/cm ²)]
Yc min	Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc min (sistema rif. X,Y,O)
Sf min	Minima tensione di trazione (-) nell'acciaio [daN/cm ²]
Yf min	Ordinata in cm della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)
Dw Eff.	Spessore di conglomerato [cm] in zona tesa considerata aderente alle barre

Affidamento a Contraente Generale dei "Lavori di ammodernamento del tratto Palermo - Lercara Friddi, lotto funzionale dal km 14,4 (km. 0,0 del Lotto 2) compreso il tratto di raccordo della rotonda Bolognetta, al km 48,0 (km. 33,6 del Lotto 2 – Svincolo Manganaro incluso) compresi i raccordi con le attuali SS n.189 e SS n.121"- PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO

OPERA DI PRESIDIO AL PIEDE OS08-Relazione Tecnica e di Calcolo

Ac eff. Area di congl. [cm²] in zona tesa aderente alle barre (verifica fess.)
 Af eff. Area Barre tese di acciaio [cm²] ricadente nell'area efficace(verifica fess.)
 D barre Distanza media in cm tra le barre tese efficaci (verifica fess. formule (7.11)/(7.14)EC2

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Yf min	Dw Eff.	Ac Eff.	Af Eff.	D barre
1	S	33,9	80,0	0,0	80,0	-2152	75,2	16,0	4800	40,2	15,3

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
 Scmax Massima tensione nel conglomerato nello STATO I non fessurato [daN/cm²]
 Scmin Minima tensione nel conglomerato nello STATO I non fessurato [daN/cm²]
 Sc Eff Tensione al limite dello spessore teso efficace nello STATO I [daN/cm²]
 K3 Coeff. di normativa = 0,25 (Scmin + ScEff)/(2 Scmin)
 Beta12 Prodotto dei Coeff. di aderenza Beta1*Beta2
 Eps Deformazione unitaria media tra le fessure
 Srm Distanza media in mm tra le fessure
 Ap.fess. Apertura delle fessure in mm = 1,7*Eps*Srm

N°Comb	Ver	Scmax	Scmin	Sc Eff	K3	Beta12	Eps	Srm	Ap.Fess.
1	S	17,0	-17,0	-10,2	0,200	1,00	0,000430	263	0,193

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Yf min	Dw Eff.	Ac Eff.	Af Eff.	D barre
1	S	11,3	80,0	0,0	80,0	-714	75,2	16,0	4800	40,2	15,3

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE

N°Comb	Ver	Scmax	Scmin	Sc Eff	K3	Beta12	Eps	Srm	Ap.Fess.
1	S	5,7	-5,7	-3,4	0,200	0,50	0,000143	263	0,064

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Yf min	Dw Eff.	Ac Eff.	Af Eff.	D barre
1	S	11,3	80,0	0,0	80,0	-714	75,2	16,0	4800	40,2	15,3

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE

N°Comb	Ver	Scmax	Scmin	Sc Eff	K3	Beta12	Eps	Srm	Ap.Fess.
1	S	5,7	-5,7	-3,4	0,200	0,50	0,000143	263	0,064

7.3.1.3.4 Verifica di resistenza del muro frontale di contenimento

In corrispondenza della sezione 3, in testa al cordolo della paratia, è presente un muro di contenimento del terreno del rilevato. Di seguito si riporta la verifica di resistenza del muro che presenta altezza 2.50m e spessore 0.40m.

Lo schema statico è di mensola verticale incastrata alla base.

Le azioni a cui è sottoposto il muro derivano dalla spinta del terreno posto sul cordolo.

In favore di sicurezza si considera a monte del muro un terrapieno $\gamma=20 \text{ kN/m}^3$ e angolo di attrito $\phi'=35^\circ$ di altezza fino alla testa del muro e inclinazione a monte 2/3 pari a 33.7° ; l'accelerazione sismica è pari a $a_g=0.204g$ con coefficiente $\beta_m=1$ (spostamento impedito) e coefficiente $S=S_S \times S_T=1.20$.

Il coefficiente di spinta attiva in fase statica è pertanto $k_A=0.544$.

Il coefficiente di spinta attiva in fase sismica è pertanto $k_{M0}=1.097$.

I momenti flettenti che si determinano nella sezione di incastro sono riportati nella Figura 55 seguente.

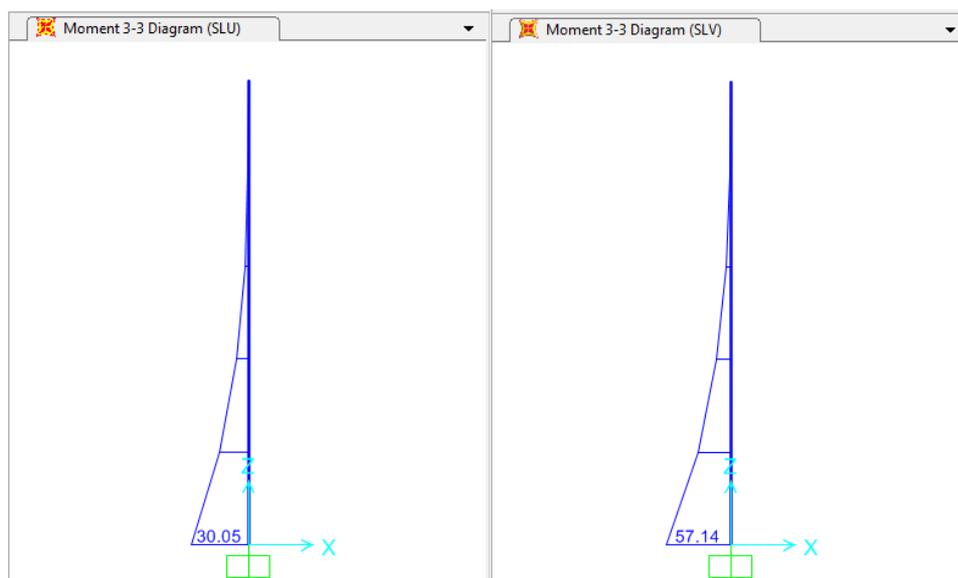


Figura 55: Momenti flettenti-muro frontale

Si dispongono quindi armature $\phi 12/20\text{cm}$ verticali e armature $\phi 12/20$ orizzontali di ripartizione.

DATI GENERALI SEZIONE IN C.A.

NOME SEZIONE: MURO_30cm OS08

Descrizione Sezione:	MURO 2.50m OS08
Metodo di calcolo resistenza:	Stati Limite Ultimi
Normativa di riferimento:	N.T.C.
Tipologia sezione:	Sezione predefinita
Forma della sezione:	Rettangolare
Percorso sollecitazione:	A Sforzo Norm. costante
Condizioni Ambientali:	Moderat. aggressive

Affidamento a Contraente Generale dei "Lavori di ammodernamento del tratto Palermo - Lercara Friddi, lotto funzionale dal km 14,4 (km. 0,0 del Lotto 2) compreso il tratto di raccordo della rotatoria Bolognetta, al km 48,0 (km. 33,6 del Lotto 2 – Svincolo Manganaro incluso) compresi i raccordi con le attuali SS n.189 e SS n.121"- PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO

OPERA DI PRESIDIO AL PIEDE OS08-Relazione Tecnica e di Calcolo

Riferimento Sforzi assegnati: Assi x,y principali d'inerzia
 Riferimento alla sismicità: Zona non sismica

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C25/30	
	Resistenza compress. di calcolo fcd:	141,60	daN/cm ²
	Resistenza compress. ridotta fcd':	70,80	daN/cm ²
	Deform. unitaria max resistenza ec2:	0,0020	
	Deformazione unitaria ultima ecu:	0,0035	
	Diagramma tensioni-deformaz.:	Parabola-Rettangolo	
	Modulo Elastico Normale Ec:	314750	daN/cm ²
	Coeff. di Poisson:	0,20	
	Resis. media a trazione fctm:	25,60	daN/cm ²
	Coeff.Omogen. S.L.E.:	15,0	
	Sc limite S.L.E. comb. Rare:	150,00	daN/cm ²
	Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Rare:	Non prevista	
	Sc limite S.L.E. comb. Frequenti:	150,00	daN/cm ²
	Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti:	0,300	mm
	Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	112,50	daN/cm ²
	Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	0,200	mm
ACCIAIO -	Tipo:	B450C	
	Resist. caratt. a snervamento fyk:	4500,0	daN/cm ²
	Resist. caratt. a rottura ftk:	4500,0	daN/cm ²
	Resist. a snerv. di calcolo fyd:	3913,0	daN/cm ²
	Resist. ultima di calcolo ftd:	3913,0	daN/cm ²
	Deform. ultima di calcolo Epu:	0,068	daN/cm ²
	Modulo Elastico Ef:	2000000	daN/cm ²
	Diagramma tensioni-deformaz.:	Bilineare finito	
	Coeff. Aderenza istant. $\beta_1*\beta_2$:	1,00	
	Coeff. Aderenza differito $\beta_1*\beta_2$:	0,50	
Comb.Rare - Sf Limite:	3600,0	daN/cm ²	

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE

Base:	100,0	cm
Altezza:	30,0	cm
Barre inferiori:	6Ø12	(6,8 cm ²)
Barre superiori:	6Ø12	(6,8 cm ²)
Coprif.Inf.(dal baric. barre):	5,8	cm
Coprif.Sup.(dal baric. barre):	5,8	cm

ST.LIM.ULTIMI - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [daN] applicato nel baricentro (posit. se di compress.)			
Mx	Coppia concentrata [daN m] applicata all'asse x baric. della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sezione			
Vy	Taglio [daN] in direzione parallela all'asse y baric. della sezione			
MT	Momento torcente [daN m]			
N°Comb.	N	Mx	Vy	MT
1	0	3005	10	0
2	0	5714	10	0

COMB. RARE (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [daN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)	
Mx	Coppia concentrata in daNm applicata all'asse x baricentrico della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione	
N°Comb.	N	Mx
1	0	3005

COMB. FREQUENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [daN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)	
Mx	Coppia concentrata in daNm applicata all'asse x baricentrico della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione	
N°Comb.	N	Mx
1	0	3005

COMB. QUASI PERMANENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [daN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)	
Mx	Coppia concentrata in daNm applicata all'asse x baricentrico della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione	
N°Comb.	N	Mx
1	0	3005

RISULTATI DEL CALCOLO

Copriferro netto minimo barre longitudinali:	5,2	cm
Interferro netto minimo barre longitudinali:	16,5	cm
Copriferro netto minimo staffe:	4,0	cm

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - RISULTATI PRESSO-TENSO FLESSIONE

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata									
N	Sforzo normale assegnato [daN] (positivo se di compressione)									
Mx	Momento flettente assegnato [daNm] riferito all'asse x baricentrico									
N ult	Sforzo normale ultimo [daN] nella sezione (positivo se di compress.)									
Mx ult	Momento flettente ultimo [daNm] riferito all'asse x baricentrico									
Mis.Sic.	Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N ult,Mx ult) e (N,Mx) Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000									
Yneutro	Ordinata [cm] dell'asse neutro a rottura nel sistema di rif. X,Y,O sez.									
Mx sn.	Momento flettente allo snervamento [daNm]									
x/d	Rapp. di duttilità a rottura solo se N = 0 (travi)									
C.Rid.	Coeff. di riduz. momenti in travi continue [formula (4.1.1)NTC]									
N°Comb	Ver	N	Mx	N ult	M ult	Mis.Sic.	Yn	M sn	x/d	C.Rid.
1	S	0	3005	-25	6800	2,263	25,9	5843	0,17	0,70
2	S	0	5714	-25	6800	1,190	25,9	5843	0,17	0,70

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

ec max	Deform. unit. massima del conglomerato a compressione						
ec 3/7	Deform. unit. del conglomerato nella fibra a 3/7 dell'altezza efficace						
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)						
ef min	Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)						
Yf min	Ordinata in cm della barra corrisp. a ef min (sistema rif. X,Y,O sez.)						
ef max	Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compressione)						
Yf max	Ordinata in cm della barra corrisp. a ef max (sistema rif. X,Y,O sez.)						
N°Comb	ec max	ec 3/7	Yc max	ef min	Yf min	ef max	Yf max
1	0,00350	-0,00756	30,0	-0,00149	24,2	-0,01732	5,8
2	0,00350	-0,00756	30,0	-0,00149	24,2	-0,01732	5,8

ARMATURE A TAGLIO E/O TORSIONE DI INVILUPPO PER TUTTE LE COMBINAZIONI ASSEGNATE

Diametro staffe:	12	mm	
Passo staffe:	19,3	cm	[Passo massimo di normativa = 19,4 cm]
N.Bracci staffe:	4		
Area staffe/m:	23,4	cm ² /m	[Area Staffe Minima NTC = 15,0 cm ² /m]

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - VERIFICHE A TAGLIO

Ver	S = comb.verificata a taglio-tors./ N = comb. non verificata
Vsdu	Taglio agente [daN] uguale al taglio Vy di comb. (sollecit. retta)
Vrd	Taglio resistente [daN] in assenza di staffe [formula (4.1.14)NTC]
Vcd	Taglio compressione resistente [daN] lato conglomerato
Vwd	Taglio trazione resistente [daN] assorbito dalle staffe
bw	Larghezza minima [cm] sezione misurata parallelam. all'asse neutro
Teta	Angolo [gradi sessadec.] di inclinazione dei puntoni di conglomerato
Acw	Coefficiente maggiorativo della resistenza a taglio per compressione
Afst	Area staffe/metro strettamente necessaria per taglio e torsione [cm ² /m]

N°Comb	Ver	Vsdu	Vrd	Vcd	Vwd	bw	Teta	Acw	Afst
1	S	10	11171	53174	49942	100,0	21,80	1,000	0,0
2	S	10	11171	53174	49942	100,0	21,80	1,000	0,0

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
Sc max	Massima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata [(daN/cm ²)]
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
Sc min	Minima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata [(daN/cm ²)]
Yc min	Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc min (sistema rif. X,Y,O)
Sf min	Minima tensione di trazione (-) nell'acciaio [daN/cm ²]
Yf min	Ordinata in cm della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)
Dw Eff.	Spessore di conglomerato [cm] in zona tesa considerata aderente alle barre
Ac eff.	Area di congl. [cm ²] in zona tesa aderente alle barre (verifica fess.)
Af eff.	Area Barre tese di acciaio [cm ²] ricadente nell'area efficace(verifica fess.)
D barre	Distanza media in cm tra le barre tese efficaci (verifica fess. formule (7.11)(7.14)EC2

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Yf min	Dw Eff.	Ac Eff.	Af Eff.	D barre
1	S	44,4	30,0	0,0	30,0	-2000	24,2	12,0	1198	6,8	16,8

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
Sclmax	Massima tensione nel conglomerato nello STATO I non fessurato [daN/cm ²]
Sclmin	Minima tensione nel conglomerato nello STATO I non fessurato [daN/cm ²]
Sc Eff	Tensione al limite dello spessore teso efficace nello STATO I [daN/cm ²]
K3	Coeff. di normativa = 0,25 (Sclmin + ScEff)/(2 Sclmin)
Beta12	Prodotto dei Coeff. di aderenza Beta1*Beta2
Eps	Deformazione unitaria media tra le fessure
Srm	Distanza media in mm tra le fessure
Ap.fess.	Apertura delle fessure in mm = 1,7*Eps*Srm

N°Comb	Ver	Sclmax	Sclmin	Sc Eff	K3	Beta12	Eps	Srm	Ap.Fess.
1	S	18,6	-18,6	-3,7	0,150	1,00	0,000400	265	0,180

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Yf min	Dw Eff.	Ac Eff.	Af Eff.	D barre
1	S	44,4	30,0	0,0	30,0	-2000	24,2	12,0	1198	6,8	16,8

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE

N°Comb	Ver	Sclmax	Sclmin	Sc Eff	K3	Beta12	Eps	Srm	Ap.Fess.
1	S	18,6	-18,6	-3,7	0,150	0,50	0,000400	265	0,180

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Yf min	Dw Eff.	Ac Eff.	Af Eff.	D barre
--------	-----	--------	--------	--------	--------	--------	--------	---------	---------	---------	---------

Affidamento a Contraente Generale dei "Lavori di ammodernamento del tratto Palermo - Lercara Friddi, lotto funzionale dal km 14,4 (km. 0,0 del Lotto 2) compreso il tratto di raccordo della rotatoria Bolognetta, al km 48,0 (km. 33,6 del Lotto 2 – Svincolo Manganaro incluso) compresi i raccordi con le attuali SS n.189 e SS n.121"- PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO

OPERA DI PRESIDIO AL PIEDE OS08-Relazione Tecnica e di Calcolo

1	S	44,4	30,0	0,0	30,0	-2000	24,2	12,0	1198	6,8	16,8
---	---	------	------	-----	------	-------	------	------	------	-----	------

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE

N°Comb	Ver	Sclmax	Sclmin	Sc Eff	K3	Beta12	Eps	Srm	Ap.Fess.
1	S	18,6	-18,6	-3,7	0,150	0,50	0,000400	265	0,180

7.3.1.4 STABILITÀ GLOBALE

La fase maggiormente critica per la stabilità del sistema geotecnico struttura-terreno risulta essere quella in cui si ha la falda prossima a piano campagna ed il sovraccarico stradale.

La determinazione del coefficiente di sicurezza avviene mediante un algoritmo iterativo (ϕ' – c' reduction method, Dawson, Roth and Drescher, 1999) che, sulla base dei dati di partenza (c' e $\tan \phi'$), determina successive condizione di equilibrio del sistema eseguendo, ad ogni ciclo, una progressiva riduzione delle resistenze fino al collasso.

Le seguenti Figura 56 e Figura 57 riportano il meccanismo di collasso evidenziato dalla riduzione dei parametri di resistenza al taglio del terreno, relativamente alla fase nella quale si ha lo scalzamento. E' ben distinguibile il classico cinematismo di collasso di Terzaghi con il tipico meccanismo del cuneo di spinta a monte e di resistenza passiva a valle. Il fattore di sicurezza complessivo, valutato attraverso la progressiva riduzione dei parametri di resistenza al taglio, è pari a 1.4, maggiore del valore minimo richiesto dalla normativa ($\gamma_M \cdot \gamma_R = 1.25 \cdot 1.1$).

La verifica è soddisfatta. Il sistema geotecnico struttura-terreno e fondo scavo risultano stabili.

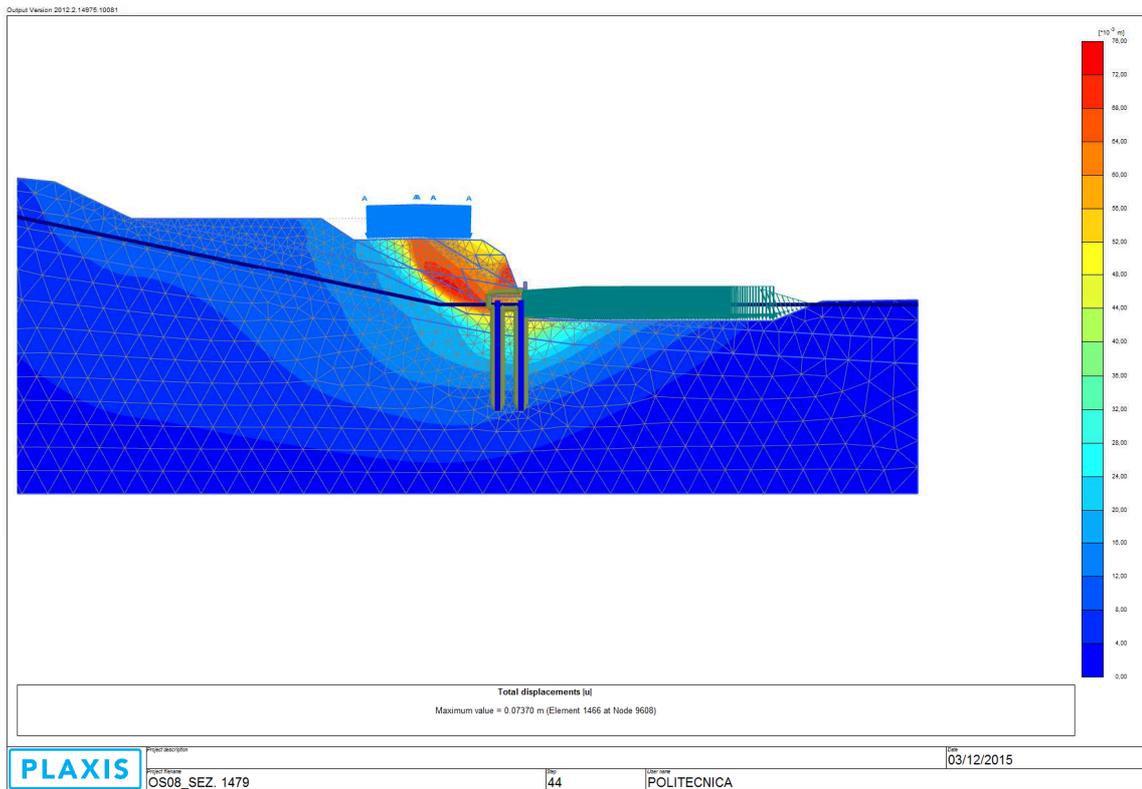


Figura 56 – Analisi stabilità statica (c-phi reduction method, FS > 1.4)

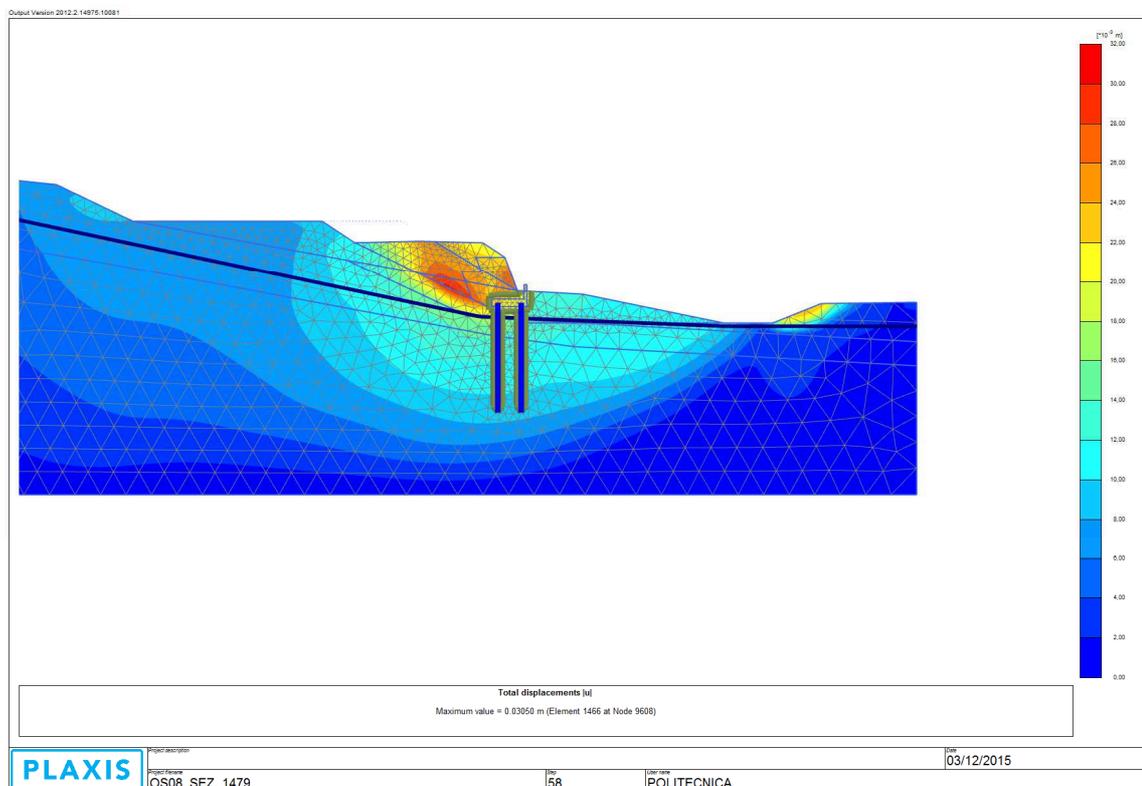


Figura 57 – Analisi stabilità sismica (c-phi reduction method, FS > 1.4)

8 ANALISI DELLE PALIFICATE DI FONDAZIONE

8.1 Definizione dei parametri di progetto

Ai fini del progetto delle fondazioni, sono stati considerati sia gli stati limite di esercizio (SLE) sia gli stati limite ultimi (SLU).

In generale, le analisi degli stati limite di esercizio (SLE) è utilizzata per ottenere informazioni circa gli spostamenti attesi sotto i carichi di esercizio e per verificarne l'ammissibilità nei confronti della funzionalità dell'opera.

Le analisi agli stati limite ultimi (SLU) sono impiegate per le verifiche di resistenza degli elementi strutturali e per le verifiche geotecniche.

In particolare, per ciascun stato limite ultimo deve essere rispettata la condizione:

$$E_d \leq R_d$$

dove E_d è il valore di progetto delle azioni o dell'effetto delle azioni ed R_d è il valore di progetto delle resistenze del sistema geotecnico considerato. Il valore di progetto delle azioni può essere espresso come:

$$E_d = E \left(\gamma_F F_k; \frac{X_k}{\gamma_M}; a_d \right)$$

ovvero:

$$E_d = \gamma_E E \left(F_k; \frac{X_k}{\gamma_M}; a_d \right)$$

dove $\gamma_E = \gamma_F$, F_k è il valore caratteristico delle azioni, X_k è il valore caratteristico dei parametri del terreno.

Il valore di progetto delle resistenze del sistema geotecnico può essere espresso come:

$$R_d = \frac{1}{\gamma_R} R \left(\gamma_F F_k; \frac{X_k}{\gamma_M}; a_d \right)$$

Effetto delle azioni e resistenza sono espresse in funzione delle azioni di progetto $\gamma_F F_k$, dei parametri di progetto del terreno X_k/γ_M e della geometria di progetto a_d . L'effetto delle azioni può anche essere valutato direttamente come $E_d = \gamma_E E_k$. Nella formulazione delle resistenze R_d , compare esplicitamente un coefficiente γ_R che opera direttamente sulle resistenze del sistema. La verifica della suddetta condizione deve essere effettuata impiegando diverse combinazioni di gruppi di coefficienti parziali, rispettivamente definiti per le azioni (A1 e A2), per i parametri geotecnici (M1 e M2) e per le resistenze (R1, R2 e R3).

8.2 Verifiche agli stati limite ultimi (SLU)

Le verifiche di capacità portante dei pali vengono svolte secondo la metodologia degli stati limite ultimi. La verifica della capacità portante 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 vengono condotte con riferimento all'approccio 1:

combinazione 2: (A2+M1+R3)

Il valore di progetto R_{cd} della resistenza si ottiene a partire dal valore caratteristico R_k applicando i coefficienti parziali γ_R della seguente Tabella 7.

Coefficienti parziali γ_R da applicare alle resistenze caratteristiche

Resistenza	Simbolo	Pali infissi			Pali trivellati			Pali ad elica continua		
		(R1)	(R2)	(R3)	(R1)	(R2)	(R3)	(R1)	(R2)	(R3)
Base	γ_b	1,0	1,45	1,15	1,0	1,7	1,35	1,0	1,6	1,3
Laterale in compressione	γ_s	1,0	1,45	1,15	1,0	1,45	1,15	1,0	1,45	1,15
Totale (*)	γ_t	1,0	1,45	1,15	1,0	1,6	1,30	1,0	1,55	1,25
Laterale in trazione	γ_{st}	1,0	1,6	1,25	1,0	1,6	1,25	1,0	1,6	1,25

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

Tabella 7

Inoltre se la resistenza caratteristica R_k del palo viene ricavata attraverso correlazioni empiriche che prevedono l'utilizzo di parametri geotecnici o risultati di prove in sito, il valore caratteristico della resistenza $R_{c,k}$ (o $R_{t,k}$) sarà dato dal minore dei valori ottenuti applicando alle resistenze calcolate $R_{c,cal}$ (o $R_{t,cal}$) i fattori di correzione (ξ) riportati nella seguente tabella in funzione del numero di verticali d'indagine. Nel caso in esame, si è assunto cautelativamente un valore del fattore di correzione (ξ_3) pari a 1.50, che considera cinque verticali d'indagine disponibili.

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

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

Fattori di correlazione ξ per la determinazione della resistenza caratteristica in funzione del numero di verticali d'indagine

Numero di verticali indagate	1	2	3	4	5	7	≥ 10
ξ_3	1,70	1,65	1,60	1,55	1,50	1,45	1,40
ξ_4	1,70	1,55	1,48	1,42	1,34	1,28	1,21

Coefficienti parziali da applicare alle resistenze caratteristiche

Resistenza	γ_R (R3)	ξ (n indagini = 5)	FS (R3)
Base	1.35	1.50	2.03
Laterale in compressione	1.15	1.50	1.73

8.3 Capacità portante pali a carichi verticali

La portata di progetto di un palo trivellato soggetto a sforzo normale di compressione (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)

F_{SL} = fattore di sicurezza per la portata laterale

F_{SB} = fattore di sicurezza per la portata di base

8.3.1 VALUTAZIONI PORTATE LIMITE

Per la valutazione della **Portata Laterale Limite** si opta per i seguenti criteri.

Unità LSA (unità coesive)

$$Q_{||} = \pi \cdot D \cdot \sum (\tau_i \cdot h_i)$$

da cui la tensione tangenziale ultima lungo il fusto del palo, in accordo con [Reese & Wright, 1977], può essere valutata con riferimento alla seguente espressione:

$$\tau_i = \alpha c_{ui}$$

con

$$0.23 \sigma'_v \leq \tau_i \leq 0.55 \sigma'_v \leq 100 \text{ kPa}$$

dove:

σ'_v è la tensione efficace nello strato i-esimo calcolata a partire da p.c.

c_{ui} è la coesione non drenata nello strato i-esimo

α_i è un coefficiente empirico nello strato i-esimo funzione della c_{ui} per il quale si assume valida la seguente variazione, (Raccomandazioni AGI) come rappresentato nella Figura 58 di seguito:

$\alpha = 0.9$	$c_u \leq 25 \text{ kPa}$
$0.4 \leq \alpha \leq 0.9$	$25 \leq c_u \leq 75 \text{ kPa}$
$\alpha = 0.4$	$c_u \geq 75 \text{ kPa}$

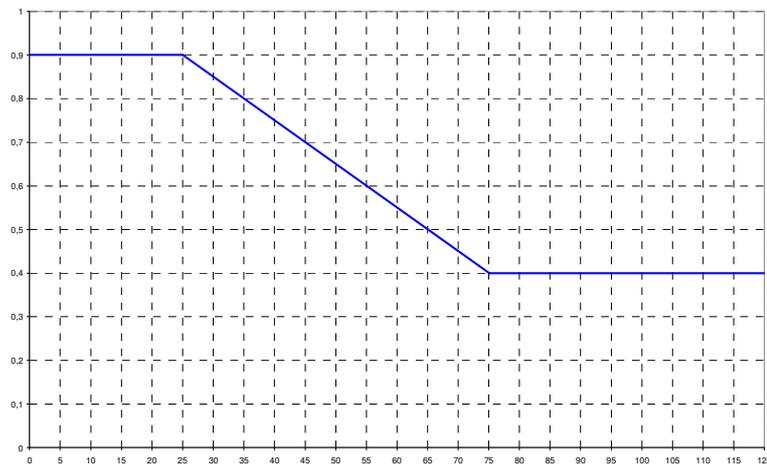


Figura 58

Andamento $\alpha - c_u$

Unità AG (coesive)

$$Q_{||} = \pi \cdot D \cdot \sum (\tau_i \cdot h_i)$$

Per i terreni appartenenti a tale Unità, si adotta il criterio alle tensioni efficaci da cui:

$$\tau_i = \beta \cdot \sigma'_v \leq \tau_{i,max} = 120 \text{ kPa}$$

dove:

D = diametro palo

τ_i = tensione di adesione laterale limite nello strato i-esimo

h_i = altezza dello strato i-esimo

σ'_v = tensione verticale efficace litostatica

$\tau_{i,max}$ = valore massimo dell'adesione laterale limite palo-terreno, pari a 120 kPa

β = moltiplicatore. Il fattore β è decrescente con la profondità. Il metodo "β" è validato dai risultati di numerose prove di carico a rottura, si cita inoltre la seguente bibliografia:

Marchetti S. (1989) "Recenti orientamenti nell'Analisi dei Pali di Fondazione", XVII Convegno Italiano di Geotecnica, Vol. 2, pp. 7-37, Taorminia;

Burland J. B. (1983) "Shaft Friction Piles in Clay - A Simple Fundamental Approach", Ground Engineering, vol. 6, no.3, pp 30-42;

Reese R. C., O'Neill M. W. "Drilled Shafts: Construction Procedures and Design Methods" 1988 - Federal Highway Administration - USA.

In accordo con [Burland, 1993] al coefficiente empirico β possono essere assegnati i valori calcolati come:

$$\beta = 0.10 + 0.40 \cdot c_u / \sigma'_v \quad (\text{Burland, 1993}), \text{ con } 0.23 < \beta < 0.55$$

dove c_u è la coesione non drenata.

Per la valutazione della **Portata di Base Limite** è stata utilizzata la seguente relazione.

Unità LSA e AG (unità coesive)

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

$$q_{ub} = 9 \cdot c_u + \gamma h < 4500 \text{ kPa}$$

dove:

A_p = area della base del palo

q_{ub} = portata specifica di base

c_u = coesione non drenata alla base del palo media nel tratto compreso fra $L - 1.5 D$ e $L + 1.5 D$

q_{bl} = portata limite di base 4500 kPa

La stratigrafia ed i parametri geotecnici utilizzati per il dimensionamento dei pali sono riportati nella seguente Tabella 8.

Unità	Profondità	Prof. falda	Prof. Testa palo	γ	c_u	$\tau_{us,max}$	q_{blim}	q_{ub}	τ_i
	[m]								
--	0.0 ÷ 1.7	0.0	0.0	20.0	0	---	---	9 $c_u + \gamma h$	---
LSA(a)	1.7 ÷ 2.5				50	100	---		$\tau_i = \alpha c_{ui}$
LSA	2.5 ÷ 5.0				80	120	---		$\tau_i = \beta \cdot \sigma'_v$
AG	> 5.0			20.5	250 → 500	120	4500		

Tabella 8

γ = peso dell'unità di volume

c_u = coesione non drenata

$\tau_{us,max}$ = tensione tangenziale ultima massima

q_{ub} = pressione ultima di base

β = coefficiente empirico

Lp m	q11 kN	qb1 kN	wp kN	Qu kN	Qd kN
1.00	3.	0.	3.	0.	-1.
1.50	7.	0.	4.	3.	0.
2.00	15.	17.	5.	28.	11.
2.50	31.	52.	6.	77.	34.
3.00	50.	109.	8.	151.	69.
3.50	72.	165.	9.	229.	105.
4.00	98.	222.	10.	310.	143.
4.50	128.	278.	11.	395.	183.
5.00	160.	335.	13.	483.	226.
5.50	197.	508.	14.	691.	321.
6.00	237.	681.	15.	903.	418.
6.50	280.	854.	16.	1118.	517.
7.00	328.	1027.	18.	1337.	618.
7.50	379.	1200.	19.	1560.	722.
8.00	433.	1373.	20.	1786.	827.
8.50	491.	1481.	21.	1951.	907.
9.00	553.	1524.	23.	2054.	960.
9.50	618.	1567.	24.	2161.	1015.
10.00	687.	1610.	25.	2272.	1072.
10.50	760.	1653.	26.	2386.	1132.
11.00	836.	1695.	28.	2504.	1193.
11.50	916.	1738.	29.	2626.	1257.
12.00	1000.	1781.	30.	2751.	1322.
12.50	1087.	1824.	31.	2880.	1390.
13.00	1178.	1867.	33.	3012.	1460.
13.50	1272.	1910.	34.	3148.	1532.
14.00	1370.	1953.	35.	3288.	1606.
14.50	1472.	1995.	36.	3431.	1682.
15.00	1577.	2038.	38.	3578.	1760.
15.50	1686.	2081.	39.	3728.	1841.
16.00	1799.	2124.	40.	3883.	1923.
16.50	1915.	2167.	41.	4040.	2008.
17.00	2035.	2210.	43.	4202.	2094.

17.50	2158.	2253.	44.	4367.	2183.
18.00	2285.	2262.	45.	4502.	2259.
18.50	2416.	2262.	46.	4632.	2334.
19.00	2550.	2262.	48.	4765.	2410.
19.50	2688.	2262.	49.	4901.	2488.
20.00	2830.	2262.	50.	5042.	2569.

Lp = Lunghezza utile del palo

Qll = Portata laterale limite

Qbl = Portata di base limite

Wp = Peso efficace del palo

Qu = Portata totale limite

Qd = Portata di progetto = Qll/FS,l + Qbl/FS,b - Wp

8.3.4 SCELTA SULLA LUNGHEZZA DEI PALI

Sulla base dei risultati delle analisi delle palificate e del calcolo delle curve di capacità portante dei singoli pali nelle varie combinazioni di carico, nella Tabella 9 seguente si riportano le verifiche di capacità portante dei pali di fondazione.

COMBINAZIONE	L [m]	Q _d	N _{MAX}
		COMPRESSIONE kN	COMPRESSIONE kN
A1+M1+R3	11.0	1193	1183

Tabella 9

9 ALLEGATI

9.1 Report indagini geognostiche integrative di PED

Prove Penetrometriche DPSH

Richiedente: BOLOGNETTA s.c.p.a.

Proprietario: BOLOGNETTA s.c.p.a.



Accettazione: Settore C 0072-2015

Data: 22-06-2015

Cantiere: Lavori di ammodernamento del tratto Palermo - Lercara Friddi, lotto funzionale dal Km 14,4 compreso il tratto raccordo della rotatoria Bolognetta al Km 48, compreso i raccordi con le attuali S.S. 189 e S.S. 121

Il Responsabile dell'indagine
geom. Giovanni Chiaviello

Sede Legale:
Via Cutinelli, 121/C (Parco del Ciliegio) - 84081 BARONISSI (SA)
Tel. 0825 523971 / 523550 - Fax 0825 523767
Casella Postale n. 47
C.F. Iscrizione R.I. SA n. 0186410 064 7
info@plp-srl.it - geotecnica@plp-srl.it
PEC: gruppoplp@legalmail.it

Il Responsabile del laboratorio
Ing. ssa. geot. Ida Palomba

Sedi Operative:
Loc. Paccone, 15 - Svincolo aut. SA-RC
84029 SIOIGNANO DEGLI ALBURNI (SA)
Tel. 0828 978225 - Fax 0828 978110
Via Prov.le Turci, 9 (Area PIP) - 83025 MONTORO (AV)
Tel. 0825 520619 - Fax 0825 520501
Cell. 345 9308489 - 335 6587734 - 333 1947038

PLP
Prospezioni
Laboratorio Prove S.r.l.
R.E.A. SA n. 232841
Partita IVA: 0288910 065 3

Numero Verde
800 04 05 06

Prova Penetrometrica DPSH (CPT-AGL01)

DIN 4094 - Racc. AGI 1977 - UNI EN 1997-3 - UNI EN ISO 22476-2:2005
DOC PP 7.14 - 7 ED 01/13

Accettazione: Settore C 0072-2015
Data: 22-06-2015

Protocollo: 0141-2015
Data: 01-07-2015

Richiedente: BOLOGNETTA s.c.p.a.

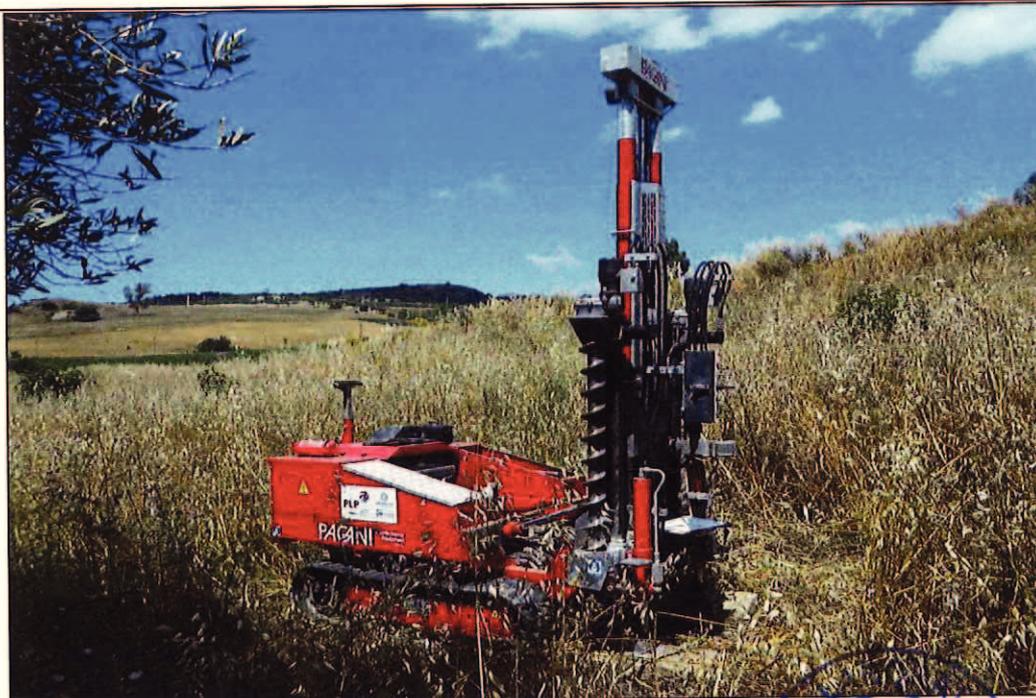
Proprietario: BOLOGNETTA s.c.p.a.

Cantiere: Lavori di ammodernamento del tratto Palermo - Lercara Friddi, lotto funzionale dal km14,4 compreso il tratto di raccordo della rotatoria Bolognetta al km 48, compreso i raccordi con le attuali S.S. 189 e S.S. 121

Data prova: 17-06-2015

Caratteristiche tecniche-strumentali DPSH TG 63-200 PAGANI

Peso massa battente	63,5 Kg	Prof. giunzione prima asta	0,40 m
Altezza di caduta libera	0,75 m	Avanzamento punta	0,20 m
Peso sistema di battuta	0,63 kg	Numero colpi per punta	20
Diametro punta conica	51,00 mm	Coefficiente correlazione	1,52
Area di base punta	20,43 cm ²	Peso aste a metro	6,31 kg/m
Lunghezza delle aste	1,00 m	Angolo di apertura punta	90°



Ubicazione prova DPSH: vedi allegato n.7

Il Responsabile dell'indagine

geom. Giovanni Criviello

Il Responsabile del laboratorio

dr ssa. geol. Ida Palomba

PLP
Prospezioni
Laboratorio Prove S.r.l.

R.E.A. SA n. 232841
Partita IVA: 0288910 065 3

Numero Verde
800 04 05 06

Sede Legale:
Via Cutinelli, 121/C (Parco del Ciliegio) - 84081 BARONISSI (SA)
Tel. **0825 523971 / 523550** - Fax **0825 523767**
Casella Postale n. 47
C.F. Iscrizione R.I. SA n. 0186410 064 7
info@plp-srl.it - geotecnica@plp-srl.it
PEC: gruppopl@legalmail.it

Sedi Operative:
Loc. Paccone, 15 - Svincolo aut. SA-RC
84029 SICIGNANO DEGLI ALBURNI (SA)
Tel. **0828 978225** - Fax **0828 978110**
Via Prov.le Turci, 9 (Area PIP) - 83025 MONTORO (AV)
Tel. **0825 520619** - Fax **0825 520501**
Cell. **345 9308489 - 335 6587734 - 333 1947038**



GRUPPO PLP

**PLP**Prospezioni
Laboratorio
Prove**Prova Penetrometrica DPSH (CPT-AGL01)**DIN 4094 - Racc. AGI 1977 - UNI EN 1997-3 - UNI EN ISO 22476-2:2005
DOC PP 7.14 - 7 ED 01/13Accettazione: Settore C 0072-2015
Data: 22-06-2015Protocollo: 0141-2015
Data: 01-07-2015

Richiedente: BOLOGNETTA s.c.p.a.

Proprietario: BOLOGNETTA s.c.p.a.

Cantiere: Lavori di ammodernamento del tratto Palermo -
Lercara Friddi, lotto funzionale dal km 14,4 compreso
il tratto di raccordo della rotatoria Bolognetta al
km 48, compreso i raccordi con le attuali S.S. 189 e
S.S. 121

Data prova: 17-06-2015

Profondità (m)	N. colpi	Nspi equivalente	Profondità (m)	N. colpi	Nspi equivalente	Profondità (m)	N. colpi	Nspi equivalente
0,00			10,20			20,20		
0,20	9	13,68	10,40			20,40		
0,40	9	13,68	10,60			20,60		
0,60	7	10,64	10,80			20,80		
0,80	6	9,12	11,00			21,00		
1,00	6	9,12	11,20			21,20		
1,20	7	10,64	11,40			21,40		
1,40	4	6,08	11,60			21,60		
1,60	6	9,12	11,80			21,80		
1,80	12	18,24	12,00			22,00		
2,00	26	39,52	12,20			22,20		
2,20	7	10,64	12,40			22,40		
2,40	4	6,08	12,60			22,60		
2,60	4	6,08	12,80			22,80		
2,80	26	39,52	13,00			23,00		
3,00	20	30,4	13,20			23,20		
3,20	12	18,24	13,40			23,40		
3,40	16	24,32	13,60			23,60		
3,60	7	10,64	13,80			23,80		
3,80	7	10,64	14,00			24,00		
4,00	4	6,08	14,20			24,20		
4,20	6	9,12	14,40			24,40		
4,40	10	15,2	14,60			24,60		
4,60	16	24,32	14,80			24,80		
4,80	7	10,64	15,00			25,00		
5,00	14	21,28	15,20			25,20		
5,20	32	48,64	15,40			25,40		
5,40	44	66,88	15,60			25,60		
5,60			15,80			25,80		
5,80			16,00			26,00		
6,00			16,20			26,20		
6,20			16,40			26,40		
6,40			16,60			26,60		
6,60			16,80			26,80		
6,80			17,00			27,00		
7,00			17,20			27,20		
7,20			17,40			27,40		
7,40			17,60			27,60		
7,60			17,80			27,80		
7,80			18,00			28,00		
8,00			18,20			28,20		
8,20			18,40			28,40		
8,40			18,60			28,60		
8,60			18,80			28,80		
8,80			19,00			29,00		
9,00			19,20			29,20		
9,20			19,40			29,40		
9,40			19,60			29,60		
9,60			19,80			29,80		
9,80			20,00			30,00		
10,00								

Il Responsabile dell'indagine
geom. Giovanni ChiavielloIl Responsabile del laboratorio
dr. ssa. Geol. Ida PalombaPLP
Prospezioni
Laboratorio Prove S.r.l.Sede Legale:
Via Cutinelli, 121/C (Parco del Ciliegio) - 84081 BARONISSI (SA)
Tel. 0825 523971 / 523550 - Fax 0825 523767
Casella Postale n. 47
C.F. Iscrizione R.I. SA n. 0186410 064 7
info@plp-srl.it - geotecnica@plp-srl.it
PEC: gruppoplp@legalmail.itSedi Operative:
Loc. Paccone, 15 - Svincolo aut. SA-RC
84029 SICIGNANO DEGLI ALBURNI (SA)
Tel. 0828 978225 - Fax 0828 978110
Via Proville Turci, 9 (Area PIP) - 83025 MONTORO (AV)
Tel. 0825 520619 - Fax 0825 520501
Cell. 345 9308489 - 335 6587734 - 333 1947038Numero Verde
800 04 05 06

AZIENDA CON SISTEMA DI QUALITÀ CERTIFICATO SECONDO LA NORMA UNI EN ISO 9001:2008

Prova Penetrometrica DPSH (CPT-AGL01)

DIN 4094 - Racc. AGI 1977 - UNI EN 1997-3 - UNI EN ISO 22476-2:2005
DOC PP 7.14 - 7 ED 01/13

Accettazione: Settore C 0072-2015
Data: 22/06/2015

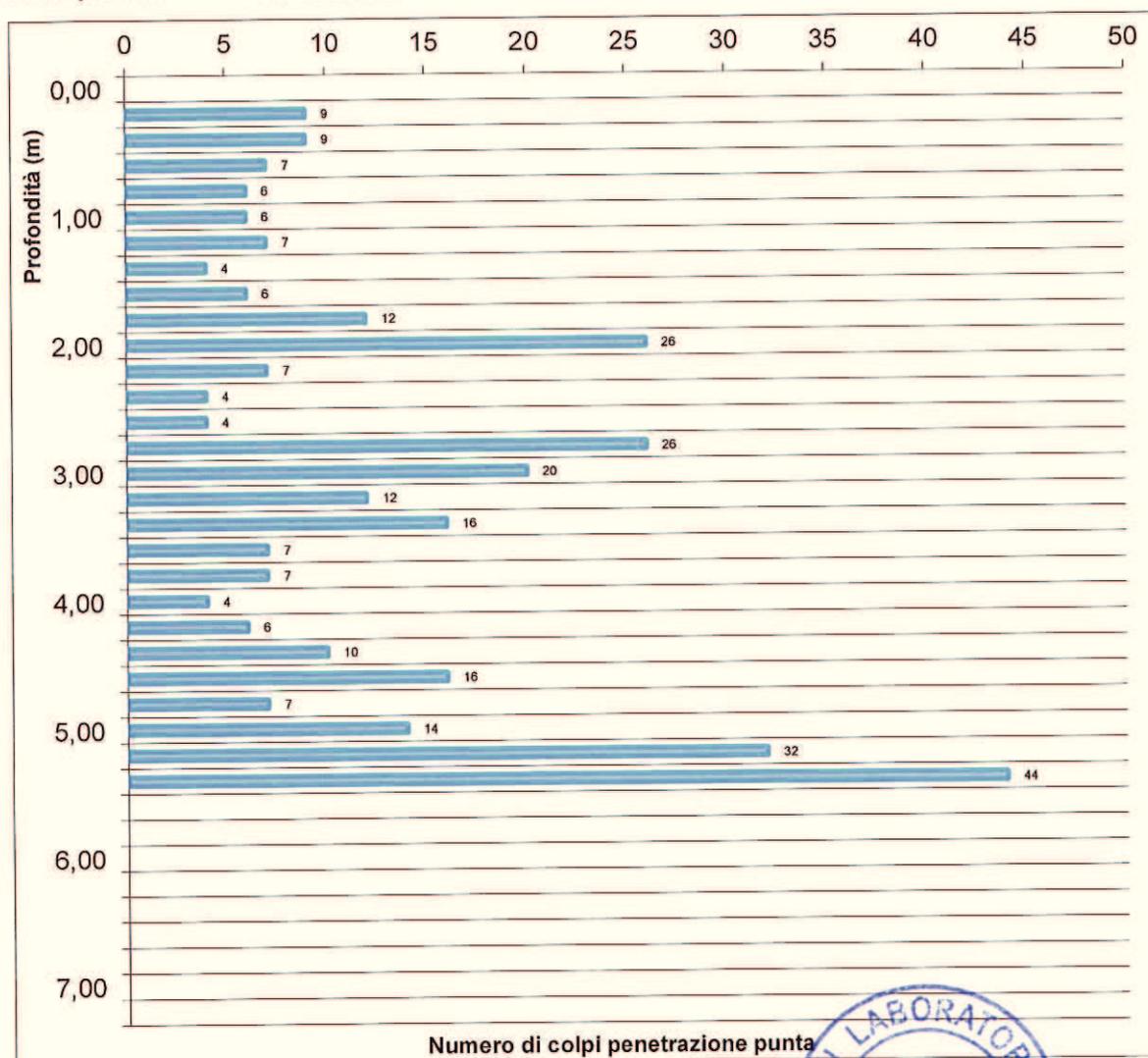
Protocollo: 0141-2015
Data: 01-07-2015

Richiedente: BOLOGNETTA s.c.p.a.

Proprietario: BOLOGNETTA s.c.p.a.

Cantiere: Lavori di ammodernamento del tratto Palermo -
Lercara Friddi, lotto funzionale dal km 14,4 compreso
il tratto di raccordo della rotatoria Bolognetta al
km 48, compreso i raccordi con le attuali S.S. 189 e
S.S. 121

Data prova: 17-06-2015



Il Responsabile dell'indagine
geom. Giovanni Chiaviello

Il Responsabile del laboratorio
dr ssa. Geol. Ida Palomba

PLP
Prospezioni
Laboratorio Prove S.r.l.

R.E.A. SA n. 232841
Partita IVA: 0288910 065 3

Numero Verde
800 04 05 06

Sede Legale:
Via Culinelli, 121/C (Parco del Ciliegio) - 84081 BARONISSI (SA)
Tel. 0825 523971 / 523550 - Fax 0825 523767
Casella Postale n. 47
C.F. Iscrizione R.I. SA n. 0186410 064 7
info@plp-srl.it - geotecnica@plp-srl.it
PEC: gruppoplp@legalmail.it

Sedi Operative:
Loc. Paccone, 15 - Svincolo aut. SA-RC
84029 SICIGNANO DEGLI ALBURNI (SA)
Tel. 0828 978225 - Fax 0828 978110
Via Prov.le Turci, 9 (Area PIP) - 83025 MONTORO (AV)
Tel. 0825 520619 - Fax 0825 520501
Cell. 345 9308489 - 335 6587734 - 333 1947038

Prova Penetrometrica DPSH (CPT-AGL02)

DIN 4094 - Racc. AGI 1977 - UNI EN 1997-3 - UNI EN ISO 22476-2:2005
DOC PP 7.14 - 7 ED 01/13

Accettazione: Settore C 0072-2015
Data: 22-06-2015

Protocollo: 0140-2015
Data: 01-07-2015

Richiedente: BOLOGNETTA s.c.p.a.

Proprietario: BOLOGNETTA s.c.p.a.

Cantiere: Lavori di ammodernamento del tratto Palermo - Lercara Friddi, lotto funzionale dal km14,4 compreso il tratto di raccordo della rotatoria Bolognetta al km 48, compreso i raccordi con le attuali S.S. 189 e S.S. 121

Data prova: 17-06-2015

Caratteristiche tecniche-strumentali DPSH TG 63-200 PAGANI

Peso massa battente	63,5 Kg	Prof. giunzione prima asta	0,40 m
Altezza di caduta libera	0,75 m	Avanzamento punta	0,20 m
Peso sistema di battuta	0,63 kg	Numero colpi per punta	20
Diametro punta conica	51,00 mm	Coefficiente correlazione	1,52
Area di base punta	20,43 cm ²	Peso aste a metro	6,31 kg/m
Lunghezza delle aste	1,00 m	Angolo di apertura punta	90°



Ubicazione prova DPSH: vedi allegato n.7

Il Responsabile dell'indagine
geom. Giovanni Chiaviello

Il Responsabile del laboratorio
dr.ssa. Geol. Palomba

PLP
Prospezioni
Laboratorio Prove S.r.l.

R.E.A. SA n. 232841
Partita IVA: 0288910 065 3

Numero Verde
800 04 05 06

Sede Legale:
Via Cutinelli, 121/C (Parco del Cillegio) - 84081 BARONISSI (SA)
Tel. 0825 523971 / 523550 - Fax 0825 523767
Casella Postale n. 47
C.F. Iscrizione R.I. SA n. 0186410 064 7
info@plp-srl.it - geotecnica@plp-srl.it
PEC: gruppopl@legalmail.it

Sedi Operative:
Loc. Paccone, 15 - Svincolo aut. SA-RC
84029 SICIGNANO DEGLI ALBURNI (SA)
Tel. 0828 978225 - Fax 0828 978110
Via Prov.le Turci, 9 (Area PIP) - 83025 MONTORO (AV)
Tel. 0825 520619 - Fax 0825 520501
Cell. 345 9308489 - 335 6587734 - 333 1947038



GRUPPO PLP

**PLP**Prospezioni
Laboratorio
Prove

Prova Penetrometrica DPSH (CPT-AGL02)

DIN 4094 - Racc. AGI 1977 - UNI EN 1997-3 - UNI EN ISO 22476-2:2005
DOC PP 7.14 - 7 ED 01/13Accettazione: Settore C 0072-2015
Data: 22-06-2015Protocollo: 0140-2015
Data: 01-07-2015

Richiedente: BOLOGNETTA s.c.p.a.

Proprietario: BOLOGNETTA s.c.p.a.

Cantiere: Lavori di ammodernamento del tratto Palermo -
Lercara Friddi, lotto funzionale dal km14,4 compreso
il tratto di raccordo della rotatoria Bolognetta al
km 48, compreso i raccordi con le attuali S.S. 189 e
S.S. 121

Data prova: 17-06-2015

Profondità (m)	N. colpi	Nspi equivalente	Profondità (m)	N. colpi	Nspi equivalente	Profondità (m)	N. colpi	Nspi equivalente
0,00						20,20		
0,20	7	10,64	10,20			20,40		
0,40	9	13,68	10,40			20,60		
0,60	7	10,64	10,60			20,80		
0,80	7	10,64	10,80			21,00		
1,00	5	7,6	11,00			21,20		
1,20	4	6,08	11,20			21,40		
1,40	2	3,04	11,40			21,60		
1,60	3	4,56	11,60			21,80		
1,80	3	4,56	11,80			22,00		
2,00	3	4,56	12,00			22,20		
2,20	4	6,08	12,20			22,40		
2,40	3	4,56	12,40			22,60		
2,60	32	48,64	12,60			22,80		
2,80	19	28,88	12,80			23,00		
3,00	19	28,88	13,00			23,20		
3,20	7	10,64	13,20			23,40		
3,40	6	9,12	13,40			23,60		
3,60	7	10,64	13,60			23,80		
3,80	7	10,64	13,80			24,00		
4,00	10	15,2	14,00			24,20		
4,20	22	33,44	14,20			24,40		
4,40	26	39,52	14,40			24,60		
4,60	23	34,96	14,60			24,80		
4,80	29	44,08	14,80			25,00		
5,00	44	66,88	15,00			25,20		
5,20			15,20			25,40		
5,40			15,40			25,60		
5,60			15,60			25,80		
5,80			15,80			26,00		
6,00			16,00			26,20		
6,20			16,20			26,40		
6,40			16,40			26,60		
6,60			16,60			26,80		
6,80			16,80			27,00		
7,00			17,00			27,20		
7,20			17,20			27,40		
7,40			17,40			27,60		
7,60			17,60			27,80		
7,80			17,80			28,00		
8,00			18,00			28,20		
8,20			18,20			28,40		
8,40			18,40			28,60		
8,60			18,60			28,80		
8,80			18,80			29,00		
9,00			19,00			29,20		
9,20			19,20			29,40		
9,40			19,40			29,60		
9,60			19,60			29,80		
9,80			19,80			30,00		
10,00			20,00					

Il Responsabile dell'indagine
geom. Giovanni ChiavielloIl Responsabile del laboratorio
dr ssa. Geol. Ida PalombaPLP
Prospezioni
Laboratorio Prove S.r.l.R.E.A. SA n. 232841
Partita IVA: 0288910 065 3Numero Verde
800 04 05 06Sede Legale:
Via Cutinelli, 121/C (Parco del Cillegio) - 84081 BARONISSI (SA)
Tel. 0825 523971 / 523550 - Fax 0825 523767
Casella Postale n. 47
C.F. Iscrizione R.I. SA n. 0186410 064 7
info@plp-srl.it - geotecnica@plp-srl.it
PEC: gruppoplp@legalmail.itSedi Operative:
Loc. Paccone, 15 - Svincolo aut. SA-RC
84029 SICIGNANO DEGLI ALBURNI (SA)
Tel. 0828 978225 - Fax 0828 978110
Via Prov.le Turci, 9 (Area PIP) - 83025 MONTORO (AV)
Tel. 0825 520619 - Fax 0825 520501
Cell. 345 9308489 - 335 6587734 - 333 1947038

Prova Penetrometrica DPSH (CPT-AGL02)

DIN 4094 - Racc. AGI 1977 - UNI EN 1997-3 - UNI EN ISO 22476-2:2005
DOC PP 7.14 - 7 ED 01/13

Accettazione: Settore C 0072-2015
Data: 22/06/2015

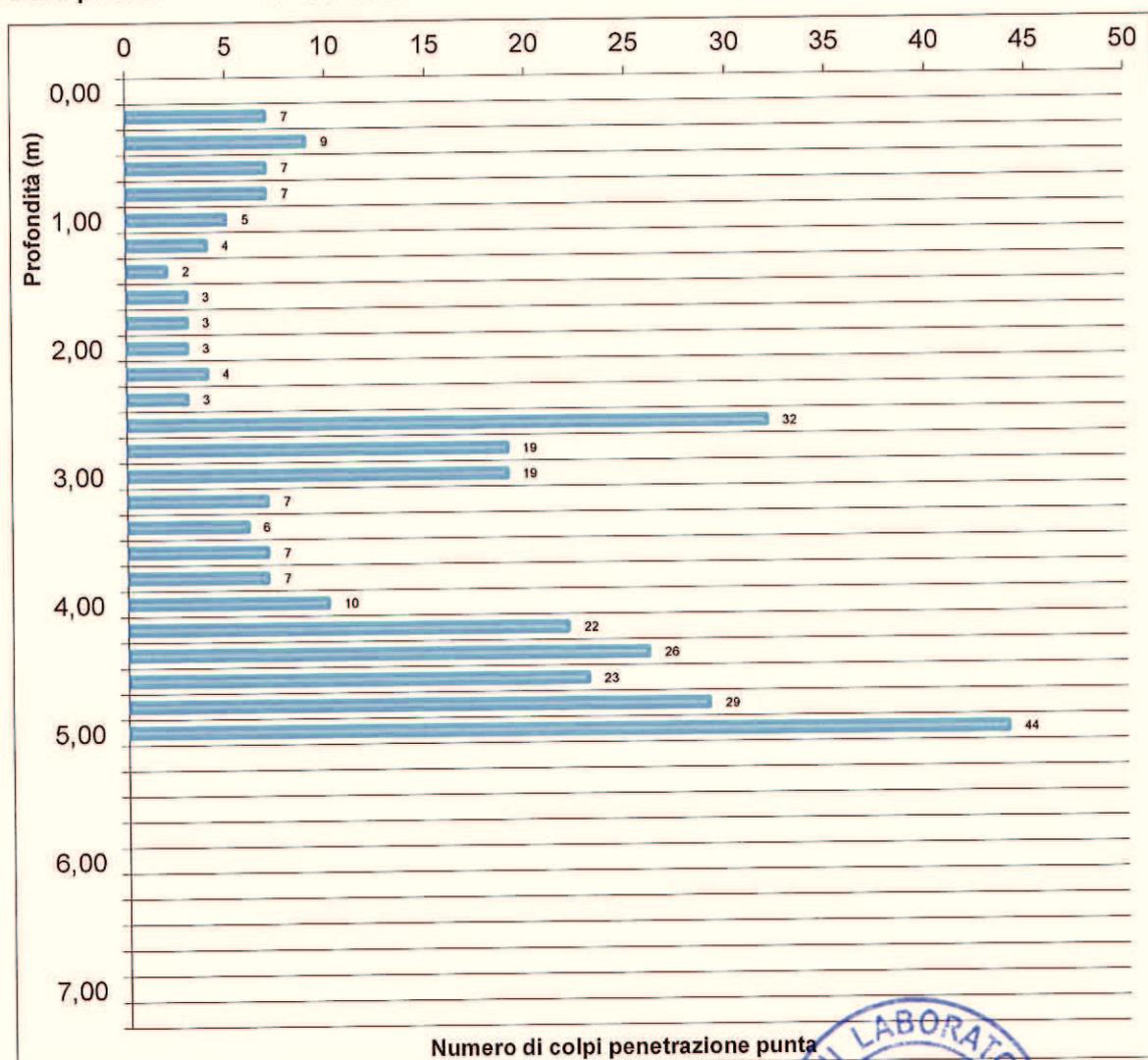
Protocollo: 0140-2015
Data: 01-07-2015

Richiedente: BOLOGNETTA s.c.p.a.

Proprietario: BOLOGNETTA s.c.p.a.

Cantiere: Lavori di ammodernamento del tratto Palermo -
Lercara Friddi, lotto funzionale dal km 14,4 compreso
il tratto di raccordo della rotatoria Bolognetta al
km 48, compreso i raccordi con le attuali S.S. 189 e
S.S. 121

Data prova: 17-06-2015



Il Responsabile dell'indagine
geom. Giovanni Chieviello

Il Responsabile del laboratorio
di ssa. geol. da Palomba

PLP
Prospezioni
Laboratorio Prove S.r.l.

R.E.A. SA n. 232841
Partita IVA: 0288910 065 3

Numero Verde
800 04 05 06

Sede Legale:
Via Cutinelli, 121/C (Parco del Ciliegio) - 84081 BARONISSI (SA)
Tel. 0825 523971 / 523550 - Fax 0825 523767
Casella Postale n. 47
C.F. Iscrizione R.I. SA n. 0186410 064 7
info@plp-srl.it - geotecnica@plp-srl.it
PEC: gruppoplp@legalmail.it

Sedi Operative:
Loc. Paccone, 15 - Svincolo aut. SA-RC
84029 SICIGNANO DEGLI ALBURNI (SA)
Tel. 0828 978225 - Fax 0828 978110
Via Prov.le Turci, 9 (Area PIP) - 83025 MONTORO (AV)
Tel. 0825 520619 - Fax 0825 520501
Cell. 345 9308489 - 335 6587734 - 333 1947038

Prova Penetrometrica DPSH (CPT-AGL03)

DIN 4094 - Racc. AGI 1977 - UNI EN 1997-3 - UNI EN ISO 22476-2:2005
DOC PP 7.14 - 7 ED 01/13

Accettazione: Settore C 0072-2015
Data: 22-06-2015

Protocollo: 0139-2015
Data: 01-07-2015

Richiedente: BOLOGNETTA s.c.p.a.

Proprietario: BOLOGNETTA s.c.p.a.

Cantiere: Lavori di ammodernamento del tratto Palermo - Lercara Friddi, lotto funzionale dal km14,4 compreso il tratto di raccordo della rotatoria Bolognetta al km 48, compreso i raccordi con le attuali S.S. 189 e S.S. 121

Data prova: 17-06-2015

Caratteristiche tecniche-strumentali DPSH TG 63-200 PAGANI

Peso massa battente	63,5 Kg	Prof. giunzione prima asta	0,40 m
Altezza di caduta libera	0,75 m	Avanzamento punta	0,20 m
Peso sistema di battuta	0,63 kg	Numero colpi per punta	20
Diametro punta conica	51,00 mm	Coefficiente correlazione	1,52
Area di base punta	20,43 cm ²	Peso aste a metro	6,31 kg/m
Lunghezza delle aste	1,00 m	Angolo di apertura punta	90°



Ubicazione prova DPSH: vedi allegato n.7

Il Responsabile dell'indagine
geom. Giovanni Chiavello

Il Responsabile del laboratorio
dr ssa. geol. Ida Palomba

PLP
Prospezioni
Laboratorio Prove S.r.l.

R.E.A. SA n. 232841
Partita IVA: 0288910 065 3

Sede Legale:
Via Cutinelli, 121/C (Parco del Ciliegio) - 84081 BARONISSI (SA)
Tel. 0825 523971 / 523550 - Fax 0825 523767
Casella Postale n. 47
C.F. Iscrizione R.I. SA n. 0186410 064 7
info@plp-srl.it - geotecnica@plp-srl.it
PEC: gruppoplp@legalmail.it

Sedi Operative:
Loc. Paccone, 15 - Svincolo aut. SA-RC
84029 SICIGNANO DEGLI ALBURNI (SA)
Tel. 0828 978225 - Fax 0828 978110
Via Prov.le Turci, 9 (Area PIP) - 83025 MONTORO (AV)
Tel. 0825 520619 - Fax 0825 520501
Cell. 345 9308489 - 335 6587734 - 333 1947038



GRUPPO PLP

**PLP**Prospezioni
Laboratorio
Prove

Prova Penetrometrica DPSH (CPT-AGL03)

DIN 4094 - Racc. AGI 1977 - UNI EN 1997-3 - UNI EN ISO 22476-2:2005
DOC PP 7.14 - 7 ED 01/13Accettazione: Settore C 0072-2015
Data: 22-06-2015Protocollo: 0139-2015
Data: 01-07-2015

Richiedente: BOLOGNETTA s.c.p.a.

Proprietario: BOLOGNETTA s.c.p.a.

Cantiere: Lavori di ammodernamento del tratto Palermo -
Lercara Friddi, lotto funzionale dal km14,4 compreso
il tratto di raccordo della rotatoria Bolognetta al
km 48, compreso i raccordi con le attuali S.S. 189 e
S.S. 121

Data prova: 17-06-2015

Profondità (m)	N. colpi	Nspi equivalente	Profondità (m)	N. colpi	Nspi equivalente	Profondità (m)	N. colpi	Nspi equivalente
0,00						20,20		
0,20	6	9,12	10,20			20,40		
0,40	9	13,68	10,40			20,60		
0,60	9	13,68	10,60			20,80		
0,80	7	10,64	10,80			21,00		
1,00	6	9,12	11,00			21,20		
1,20	7	10,64	11,20			21,40		
1,40	30	45,6	11,40			21,60		
1,60	16	24,32	11,60			21,80		
1,80	6	9,12	11,80			22,00		
2,00	4	6,08	12,00			22,20		
2,20	3	4,56	12,20			22,40		
2,40	21	31,92	12,40			22,60		
2,60	19	28,88	12,60			22,80		
2,80	26	39,52	12,80			23,00		
3,00	12	18,24	13,00			23,20		
3,20	6	9,12	13,20			23,40		
3,40	6	9,12	13,40			23,60		
3,60	6	9,12	13,60			23,80		
3,80	10	15,2	13,80			24,00		
4,00	27	41,04	14,00			24,20		
4,20	9	13,68	14,20			24,40		
4,40	14	21,28	14,40			24,60		
4,60	19	28,88	14,60			24,80		
4,80	36	54,72	14,80			25,00		
5,00	40	60,8	15,00			25,20		
5,20	41	62,32	15,20			25,40		
5,40	44	66,88	15,40			25,60		
5,60			15,60			25,80		
5,80			15,80			26,00		
6,00			16,00			26,20		
6,20			16,20			26,40		
6,40			16,40			26,60		
6,60			16,60			26,80		
6,80			16,80			27,00		
7,00			17,00			27,20		
7,20			17,20			27,40		
7,40			17,40			27,60		
7,60			17,60			27,80		
7,80			17,80			28,00		
8,00			18,00			28,20		
8,20			18,20			28,40		
8,40			18,40			28,60		
8,60			18,60			28,80		
8,80			18,80			29,00		
9,00			19,00			29,20		
9,20			19,20			29,40		
9,40			19,40			29,60		
9,60			19,60			29,80		
9,80			19,80			30,00		
10,00			20,00					

Il Responsabile dell'indagine

geom. Giovanni Chiavelli

Sede Legale:

Via Cutinelli, 121/C (Parco del Ciliegio) - 84081 BARONISSI (SA)

Tel. 0825 523971 / 523550 - Fax 0825 523767

Casella Postale n. 47

C.F. Iscrizione R.I. SA n. 0186410 064 7

info@plp-srl.it - geotecnica@plp-srl.it

PEC: gruppoplp@legalmail.it

Il Responsabile del laboratorio

dr ssa, geol. Ida Palomba

Sedi Operative:

Loc. Paccone, 15 - Svincolo aut. SA-RC

84029 SIGIGNANO DEGLI ALBURNI (SA)

Tel. 0828 979225 - Fax 0828 978110

Via Prov.le Turci, 9 (Area PIP) - 83025 MONTORO (AV)

Tel. 0825 520619 - Fax 0825 520501

Cell. 345 9308489 - 335 6587734 - 333 1947038

PLP

Prospezioni
Laboratorio Prove S.r.l.R.E.A. SA n. 232841
Partita IVA: 0288910 065 3Numero Verde
800 04 05 06

Prova Penetrometrica DPSH (CPT-AGL03)

DIN 4094 - Racc. AGI 1977 - UNI EN 1997-3 - UNI EN ISO 22476-2:2005
DOC PP 7.14 - 7 ED 01/13

Accettazione: Settore C 0072-2015
Data: 22/06/2015

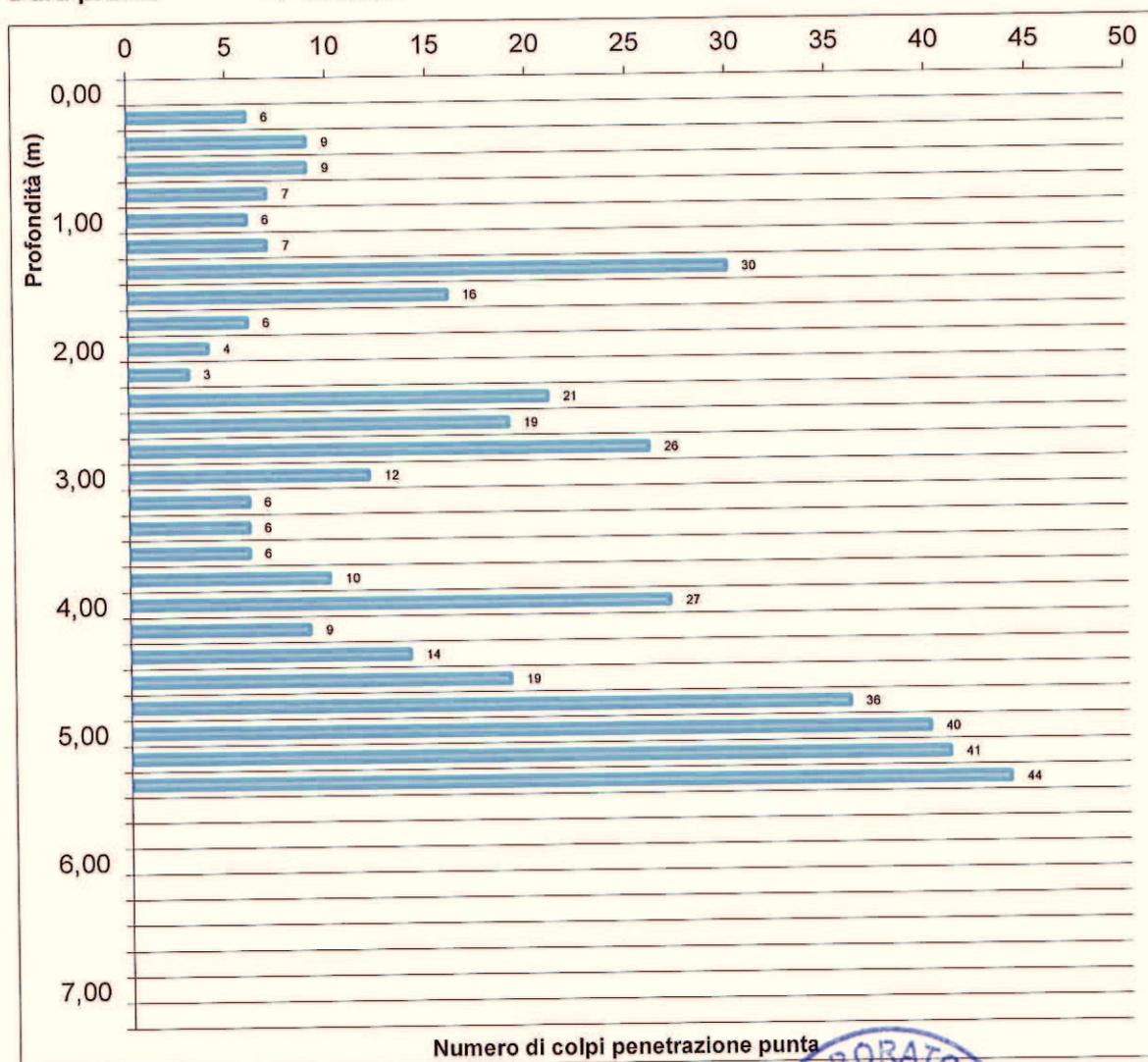
Protocollo: 0139-2015
Data: 01-07-2015

Richiedente: BOLOGNETTA s.c.p.a.

Proprietario: BOLOGNETTA s.c.p.a.

Cantiere: Lavori di ammodernamento del tratto Palermo -
Lercara Friddi, lotto funzionale dal km14,4 compreso
il tratto di raccordo della rotatoria Bolognetta al
km 48, compreso i raccordi con le attuali S.S. 189 e
S.S. 121

Data prova: 17-06-2015



Il Responsabile dell'indagine
geom. Giovanni Chicciello

Il Responsabile del laboratorio
dr ssa. Geol. Palomba

PLP
Prospezioni
Laboratorio Prove S.r.l.
R.E.A. SA n. 232841
Partita IVA: 0288910 065 3

Sede Legale:
Via Cutinelli, 121/C (Parco del Ciliegio) - 84081 BARONISSI (SA)
Tel. 0825 523971 / 523550 - Fax 0825 523767
Casella Postale n. 47
C.F. Iscrizione R.I. SA n. 0186410 064 7
info@plp-srl.it - geotecnica@plp-srl.it
PEC: gruppoplp@legalmail.it

Sedi Operative:
Loc. Paccone, 15 - Svincolo aut. SA-RC
84029 SICIGNANO DEGLI ALBURNI (SA)
Tel. 0828 978225 - Fax 0828 978110
Via Prov.le Turci, 9 (Area PIP) - 83025 MONTORO (AV)
Tel. 0825 520619 - Fax 0825 520501
Cell. 345 9308489 - 335 6587734 - 333 1947038

ALLEGATO N.7
Ubicazione Prove Penetrometriche Super Pesanti DPSH
da DPSH(CPT-AGL01) a DPSH(CPT-AGL03)

NB: L'ubicazione delle prove è approssimativa e non è in scala



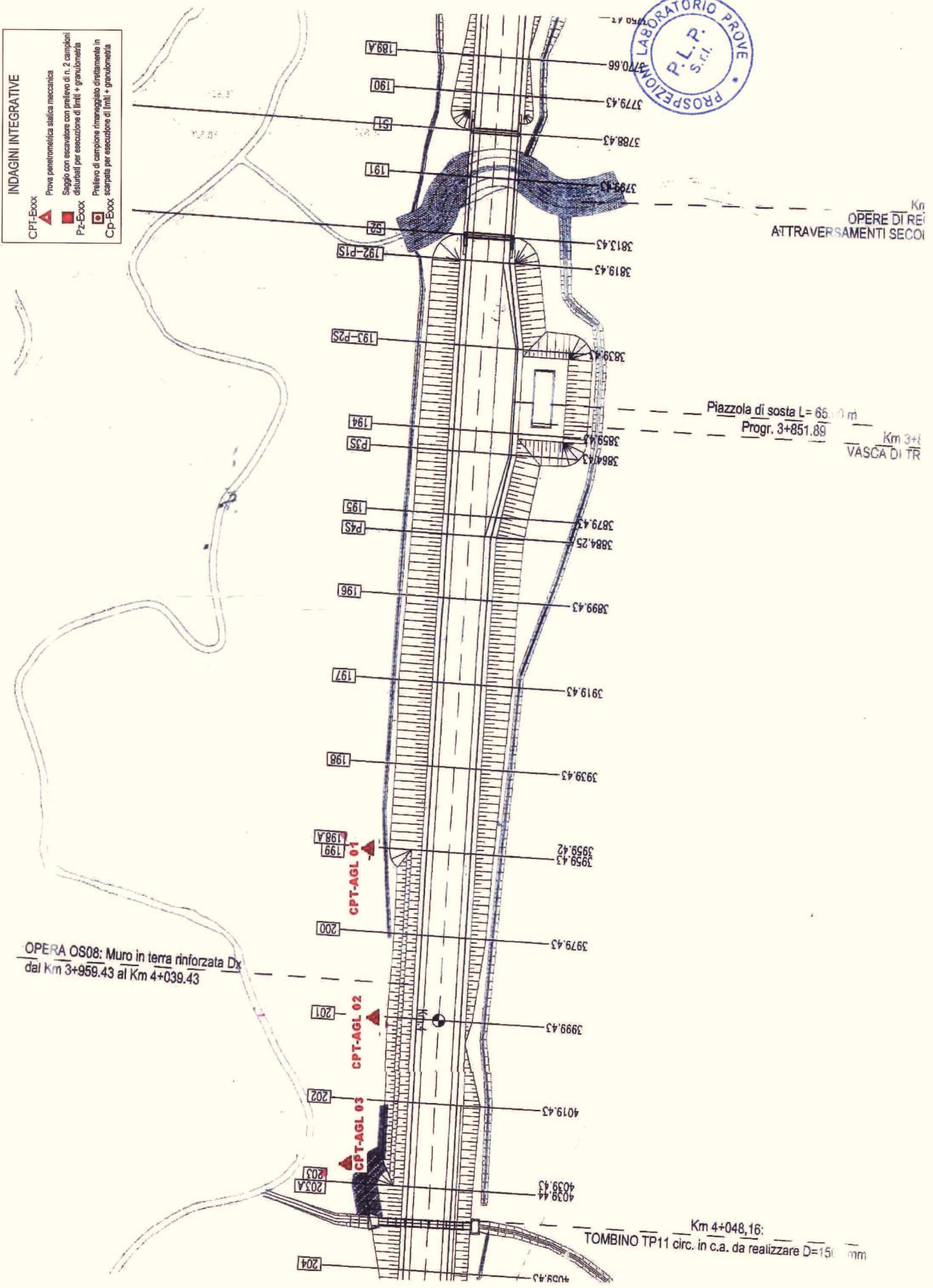
PLP
Prospezioni
Laboratorio Prove S.r.l.
R.E.A. SA n. 232841
Partita IVA: 0288910 065 3

Sede Legale:
Via Cutinelli, 121/C (Parco del Ciliegio) - 84081 BARONISSI (SA)
Tel. 0825 523971 / 523550 - Fax 0825 523767
Casella Postale n. 47
C.F. Iscrizione R.I. SA n. 0186410 064 7
info@plp-srl.it - geotecnica@plp-srl.it
PEC: gruppoplp@legalmail.it

Sedi Operative:
Loc. Paccone, 15 - Svincolo aut. SA-RC
84029 SICIGNANO DEGLI ALBURNI (SA)
Tel. 0828 978225 - Fax 0828 978110
Via Prov.le Turci, 9 (Area PIP) - 83025 MONTORO (AV)
Tel. 0825 520619 - Fax 0825 520501
Cell. 345 9308489 - 335 6587734 - 333 1947038

INDAGINI INTEGRATIVE

- CPT-Exxx Prova penetrometrica statica meccanica
- Saggio con escavatore con prelievo di n. 2 campioni disturbati per esecuzione di limiti + granulometria
- Pz-Exxx Prelievo di campione rimaneggiato direttamente in scarpata per esecuzione di limiti + granulometria
- Cp-Exxx scarpata per esecuzione di limiti + granulometria



OPERA OS08: Muro in terra rinforzata Dx
dal Km 3+959.43 al Km 4+039.43

Km 4+048,16:
TOMBINO TP11 circ. in c.a. da realizzare D=1500 mm