



# 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 i 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:

### OPERE DI SOSTEGNO - ASSE PRINCIPALE - Lotto 2a OS109 - Muri in dx dal km 26+718 al km 27+649 Relazione tecnica e di calcolo

Codice Unico Progetto (CUP): F41B03000230001

Codice elaborato:	OPERA	ARGOMENTO	DOC. E PROG.	FASE	REVISIONE
PA17/08	P V	OS 109	R C 0 1	5	0

CARTELLA:	FILE NAME:	NOTE:	PROT.	SCALA:
	PVOS109RC01_50_4137	1=1	4 1 3 7	1:200
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 polifi@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 Cocciante

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

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 **LO410C E 1101**

Dott. Ing. Ettore de Cesbron de la Grennelais

## INDICE

<b>INDICE</b> .....	1
1   PREMESSA .....	4
2   NORMATIVA DI RIFERIMENTO .....	5
3   ELABORATI DI PROGETTO DI RIFERIMENTO .....	5
4   SIMBOLOGIA.....	5
5   MATERIALI .....	6
5.1   ACCIAIO .....	6
5.1.1   Acciaio per armatura strutture in c.a.....	6
5.2   CALCESTRUZZO.....	6
5.2.1   Calcestruzzo per fondazione ed elevazione .....	6
6   CARATTERIZZAZIONE SISMICA DELL'AREA.....	7
6.1   PERIODO DI RIFERIMENTO PER L'AZIONE SISMICA .....	7
6.2   AZIONE SISMICA DI RIFERIMENTO.....	7
7   INDAGINI GEOTECNICHE .....	9
8   DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO .....	14
9   CARATTERIZZAZIONE STRATIGRAFICA E GEOTECNICA DEI TERRENI .....	16
9.1   INTERPRETAZIONE DELLE PROVE PENETROMETRICHE .....	16
9.1.1   Caratteristiche di resistenza in termini di coesione non drenata .....	19
9.1.2   Caratteristiche di deformabilità .....	20
9.2   UNITA' STRATIGRAFICHE.....	21
10   ANALISI E VERIFICA DEI MURI DI SOSTEGNO – CRITERI GENERALI .....	23
10.1   PROGRAMMI DI CALCOLO .....	23
10.1.1   MAX 10.10 della Aztec Informatica .....	23
10.1.2   Modulo "Slope/W" 2007 del programma di calcolo "GeoStudio 2007 – versione 7.23", a cura della Geo-Slope International (Canada).....	24
10.2   APPROCCI PROGETTUALI PER LE VERIFICHE .....	24
10.2.1   Combinazioni delle Azioni.....	25
10.3   AZIONE SISMICA .....	26
10.3.1   Dimensionamento opera .....	26
10.3.2   Stabilità globale .....	26
11   MURO DI SOSTEGNO TIPO 3: ALTEZZA RIPROFILATURA = 6.0 M .....	27
11.1   DESCRIZIONE DEL MODELLO DI CALCOLO – SOFTWARE MAX 10.10 .....	27
11.2   DATI DI INPUT DEI MATERIALI E LIVELLI PIEZOMETRICI ADOTTATI.....	28
11.3   RISULTATI PER DIMENSIONAMENTO STRUTTURALE DELL'OPERA.....	28


11.4	SOLLECITAZIONI DI CALCOLO PER VERIFICHE STRUTTURALI .....	35
11.5	VERIFICHE STRUTTURALI (STR) .....	37
11.5.1	SLU, SLV – Pressoflessione/flessione .....	37
11.5.2	SLU, SLV – Taglio .....	38
11.5.3	SLE – Pressoflessione/flessione e fessurazione .....	39
11.5.3.1	Combinazione caratteristica $\Leftrightarrow$ Combinazione frequente $\Leftrightarrow$ Combinazione quasi permanente: verifica tensioni e fessurazione .....	39
11.6	VERIFICHE GEOTECNICHE (GEO): SCORRIMENTO E CAPACITÀ PORTANTE .....	40
11.7	VERIFICHE DI EQUILIBRIO DI CORPO RIGIDO (EQU) .....	40
11.8	VERIFICA DI STABILITÀ GLOBALE .....	40
11.8.1	Condizioni di analisi .....	40
11.8.2	Parametri geotecnici .....	41
11.8.3	Risultati delle verifiche .....	42
12	MURO DI SOSTEGNO TIPO 2: ALTEZZA RIPROFILATURA = 4.0 M .....	45
12.1	DESCRIZIONE DEL MODELLO DI CALCOLO – SOFTWARE MAX 10.10 .....	45
12.2	DATI DI INPUT DEI MATERIALI E LIVELLI PIEZOMETRICI ADOTTATI.....	46
12.3	RISULTATI PER DIMENSIONAMENTO STRUTTURALE DELL'OPERA.....	46
12.4	SOLLECITAZIONI DI CALCOLO PER VERIFICHE STRUTTURALI .....	54
12.5	VERIFICHE STRUTTURALI (STR) .....	55
12.5.1	SLU, SLV – Pressoflessione/flessione .....	55
12.5.2	SLU, SLV – Taglio .....	56
12.5.3	SLE – Pressoflessione/flessione e fessurazione .....	57
12.5.3.1	Combinazione caratteristica $\Leftrightarrow$ Combinazione frequente $\Leftrightarrow$ Combinazione quasi permanente: verifica tensioni e fessurazione .....	57
12.6	VERIFICHE GEOTECNICHE (GEO): SCORRIMENTO E CAPACITÀ PORTANTE .....	58
12.7	VERIFICHE DI EQUILIBRIO DI CORPO RIGIDO (EQU) .....	59
12.8	VERIFICA DI STABILITÀ GLOBALE .....	59
12.8.1	Condizioni di analisi .....	59
12.8.2	Parametri geotecnici .....	59
12.8.3	Risultati delle verifiche .....	59
13	MURO DI SOSTEGNO TIPO 1: ALTEZZA RIPROFILATURA = 2.0 M .....	62
13.1	VERIFICA DI STABILITÀ GLOBALE .....	62
13.1.1	Condizioni di analisi .....	62
13.1.2	Parametri geotecnici .....	63
13.1.3	Risultati delle verifiche .....	63

14	APPENDICE 1: OUTPUT CALCOLO MURO DI SOSTEGNO TIPO 3 CON ALTEZZA RIPROFILATURA = 6.0 M.....	65
14.1	CRITERI GENERALI DELLE ANALISI CONDOTTE .....	65
14.2	RISULTATI DELLE ELABORAZIONI.....	72
15	APPENDICE 2: OUTPUT CALCOLO MURO DI SOSTEGNO TIPO 2 CON ALTEZZA RIPROFILATURA = 4.0 M.....	118
15.1	CRITERI GENERALI DELLE ANALISI CONDOTTE .....	118
15.2	RISULTATI DELLE ELABORAZIONI.....	118
16	APPENDICE 3: REPORT VERIFICHE DI STABILITÀ .....	165
16.1	MURO TIPO 3.....	165
16.1.1	REPORT VERIFICA DI Figura 23 .....	165
16.1.2	REPORT VERIFICA DI Figura 24 .....	169
16.1.3	REPORT VERIFICA DI Figura 25 .....	173
16.2	MURO TIPO 2.....	177
16.2.1	REPORT VERIFICA DI Figura 35 .....	177
16.2.2	REPORT VERIFICA DI Figura 36 .....	181
16.2.3	REPORT VERIFICA DI Figura 37 .....	185
16.3	MURO TIPO 1.....	189
16.3.1	REPORT VERIFICA DI Figura 38 .....	189
16.3.2	REPORT VERIFICA DI Figura 39 .....	192
16.3.3	REPORT VERIFICA DI Figura 40 .....	196
17	APPENDICE 4: Stralcio del rapporto tecnico di prova (Settore C 0072-2015 del 22/06/2015) sulle indagini geognostiche effettuate, redatto dalla società PLP, Prospezioni-Laboratorio-Prove S.r.l. 201	

## 1 PREMESSA

La presente relazione riguarda i muri a presidio delle scarpate di scavo fra la pk 26+718 e la pk 27+649. A seguito delle abbondante piogge dell'inverno scorso le scarpate di scavo con pendenza 2/3 hanno evidenziato fenomeni di instabilità che si sono manifestati in maniera diffusa lungo tutto il tracciato, oltre che nel tratto oggetto di intervento.

Nelle foto seguenti sono documentati alcuni dei cinematismi di instabilità che hanno coinvolte le scarpate di scavo.

	
Foto 1: Scarpate di scavo 1/4	Foto 4: Scarpate di scavo 2/4
	
Foto 5: Scarpate di scavo 3/4	Foto 6: Scarpate di scavo 4/4

Per garantire la stabilità nel lungo termine delle scarpate di scavo sono previsti muri di altezza di dimensioni diverse a secondo dell'altezza delle scarpate di scavo.

## 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 DI PROGETTO DI RIFERIMENTO

---

### ELABORATI PROGETTO ESECUTIVO APPROVATO

- |     |  |                  |
|-----|--|------------------|
| [1] | Relazione geologica geomorfologica idrogeologica (PEA) | PEGERT01_31_4137 |
| [2] | Relazione geotecnica (PEA)                             | PEGTRT01_31_4137 |
| [3] | Relazione sismica (PEA)                                | PESIRT01_30_4137 |

## 4 SIMBOLOGIA

---

La principale simbologia adottata nella descrizione dei diversi parametri geotecnici e di calcolo è riportata nel seguito:

- $\gamma$  = peso di volume del terreno;
- $c_u$  = coesione in condizioni non drenate;
- $\phi$  = angolo di resistenza al taglio in condizioni drenate;
- $c'$  = coesione in condizioni drenate;

Il pedice con il suffisso “,k” indica il valore caratteristico del parametro di resistenza al taglio considerato.

## 5 MATERIALI

---

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

### 5.1 ACCIAIO

#### 5.1.1 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:	$1.15 \leq f_{tk}/f_{yk} < 1.35$

### 5.2 CALCESTRUZZO

#### 5.2.1 Calcestruzzo per fondazione ed elevazione

Classe di resistenza:	C30/37
dimensione massima dell'inerte:	$D_{max} = 32 \text{ mm}$
classe di esposizione:	XA1
classe di consistenza:	S4
copriferro minimo:	$c_{f,min} \geq 40 \text{ mm}$

## 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

da cui 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

Il calcolo delle azioni sismiche, di seguito descritte, viene condotto nel rispetto delle "Norme Tecniche per le costruzioni D.M. 14/01/2008" e s.m.i.

Le coordinate geografiche di riferimento (secondo sistema ED50) per l'opera in esame sono:

Longitudine: 13°589003  
Latitudine: 37°832072

Tabella 1: Parametri sismici per la definizione dello spettro di progetto

SLATO LIMITE	$T_R$ [anni]	$a_g$ [g]	$F_o$ [-]	$T_C^*$ [s]
SLO	60	0.051	2.406	0.267
SLD	101	0.063	2.434	0.285
SLV	949	0.139	2.583	0.339
SLC	1950	0.173	2.624	0.350

Per le analisi in condizioni sismiche è stato preso a riferimento lo stato limite di salvaguardia della vita (SLV) e la categoria di sottosuolo B; si hanno pertanto i seguenti parametri:



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 VARIANTE

OS 109 – Muri al KM 27+000 – Relazione tecnica e di Calcolo

#### Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLV
$a_g$	0.139 g
$F_0$	2.583
$T_C^*$	0.339 s
$S_s$	1.200
$C_C$	1.366
$S_T$	1.000
$q$	1.000

#### Parametri dipendenti

$S$	1.200
$\eta$	1.000
$T_B$	0.154 s
$T_C$	0.463 s
$T_D$	2.157 s

In sintesi, per le analisi in condizioni sismiche dell'opera in oggetto sono stati utilizzati i seguenti valori:

- categoria di sottosuolo: B
- Coefficiente topografico:  $S_T=1.00$
- fattore di sito:  $S_s = 1.200$ ;
- accelerazione orizzontale su sito di riferimento rigido:  $a_g = 0.139$  g;
- massima accelerazione su sottosuolo tipo B:  $a_{max} = 0.167$  g.

## 7 INDAGINI GEOTECNICHE

L'area in cui ricade l'intervento in esame è stata oggetto di indagini a supporto della Progettazione Definitiva consistenti in n. 2 pozzetti esplorativi Pz21 e Pz22 e recentemente (luglio 2015) sono state eseguite alcune prove penetrometriche dinamiche pesanti (DPSH) da parte del laboratorio PLP, Prospezioni-Laboratorio-Prove di Salerno. Le caratteristiche dello strumento utilizzato nelle prove sono di seguito elencate mentre per quanto riguarda i certificati si rimanda all'Allegato A:

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 <sup>2</sup>	Peso aste a metro	6,31 kg/m
Lunghezza delle aste	1,00 m	Angolo di apertura punta	90°

Nella Figura 1 è riportata l'ubicazione delle indagini del PEA e di quelle integrative da cui risulta che le prove più vicine alle scarpate di scavo (lato monte) sono:

- Prove PEA: pozzetti esplorativi PZ21 e PZ22;
- Indagini integrative 2015: DPSH 26, DPSH27, DPSH 28.

I diagrammi penetrometrici relativi alle prove DPSH sono riportati nella Figura 2, Figura 3, Figura 4 da cui risulta che fino a 9.0 m di profondità il numero di colpi è variabile da 5 a 7 poi le resistenze aumentano significativamente. E' da tenere presente che le prove penetrometriche sono state eseguite al piede delle scarpate di scavo 2/3 e quindi a qualche metro di profondità dal piano campagna originario. Nei primi metri è ragionevole ipotizzare la presenza di una coltre caratterizzata da resistenze inferiori come confermato dalle prove penetrometriche ubicate a valle della strada in cui nei primi metri le resistenze sono spesso inferiori a 5 colpi.

Durante l'esecuzione del pozzetto Pz21 sono stati prelevati alcuni campioni rimaneggiati su cui sono state eseguite prove di laboratorio come riportato nella tabella seguente.

Tabella 2: Prove di laboratorio

Sond	Camp.	Prof. (m)	Limiti				Class	Pesi	Granulometria				Sost. Org.	CBR
			LL (%)	LP (%)	IP (%)	LR (%)			UNI1006	Gs (kN/m3)	G (%)	S (%)		
Pz21	C1	0.3	57.38	30.21	27.17	27.05	A7-5	26.59	1.75	8.64	38.09	51.52	2.88	27.94

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 VARIANTE

OS 109 – Muri al KM 27+000 – Relazione tecnica e di Calcolo

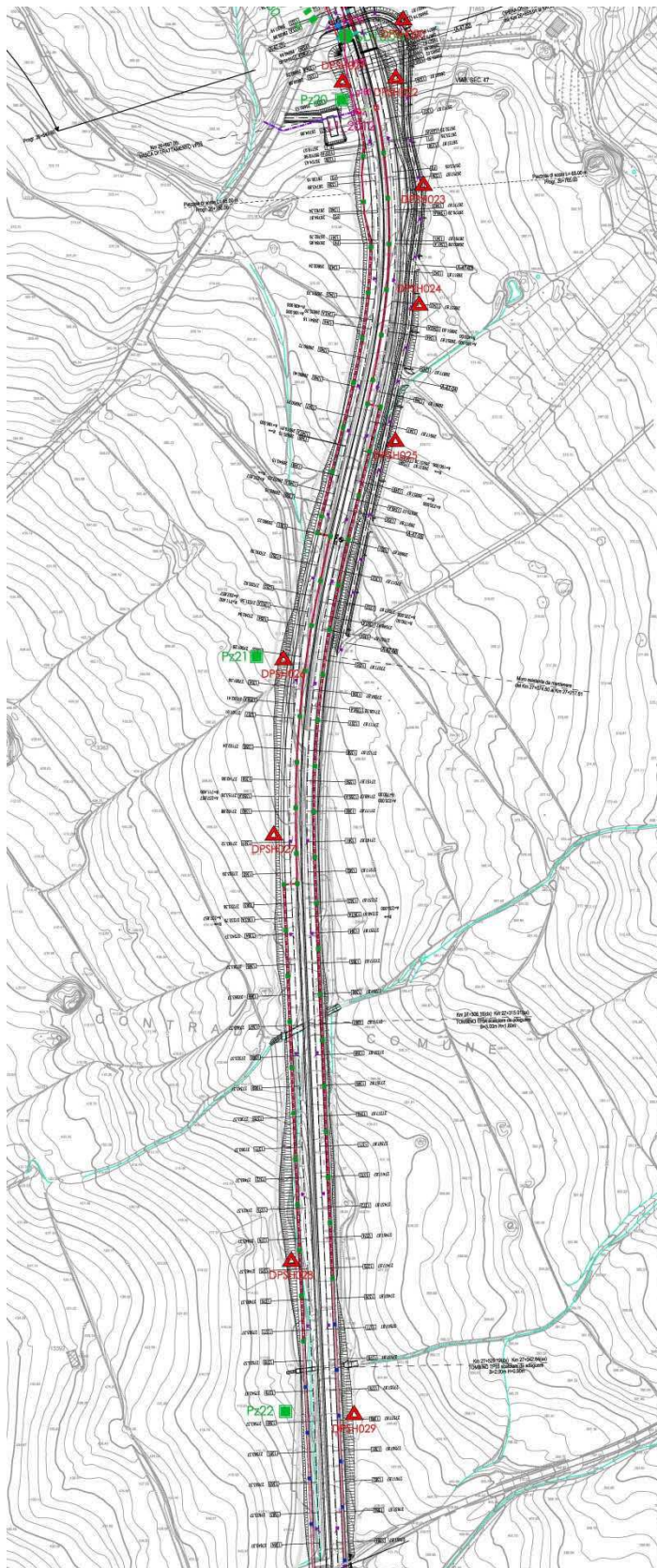


Figura 1: Planimetria con ubicazione indagini geotecniche

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 VARIANTE

OS 109 – Muri al KM 27+000 – Relazione tecnica e di Calcolo

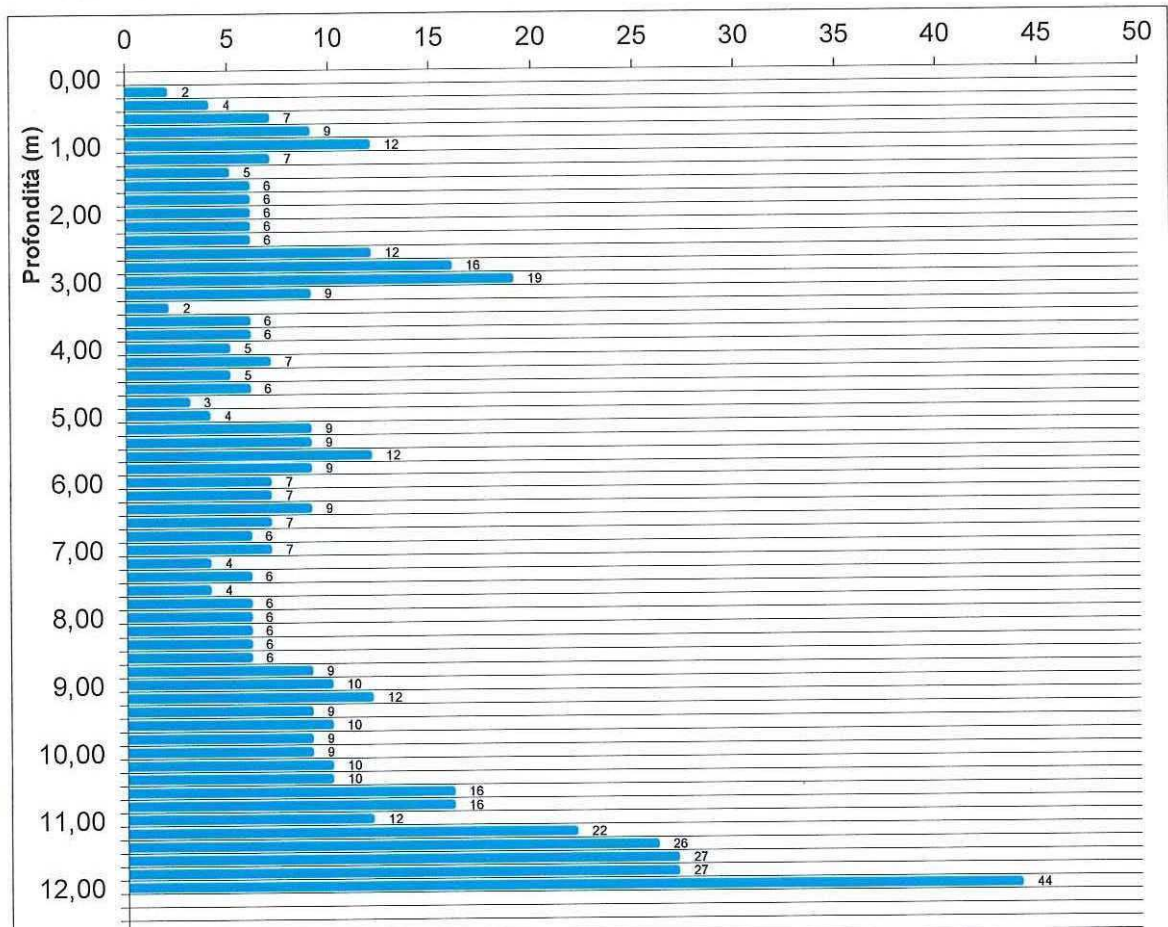


Figura 2: Prova penetrometrica DPSH26



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 VARIANTE

OS 109 – Muri al KM 27+000 – Relazione tecnica e di Calcolo

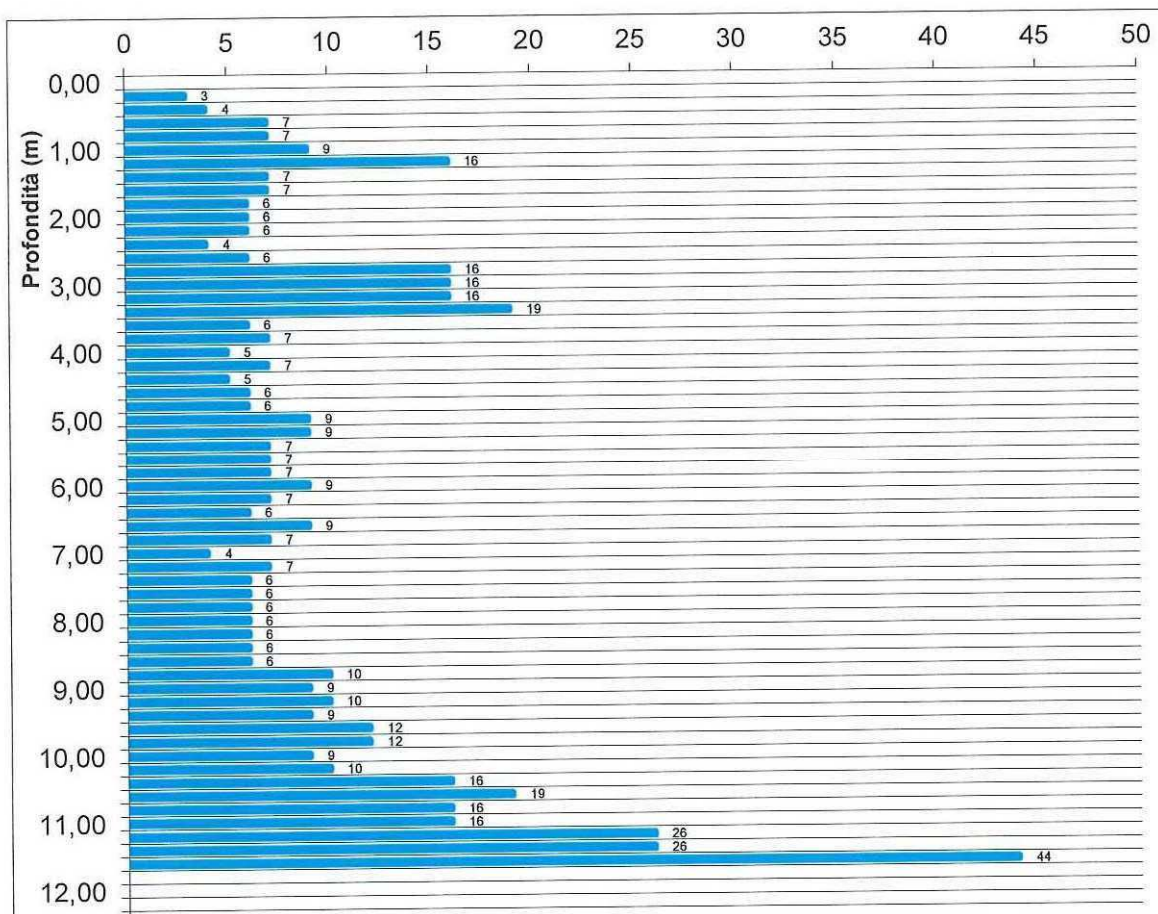


Figura 3: Prova penetrometrica DPSH27

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 VARIANTE

OS 109 – Muri al KM 27+000 – Relazione tecnica e di Calcolo

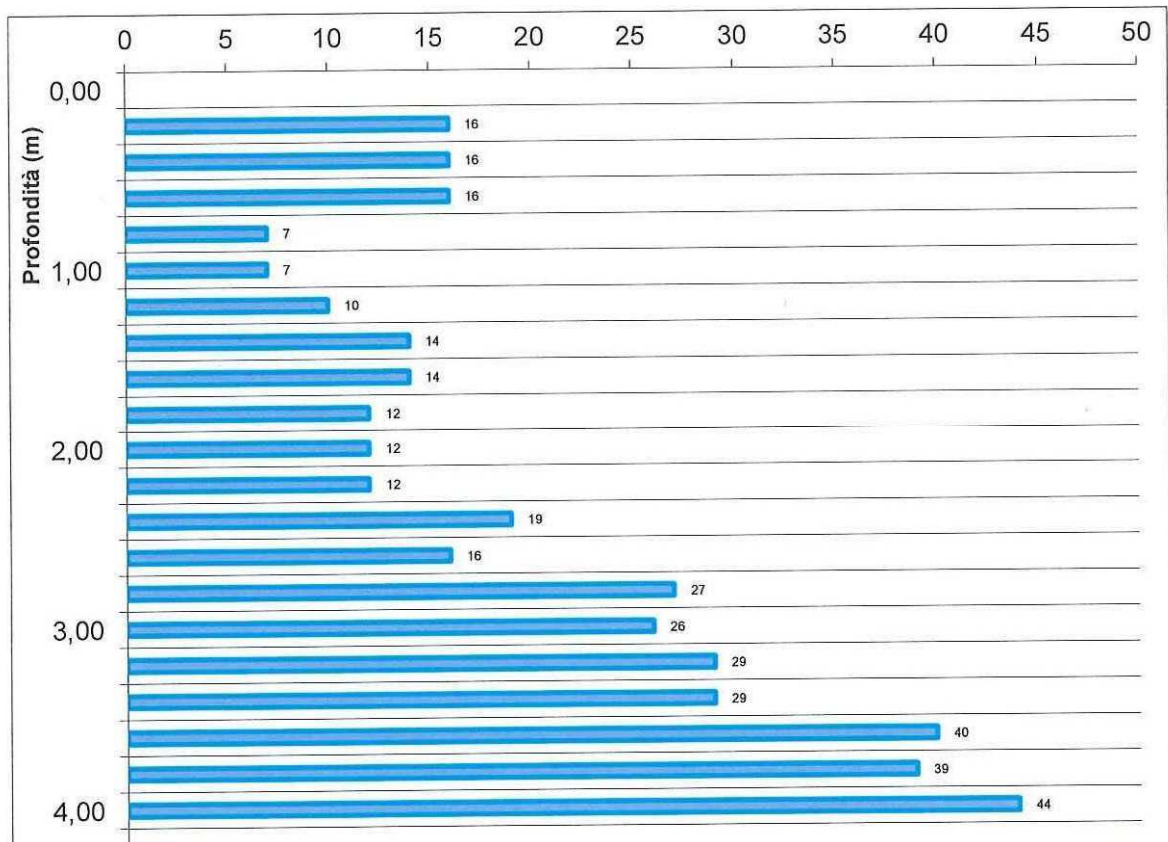


Figura 4: Prova penetrometrica DPSH28

## 8 DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO

Sono previste 3 tipologie di muro in relazione all'altezza delle scarpate di scavo (per maggiori dettagli vedasi gli elaborati grafici):

- Muro tipo 1 (Figura 5):  
Per scarpate di scavo di altezza compresa fra 0.5 m e 2.0 m è previsto un cordolo laterale di altezza 0.5 m.
- Muro tipo 2 (Figura 6):  
Per scarpate di scavo di altezza fra 2.0 m e 4.0 m è previsto un muro in c.a di dimensioni 2.8 m per 3.0 m, altezza libera di circa 1.77 m e taglione anteriore.
- Muro tipo 3 (Figura 7):  
Per scarpate di scavo di altezza fra 4.0 m e 6.0 m è previsto un muro in c.a di dimensioni 3.95 m per 4.7 m, altezza libera di circa 3.47 m e taglione anteriore.

Per la regimazione delle acque superficiali è previsto a monte delle scarpate di scavo un fosso rivestito in calcestruzzo e a ridosso del paramento verticali dei muri una cunetta semicircolare. Per la raccolta delle acque di infiltrazione si realizza un materasso drenante sul retro della ciabatta di fondazione.

Lungo lo sviluppo sono posizionati pozzetti per la raccolta e lo scarico delle acque nella rete idraulica a fianco della viabilità principale.

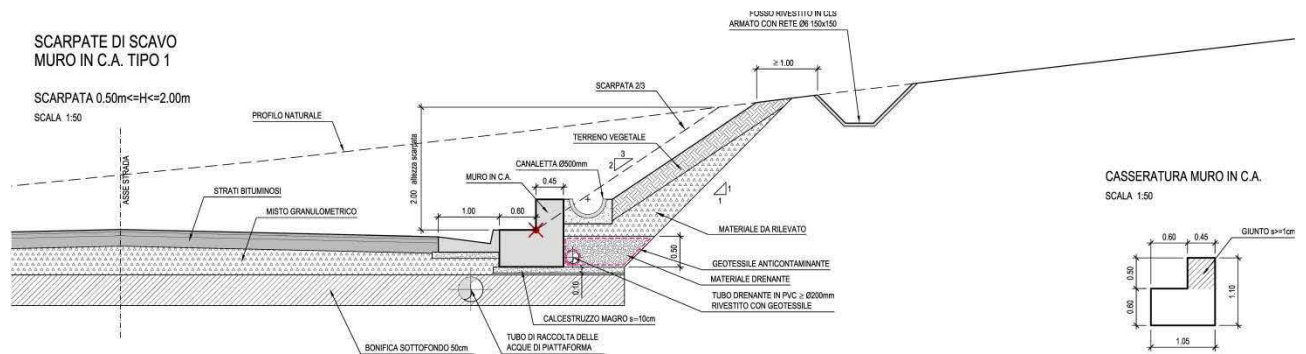


Figura 5: Muro tipo 1





---

## 9 CARATTERIZZAZIONE STRATIGRAFICA E GEOTECNICA DEI TERRENI

---

Nel seguito verranno interpretate le indagini disponibili, individuate le unità stratigrafiche e definiti i parametri geotecniche di riferimento.

### 9.1 INTERPRETAZIONE DELLE PROVE PENETROMETRICHE

Per l'area in esame sono disponibili tre prove penetrometriche dinamiche pesanti DPSH26, DPSH27 e DPSH28 (vedasi il paragrafo 7). E' da tenere presente che le prove penetrometriche sono state eseguite al piede delle scarpate di scavo 2/3 e quindi a qualche metro di profondità dal piano campagna originario. Nei primi metri è ragionevole ipotizzare la presenza di una coltre caratterizzata da resistenze inferiori come confermato dalle prove penetrometriche ubicate a valle della strada in cui nei primi metri le resistenze sono spesso inferiori a 5 colpi.

Il coefficiente di correlazione fra il numero di colpi misurato nelle prove DPSH e il numero di colpi SPT ( $N_{spt}$ ) è 1.52 così come indicato nelle caratteristiche tecniche dello strumento riportate nei certificati delle prove; in Figura 8 sono riportati gli andamenti con la profondità del numero di colpi equivalenti SPT per le diverse prove.

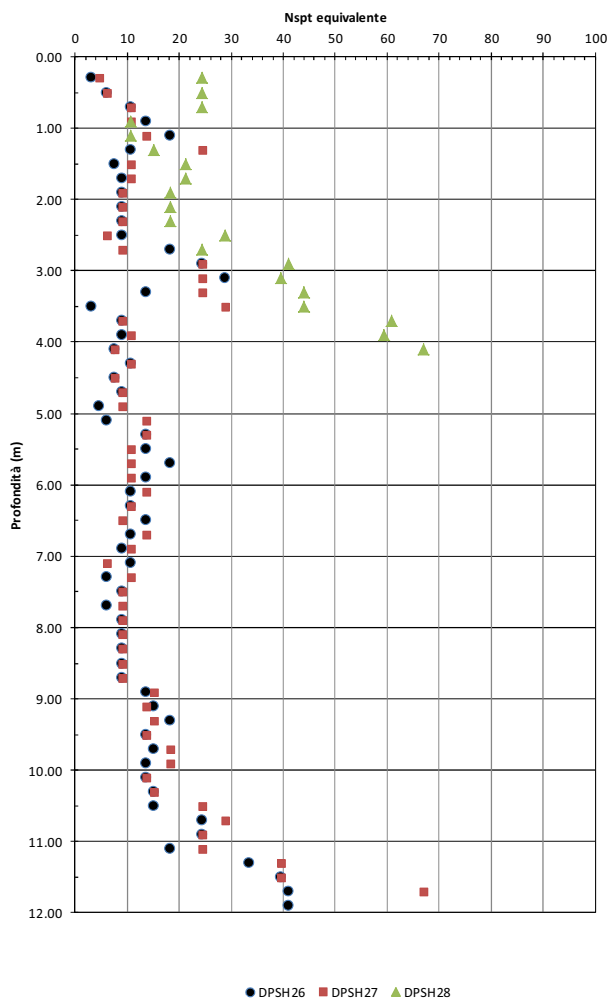


Figura 8:  $N_{spt}$  equivalente da DPSH

Utilizzando la correlazione proposta da Robertson et al. (1883) riportata nella Figura 9 è possibile passare dal numero di colpi  $N_{spt}$  alla resistenza di punta  $q_c$ . Nel caso in esame data la natura essenzialmente argillosa dei terreni si assume un coefficiente di trasformazione pari a:

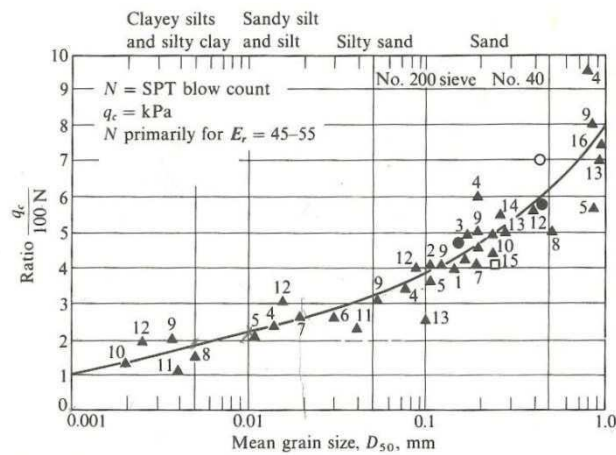
$$\frac{q_c}{100 \times N_{spt}} \approx 2.$$

In Figura 10 si riportano gli andamenti della  $q_c$  equivalente con la profondità per le diverse prove.

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 VARIANTE

OS 109 – Muri al KM 27+000 – Relazione tecnica e di Calcolo



Relationship between mean grain size ( $D_{50}$ ) and  $q_c/N$  ratio. Note the energy ratio  $E_r$  on which relationship is based. [After Robertson et al. (1983) and Ismael and Jeragh (1986), reference numbers correspond to references in original sources.]

Figura 9: Correlazione fra  $N_{spt}$  e  $q_c$

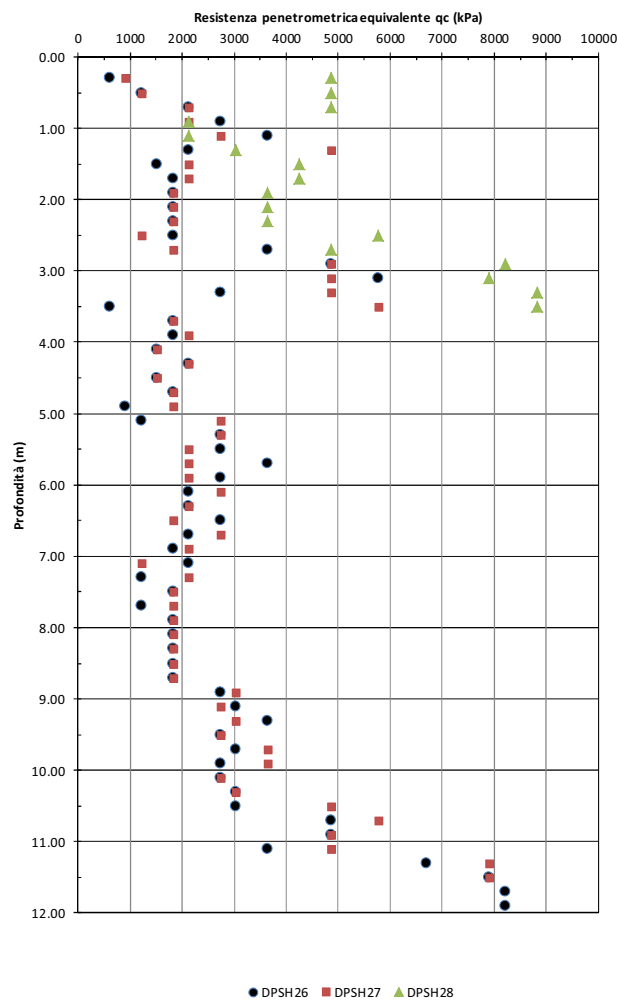


Figura 10: Resistenza  $q_c$  equivalente da DPSH

### 9.1.1 Caratteristiche di resistenza in termini di coesione non drenata

La resistenza a taglio non drenata è stata desunta dalle prove penetrometriche DPSH con riferimento all' $N_{spt}$  e  $q_c$  equivalenti.

Per l' $N_{spt}$  si è utilizzata la correlazione di Stroud (1974):

$$c_u \approx 5 \cdot N_{spt} ,$$

mentre per la  $q_c$  si è assunto:

$$c_u = \frac{q_c - \sigma_{vo}}{N_k} ,$$

essendo:

$N_k = 15$  coefficiente di capacità portante;

$\sigma_{vo}$  = pressione verticale totale;

$q_c$  = resistenza alla punta.

I diagrammi di Figura 11 riportano i valori di  $c_u$  così stimati.

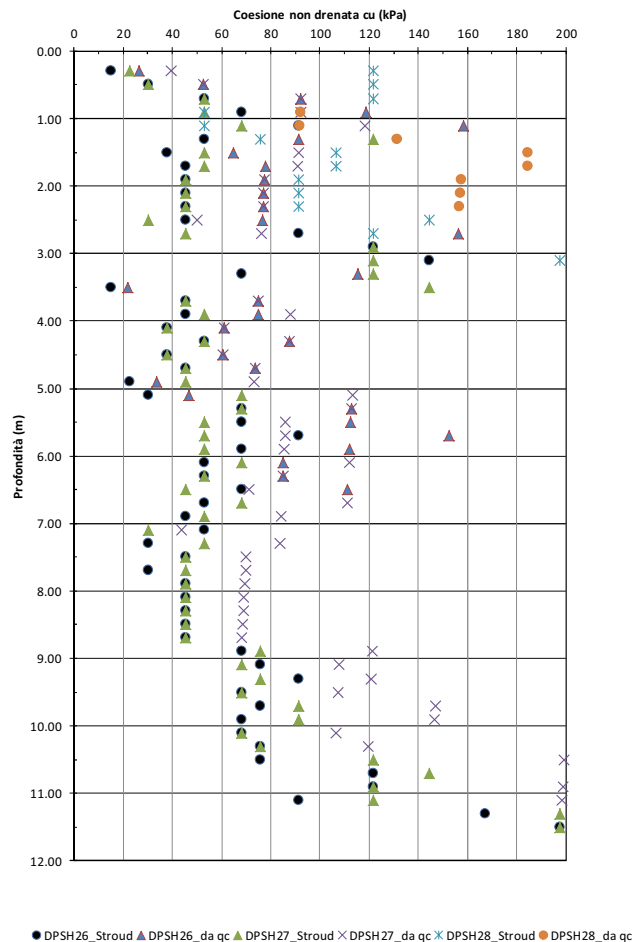


Figura 11: Coesione non drenata  $c_u$

### 9.1.2 Caratteristiche di deformabilità

Con riferimento alla resistenza alla punta  $q_c$  equivalente il modulo di deformazione  $E$  è stato determinato in accordo alla correlazione di Mitchell e Gardner (1975):

$$E = \alpha \cdot q_c,$$

con:

$$\alpha = 6.$$

I diagrammi di Figura 12 riportano i valori di  $E$  così stimati.

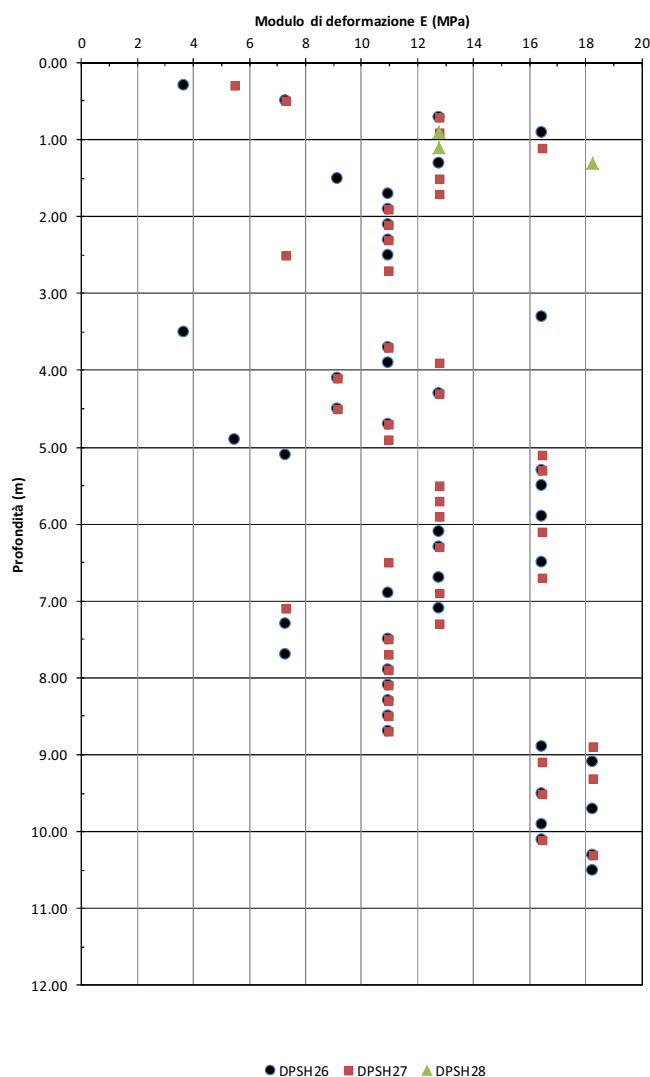


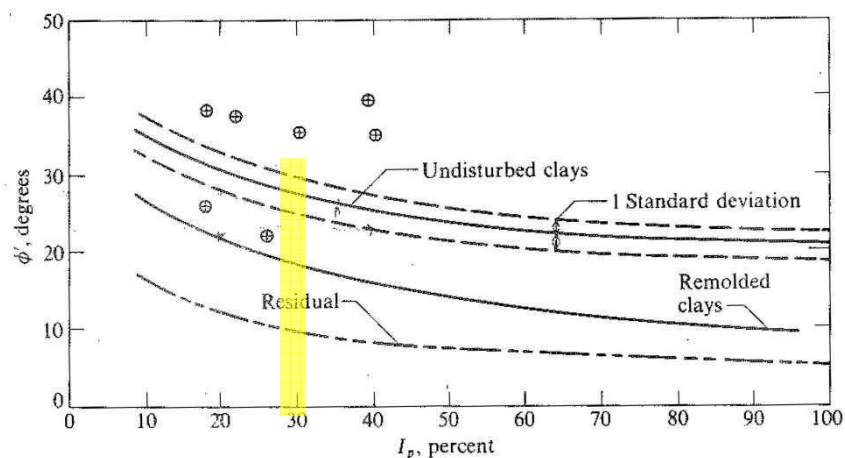
Figura 12: Modulo di deformazione E

## 9.2 UNITA' STRATIGRAFICHE

Sulla base delle indagini eseguite si individuano le seguenti unità stratigrafiche:

- **Unità LSA(a):** coltre superficiale eluvio-colluviale di consistenza molle costituita prevalentemente da limi e argille. Lo spessore di questa unità è assunta pari a 2.0 m. Tale unità non è individuata dalle prove penetrometriche DPSH in quanto sono state eseguite al piede delle scarpate di scavo provvisorie e quindi a qualche metro dal p.c. originario. La presenza di questa unità è stata rilevata nelle prove penetrometriche eseguite a valle della strada in cui nei primi metri le resistenze sono spesso inferiori a 5 colpi.
- **Unità LSA:** Limi sabbiosi argillosi moderatamente consistenti con spessore mediamente di 9 m.
- **Unità AG:** Argille limose grigie. Si tratta di argille limose grigie a struttura scagliettata con inclusi elementi lapidei, da consistenti a molto consistenti, talvolta con intercalati livelli sabbiosi e/o livelli, strati di argilliti a consistenza pseudo-litoide.

Nella Tabella 3 si riportano per le diverse unità i parametri geotecnici di riferimento. E' da osservare che i parametri di resistenza a taglio assunti sono in linea con la correlazione proposta da Ladd et al. (1977) di cui alla Figura 13 considerando che l'indice plastico è 27 (vedasi Tabella 2) e che per l'unità LSA(a) la curva di riferimento può essere quella indicata per la "remolded clay".



Correlation between  $\phi'$  and plasticity index  $I_p$  for normally consolidated (including marine) clays. Approximately 80 percent of data falls within one standard deviation. Only a few extreme scatter values are shown [Data from several sources: Ladd et al. (1977), Bjerrum and Simons (1960), Kanja and Wolle (1977), Olsen et al. (1986).]

Figura 13: Correlazione fra angolo di resistenza a taglio e indice plastico

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 VARIANTE

OS 109 – Muri al KM 27+000 – Relazione tecnica e di Calcolo

Tabella 3: Parametri geotecnici, caratteristici per quanto concerne quelli di resistenza al taglio.

Unità	Profondità da p.c.	$\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )	$\phi'_k$ (°)	$c'_k$ (kPa)	$c_{uk}$ (kPa)
LSA(a)	0.0÷2.0 m	20.0	20	0	50
LSA	2.0÷11.0 m	20.0	24	5	100
AG	>11.0 m	20.5	26	10	200

## **10 ANALISI E VERIFICA DEI MURI DI SOSTEGNO – CRITERI GENERALI**

L'analisi è stata condotta adottando i criteri nel seguito descritti in accordo al DM 14 gennaio 2008 (Norme Tecniche per le Costruzioni - NTC).

### **10.1 PROGRAMMI DI CALCOLO**

#### **10.1.1 MAX 10.10 della Aztec Informatica**

Il dimensionamento strutturale e geotecnico dei muri di sostegno è stato condotto con il software MAX 10.10 della Aztec Informatica.

Il programma MAX è dedicato all'analisi ed al calcolo dei muri di sostegno e consente di analizzare muri a gravità, muri a semigravità e muri a mensola.

In funzione della tipologia e del materiale costituente il muro (calcestruzzo o pietrame) si possono inserire i seguenti elementi: gradoni, contrafforti anche prefabbricati, mensole di marciapiede e/o di contrappeso, pali o micropali di fondazione, tiranti di ancoraggio anche inclinati (attivi o passivi) e fondazione con sperone (dente).

MAX offre la possibilità di modellare la geometria del muro secondo le proprie esigenze: paramento comunque inclinato (monte e/o valle), fondazione anche ad altezza variabile e/o su piano inclinato.

Per il profilo del terrapieno a monte del muro, MAX consente la definizione per punti con possibilità di inserire sovraccarichi (concentrati e/o distribuiti) in qualsiasi punto o tratto del profilo stesso.

Il programma consente, inoltre, di inserire dei carichi lungo l'altezza del muro e sulla fondazione, e di tener conto del peso dell'eventuale rivestimento. I carichi presenti sul profilo e sul muro vengono gestiti per condizioni e combinazioni.

La caratterizzazione dei tipi di terreno avviene fornendo i valori dei parametri fisici e meccanici più comuni (peso di volume, angolo di attrito, attrito terra-muro, coesione e adesione). Il programma consente di stratificare il terreno sia in elevazione sia in fondazione.

La falda può essere messa in conto con quote differenziate per la zona di monte e quella di valle.

MAX consente la definizione e verifica delle armature per tutte le combinazioni di carico definite dall'Utente e per ogni combinazione vengono riportate le verifiche globali con i relativi coefficienti di sicurezza.



Il calcolo delle armature e la verifica delle sezioni, è eseguito in accordo a quanto richiesto dalla normativa vigente.

### **10.1.2 Modulo "Slope/W" 2007 del programma di calcolo "GeoStudio 2007 – versione 7.23", a cura della Geo-Slope International (Canada).**

Tale modulo consente un'analisi di stabilità tenendo conto di terreni variamente stratificati, dell'eventuale falda idrica, della presenza di pressioni neutre diverse dalla idrostatica, di sollecitazioni sismiche, per via statica equivalente, di tiranti di ancoraggio e altre opere di rinforzo e sostegno. Esso è in grado di fornire una soluzione generale al problema bidimensionale di stabilità ricavandone il coefficiente di sicurezza (F.S.) come rapporto tra la resistenza al taglio disponibile lungo la superficie di possibile scivolamento e quella mobilitata dal moto incipiente dell'intera massa contenuta dalla superficie stessa.

Il programma effettua le verifiche di stabilità fornendo il coefficiente di sicurezza secondo diversi criteri; nel caso in esame verrà adottato il criterio di Morgenstern-Price.

Tale criterio permette la ricerca del coefficiente di sicurezza con riferimento ad una condizione di equilibrio sia alla rotazione sia alla traslazione e considerando le forze di interazione fra i singoli conci.

Il criterio di rottura adottato per il terreno è quello classico di Mohr-Coulomb.

Normalmente la valutazione del coefficiente di sicurezza viene effettuata per tentativi, generando un grande numero di superfici con un algoritmo pseudo-casuale, facendo alcune ipotesi semplificative circa la loro forma geometrica rispettando però, per quanto possibile, le condizioni reali nei riguardi delle sollecitazioni esterne, delle caratteristiche fisiche dei terreni, delle eventuali evidenze fisiche (labbris o nicchie di distacco ed accumuli al piede); oltre alla possibilità di calcolare il coefficiente di sicurezza per una determinata superficie di rottura assegnata.

Data una sezione di cui valutare il coefficiente di sicurezza, il programma esamina migliaia di superfici lungo tutto il pendio e fornisce quelle con coefficiente di sicurezza inferiore.

L'analisi di stabilità, nel caso di verifica in condizioni sismiche, è stata condotta con riferimento al modello di calcolo pseudostatico.

## **10.2 APPROCCI PROGETTUALI PER LE VERIFICHE**

Le verifiche sono state sviluppate con riferimento alle NTC 2008, adottando per gli stati limite ultimi (SLU/SLV) di tipo strutturale (STR) e geotecnico (GEO) l'approccio 2:

### A1+M1+R3 (STR + GEO).

Per quanto concerne le verifiche agli stati limite ultimi di tipo geotecnico, sono state condotte secondo tale approccio le seguenti verifiche:

- scorrimento sul piano di posa;
- collasso per carico limite dell'insieme fondazione terreno;

Le verifiche SLU di equilibrio di corpo rigido (EQU) sono state condotte utilizzando i coefficienti parziali sulle azioni della Tabella 2.6.I delle NTC e adoperando coefficienti parziali del gruppo M2 per il calcolo delle spinte:

EQU+M2

*I dimensionamenti strutturali e le verifiche suddette sono state condotte con il software Max 10.10 della Aztec Informatica.*

Le verifiche di stabilità del complesso opera di sostegno-terreno sono state condotte con l'Approccio 1, combinazione 2:

A2+M2+R2.

I coefficienti parziali per le azioni e per i parametri geotecnici del terreno sono in accordo alla tab. 6.2.I, 6.2.II, 6.5.1 (muri) e 6.8.I (stabilità) di cui alle NTC 2008.

*Le verifiche di stabilità globale sono state condotte con il software Slope/W.*

L'opera è verificata anche nei confronti degli stati limite di esercizio controllando che per ciascun stato limite di esercizio sia rispettata la condizione:

$$E_d \leq C_d,$$

dove  $E_d$  è il valore i progetto dell'effetto dell'azione e  $C_d$  è il prescritto valore limite dell'effetto delle azioni.

### 10.2.1 Combinazioni delle Azioni

Dal momento che non si hanno azioni variabili applicate all'opera, ai fini delle verifiche degli stati limite sono state considerate le seguenti combinazioni delle azioni,:

- *Combinazione fondamentale* impiegata per gli stati limite ultimi (**SLU**):

$$\gamma_{G1} > G_1$$

Nel caso specifico il peso del muro e del terreno imbarcato sono stati considerati favorevoli/sfavorevoli.

- *Combinazione caratteristica (rara) ⇔ Combinazione frequente ⇔ Combinazione quasi permanente* impiegate per gli stati limite di esercizio (**SLE**):

$$G_1$$

- Combinazione sismica impiegata per gli stati limite ultimi connessi all'azione sismica E (**SLV**)

$$E + G_1$$

## 10.3 AZIONE SISMICA

### 10.3.1 Dimensionamento opera

Con riferimento al paragrafo 6.2, la determinazione dei coefficienti sismici per il calcolo dei muri di sostegno è stata condotta in accordo al paragrafo 7.11.6.2.1 del DM 14/01/2008; in particolare, assumendo:

- coefficiente di deformabilità  $\beta_m = 0.24$ ;

risulta:

- $k_h = \beta_m \times \frac{a_{\max}}{g} = 0.04$  ;
- $k_v = \pm 0.5 k_h$

### 10.3.2 Stabilità globale

La determinazione dei coefficienti sismici per le verifiche di stabilità dell'opera è stata condotta in accordo al paragrafo 7.11.3.5.2 del DM 14/01/2008; in particolare, assumendo:

- $\beta_s = 0.24$ ;

risulta:

- $k_h = \beta_s \times \frac{a_{\max}}{g} = 0.04$  ;
- $k_v = \pm 0.5 k_h$  .

## 11 MURO DI SOSTEGNO TIPO 3: ALTEZZA RIPROFILATURA = 6.0 M

Nel presente paragrafo viene riportato il dimensionamento geotecnico e strutturale del muro di sostegno di altezza complessiva pari a 470 cm (escluso dente di fondazione), relativo al caso di riprofilatura del pendio naturale per una altezza di 600 cm.

### 11.1 DESCRIZIONE DEL MODELLO DI CALCOLO – SOFTWARE MAX 10.10

L'analisi è stata condotta con riferimento alla geometria della sezione tipo di cui alla Figura 7; il modello di calcolo Max è riportato nella figura seguente; il muro di sostegno presenta le seguenti caratteristiche:

- altezza del paramento = 4.1 m;
- spessore del paramento = 0.45 m;
- larghezza fondazione = 3.95 m, di cui dimensione mensola lato valle = 0.6 m e lato monte = 2.9 m;
- spessore della fondazione = 0.6 m;
- taglio di fondazione posto lato valle di larghezza 0.5 m ed altezza 1.1 m.

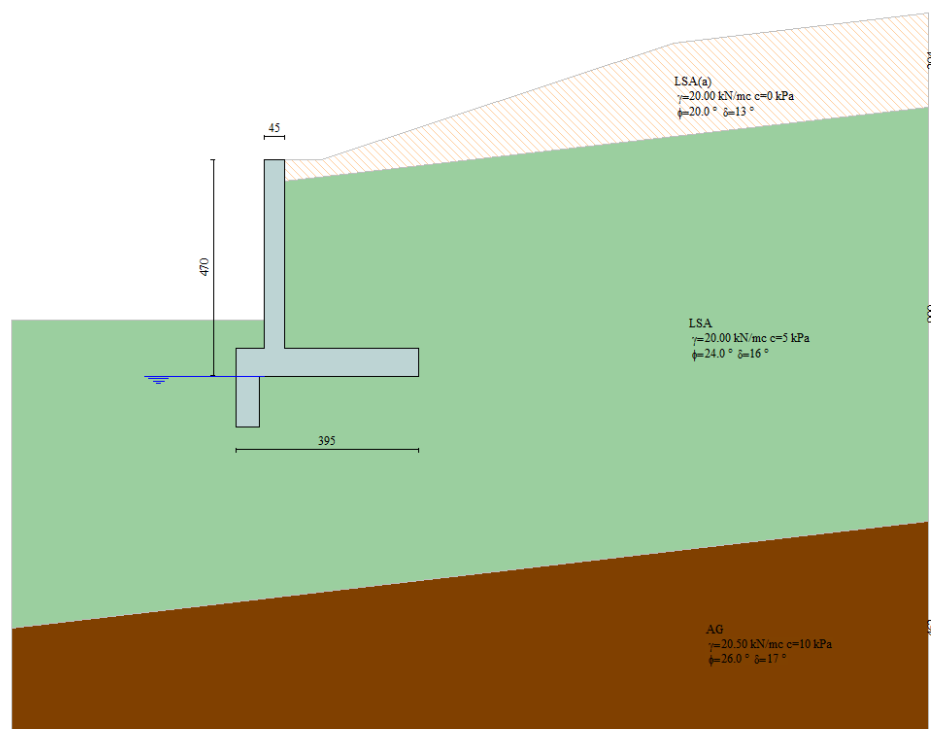


Figura 14: Modello di calcolo Max 10.10.

## 11.2 DATI DI INPUT DEI MATERIALI E LIVELLI PIEZOMETRICI ADOTTATI

I parametri geotecnici adottati nelle elaborazioni per le diverse unità geotecniche sono riportati nella Tabella 3.

La falda viene assunta ad intradosso fondazione sia lato valle sia lato monte in quanto:

- o lato valle è presente un sistema di drenaggio alla base della sovrastruttura stradale;
- o lato monte è previsto un drenaggio che consente di non considerare la spinta idrostatica nelle verifiche geotecniche e nel dimensionamento strutturale dell’opera; differente è il discorso per la verifica di stabilità globale per la quale si rimanda al paragrafo 11.8.

## 11.3 RISULTATI PER DIMENSIONAMENTO STRUTTURALE DELL’OPERA

Gli output del programma di calcolo in termini di azioni interne su paramento e fondazione per le combinazioni di analisi principali sono riportate nel seguito; i risultati di tutte le combinazioni effettuate sono riportate in Appendice 1 (capitolo 14).

- **SLE – Combinazione quasi permanente ↔ frequente ↔ caratteristica**

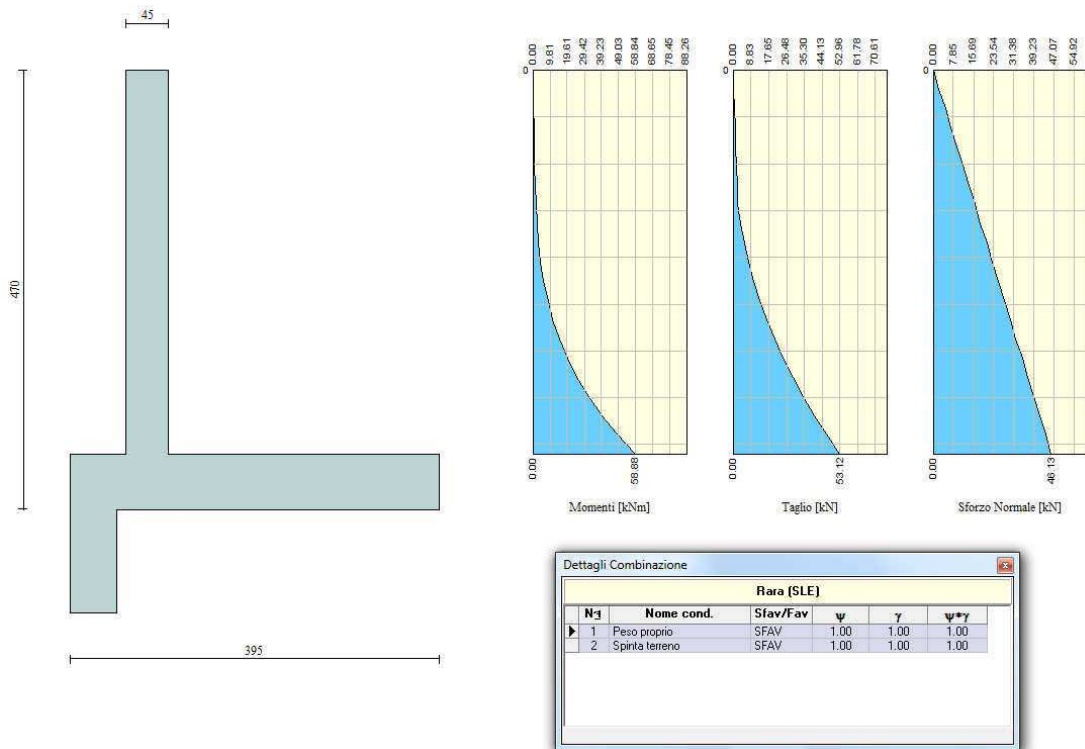


Figura 15: SLE – Azioni interne paramento.

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 VARIANTE

OS 109 – Muri al KM 27+000 – Relazione tecnica e di Calcolo

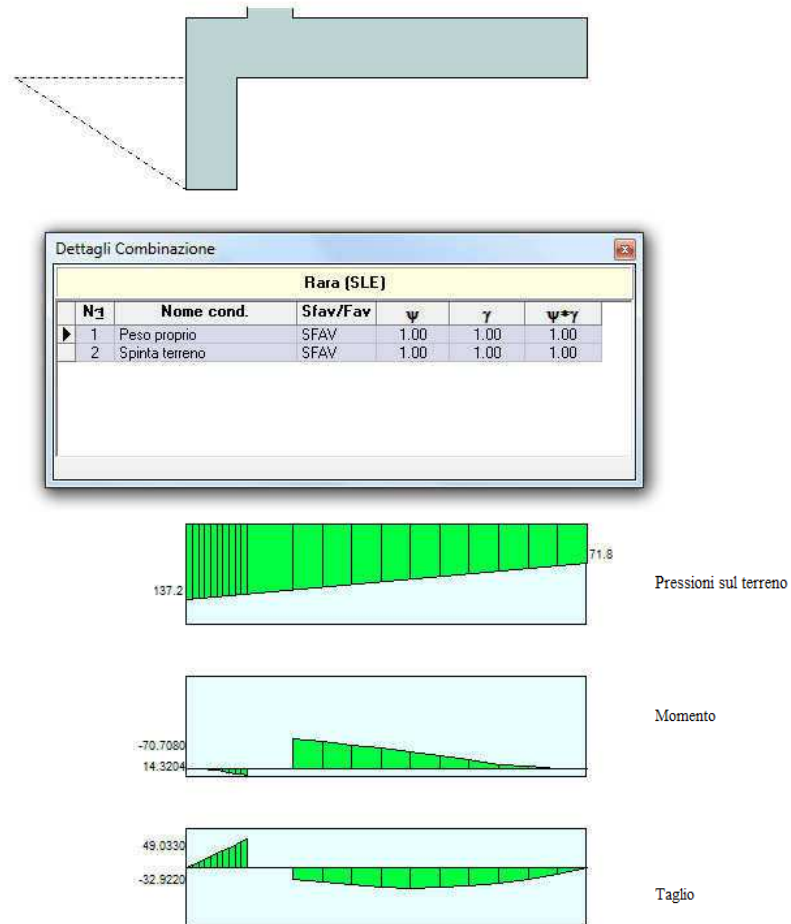


Figura 16: SLE – Azioni interne soletta di fondazione (pressioni sul terreno [kPa], Momento [kNm], Taglio [kN]).

• **SLU – Combinazione statica fondamentale agli Stati limite Ultimi**

(peso muro: favorevole, peso terrapieno: favorevole)

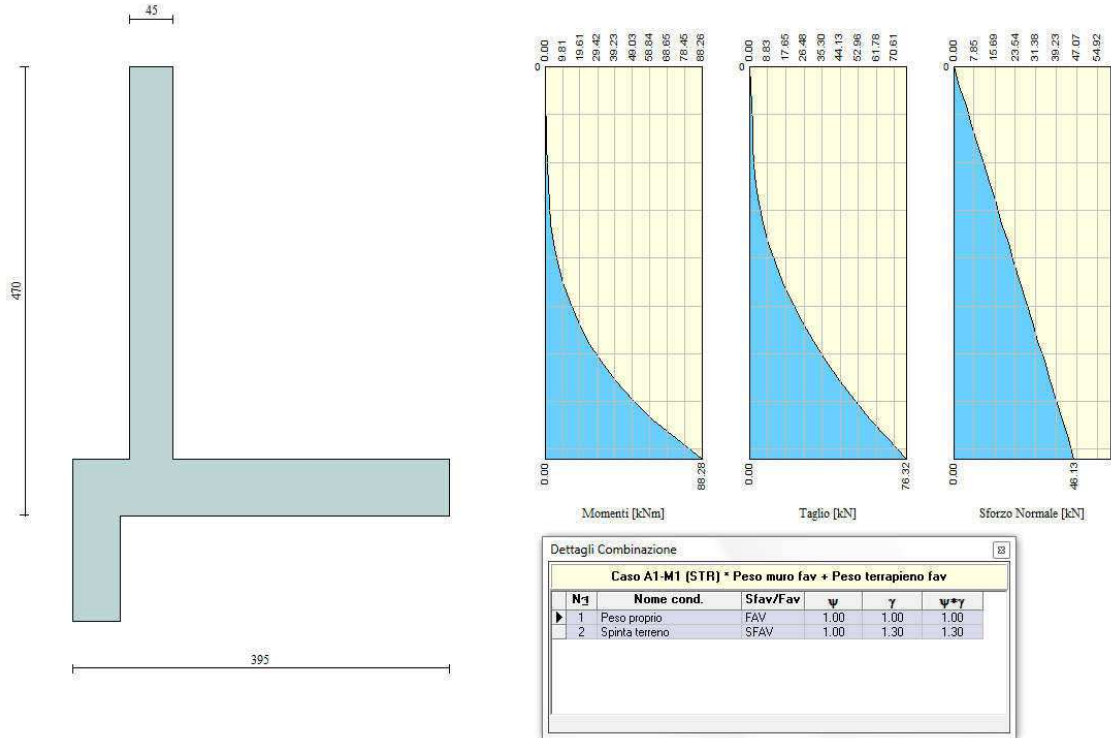


Figura 17: SLU – Azioni interne paramento.

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 VARIANTE

OS 109 – Muri al KM 27+000 – Relazione tecnica e di Calcolo

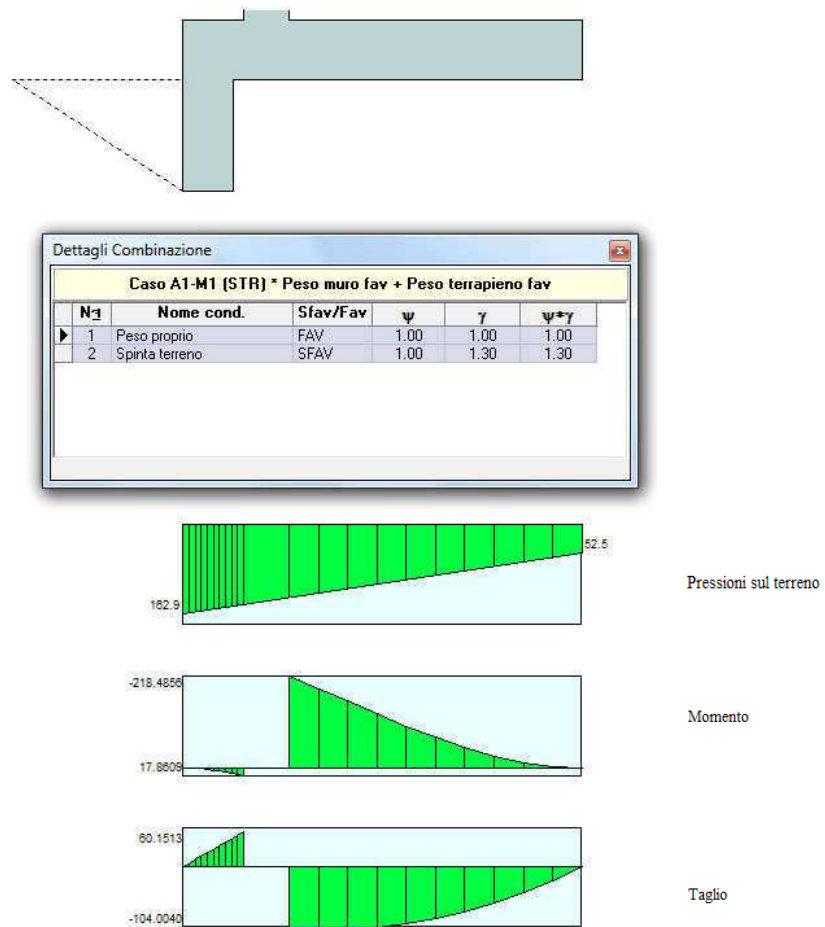


Figura 18: SLU – Azioni interne soletta di fondazione (pressioni sul terreno [kPa], Momento [kNm], Taglio [kN]).



• **SLV – Stato limite di salvaguardia della vita**

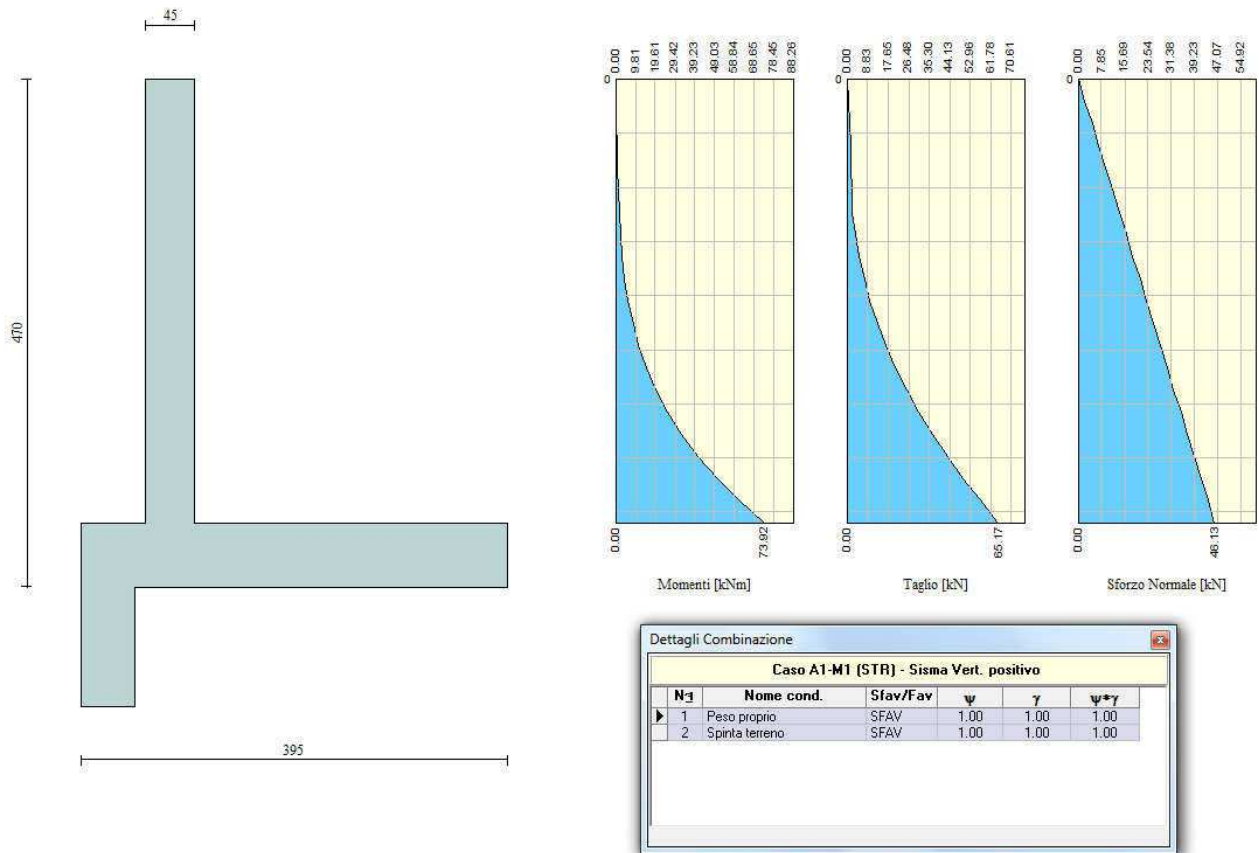


Figura 19: SLV+ – Azioni interne paramento.

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 VARIANTE

OS 109 – Muri al KM 27+000 – Relazione tecnica e di Calcolo

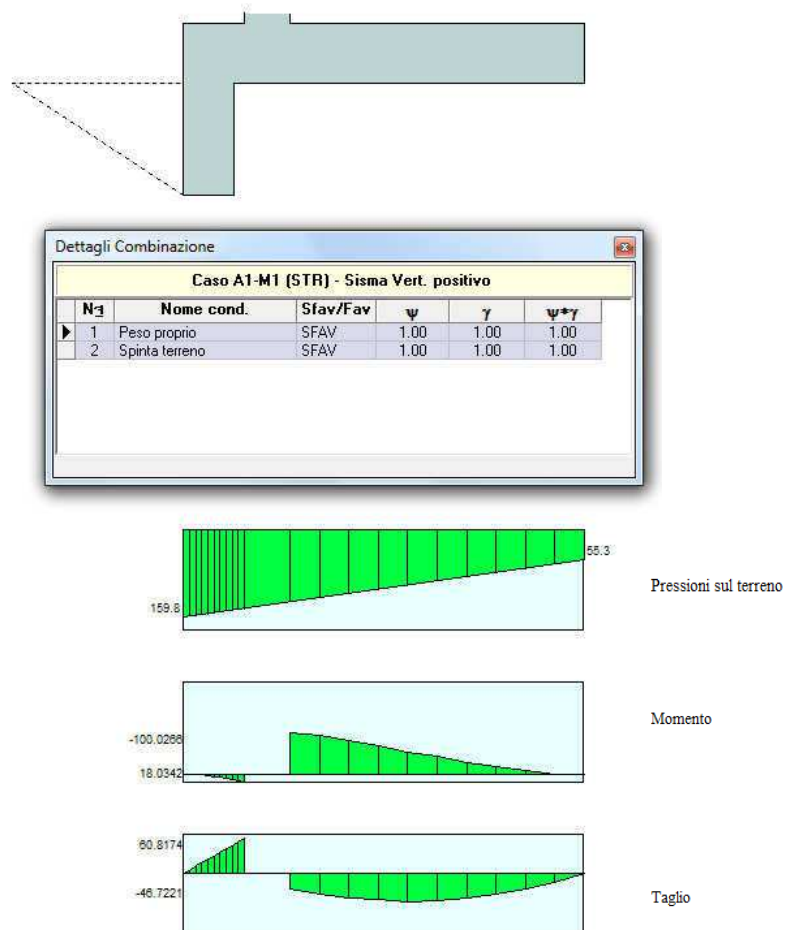


Figura 20: SLV+ – Azioni interne soletta di fondazione (pressioni sul terreno [kPa], Momento [kNm], Taglio [kN]).

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 VARIANTE

OS 109 – Muri al KM 27+000 – Relazione tecnica e di Calcolo

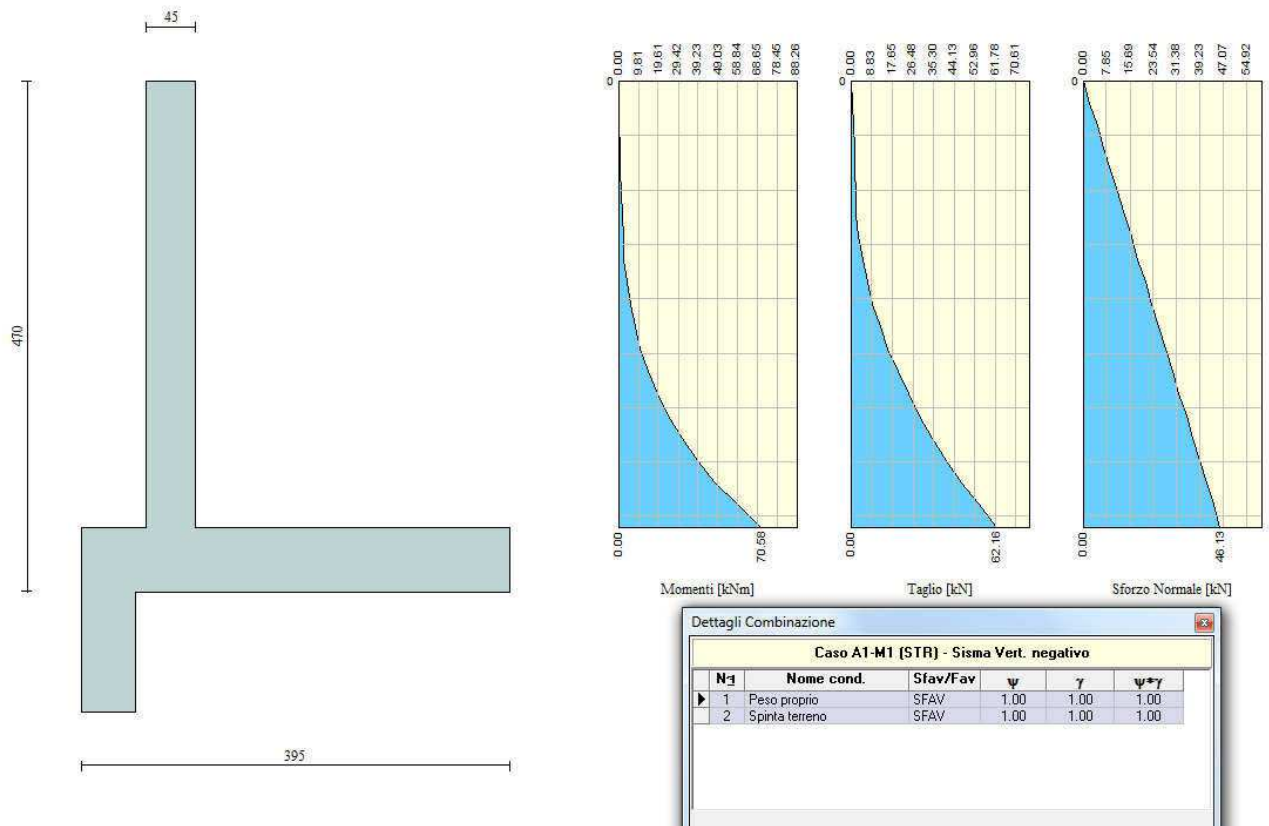


Figura 21: SLV- – Azioni interne paramento.

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 VARIANTE

OS 109 – Muri al KM 27+000 – Relazione tecnica e di Calcolo

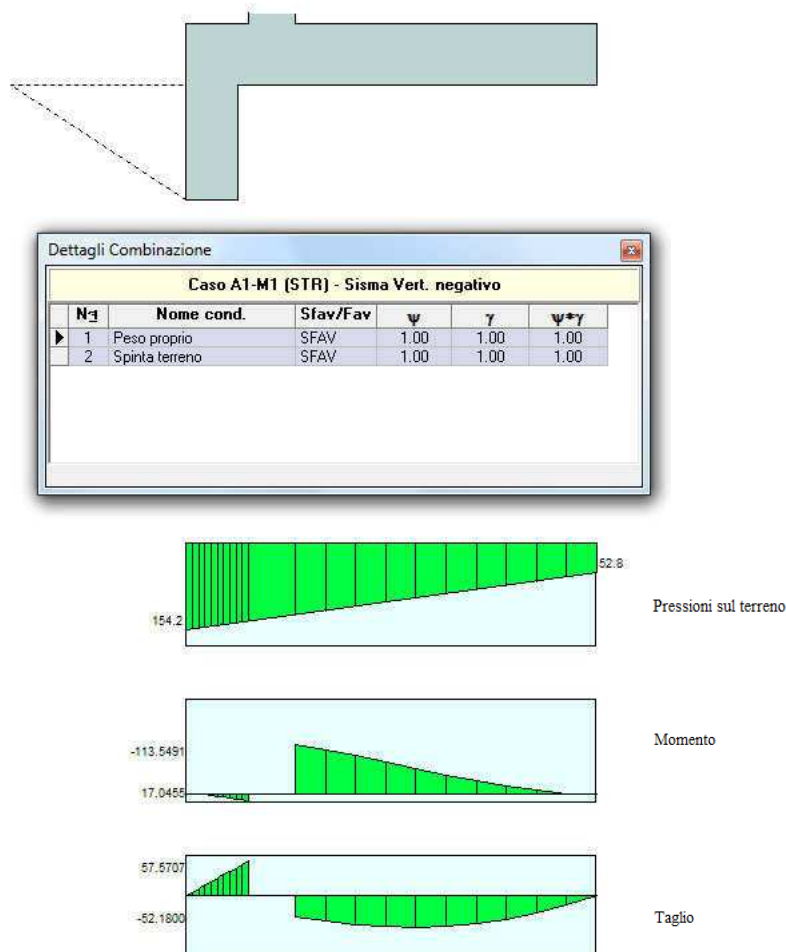


Figura 22: SLV- – Azioni interne soletta di fondazione (pressioni sul terreno [kPa], Momento [kNm], Taglio [kN]).

## 11.4 SOLLECITAZIONI DI CALCOLO PER VERIFICHE STRUTTURALI

Sulla base dei risultati delle elaborazioni esposti al paragrafo 11.3, nelle tabelle seguenti vengono indicate le sollecitazioni di calcolo per le verifiche strutturali del muro.

- *Paramento.*

Tabella 4: Azioni di calcolo SLE alla base del paramento.

SLE	$N_{max}$ (kN)	$M_{max}$ (kNm)
Combinaz. quasi permanente ↔ Combinaz. frequente ↔ Combinaz. caratteristica	46.1	58.9

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 VARIANTE

OS 109 – Muri al KM 27+000 – Relazione tecnica e di Calcolo

Tabella 5: Azioni di calcolo SLU/SLV.

SLU/SLV	$N_{max}$ (kN)	$M_{max}$ (kNm)	$V_{max}$ (kN)
SLU	46.1	88.3	76.3
SLV+	46.1	73.9	65.2
SLV-	46.1	70.6	62.2

- *Soletta di fondazione.*

Tabella 6: Azioni di calcolo SLE – porzione lato monte.

SLE	$M_{max}$ (kNm)
Combinaz. quasi permanente $\Leftrightarrow$ Combinaz. frequente $\Leftrightarrow$ Combinaz. caratteristica	70.7

Tabella 7: Azioni di calcolo SLU/SLV – porzione lato monte.

SLU/SLV	$M_{max}$ (kNm)	$V_{max}$ (kN)
SLU	218.5	104.0
SLV+	100.0	46.7
SLV-	113.5	52.2

Tabella 8: Azioni di calcolo SLE – porzione lato valle.

SLE	$M_{max}$ (kNm)
Combinaz. quasi permanente $\Leftrightarrow$ Combinaz. frequente $\Leftrightarrow$ Combinaz. caratteristica	14.3

Tabella 9: Azioni di calcolo SLU/SLV – porzione lato valle.

SLU/SLV	$M_{max}$ (kNm)	$V_{max}$ (kN)
SLU	17.9	60.2
SLV+	18.0	60.8
SLV-	17.0	57.6

## 11.5 VERIFICHE STRUTTURALI (STR)

### 11.5.1 SLU, SLV – Pressoflessione/flessione

Le verifiche a pressoflessione/flessione sono state condotte mediante il programma Max 10.10 e sono riportate in Appendice 1 (paragrafo 14.2), con riferimento:

- alle sollecitazioni riportate in Appendice 1 (paragrafo 14.2) ed in Figura 17 ÷ Figura 22 per alcune delle combinazioni SLU/SLV;
- alle caratteristiche dei materiali indicati al capitolo 5, a meno della classe di resistenza del calcestruzzo che è stata adottata C28/35 cautelativamente;
- alle caratteristiche geometriche indicate al paragrafo 11.1;
- all'armatura prevista:
  - paramento – sezione di attacco alla soletta di fondazione:
    - armatura lato monte: 5Ø20/m;
    - armatura lato valle: 5Ø16/m;
    - armatura di ripartizione: Ø12;
    - copriferro 4 cm;
  - soletta di fondazione e taglione:
    - armatura simmetrica costituita da 5Ø20/m

Nel seguito vengono riassunti i risultati delle verifiche delle sezioni:

- di base del paramento;
- di attacco della soletta di fondazione al paramento stesso.

Le azioni sollecitanti vengono indicate come segue:

- $N_{max}$ ,  $M_{max}$ : azioni sollecitanti, rispettivamente assiale e flettente (Tabella 5, Tabella 7 e Tabella 9);
- $N_u$ ,  $M_u$ : azioni ultime, rispettivamente assiale e flettente, ottenute dal dominio di resistenza della sezione.

Tabella 10: Riepilogo verifiche a pressoflessione della sezione di base del paramento.

	$N_{max}$ (kN)	$M_{max}$ (kNm)	$N_u$ (kN)	$M_u$ (kNm)
SLU	46.1	88.3	132.3	253.1
SLV+	46.1	73.9	161.0	258.1
SLV-	46.1	70.6	169.6	259.5

Tabella 11: Riepilogo verifiche a flessione della soletta di fondazione – Sez. di attacco al paramento lato monte.

	$M_{max}$ (kNm)	$M_u$ (kNm)
SLU/ SLV+/ SLV+	218.5	320.6

Tabella 12: Riepilogo verifiche a flessione della soletta di fondazione – Sez. di attacco al paramento lato valle.

	$M_{max}$ (kNm)	$M_u$ (kNm)
SLU/ SLV+/ SLV+	18.0	320.6

Le verifiche di resistenza risultano soddisfatte.

### 11.5.2 SLU, SLV – Taglio

Le verifiche di resistenza sono state condotte mediante il programma Max 10.10 e sono riportate in Appendice 1 – paragrafo 14.2.

Nelle tabelle seguenti vengono riportate:

- $V_{max}$ : azione tagliante massima (Tabella 5, Tabella 7 e Tabella 9)
- $V_{Rd}$ : azione resistente a taglio.

Tabella 13: Riepilogo verifiche a taglio della sezione di base del paramento.

	$V_{max}$ (kN)	$V_{Rd}$ (kN)
SLU/ SLV+/ SLV+	76.3	191.5

Tabella 14: Riepilogo verifiche a taglio della soletta di fondazione – Sez. di attacco al paramento lato monte.

	$V_{max}$ (kN)	$V_{Rd}$ (kN)
SLU/ SLV+/ SLV-	104.0	215.4

Tabella 15: Riepilogo verifiche a taglio della soletta di fondazione – Sez. di attacco al paramento lato valle.

	$V_{max}$ (kN)	$V_{Rd}$ (kN)
SLU/ SLV+/ SLV-	60.8	215.4

Le verifiche risultano soddisfatte; non si ha necessità di prevedere armature trasversali resistenti al taglio.

### 11.5.3 SLE – Pressoflessione/flessione e fessurazione

Per le sollecitazioni di calcolo si rimanda all'Appendice 1 (paragrafo 14.2), alla Figura 15 e Figura 16 ed a Tabella 4, Tabella 6 e Tabella 8.

#### 11.5.3.1 *Combinazione caratteristica* $\Leftrightarrow$ *Combinazione frequente* $\Leftrightarrow$ *Combinazione quasi permanente: verifica tensioni e fessurazione*

I valori limite di tensioni ed apertura delle fessure sono i seguenti, sulla base dei materiali impiegati per il muro di sostegno (capitolo 5):

- tensione massima di compressione del calcestruzzo  $\sigma_c < 0.45 f_{ck} = 13.5$  MPa (par. 4.1.2.2.5.1 NTC);
- tensione massima di trazione nell'acciaio  $\sigma_s < 0.80 f_{yk} = 360.0$  MPa (par. 4.1.2.2.5.2 NTC).
- valore limite di apertura delle fessure pari a  $w = w_1 = 0.2$  mm.

Le verifiche sono state condotte mediante il programma Max 10.10 e sono riportate in Appendice 1 (paragrafo 14.2).

Nelle tabelle seguenti vengono riportate le azioni sollecitanti (normali N e flettenti M) e le corrispondenti tensioni di calcestruzzo ( $\sigma_c$ ) ed acciaio ( $\sigma_s$ ).

Tabella 16: Riepilogo verifica tensioni della sezione di base del paramento.

	N (kN)	M (kNm)	$\sigma_c$ (MPa)	$\sigma_s$ (MPa)
SLE	46.1	58.9	2.7	90.3

Tabella 17: Riepilogo verifica tensioni della soletta di fondazione – Sez. di attacco al paramento lato monte.

	M (kNm)	$\sigma_c$ (MPa)	$\sigma_s$ (MPa)
SLE	70.7	1.8	89.4

Tabella 18: Riepilogo verifica tensioni della soletta di fondazione – Sez. di attacco al paramento lato valle.

	M (kNm)	$\sigma_c$ (MPa)	$\sigma_s$ (MPa)
SLE	14.3	0.4	18.1

Per quanto concerne le verifiche a fessurazione, i momenti sollecitanti risultano sempre inferiori al momento di prima fessurazione.



Le verifiche risultano soddisfatte.

## **11.6 VERIFICHE GEOTECNICHE (GEO): SCORRIMENTO E CAPACITÀ PORTANTE**

Le verifiche nei confronti degli Stati Limite Ultimi di tipo geotecnico (GEO):

- scorrimento sul piano di posa;
- collasso per carico limite dell'insieme fondazione terreno;

sono state condotte mediante il programma Max 10.10 in accordo all'approccio di calcolo 2 ai sensi del DM 14/01/2008 (vedi paragrafo 10.2).

I dati di input e le verifiche condotte, che risultano soddisfatte, sono riportati in Appendice 1 (paragrafo 14.2).

## **11.7 VERIFICHE DI EQUILIBRIO DI CORPO RIGIDO (EQU)**

Le verifiche nei confronti degli Stati Limite Ultimi di equilibrio di corpo rigido (EQU) sono state condotte mediante il programma Max 10.10 ai sensi del DM 14/01/2008 (vedi paragrafo 10.2).

I dati di input e le verifiche condotte, che risultano soddisfatte, sono riportati in Appendice 1 (paragrafo 14.2).

## **11.8 VERIFICA DI STABILITÀ GLOBALE**

### **11.8.1 Condizioni di analisi**

Le verifiche sono condotte in accordo a quanto riportato nel paragrafo 10.2 con il modulo SLOPE/W.

Le verifiche sono state condotte per le seguenti condizioni:

- statica drenata:
  - parametri drenati di resistenza al taglio per tutte le unità geotecniche considerate;
  - falda posta:
    - lato valle alla base della sovrastruttura stradale presente;
    - lato monte a 0.5 m da piano campagna;

- nella zona a tergo del muro di sostegno interpolazione fra i due livelli di falda suddetti con pendenza 2 (verticale) : 3 (orizzontale);
- sismica:
  - parametri drenati di resistenza al taglio per tutte le unità geotecniche considerate;
  - falda posta:
    - lato valle alla base della sovrastruttura stradale presente;
    - lato monte a 1.0 m da piano campagna;
    - nella zona interessata dalla ciabatta di fondazione del muro, livello di falda crescente verso monte fino allo spigolo di estradosso soletta lato monte;
    - nella zona a tergo del muro di sostegno interpolazione fra i livelli di falda suddetti con pendenza 2 (verticale) : 3 (verticale);
  - coefficienti sismici secondo quanto riportato al paragrafo 10.3.2:
    - sisma +: accelerazione sismica verticale diretta verso il basso;
    - sisma -: accelerazione sismica verticale diretta verso l'alto.

### 11.8.2 Parametri geotecnici

I parametri geotecnici di riferimento per le verifiche, caratteristici per quanto concerne quelli di resistenza al taglio, sono riportati nella Tabella 19.

Tabella 19: Parametri geotecnici di riferimento per le verifiche di stabilità.

Unità	$\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )	$\phi'_k$ (°)	$c'_k$ (kPa)
Rinterro in materiale arido	20.0	38	0
Rinterro in terreno compattato proveniente dagli scavi	19.5	26	5
Sovrastruttura stradale	20.5	38	5
LSA(a)	20.0	20	0
LSA	20.0	24	5
AG	20.5	26	10

Al fine di rappresentare il muro come elemento impenetrabile da parte delle superfici di scorrimento, al calcestruzzo è stato assegnato un elevato valore di coesione.

### 11.8.3 Risultati delle verifiche

Nel seguito sono riportate le figure di output del programma di calcolo con riportati:

- il modello di calcolo;
- il fattore di sicurezza nei confronti della stabilità;
- i parametri geotecnici adottati nelle elaborazioni (già fattorizzati secondo i parametri M2);
- i coefficienti sismici adottati, in accordo a quanto riportato nel paragrafo 10.3.2.

Dall'esame delle figure risulta che il fattore di sicurezza alla stabilità globale è sempre maggiore di quello minimo richiesto dalla norma:

$$FS \geq FS_{\min} = 1.1$$

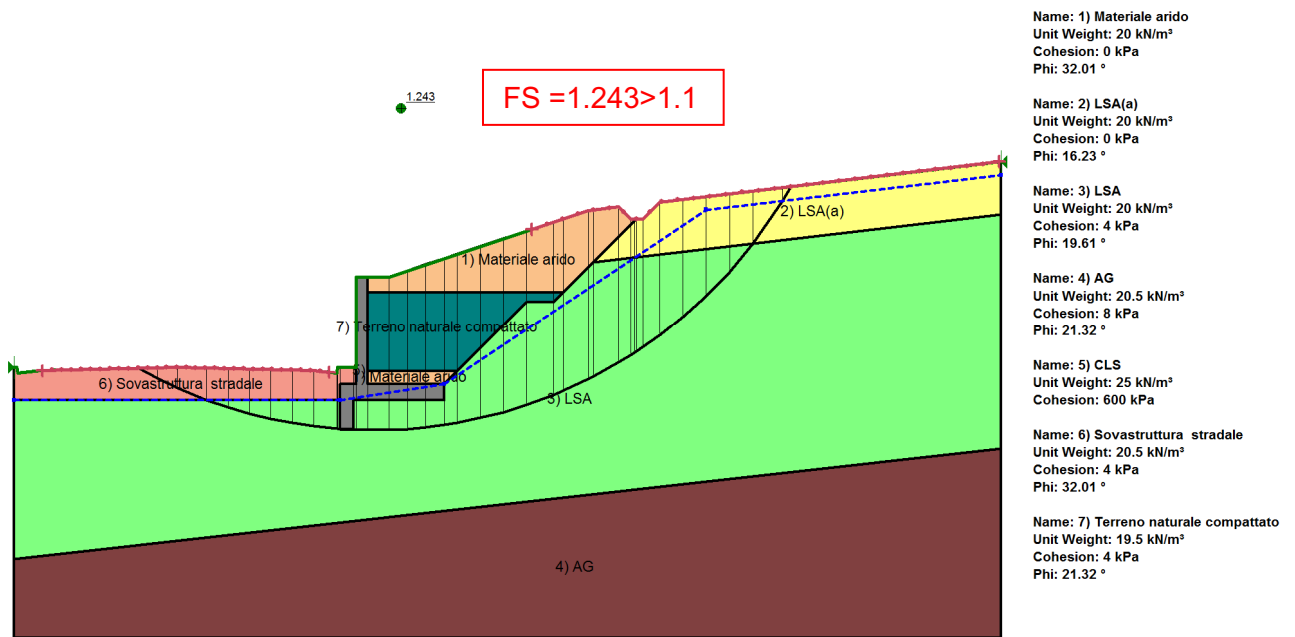


Figura 23: Condizione statica – Verifica di stabilità globale.

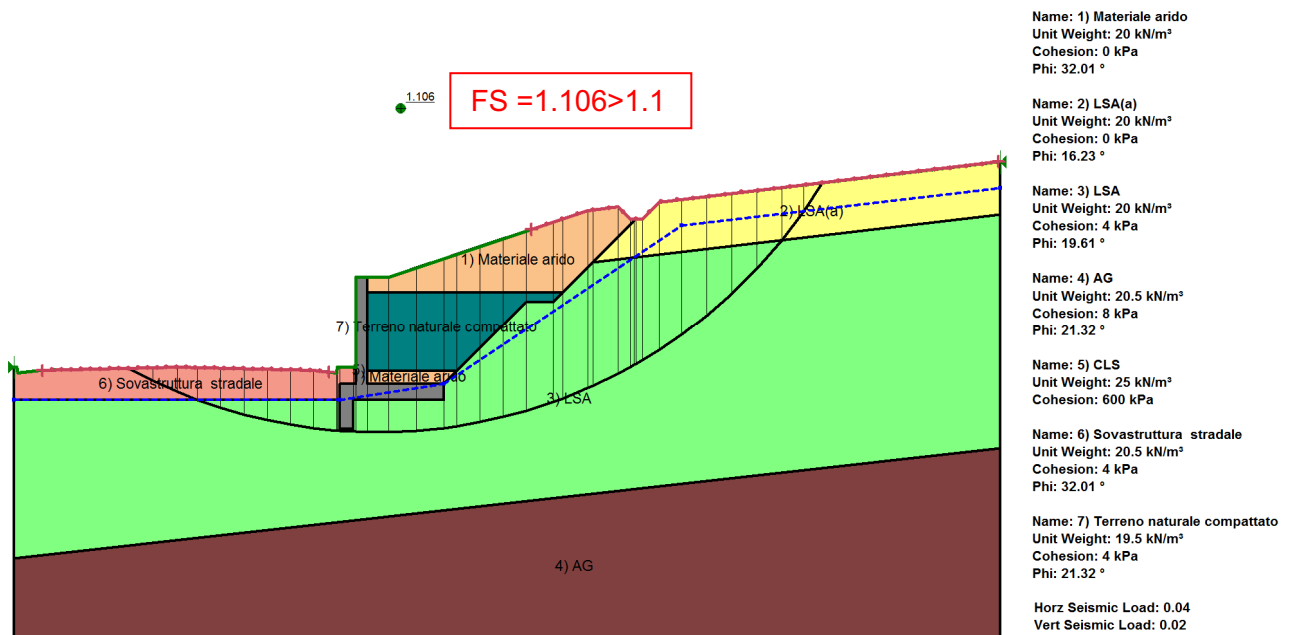


Figura 24: Condizione sisma+ – Verifica di stabilità globale.

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 VARIANTE**

**OS 109 – Muri al KM 27+000 – Relazione tecnica e di Calcolo**

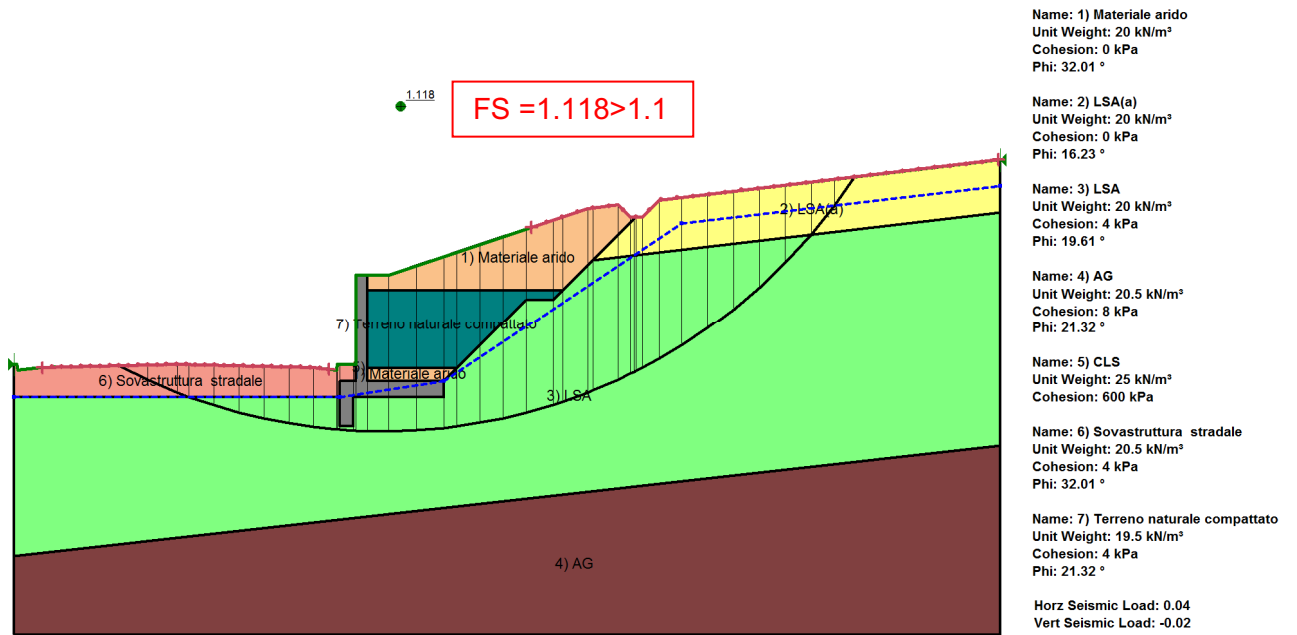


Figura 25: Condizione sisma- – Verifica di stabilità globale.

## 12 MURO DI SOSTEGNO TIPO 2: ALTEZZA RIPROFILATURA = 4.0 M

Nel presente paragrafo viene riportato il dimensionamento geotecnico e strutturale del muro di sostegno di altezza complessiva pari a 300 cm (escluso dente di fondazione), relativo al caso di riprofilatura del pendio naturale per una altezza di 400 cm.

### 12.1 DESCRIZIONE DEL MODELLO DI CALCOLO – SOFTWARE MAX 10.10

L'analisi è stata condotta con riferimento alla geometria della sezione tipo di cui alla Figura 6; il modello di calcolo Max è riportato nella figura seguente; il muro di sostegno presenta le seguenti caratteristiche:

- altezza del paramento = 2.5 m;
- spessore del paramento = 0.3 m;
- larghezza fondazione = 2.80 m, di cui dimensione mensola lato valle = 0.6 m e lato monte = 1.9 m;
- spessore della fondazione = 0.5 m;
- taglione di fondazione posto lato valle di larghezza 0.5 m ed altezza 0.5 m.

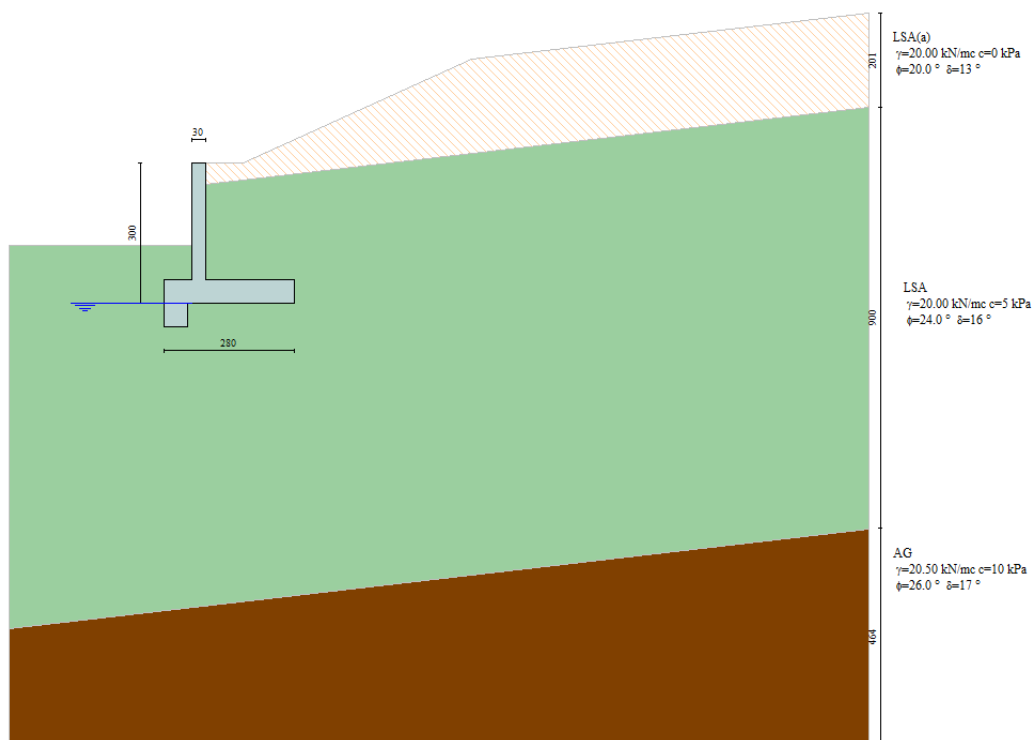


Figura 26: Modello di calcolo Max 10.10.

## 12.2 DATI DI INPUT DEI MATERIALI E LIVELLI PIEZOMETRICI ADOTTATI

Vedi paragrafo 11.2.

## 12.3 RISULTATI PER DIMENSIONAMENTO STRUTTURALE DELL’OPERA

Gli output del programma di calcolo in termini di azioni interne su paramento e fondazione per le combinazioni di analisi principali sono riportate nel seguito; i risultati di tutte le combinazioni effettuate sono riportate in Appendice 2 (capitolo 15).

- **SLE – Combinazione quasi permanente  $\Leftrightarrow$  frequente  $\Leftrightarrow$  caratteristica**

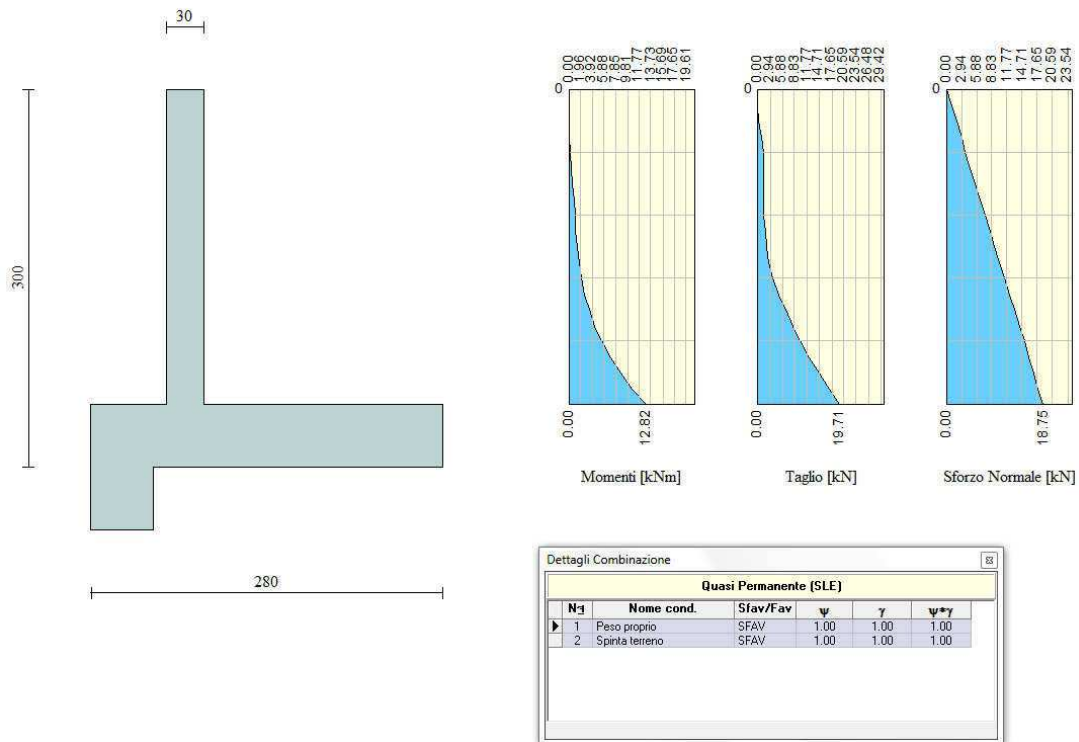


Figura 27: SLE – Azioni interne paramento.

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 VARIANTE

OS 109 – Muri al KM 27+000 – Relazione tecnica e di Calcolo

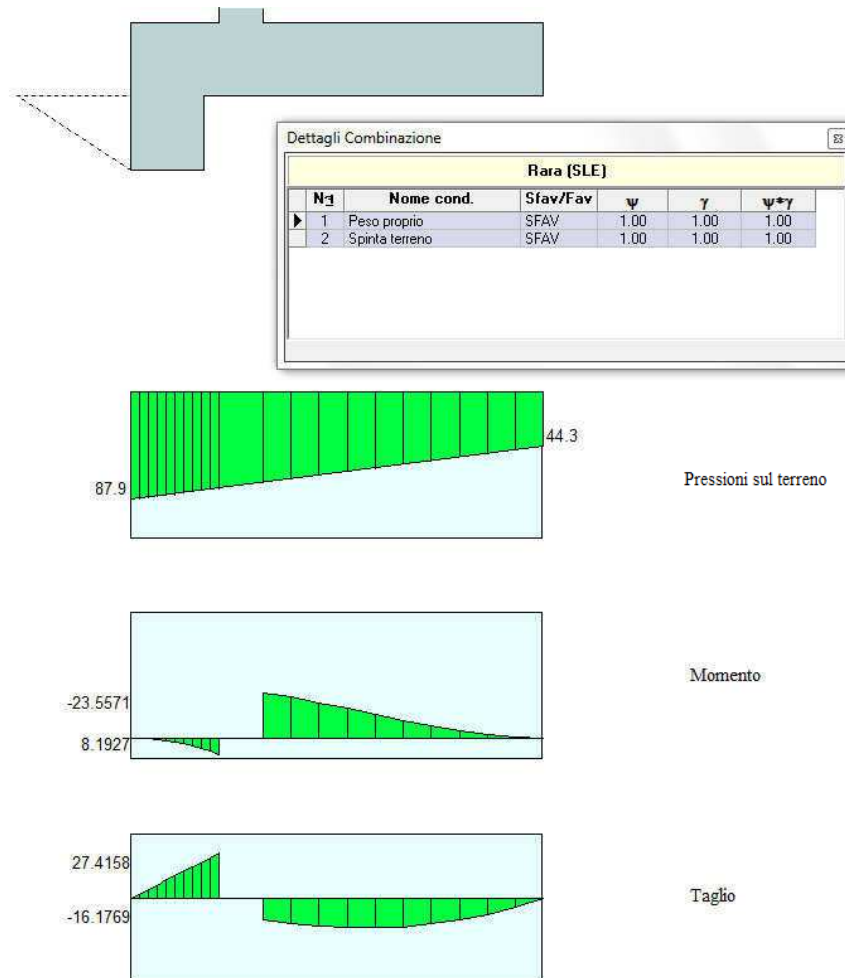


Figura 28: SLE – Azioni interne soletta di fondazione (pressioni sul terreno [kPa], Momento [kNm], Taglio [kN]).





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 VARIANTE

OS 109 – Muri al KM 27+000 – Relazione tecnica e di Calcolo

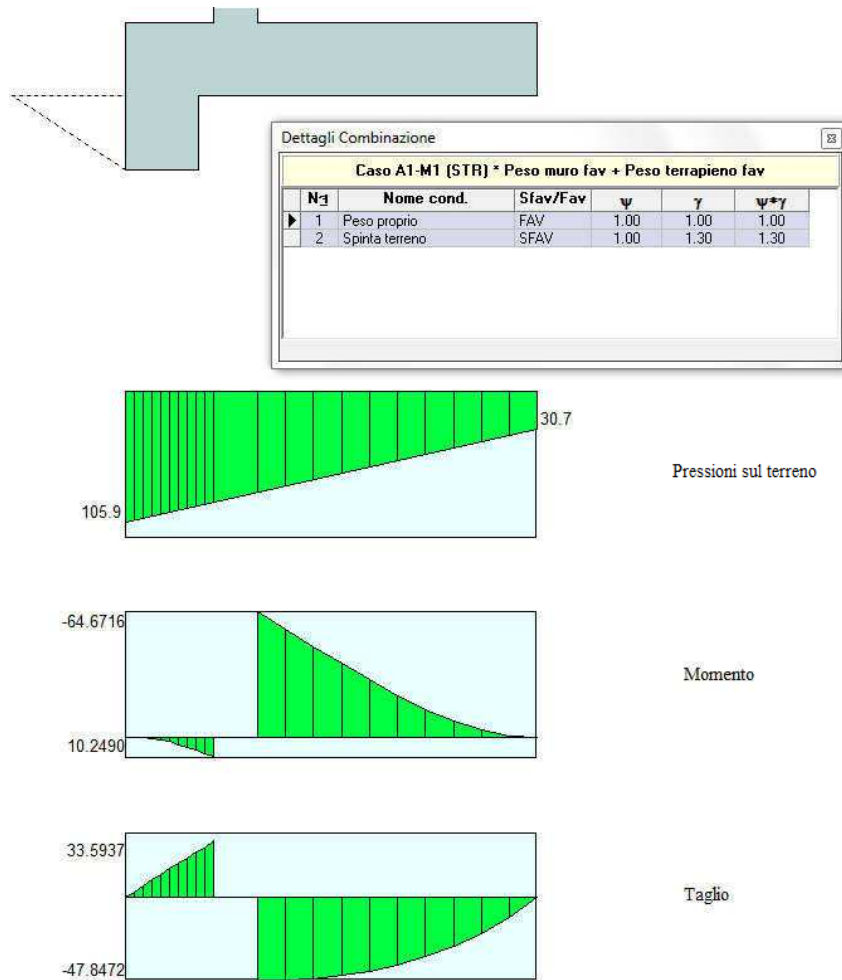


Figura 30: SLU – Azioni interne soletta di fondazione (pressioni sul terreno [kPa], Momento [kNm], Taglio [kN]).

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 VARIANTE

OS 109 – Muri al KM 27+000 – Relazione tecnica e di Calcolo

• **SLV – Stato limite di salvaguardia della vita**

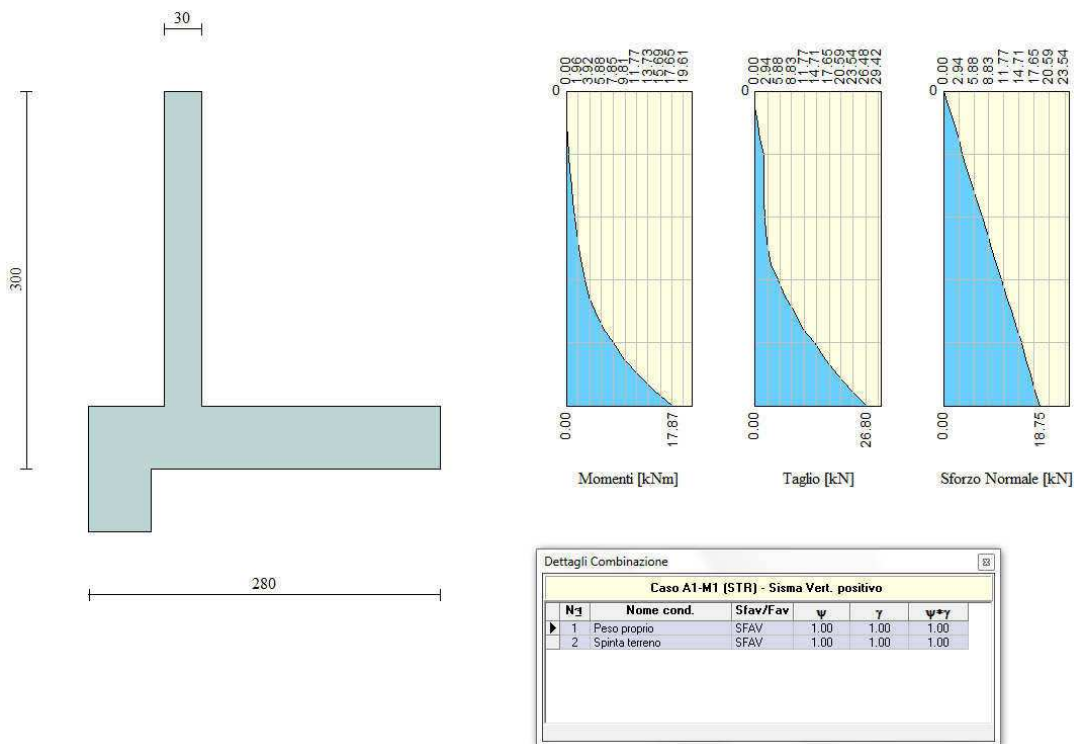


Figura 31: SLV+ – Azioni interne paramento.

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 VARIANTE

OS 109 – Muri al KM 27+000 – Relazione tecnica e di Calcolo

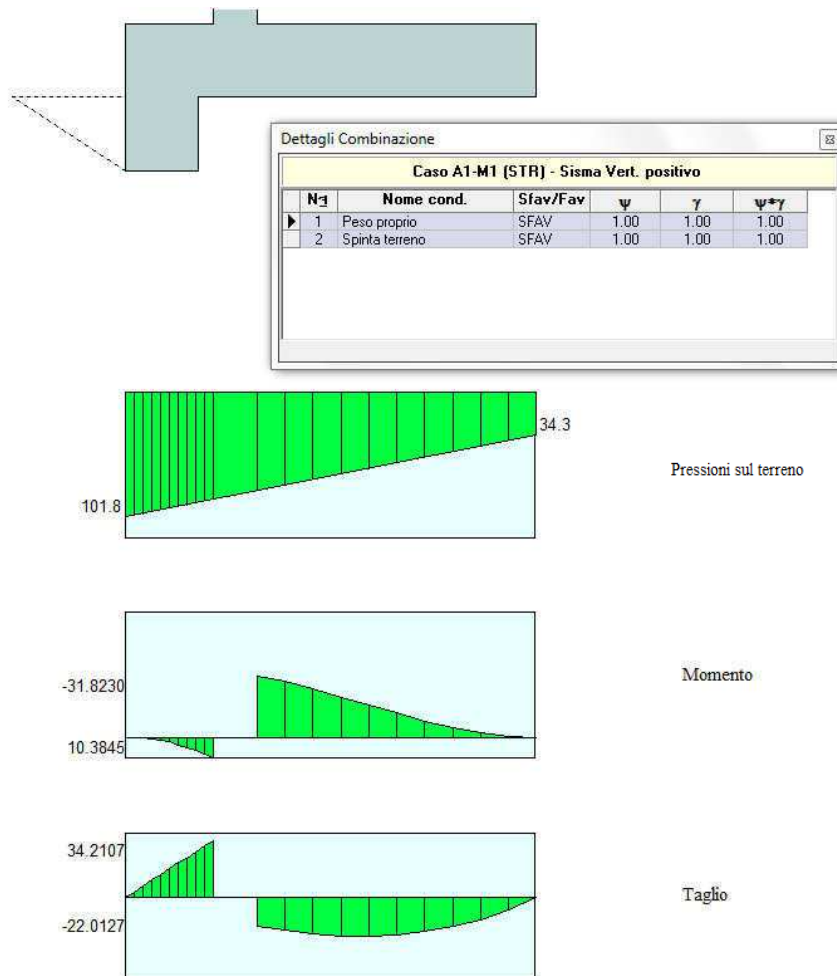


Figura 32: SLV+ – Azioni interne soletta di fondazione (pressioni sul terreno [kPa], Momento [kNm], Taglio [kN]).

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 VARIANTE

OS 109 – Muri al KM 27+000 – Relazione tecnica e di Calcolo

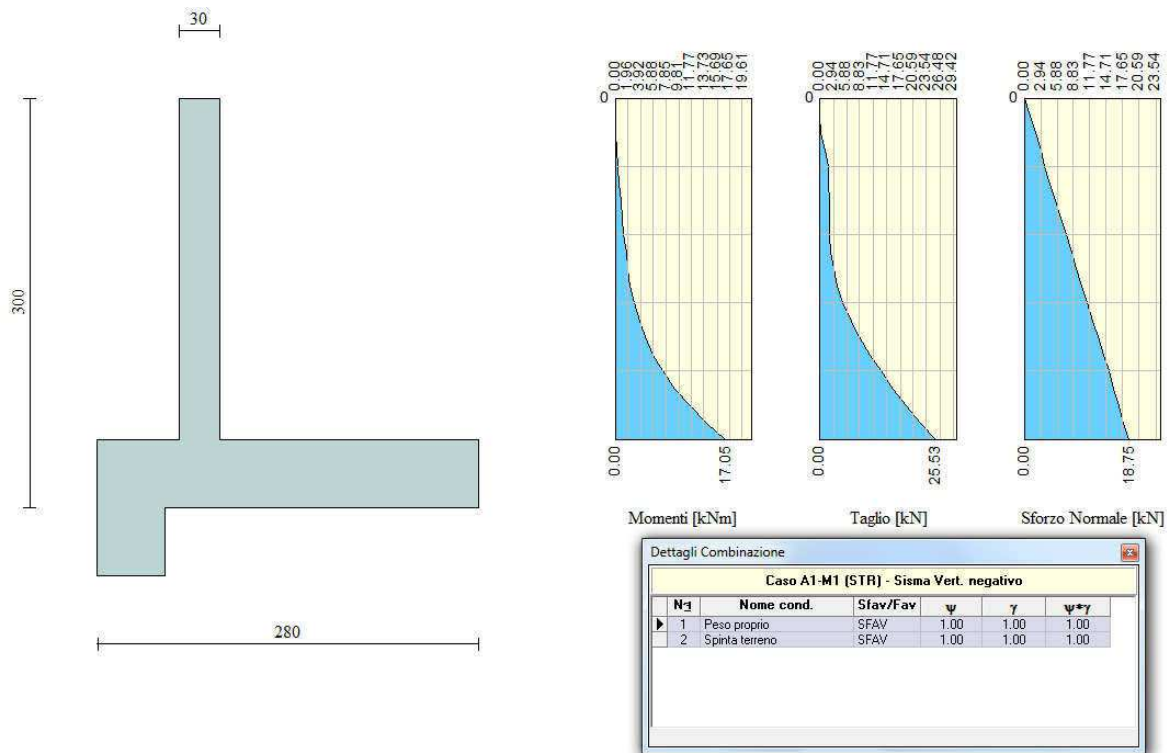


Figura 33: SLV- – Azioni interne paramento.

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 VARIANTE

OS 109 – Muri al KM 27+000 – Relazione tecnica e di Calcolo

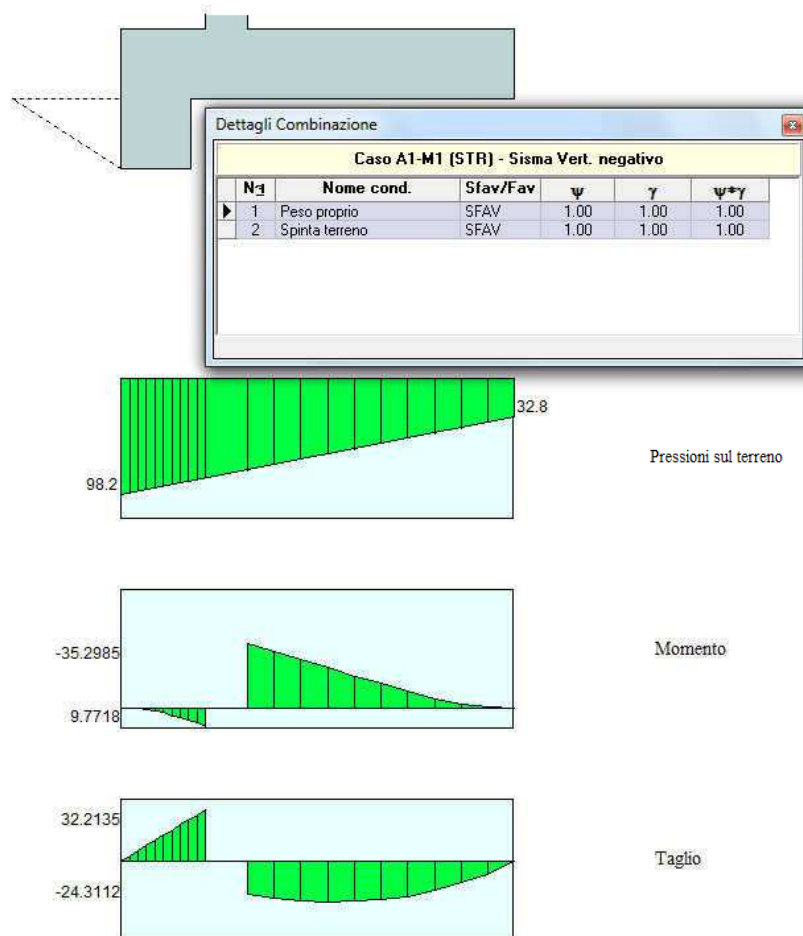


Figura 34: SLV- – Azioni interne soletta di fondazione (pressioni sul terreno [kPa], Momento [kNm], Taglio [kN]).

## 12.4 SOLLECITAZIONI DI CALCOLO PER VERIFICHE STRUTTURALI

Sulla base dei risultati delle elaborazioni esposti al paragrafo 12.3, nelle tabelle seguenti vengono indicate le sollecitazioni di calcolo per le verifiche strutturali del muro.

- *Paramento.*

Tabella 20: Azioni di calcolo SLE alla base del paramento.

SLE	$N_{max}$ (kN)	$M_{max}$ (kNm)
Combinaz. quasi permanente $\Leftrightarrow$ Combinaz. frequente $\Leftrightarrow$ Combinaz. caratteristica	18.8	12.8

Tabella 21: Azioni di calcolo SLU/SLV.

SLU/SLV	$N_{max}$ (kN)	$M_{max}$ (kNm)	$V_{max}$ (kN)
SLU	18.8	21.1	30.2
SLV+	18.8	17.9	26.8
SLV-	18.8	17.0	25.5

- *Soletta di fondazione.*

Tabella 22: Azioni di calcolo SLE – porzione lato monte.

SLE	$M_{max}$ (kNm)
Combinaz. quasi permanente $\Leftrightarrow$ Combinaz. frequente $\Leftrightarrow$ Combinaz. caratteristica	23.6

Tabella 23: Azioni di calcolo SLU/SLV – porzione lato monte.

SLU/SLV	$M_{max}$ (kNm)	$V_{max}$ (kN)
SLU	64.7	47.8
SLV+	31.8	22.0
SLV-	35.3	24.3

Tabella 24: Azioni di calcolo SLE – porzione lato valle.

SLE	$M_{max}$ (kNm)
Combinaz. quasi permanente $\Leftrightarrow$ Combinaz. frequente $\Leftrightarrow$ Combinaz. caratteristica	8.2

Tabella 25: Azioni di calcolo SLU/SLV – porzione lato valle.

SLU/SLV	$M_{max}$ (kNm)	$V_{max}$ (kN)
SLU	10.2	33.6
SLV+	10.4	34.2
SLV-	9.8	32.2

## 12.5 VERIFICHE STRUTTURALI (STR)

### 12.5.1 SLU, SLV – Pressoflessione/flessione

Le verifiche a pressoflessione/flessione sono state condotte mediante il programma Max 10.10 e sono riportate in Appendice 2 (paragrafo 15.2), con riferimento:

- alle sollecitazioni riportate in Appendice 2 (paragrafo 15.2) ed in Figura 29 ÷ Figura 34 per alcune delle combinazioni SLU/SLV;
- alle caratteristiche dei materiali indicati al capitolo 5, a meno della classe di resistenza del calcestruzzo che è stata adottata C28/35 cautelativamente;
- alle caratteristiche geometriche indicate al paragrafo 12.1;
- all'armatura prevista:
  - paramento – sezione di attacco alla soletta di fondazione:
    - armatura lato monte: 5Ø16/m;
    - armatura lato valle: 5Ø12/m;
    - armatura di ripartizione: Ø12;
    - copriferro 4 cm;
  - soletta di fondazione e taglione:
    - armatura simmetrica costituita da 5Ø16/m

Nel seguito vengono riassunti i risultati delle verifiche delle sezioni:



- di base del paramento;
- di attacco della soletta di fondazione al paramento stesso.

Le azioni sollecitanti vengono indicate come segue:

- $N_{max}$ ,  $M_{max}$ : azioni sollecitanti, rispettivamente assiale e flettente (Tabella 21, Tabella 23 e Tabella 25);
- $N_u$ ,  $M_u$ : azioni ultime, rispettivamente assiale e flettente, ottenute dal dominio di resistenza della sezione.

Tabella 26: Riepilogo verifiche a pressoflessione della sezione di base del paramento.

	$N_{max}$ (kN)	$M_{max}$ (kNm)	$N_u$ (kN)	$M_u$ (kNm)
SLU	18.8	21.1	92.1	103.4
SLV+	18.8	17.9	110.5	105.4
SLV-	18.8	17.0	116.6	106.0

Tabella 27: Riepilogo verifiche a flessione della soletta di fondazione – Sez. di attacco al paramento lato monte.

	$M_{max}$ (kNm)	$M_u$ (kNm)
SLU/ SLV+/ SLV-	64.7	169.7

Tabella 28: Riepilogo verifiche a flessione della soletta di fondazione – Sez. di attacco al paramento lato valle.

	$M_{max}$ (kNm)	$M_u$ (kNm)
SLU/ SLV+/ SLV-	10.4	169.7

Le verifiche di resistenza risultano soddisfatte.

### 12.5.2 SLU, SLV – Taglio

Le verifiche di resistenza sono state condotte mediante il programma Max 10.10 e sono riportate in Appendice 2 – paragrafo 15.2.

Nelle tabelle seguenti vengono riportate:

- $V_{max}$ : azione tagliante massima (Tabella 21, Tabella 23 e Tabella 25);
- $V_{Rd}$ : azione resistente a taglio.

Tabella 29: Riepilogo verifiche a taglio della sezione di base del paramento.

	$V_{max}$ (kN)	$V_{Rd}$ (kN)
SLU/ SLV+/ SLV+	30.2	131.8

Tabella 30: Riepilogo verifiche a taglio della soletta di fondazione – Sez. di attacco al paramento lato monte.

	$V_{max}$ (kN)	$V_{Rd}$ (kN)
SLU/ SLV+/ SLV+	47.8	184.0

Tabella 31: Riepilogo verifiche a taglio della soletta di fondazione – Sez. di attacco al paramento lato valle.

	$V_{max}$ (kN)	$V_{Rd}$ (kN)
SLU/ SLV+/ SLV+	34.2	184.0

Le verifiche risultano soddisfatte; non si ha necessità di prevedere armature trasversali resistenti al taglio.

### 12.5.3 SLE – Pressoflessione/flessione e fessurazione

Per le sollecitazioni di calcolo si rimanda all'Appendice 2 (paragrafo 15.2) ed alla Figura 27 e Figura 28 ed a Tabella 20, Tabella 22 e Tabella 24.

#### 12.5.3.1 *Combinazione caratteristica* $\Leftrightarrow$ *Combinazione frequente* $\Leftrightarrow$ *Combinazione quasi permanente: verifica tensioni e fessurazione*

I valori limite di tensioni ed apertura delle fessure sono i seguenti, sulla base dei materiali impiegati per il muro di sostegno (capitolo 5):

- tensione massima di compressione del calcestruzzo  $\sigma_c < 0.45 f_{ck} = 13.5$  MPa (par. 4.1.2.2.5.1 NTC);
- tensione massima di trazione nell'acciaio  $\sigma_s < 0.80 f_{yk} = 360.0$  MPa (par. 4.1.2.2.5.2 NTC).
- valore limite di apertura delle fessure pari a  $w = w_1 = 0.2$  mm.

Le verifiche sono state condotte mediante il programma Max 10.10 e sono riportate in Appendice 2 (paragrafo 15.2).

Nelle tabelle seguenti vengono riportate le azioni sollecitanti (normali N e flettenti M) e le corrispondenti tensioni di calcestruzzo ( $\sigma_c$ ) ed acciaio ( $\sigma_s$ ).

Tabella 32: Riepilogo verifica tensioni della sezione di base del paramento.

	N (kN)	M (kNm)	$\sigma_c$ (MPa)	$\sigma_s$ (MPa)
SLE	18.8	12.8	1.5	47.8

Tabella 33: Riepilogo verifica tensioni della soletta di fondazione – Sez. di attacco al paramento lato monte.

	M (kNm)	$\sigma_c$ (MPa)	$\sigma_s$ (MPa)
SLE	23.6	1.0	56.7

Tabella 34: Riepilogo verifica tensioni della soletta di fondazione – Sez. di attacco al paramento lato valle.

	M (kNm)	$\sigma_c$ (MPa)	$\sigma_s$ (MPa)
SLE	8.2	0.4	19.7

Per quanto concerne le verifiche a fessurazione, i momenti sollecitanti risultano sempre inferiori al momento di prima fessurazione.

Le verifiche risultano soddisfatte.

## 12.6 VERIFICHE GEOTECNICHE (GEO): SCORRIMENTO E CAPACITÀ PORTANTE

Le verifiche nei confronti degli Stati Limite Ultimi di tipo geotecnico (GEO):

- scorrimento sul piano di posa;
- collasso per carico limite dell'insieme fondazione terreno;

sono state condotte mediante il programma Max 10.10 in accordo all'approccio di calcolo 2 ai sensi del DM 14/01/2008 (vedi paragrafo 10.2).

I dati di input e le verifiche condotte, che risultano soddisfatte, sono riportati in Appendice 2 (paragrafo 15.2).

## **12.7 VERIFICHE DI EQUILIBRIO DI CORPO RIGIDO (EQU)**

Le verifiche nei confronti degli Stati Limite Ultimi di equilibrio di corpo rigido (EQU) sono state condotte mediante il programma Max 10.10 ai sensi del DM 14/01/2008 (vedi paragrafo 10.2).

I dati di input e le verifiche condotte, che risultano soddisfatte, sono riportati in Appendice 2 (paragrafo 15.2).

## **12.8 VERIFICA DI STABILITÀ GLOBALE**

### **12.8.1 Condizioni di analisi**

Vedi paragrafo 11.8.1.

### **12.8.2 Parametri geotecnici**

Vedi paragrafo 11.8.2.

### **12.8.3 Risultati delle verifiche**

Nel seguito sono riportate le figure di output del programma di calcolo con riportati:

- il modello di calcolo;
- il fattore di sicurezza nei confronti della stabilità;
- i parametri geotecnici adottati nelle elaborazioni (già fattorizzati secondo i parametri M2);
- i coefficienti sismici adottati, in accordo a quanto riportato nel paragrafo 10.3.2.

Dall'esame delle figure risulta che il fattore di sicurezza alla stabilità globale è sempre maggiore di quello minimo richiesto dalla norma:

$$FS \geq FS_{\min} = 1.1$$

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 VARIANTE

OS 109 – Muri al KM 27+000 – Relazione tecnica e di Calcolo

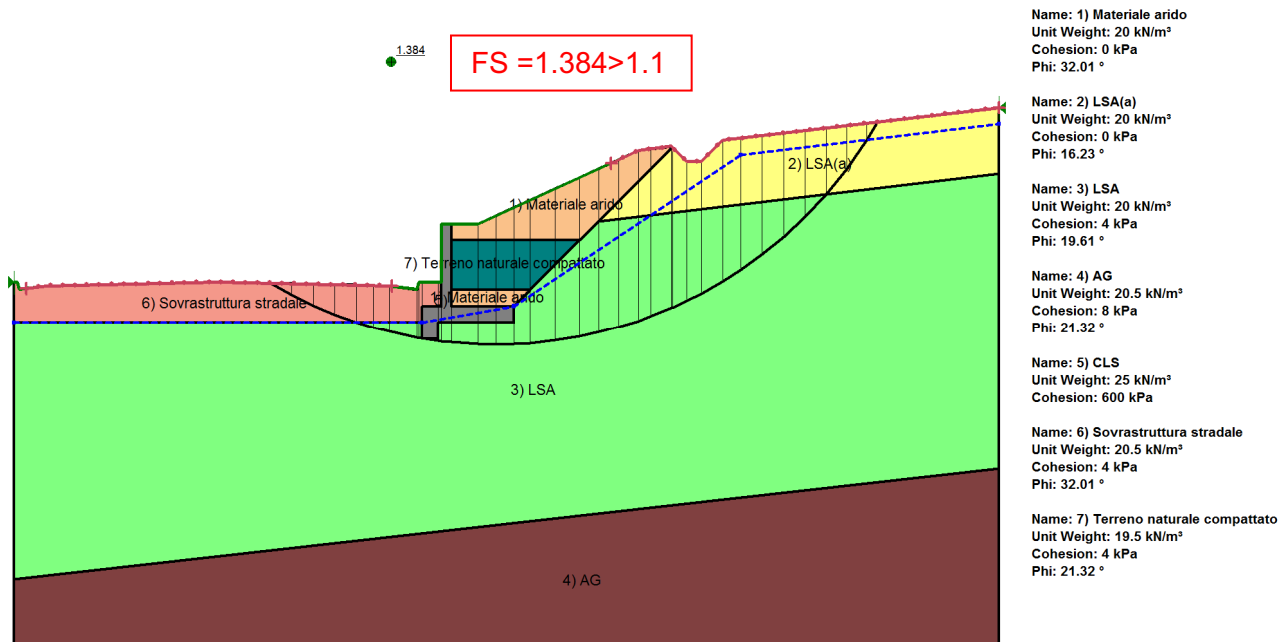


Figura 35: Condizione statica – Verifica di stabilità globale.

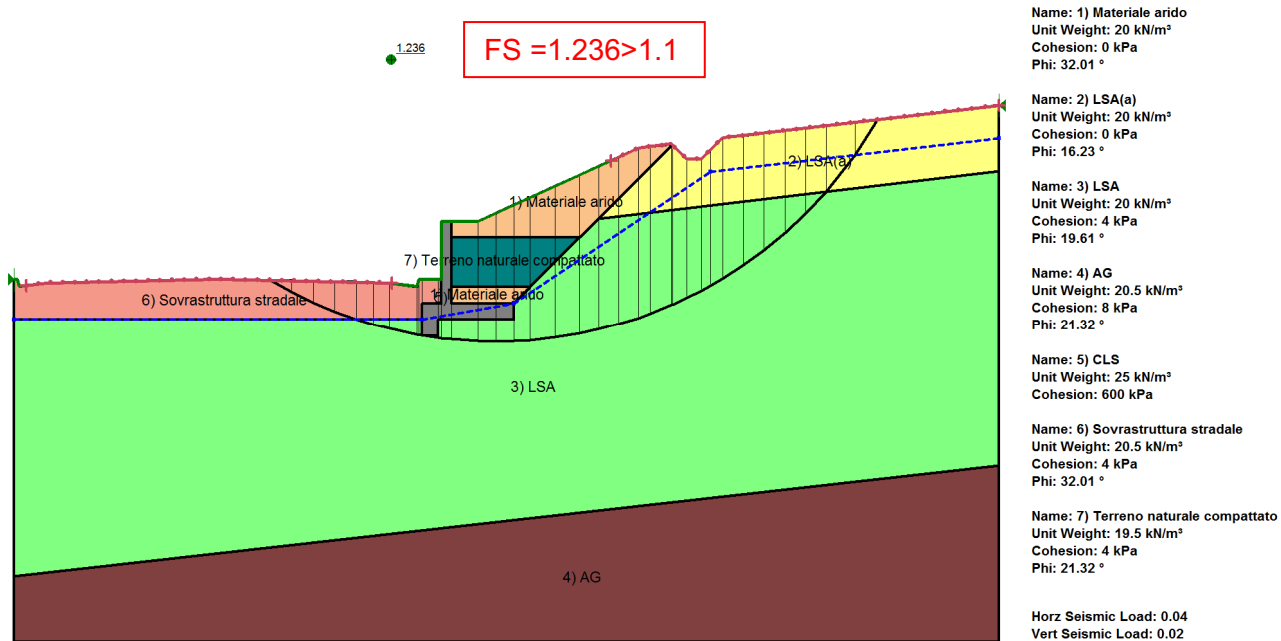


Figura 36: Condizione sisma+ – Verifica di stabilità globale.

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 VARIANTE

OS 109 – Muri al KM 27+000 – Relazione tecnica e di Calcolo

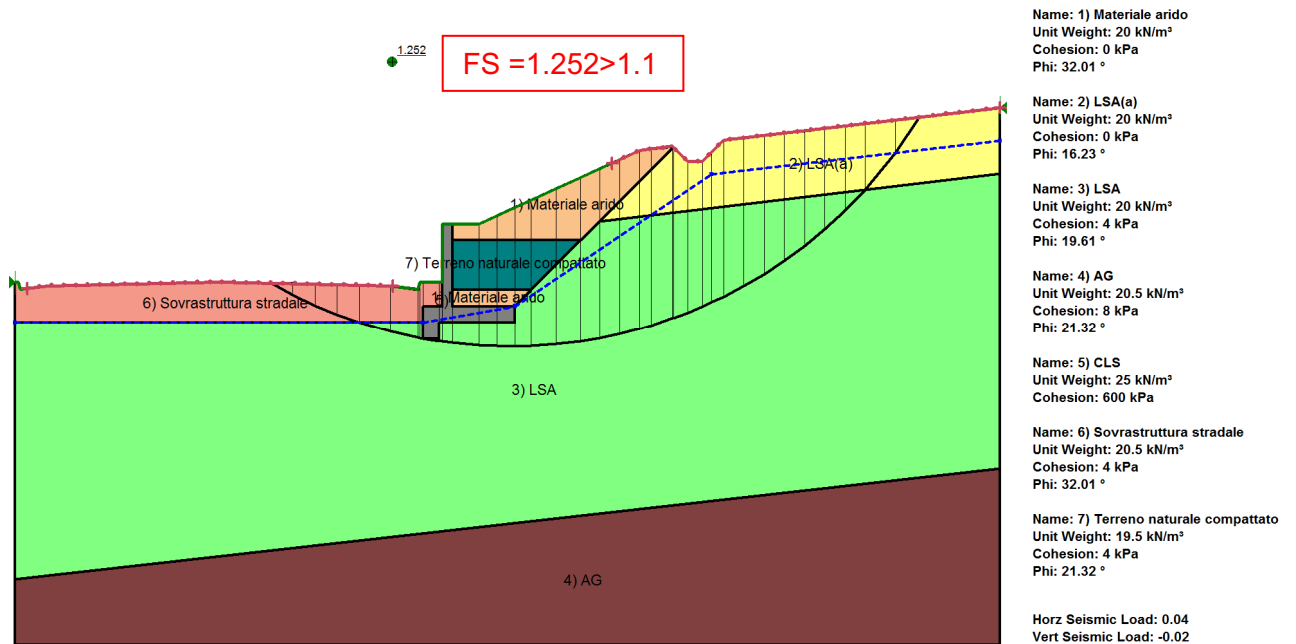


Figura 37: Condizione sisma- – Verifica di stabilità globale.

## 13 MURO DI SOSTEGNO TIPO 1: ALTEZZA RIPROFILATURA = 2.0 M

---

Nel presente paragrafo viene riportato il dimensionamento geotecnico in termini di stabilità globale del muro di sostegno di altezza complessiva pari a 110 cm, relativo al caso di riprofilatura del pendio naturale per una altezza di 200 cm.

### 13.1 VERIFICA DI STABILITÀ GLOBALE

#### 13.1.1 Condizioni di analisi

Le verifiche sono condotte in accordo a quanto riportato nel paragrafo 10.2 con il modulo SLOPE/W.

Le verifiche sono state condotte per le seguenti condizioni:

- statica drenata:
  - parametri drenati di resistenza al taglio per tutte le unità geotecniche considerate;
  - falda posta:
    - lato valle alla base della sovrastruttura stradale presente;
    - lato monte a 0.5 m da piano campagna;
    - nella zona a tergo del muro di sostegno interpolazione fra i due livelli di falda suddetti con pendenza 2 (verticale) : 3 (orizzontale);
- sismica:
  - parametri drenati di resistenza al taglio per tutte le unità geotecniche considerate;
  - falda posta:
    - lato valle alla base della sovrastruttura stradale presente;
    - lato monte a 1.0 m da piano campagna;
    - nella zona interessata dal muro, livello di falda crescente verso monte fino allo spigolo di intradosso soletta lato monte;
    - nella zona a tergo del muro di sostegno interpolazione fra i livelli di falda suddetti con pendenza 2 (verticale) : 3 (orizzontale);
  - coefficienti sismici secondo quanto riportato al paragrafo 10.3.2:
    - sisma +: accelerazione sismica verticale diretta verso il basso;
    - sisma -: accelerazione sismica verticale diretta verso l'alto.

### 13.1.2 Parametri geotecnici

Vedi paragrafo 11.8.2.

### 13.1.3 Risultati delle verifiche

Nel seguito sono riportate le figure di output del programma di calcolo con riportati:

- il modello di calcolo;
- il fattore di sicurezza nei confronti della stabilità;
- i parametri geotecnici adottati nelle elaborazioni (già fattorizzati secondo i parametri M2);
- i coefficienti sismici adottati, in accordo a quanto riportato nel paragrafo 10.3.2.

Dall'esame delle figure risulta che il fattore di sicurezza alla stabilità globale è sempre maggiore di quello minimo richiesto dalla norma:

$$FS \geq FS_{\min} = 1.1$$

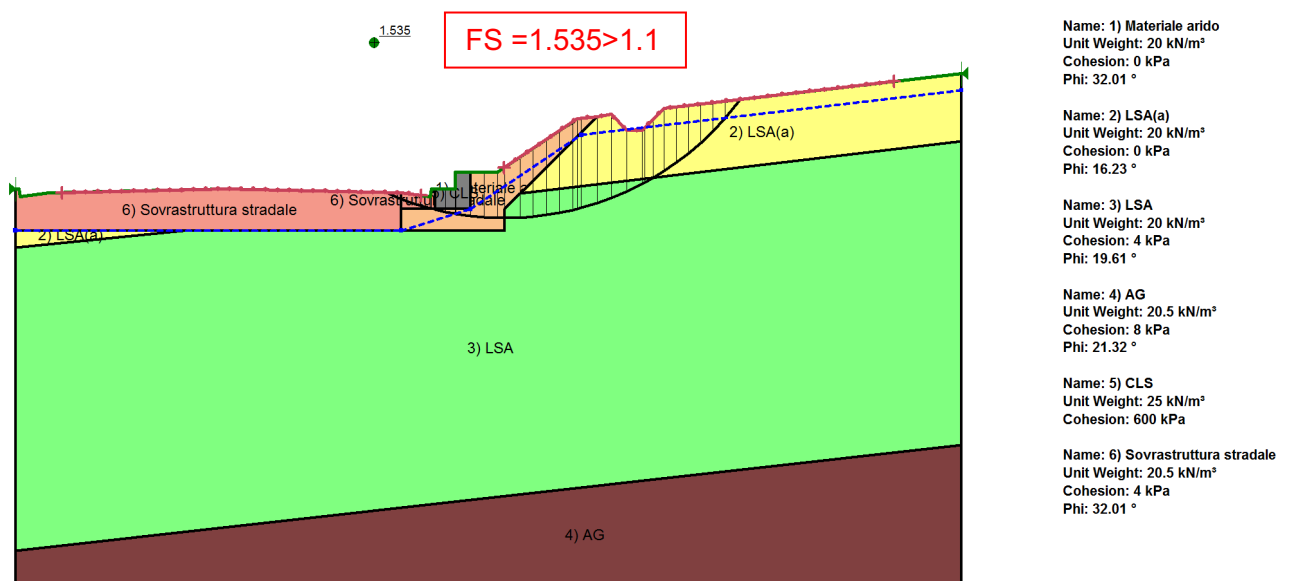


Figura 38: Condizione statica – Verifica di stabilità globale.



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 VARIANTE**

**OS 109 – Muri al KM 27+000 – Relazione tecnica e di Calcolo**

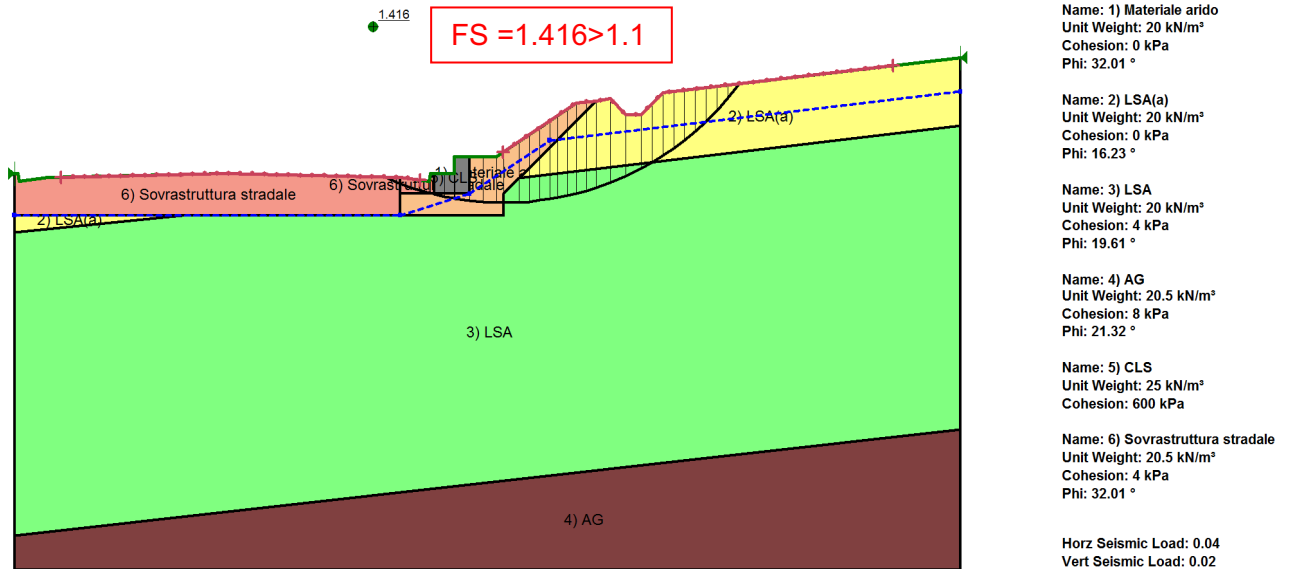


Figura 39: Condizione sisma+ – Verifica di stabilità globale.

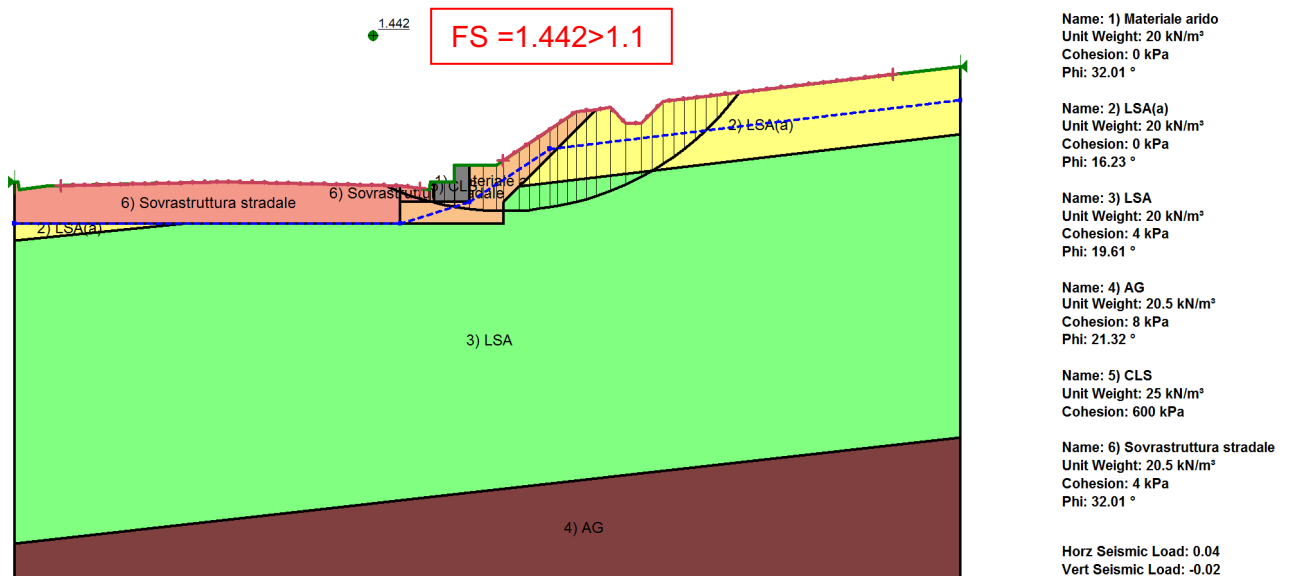


Figura 40: Condizione sisma- – Verifica di stabilità globale.

## 14 APPENDICE 1: OUTPUT CALCOLO MURO DI SOSTEGNO TIPO 3 CON ALTEZZA RIPROFILATURA = 6.0 M

### 14.1 CRITERI GENERALI DELLE ANALISI CONDOTTE

#### *Normative di riferimento*

- Norme Tecniche per le Costruzioni 2008 (D.M. 14 Gennaio 2008)
- Circolare 617 del 02/02/2009
- Circolare C.S.L.P. 02/02/2009 n.617 - Istruzioni per l'applicazione delle Norme Tecniche per le Costruzioni di cui al D.M. 14 gennaio 2008

Il calcolo dei muri di sostegno viene eseguito secondo le seguenti fasi:

- Calcolo della spinta del terreno
- Verifica a ribaltamento
- Verifica a scorrimento del muro sul piano di posa
- Verifica della stabilità complesso fondazione terreno (carico limite)

Calcolo delle sollecitazioni sia del muro che della fondazione, progetto delle armature e relative verifiche dei materiali

#### *Calcolo della spinta sul muro*

#### Valori caratteristici e valori di calcolo

Effettuando il calcolo tramite le Norme Tecniche per le Costruzioni 2008 è necessario fare la distinzione fra i parametri caratteristici ed i valori di calcolo (o di progetto) sia delle azioni che delle resistenze.

I valori di calcolo si ottengono dai valori caratteristici mediante l'applicazione di opportuni coefficienti di sicurezza parziali  $\gamma$ . In particolare si distinguono combinazioni di carico di tipo **A1-M1** nelle quali vengono incrementati i carichi e lasciati inalterati i parametri di resistenza del terreno e combinazioni di carico di tipo **A2-M2** nelle quali vengono ridotti i parametri di resistenza del terreno e incrementati i soli carichi variabili.

#### Metodo di Culmann

Il metodo di Culmann adotta le stesse ipotesi di base del metodo di Coulomb. La differenza sostanziale è che mentre Coulomb considera un terrapieno con superficie a pendenza costante e carico uniformemente distribuito (il che permette di ottenere una espressione in forma chiusa per il coefficiente di spinta) il metodo di Culmann consente di analizzare situazioni con profilo di forma generica e carichi sia concentrati che distribuiti comunque disposti. Inoltre, rispetto al metodo di Coulomb, risulta più immediato e lineare tener conto della coesione del masso spingente. Il metodo di Culmann, nato come metodo essenzialmente grafico, si è evoluto per essere trattato mediante analisi numerica (noto in questa forma come metodo del cuneo di tentativo). Come il metodo di Coulomb anche questo metodo considera una superficie di rottura rettilinea.

I passi del procedimento risolutivo sono i seguenti:

- si impone una superficie di rottura (angolo di inclinazione  $\rho$  rispetto all'orizzontale) e si considera il cuneo di spinta delimitato dalla superficie di rottura stessa, dalla parete su cui si calcola la spinta e dal profilo del terreno;
- si valutano tutte le forze agenti sul cuneo di spinta e cioè peso proprio ( $W$ ), carichi sul terrapieno, resistenza per attrito e per coesione lungo la superficie di rottura ( $R$  e  $C$ ) e resistenza per coesione lungo la parete ( $A$ );
- dalle equazioni di equilibrio si ricava il valore della spinta  $S$  sulla parete.

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 VARIANTE

OS 109 – Muri al KM 27+000 – Relazione tecnica e di Calcolo

Questo processo viene iterato fino a trovare l'angolo di rottura per cui la spinta risulta massima.

La convergenza non si raggiunge se il terrapieno risulta inclinato di un angolo maggiore dell'angolo d'attrito del terreno.

Nei casi in cui è applicabile il metodo di Coulomb (profilo a monte rettilineo e carico uniformemente distribuito) i risultati ottenuti col metodo di Culmann coincidono con quelli del metodo di Coulomb.

Le pressioni sulla parete di spinta si ricavano derivando l'espressione della spinta S rispetto all'ordinata z. Noto il diagramma delle pressioni è possibile ricavare il punto di applicazione della spinta.

## Spinta in presenza di sisma

Per tener conto dell'incremento di spinta dovuta al sisma si fa riferimento al metodo di Mononobe-Okabe (cui fa riferimento la Normativa Italiana).

La Normativa Italiana suggerisce di tener conto di un incremento di spinta dovuto al sisma nel modo seguente.

Detta  $\varepsilon$  l'inclinazione del terrapieno rispetto all'orizzontale e  $\beta$  l'inclinazione della parete rispetto alla verticale, si calcola la spinta  $S'$  considerando un'inclinazione del terrapieno e della parete pari a

$$\varepsilon' = \varepsilon + \theta$$

$$\beta' = \beta + \theta$$

dove  $\theta = \arctg(k_h/(1 \pm k_v))$  essendo  $k_h$  il coefficiente sismico orizzontale e  $k_v$  il coefficiente sismico verticale, definito in funzione di  $k_h$ .

In presenza di falda a monte,  $\theta$  assume le seguenti espressioni:

Terreno a bassa permeabilità

$$\theta = \arctg[(\gamma/(\gamma_{sat}-\gamma_w)) * (k_h/(1 \pm k_v))]$$

Terreno a permeabilità elevata

$$\theta = \arctg[(\gamma/(\gamma_{sat}-\gamma_w)) * (k_h/(1 \pm k_v))]$$

Detta S la spinta calcolata in condizioni statiche l'incremento di spinta da applicare è espresso da

$$\Delta S = AS' - S$$

dove il coefficiente A vale

$$\cos^2(\beta + \theta)$$

A

=

$$\cos^2\beta \cos\theta$$

In presenza di falda a monte, nel coefficiente A si tiene conto dell'influenza dei pesi di volume nel calcolo di  $\theta$ .

Adottando il metodo di Mononobe-Okabe per il calcolo della spinta, il coefficiente A viene posto pari a 1.

Tale incremento di spinta è applicato a metà altezza della parete di spinta nel caso di forma rettangolare del diagramma di incremento sismico, allo stesso punto di applicazione della spinta statica nel caso in cui la forma del diagramma di incremento sismico è uguale a quella del diagramma statico.

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 VARIANTE

OS 109 – Muri al KM 27+000 – Relazione tecnica e di Calcolo

Oltre a questo incremento bisogna tener conto delle forze d'inerzia orizzontali e verticali che si destano per effetto del sisma. Tali forze vengono valutate come

$$F_{IH} = k_H W \quad F_{IV} = \pm k_V W$$

dove  $W$  è il peso del muro, del terreno soprastante la mensola di monte ed i relativi sovraccarichi e va applicata nel baricentro dei pesi. Il metodo di Culmann tiene conto automaticamente dell'incremento di spinta. Basta inserire nell'equazione risolutiva la forza d'inerzia del cuneo di spinta. La superficie di rottura nel caso di sisma risulta meno inclinata della corrispondente superficie in assenza di sisma.

### Verifica a ribaltamento

La verifica a ribaltamento consiste nel determinare il momento risultante di tutte le forze che tendono a fare ribaltare il muro (momento ribaltante  $M_r$ ) ed il momento risultante di tutte le forze che tendono a stabilizzare il muro (momento stabilizzante  $M_s$ ) rispetto allo spigolo a valle della fondazione e verificare che il rapporto  $M_s/M_r$  sia maggiore di un determinato coefficiente di sicurezza  $\eta_r$ .

Eseguendo il calcolo mediante le Norme Tecniche per le Costruzioni 2008 si può impostare  $\eta_r \geq 1.0$ .

Deve quindi essere verificata la seguente disequaglianza

$$\frac{M_s}{M_r} \geq \eta_r$$

Il momento ribaltante  $M_r$  è dato dalla componente orizzontale della spinta  $S$ , dalle forze di inerzia del muro e del terreno gravante sulla fondazione di monte (caso di presenza di sisma) per i rispettivi bracci. Nel momento stabilizzante interviene il peso del muro (applicato nel baricentro) ed il peso del terreno gravante sulla fondazione di monte. Per quanto riguarda invece la componente verticale della spinta essa sarà stabilizzante se l'angolo d'attrito terra-muro  $\delta$  è positivo, ribaltante se  $\delta$  è negativo.  $\delta$  è positivo quando è il terrapieno che scorre rispetto al muro, negativo quando è il muro che tende a scorrere rispetto al terrapieno (questo può essere il caso di una spalla da ponte gravata da carichi notevoli). Se sono presenti dei tiranti essi contribuiscono al momento stabilizzante.

Questa verifica ha significato solo per fondazione superficiale e non per fondazione su pali.

### Verifica a scorrimento

Per la verifica a scorrimento del muro lungo il piano di fondazione deve risultare che la somma di tutte le forze parallele al piano di posa che tendono a fare scorrere il muro deve essere minore di tutte le forze, parallele al piano di scorrimento, che si oppongono allo scivolamento, secondo un certo coefficiente di sicurezza. La verifica a scorrimento risulta soddisfatta se il rapporto fra la risultante delle forze resistenti allo scivolamento  $F_r$  e la risultante delle forze che tendono a fare scorrere il muro  $F_s$  risulta maggiore di un determinato coefficiente di sicurezza  $\eta_s$ .

Eseguendo il calcolo mediante le Norme Tecniche per le Costruzioni 2008 si può impostare  $\eta_s \geq 1.0$

$$\frac{F_r}{F_s} \geq \eta_s$$

Le forze che intervengono nella  $F_s$  sono: la componente della spinta parallela al piano di fondazione e la componente delle forze d'inerzia parallela al piano di fondazione.

La forza resistente è data dalla resistenza d'attrito e dalla resistenza per adesione lungo la base della fondazione. Detta  $N$  la componente normale al piano di fondazione del carico totale gravante in fondazione e indicando con  $\delta_f$  l'angolo d'attrito terreno-

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 VARIANTE

OS 109 – Muri al KM 27+000 – Relazione tecnica e di Calcolo

fondazione, con  $c_a$  l'adesione terreno-fondazione e con  $B_r$  la larghezza della fondazione reagente, la forza resistente può esprimersi come

$$F_r = N \operatorname{tg} \delta_f + c_a B_r$$

Nel caso di fondazione con dente, viene calcolata la resistenza passiva sviluppata lungo il cuneo passante per lo spigolo inferiore del dente, inclinato dell'angolo  $\rho$  (rispetto all'orizzontale). Tale cuneo viene individuato attraverso un procedimento iterativo. In dipendenza della geometria della fondazione e del dente, dei parametri geotecnici del terreno e del carico risultante in fondazione, tale cuneo può avere forma triangolare o trapezoidale. Detta  $N$  la componente normale del carico agente sul piano di posa della fondazione,  $Q$  l'aliquota di carico gravante sul cuneo passivo,  $S_p$  la resistenza passiva,  $L_c$  l'ampiezza del cuneo e indicando con  $\delta_f$  l'angolo d'attrito terreno-fondazione, con  $c_a$  l'adesione terreno-fondazione e con  $B_r$  la larghezza della fondazione reagente, la forza resistente può esprimersi come

$$F_r = (N-Q) \operatorname{tg} \delta_f + S_p + c_a L_r$$

con  $L_r = B_r - L_c$

La Normativa consente di computare, nelle forze resistenti, una aliquota dell'eventuale spinta dovuta al terreno posto a valle del muro. L'aliquota di spinta passiva che si può considerare ai fini della verifica a scorrimento non può comunque superare il 50 per cento.

Per quanto riguarda l'angolo d'attrito terra-fondazione,  $\delta_f$ , diversi autori suggeriscono di assumere un valore di  $\delta_f$  pari all'angolo d'attrito del terreno di fondazione.

### Verifica al carico limite

Il rapporto fra il carico limite in fondazione e la componente normale della risultante dei carichi trasmessi dal muro sul terreno di fondazione deve essere superiore a  $\eta_q$ . Cioè, detto  $Q_u$ , il carico limite ed  $R$  la risultante verticale dei carichi in fondazione, deve essere:

$$\frac{Q_u}{R} \geq \eta_q$$

Eseguendo il calcolo mediante le Norme Tecniche per le Costruzioni 2008 si può impostare  $\eta_q \geq 1.0$

Si adotta per il calcolo del carico limite in fondazione il metodo di MEYERHOF.

L'espressione del carico ultimo è data dalla relazione:

$$Q_u = c N_c d_{c/c} + q N_q d_{q/q} + 0.5 \gamma B N_\gamma d_{\gamma/\gamma}$$

In questa espressione

- $c$  coesione del terreno in fondazione;
- $\phi$  angolo di attrito del terreno in fondazione;
- $\gamma$  peso di volume del terreno in fondazione;
- $B$  larghezza della fondazione;
- $D$  profondità del piano di posa;
- $q$  pressione geostatica alla quota del piano di posa.

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 VARIANTE

OS 109 – Muri al KM 27+000 – Relazione tecnica e di Calcolo

I vari fattori che compaiono nella formula sono dati da:

$$A = e^{\pi \cdot \text{tg } \phi}$$

$$N_q = A \text{tg}^2(45^\circ + \phi/2)$$

$$N_c = (N_q - 1) \text{ctg } \phi$$

$$N_\gamma = (N_q - 1) \text{tg } (1.4\phi)$$

Indichiamo con  $K_p$  il coefficiente di spinta passiva espresso da:

$$K_p = \text{tg}^2(45^\circ + \phi/2)$$

I fattori  $d$  e  $i$  che compaiono nella formula sono rispettivamente i fattori di profondità ed i fattori di inclinazione del carico espressi dalle seguenti relazioni:

#### Fattori di profondità

$$d_q = 1 + 0.2 \frac{D}{B} \sqrt{K_p}$$

$$d_q = d_\gamma = 1 \quad \text{per } \phi = 0$$

$$d_q = d_\gamma = 1 + 0.1 \frac{D}{B} \sqrt{K_p} \quad \text{per } \phi > 0$$

#### Fattori di inclinazione

Indicando con  $\theta$  l'angolo che la risultante dei carichi forma con la verticale ( espresso in gradi ) e con  $\phi$  l'angolo d'attrito del terreno di posa abbiamo:

$$i_c = i_q = (1 - \theta/90)^2$$

$$i_\gamma = \left(1 - \frac{\theta^\circ}{\phi^\circ}\right)^2 \quad \text{per } \phi > 0$$

$$i_\gamma = 0 \quad \text{per } \phi = 0$$

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 VARIANTE

OS 109 – Muri al KM 27+000 – Relazione tecnica e di Calcolo

## Normativa

N.T.C. 2008 - Approccio 2

### Simbologia adottata

$\gamma_{Gsfav}$	Coefficiente parziale sfavorevole sulle azioni permanenti
$\gamma_{Gfav}$	Coefficiente parziale favorevole sulle azioni permanenti
$\gamma_{Qsfav}$	Coefficiente parziale sfavorevole sulle azioni variabili
$\gamma_{Qfav}$	Coefficiente parziale favorevole sulle azioni variabili
$\gamma_{tan\phi'}$	Coefficiente parziale di riduzione dell'angolo di attrito drenato
$\gamma_c$	Coefficiente parziale di riduzione della coesione drenata
$\gamma_{cu}$	Coefficiente parziale di riduzione della coesione non drenata
$\gamma_{qu}$	Coefficiente parziale di riduzione del carico ultimo
$\gamma_r$	Coefficiente parziale di riduzione della resistenza a compressione uniassiale delle rocce

### Coefficienti di partecipazione combinazioni statiche

#### Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni:

Carichi	Effetto		A1	A2	EQU	HYD
Permanenti	Favorevole	$\gamma_{Gfav}$	1.00	1.00	0.90	0.90
Permanenti	Sfavorevole	$\gamma_{Gsfav}$	1.30	1.00	1.10	1.30
Variabili	Favorevole	$\gamma_{Qfav}$	0.00	0.00	0.00	0.00
Variabili	Sfavorevole	$\gamma_{Qsfav}$	1.50	1.30	1.50	1.50

#### Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno:

Parametri			M1	M2	M2	M1
Tangente dell'angolo di attrito	$\gamma_{tan\phi'}$		1.00	1.25	1.25	1.00
Coesione efficace	$\gamma_c$		1.00	1.25	1.25	1.00
Resistenza non drenata	$\gamma_{cu}$		1.00	1.40	1.40	1.00
Resistenza a compressione uniassiale	$\gamma_{qu}$		1.00	1.60	1.60	1.00
Peso dell'unità di volume	$\gamma_r$		1.00	1.00	1.00	1.00

### Coefficienti di partecipazione combinazioni sismiche

#### Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni:

Carichi	Effetto		A1	A2	EQU	HYD
Permanenti	Favorevole	$\gamma_{Gfav}$	1.00	1.00	1.00	0.90
Permanenti	Sfavorevole	$\gamma_{Gsfav}$	1.00	1.00	1.00	1.30
Variabili	Favorevole	$\gamma_{Qfav}$	0.00	0.00	0.00	0.00
Variabili	Sfavorevole	$\gamma_{Qsfav}$	1.00	1.00	1.00	1.50

#### Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno:

Parametri			M1	M2	M2	M1
Tangente dell'angolo di attrito	$\gamma_{tan\phi'}$		1.00	1.25	1.25	1.00
Coesione efficace	$\gamma_c$		1.00	1.25	1.25	1.00
Resistenza non drenata	$\gamma_{cu}$		1.00	1.40	1.40	1.00

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 VARIANTE**

**OS 109 – Muri al KM 27+000 – Relazione tecnica e di Calcolo**

Resistenza a compressione uniassiale	$\gamma_{qu}$	1.00	1.60	1.60	1.00
Peso dell'unità di volume	$\gamma_Y$	1.00	1.00	1.00	1.00

**FONDAZIONE SUPERFICIALE**

**Coefficienti parziali  $\gamma_R$  per le verifiche agli stati limite ultimi STR e GEO**

<i>Verifica</i>	<i>Coefficienti parziali</i>		
	R1	R2	R3
Capacità portante della fondazione	1.00	1.00	1.40
Scorrimento	1.00	1.00	1.10
Resistenza del terreno a valle	1.00	1.00	1.40



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 VARIANTE

OS 109 – Muri al KM 27+000 – Relazione tecnica e di Calcolo

## 14.2 RISULTATI DELLE ELABORAZIONI

### Geometria muro e fondazione

Descrizione	Muro a mensola in c.a.
Altezza del paramento	4.10 [m]
Spessore in sommità	0.45 [m]
Spessore all'attacco con la fondazione	0.45 [m]
Inclinazione paramento esterno	0.00 [°]
Inclinazione paramento interno	0.00 [°]
Lunghezza del muro	50.00 [m]

#### Fondazione

Lunghezza mensola fondazione di valle	0.60 [m]
Lunghezza mensola fondazione di monte	2.90 [m]
Lunghezza totale fondazione	3.95 [m]
Inclinazione piano di posa della fondazione	0.00 [°]
Spessore fondazione	0.60 [m]
Spessore magrone	0.00 [m]
Altezza dello sperone di fondazione	1.10 [m]
Spessore dello sperone di fondazione	0.50 [m]

### Materiali utilizzati per la struttura

#### Calcestruzzo

Peso specifico	25.000 [kN/mc]
Classe di Resistenza	C28/35
Resistenza caratteristica a compressione $R_{ck}$	35000 [kPa]
Modulo elastico E	32587986 [kPa]

#### Acciaio

Tipo	B450C
Tensione di snervamento $\sigma_{fa}$	449936 [kPa]

### Geometria profilo terreno a monte del muro

#### Simbologia adottata e sistema di riferimento

(Sistema di riferimento con origine in testa al muro, ascissa X positiva verso monte, ordinata Y positiva verso l'alto)

N numero ordine del punto

X ascissa del punto espressa in [m]

Y ordinata del punto espressa in [m]

A inclinazione del tratto espressa in [°]

N	X	Y	A
1	0.80	0.00	0.00
2	8.45	2.53	18.30

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 VARIANTE

OS 109 – Muri al KM 27+000 – Relazione tecnica e di Calcolo

3                    13.99                    3.19                    6.79

### Terreno a valle del muro

Inclinazione terreno a valle del muro rispetto all'orizzontale 0.00 [°]  
 Altezza del rinterro rispetto all'attacco fondaz.valle-paramento 0.63 [m]

### Falda

Quota della falda a valle del muro rispetto al piano di posa della fondazione 0.00 [m]

### Descrizione terreni

*Simbologia adottata*

Nr.	Indice del terreno
Descrizione	Descrizione terreno
$\gamma$	Peso di volume del terreno espresso in [kN/mc]
$\gamma_s$	Peso di volume saturo del terreno espresso in [kN/mc]
$\phi$	Angolo d'attrito interno espresso in [°]
$\delta$	Angolo d'attrito terra-muro espresso in [°]
c	Coesione espressa in [kPa]
$c_a$	Adesione terra-muro espressa in [kPa]

Descrizione	$\gamma$	$\gamma_s$	$\phi$	$\delta$	c	$c_a$
LSA(a)	20.00	20.00	20.00	13.33	0.0	0.0
LSA	20.00	20.00	24.00	16.00	5.0	3.3
AG	20.50	20.50	26.00	17.33	10.0	0.0

### Stratigrafia

*Simbologia adottata*

N	Indice dello strato
H	Spessore dello strato espresso in [m]
a	Inclinazione espressa in [°]
Kw	Costante di Winkler orizzontale espressa in Kg/cm <sup>2</sup> /cm
Ks	Coefficiente di spinta
Terreno	Terreno dello strato

Nr.	H	a	Kw	Ks	Terreno
1	0.47	6.60	0.00	0.00	LSA(a)
2	9.00	6.60	2.45	0.00	LSA
3	3.00	0.00	0.00	0.00	AG

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 VARIANTE

OS 109 – Muri al KM 27+000 – Relazione tecnica e di Calcolo

## Descrizione combinazioni di carico

### Simbologia adottata

F/S Effetto dell'azione (FAV: Favorevole, SFAV: Sfavorevole)

$\gamma$  Coefficiente di partecipazione della condizione

$\Psi$  Coefficiente di combinazione della condizione

#### Combinazione n° 1 - Caso A1-M1 (STR)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma^* \Psi$
Peso proprio muro	FAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	FAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.30	1.00	1.30

#### Combinazione n° 2 - Caso A1-M1 (STR)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma^* \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1.30	1.00	1.30
Peso proprio terrapieno	SFAV	1.30	1.00	1.30
Spinta terreno	SFAV	1.30	1.00	1.30

#### Combinazione n° 3 - Caso A1-M1 (STR)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma^* \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1.30	1.00	1.30
Peso proprio terrapieno	FAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.30	1.00	1.30

#### Combinazione n° 4 - Caso A1-M1 (STR)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma^* \Psi$
Peso proprio muro	FAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1.30	1.00	1.30
Spinta terreno	SFAV	1.30	1.00	1.30

#### Combinazione n° 5 - Caso EQU (SLU)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma^* \Psi$
Peso proprio muro	FAV	0.90	1.00	0.90
Peso proprio terrapieno	FAV	0.90	1.00	0.90
Spinta terreno	SFAV	1.10	1.00	1.10

#### Combinazione n° 7 - Caso A1-M1 (STR) - Sisma Vert. negativo

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma^* \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00

#### Combinazione n° 8 - Caso A1-M1 (STR) - Sisma Vert. positivo

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma^* \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00

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 VARIANTE

OS 109 – Muri al KM 27+000 – Relazione tecnica e di Calcolo

Combinazione n°9 - Caso EQU (SLU) - Sisma Vert. negativo

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma^* \Psi$
Peso proprio muro	FAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	FAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00

Combinazione n°10 - Caso EQU (SLU) - Sisma Vert. positivo

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma^* \Psi$
Peso proprio muro	FAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	FAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00

Combinazione n°13 - Quasi Permanente  $\Leftrightarrow$  Frequente  $\Leftrightarrow$  Caratteristica (SLE)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma^* \Psi$
Peso proprio muro	--	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	--	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	--	1.00	1.00	1.00

## Impostazioni di analisi

Metodo verifica sezioni

Stato limite

### **Impostazioni verifiche SLU**

Coefficienti parziali per resistenze di calcolo dei materiali

Coefficiente di sicurezza calcestruzzo a compressione	1.50
Coefficiente di sicurezza calcestruzzo a trazione	1.50
Coefficiente di sicurezza acciaio	1.15
Fattore riduzione da resistenza cubica a cilindrica	0.83
Fattore di riduzione per carichi di lungo periodo	0.85
Coefficiente di sicurezza per la sezione	1.00

### **Impostazioni verifiche SLE**

Condizioni ambientali

Aggressive

Armatura ad aderenza migliorata

Verifica fessurazione

Sensibilità delle armature

Poco sensibile

Valori limite delle aperture delle fessure

$w_1 = 0.20$

$w_2 = 0.30$

$w_3 = 0.40$

Metodo di calcolo aperture delle fessure

E.C. 2

Verifica delle tensioni

Combinazione di carico

Rara  $\sigma_c < 0.60 f_{ck}$  -  $\sigma_f < 0.80 f_{yk}$

Quasi permanente  $\sigma_c < 0.45 f_{ck}$

Calcolo della portanza

metodo di Meyerhof

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 VARIANTE

OS 109 – Muri al KM 27+000 – Relazione tecnica e di Calcolo

Coefficiente correttivo su  $N_y$  per effetti cinematici (combinazioni sismiche SLU): 1.00

Coefficiente correttivo su  $N_y$  per effetti cinematici (combinazioni sismiche SLE): 1.00

### Impostazioni avanzate

Influenza del terreno sulla fondazione di valle nelle verifiche e nel calcolo delle sollecitazioni

Terreno a monte a bassa permeabilità

## Quadro riassuntivo coeff. di sicurezza calcolati

### Simbologia adottata

<i>C</i>	Identificativo della combinazione
<i>Tipo</i>	Tipo combinazione
<i>Sisma</i>	Combinazione sismica
$CS_{SCO}$	Coeff. di sicurezza allo scorrimento
$CS_{RIB}$	Coeff. di sicurezza al ribaltamento
$CS_{QLIM}$	Coeff. di sicurezza a carico limite

<b>C</b>	<b>Tipo</b>	<b>Sisma</b>	<b><math>CS_{SCO}</math></b>	<b><math>CS_{RIB}</math></b>	<b><math>CS_{qlim}</math></b>
1	A1-M1 - [1]	--	1.11	--	1.61
2	A1-M1 - [1]	--	1.31	--	1.57
3	A1-M1 - [1]	--	1.25	--	1.64
4	A1-M1 - [1]	--	1.18	--	1.55
5	EQU - [1]	--	--	2.73	--
7	A1-M1 - [2]	Orizzontale + Verticale negativo	1.23	--	1.79
8	A1-M1 - [2]	Orizzontale + Verticale positivo	1.21	--	1.73
9	EQU - [2]	Orizzontale + Verticale negativo	--	2.66	--
10	EQU - [2]	Orizzontale + Verticale positivo	--	2.74	--
13	SLEQ - [1]	--	1.50	--	2.16

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 VARIANTE

OS 109 – Muri al KM 27+000 – Relazione tecnica e di Calcolo

## Analisi della spinta e verifiche

Sistema di riferimento adottato per le coordinate :

Origine in testa al muro (spigolo di monte)

Ascisse X (espresse in [m]) positive verso monte

Ordinate Y (espresse in [m]) positive verso l'alto

Le forze orizzontali sono considerate positive se agenti da monte verso valle

Le forze verticali sono considerate positive se agenti dall'alto verso il basso

Calcolo riferito ad 1 metro di muro

### Tipo di analisi

Calcolo della spinta	metodo di Culmann
Calcolo del carico limite	metodo di Meyerhof
Calcolo della spinta in condizioni di	Spinta attiva

### Sisma

#### Identificazione del sito

Latitudine	37.832072
Longitudine	13.589003
Punti di interpolazione del reticolo	46511 - 46510 - 46732 - 46733

#### Tipo di opera

Tipo di costruzione	Opera ordinaria
Vita nominale	50 anni
Classe d'uso	IV - Opere strategiche ed industrie molto pericolose
Vita di riferimento	100 anni

#### Combinazioni SLU

Accelerazione al suolo $a_g$	1.31 [m/s <sup>2</sup> ]
Coefficiente di amplificazione per tipo di sottosuolo (S)	1.20
Coefficiente di amplificazione topografica (St)	1.00
Coefficiente riduzione ( $\beta_m$ )	0.24
Rapporto intensità sismica verticale/orizzontale	0.50
Coefficiente di intensità sismica orizzontale (percento)	$k_h=(a_g/g*\beta_m*St*S) = 3.85$
Coefficiente di intensità sismica verticale (percento)	$k_v=0.50 * k_h = 1.93$

Forma diagramma incremento sismico	Stessa forma diagramma statico
------------------------------------	--------------------------------

Partecipazione spinta passiva (percento)	50.0
Lunghezza del muro	50.00 [m]

Peso muro	119.1250 [kN]
Baricentro del muro	X=0.28 Y=-3.59

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 VARIANTE

---

OS 109 – Muri al KM 27+000 – Relazione tecnica e di Calcolo

Superficie di spinta

Punto inferiore superficie di spinta	X = 2.90	Y = -4.70
Punto superiore superficie di spinta	X = 2.90	Y = 0.69
Altezza della superficie di spinta	5.39	[m]
Inclinazione superficie di spinta(rispetto alla verticale)	0.00	[°]

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 VARIANTE

OS 109 – Muri al KM 27+000 – Relazione tecnica e di Calcolo

COMBINAZIONE n°1

**Peso muro favorevole e Peso terrapieno favorevole**

Valore della spinta statica	169.7979	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	163.3060	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	46.5024	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 2.90	[m]	Y = -2.93	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	15.89	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	44.51	[°]		
Punto d'applicazione della spinta della falda	X = 2.90	[m]	Y = -4.70	[m]
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	252.3847	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 1.49	[m]	Y = -1.92	[m]

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	163.3060	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	425.5721	[kN]
Resistenza passiva a valle del muro	-17.9368	[kN]
Resistenza passiva dente di fondazione	-28.9422	[kN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	425.5721	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	163.3060	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0.34	[m]
Lunghezza fondazione reagente	3.95	[m]
Risultante in fondazione	455.8294	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	20.99	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	143.5243	[kNm]
Carico ultimo della fondazione	686.8224	[kN]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	3.95	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	162.93	[kPa]
Tensione terreno allo spigolo di monte	52.55	[kPa]

Fattori per il calcolo della capacità portante

<b>Coeff. capacità portante</b>	$N_c = 19.32$	$N_q = 9.60$	$N_\gamma = 5.72$
<b>Fattori forma</b>	$s_c = 1.00$	$s_q = 1.00$	$s_\gamma = 1.00$
<b>Fattori inclinazione</b>	$i_c = 0.59$	$i_q = 0.59$	$i_\gamma = 0.02$
<b>Fattori profondità</b>	$d_c = 1.10$	$d_q = 1.05$	$d_\gamma = 1.05$
I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.			
	$N'_c = 12.45$	$N'_q = 5.92$	$N'_\gamma = 0.09$

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	1.11
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	1.61



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 VARIANTE

OS 109 – Muri al KM 27+000 – Relazione tecnica e di Calcolo

## Sollecitazioni paramento

### Combinazione n° 1

L'ordinata Y (espressa in m) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in kNm

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN

Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in kN

Nr.	Y	N	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000	0.0000
2	0.20	2.3062	0.0159	0.2328
3	0.41	4.6125	0.1264	0.9054
4	0.61	6.9187	0.3729	1.3530
5	0.82	9.2250	0.6647	1.5381
6	1.02	11.5313	1.0279	2.0731
7	1.23	13.8375	1.5433	3.0315
8	1.43	16.1437	2.3046	4.4909
9	1.64	18.4500	3.4245	6.5333
10	1.84	20.7563	5.0232	9.1605
11	2.05	23.0625	7.2200	12.3689
12	2.25	25.3688	10.1341	16.1579
13	2.46	27.6750	13.8845	20.5274
14	2.67	29.9813	18.5901	25.4777
15	2.87	32.2875	24.3700	31.0089
16	3.07	34.5937	31.3434	37.1214
17	3.28	36.9000	39.6295	43.8153
18	3.48	39.2062	49.3475	51.0909
19	3.69	41.5125	60.6165	58.9484
20	3.89	43.8187	73.5561	67.3879
21	4.10	46.1250	88.2802	76.3152

## Sollecitazioni fondazione di valle

### Combinazione n° 1

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.06	0.1863	6.1929
3	0.12	0.7411	12.2851
4	0.18	1.6585	18.2767
5	0.24	2.9323	24.1678
6	0.30	4.5566	29.9582
7	0.36	6.5253	35.6480
8	0.42	8.8324	41.2373
9	0.48	11.4718	46.7259
10	0.54	14.4595	53.2139
11	0.60	17.8609	60.1513

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 VARIANTE

OS 109 – Muri al KM 27+000 – Relazione tecnica e di Calcolo

## Sollecitazioni fondazione di monte

### Combinazione n° 1

L'ascissa X(espressa in m) è considerata positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.29	-3.5144	-23.7253
3	0.58	-13.4636	-44.3772
4	0.87	-28.9561	-61.9557
5	1.16	-49.1008	-76.4609
6	1.45	-73.0063	-87.8926
7	1.74	-99.7814	-96.2510
8	2.03	-128.5348	-101.5360
9	2.32	-158.3905	-103.9556
10	2.61	-188.6014	-104.0040
11	2.90	-218.4856	-101.7022

## Armature e tensioni nei materiali del muro

### Combinazione n° 1

L'ordinata Y(espressa in [m]) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

B	base della sezione espressa in [cm]
H	altezza della sezione espressa in [cm]
A <sub>fs</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [cmq]
A <sub>fi</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [cmq]
N <sub>u</sub>	sforzo normale ultimo espresso in [kN]
M <sub>u</sub>	momento ultimo espresso in [kNm]
CS	coefficiente sicurezza sezione
VR <sub>cd</sub>	Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [kN]
VR <sub>sd</sub>	Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [kN]
VR <sub>d</sub>	Resistenza al taglio, espresso in [kN]

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	VR <sub>d</sub>	VR <sub>cd</sub>	VR <sub>sd</sub>
1	0.00	100, 45	0.00	0.00	0.00	0.00	1000.00	169.48	--	--
2	0.20	100, 45	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	169.79	--	--
3	0.41	100, 45	10.05	10.05	6458.00	-177.02	1400.11	170.10	--	--
4	0.61	100, 45	10.05	10.05	6119.83	-329.83	884.53	170.40	--	--
5	0.82	100, 45	10.05	10.05	5542.61	-399.35	600.82	170.71	--	--
6	1.02	100, 45	10.05	10.05	5032.59	-448.62	436.43	171.01	--	--
7	1.23	100, 45	10.05	10.05	4425.83	-493.62	319.84	171.32	--	--
8	1.43	100, 45	10.05	10.05	3711.57	-529.84	229.91	171.63	--	--
9	1.64	100, 45	10.05	10.05	2803.28	-520.32	151.94	171.93	--	--
10	1.84	100, 45	10.05	10.05	1829.46	-442.75	88.14	172.24	--	--
11	2.05	100, 45	10.05	10.05	1087.68	-340.51	47.16	172.54	--	--
12	2.25	100, 45	10.05	10.05	680.53	-271.85	26.83	172.85	--	--
13	2.46	100, 45	10.05	10.05	465.52	-233.55	16.82	173.16	--	--
14	2.67	100, 45	10.05	10.05	340.84	-211.34	11.37	173.46	--	--
15	2.87	100, 45	10.05	10.05	261.21	-197.16	8.09	173.77	--	--
16	3.07	100, 45	10.05	10.05	206.93	-187.49	5.98	174.07	--	--

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 VARIANTE

OS 109 – Muri al KM 27+000 – Relazione tecnica e di Calcolo

17	3.28	100, 45	10.05	10.05	168.14	-180.58	4.56	174.38	--	--
18	3.48	100, 45	15.71	0.00	210.58	-265.05	5.37	190.57	--	--
19	3.69	100, 45	15.71	0.00	177.91	-259.78	4.29	190.87	--	--
20	3.89	100, 45	15.71	10.05	152.90	-256.66	3.49	191.18	--	--
21	4.10	100, 45	15.71	10.05	132.26	-253.13	2.87	191.48	--	--

## Armature e tensioni nei materiali della fondazione

### Combinazione n° 1

Simbologia adottata

B	base della sezione espressa in [cm]
H	altezza della sezione espressa in [cm]
$A_{fi}$	area di armatura in corrispondenza del lembo inferiore in [cmq]
$A_{fs}$	area di armatura in corrispondenza del lembo superiore in [cmq]
$N_u$	sforzo normale ultimo espresso in [kN]
$M_u$	momento ultimo espresso in [kNm]
CS	coefficiente sicurezza sezione
$V_{Rcd}$	Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [kN]
$V_{Rsd}$	Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [kN]
VRd	Resistenza al taglio, espresso in [kN]

### Fondazione di valle

(L'ascissa X, espressa in [m], è positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle)

Nr.	Y	B, H	$A_{fs}$	$A_{fi}$	$N_u$	$M_u$	CS	$V_{Rd}$	$V_{Rcd}$	$V_{Rsd}$
1	0.00	100, 60	15.71	0.00	0.00	0.00	1000.00	215.35	--	--
2	0.06	100, 60	15.71	0.00	0.00	5.57	29.88	212.23	--	--
3	0.12	100, 60	15.71	0.00	0.00	5.57	7.51	212.23	--	--
4	0.18	100, 60	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	212.23	--	--
5	0.24	100, 60	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	212.23	--	--
6	0.30	100, 60	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	212.23	--	--
7	0.36	100, 60	31.42	15.71	0.00	319.90	49.02	215.35	--	--
8	0.42	100, 60	31.42	15.71	0.00	319.90	36.22	215.35	--	--
9	0.48	100, 60	15.71	15.71	0.00	320.57	27.94	215.35	--	--
10	0.54	100, 60	15.71	15.71	0.00	320.57	22.17	215.35	--	--
11	0.60	100, 60	15.71	15.71	0.00	320.57	17.95	215.35	--	--

### Fondazione di monte

(L'ascissa X, espressa in [m], è positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte)

Nr.	Y	B, H	$A_{fs}$	$A_{fi}$	$N_u$	$M_u$	CS	$V_{Rd}$	$V_{Rcd}$	$V_{Rsd}$
1	0.00	100, 60	0.00	0.00	0.00	0.00	1000.00	215.35	--	--
2	0.29	100, 60	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	215.35	--	--
3	0.58	100, 60	15.71	15.71	0.00	-320.57	23.81	215.35	--	--
4	0.87	100, 60	15.71	15.71	0.00	-320.57	11.07	271.33	--	--
5	1.16	100, 60	15.71	15.71	0.00	-320.57	6.53	271.33	--	--
6	1.45	100, 60	15.71	15.71	0.00	-320.57	4.39	212.23	--	--
7	1.74	100, 60	15.71	15.71	0.00	-320.57	3.21	212.23	--	--
8	2.03	100, 60	15.71	15.71	0.00	-320.57	2.49	212.23	--	--

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 VARIANTE

OS 109 – Muri al KM 27+000 – Relazione tecnica e di Calcolo

9	2.32	100, 60	15.71	15.71	0.00	-320.57	2.02	215.35	--	--
10	2.61	100, 60	15.71	15.71	0.00	-320.57	1.70	215.35	--	--
11	2.90	100, 60	15.71	15.71	0.00	-320.57	1.47	215.35	--	--

Verifica sperone di fondazione

Base sezione B= 100 cm Altezza sezione H=50 [cm]

$A_{ri}=15.71$  [cmq]  $A_{rs}=15.71$  [cmq]

Sollecitazioni M=119.818 [kNm] T=163.306 [kN]

Momento ultimo sezione  $M_u = 260.3161$  [kNm]

Coeff.sicurezza sezione = 2.17

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 VARIANTE

OS 109 – Muri al KM 27+000 – Relazione tecnica e di Calcolo

COMBINAZIONE n°2

**Peso muro sfavorevole e Peso terrapieno sfavorevole**

Valore della spinta statica	169.7979	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	163.3060	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	46.5024	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 2.90	[m]	Y = -2.93	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	15.89	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	44.51	[°]		
Punto d'applicazione della spinta della falda	X = 2.90	[m]	Y = -4.70	[m]
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	328.1001	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 1.49	[m]	Y = -1.92	[m]

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	163.3060	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	539.2930	[kN]
Resistenza passiva a valle del muro	-17.9368	[kN]
Resistenza passiva dente di fondazione	-28.9422	[kN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	539.2930	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	163.3060	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0.24	[m]
Lunghezza fondazione reagente	3.95	[m]
Risultante in fondazione	563.4765	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	16.85	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	127.3198	[kNm]
Carico ultimo della fondazione	849.3729	[kN]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	3.95	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	185.49	[kPa]
Tensione terreno allo spigolo di monte	87.57	[kPa]

Fattori per il calcolo della capacità portante

<b>Coeff. capacità portante</b>	$N_c = 19.32$	$N_q = 9.60$	$N_\gamma = 5.72$
<b>Fattori forma</b>	$s_c = 1.00$	$s_q = 1.00$	$s_\gamma = 1.00$
<b>Fattori inclinazione</b>	$i_c = 0.66$	$i_q = 0.66$	$i_\gamma = 0.09$
<b>Fattori profondità</b>	$d_c = 1.10$	$d_q = 1.05$	$d_\gamma = 1.05$
I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.			
	$N'_c = 13.99$	$N'_q = 6.65$	$N'_\gamma = 0.53$

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	1.31
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	1.57

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 VARIANTE

OS 109 – Muri al KM 27+000 – Relazione tecnica e di Calcolo

## Sollecitazioni paramento

### Combinazione n°2

L'ordinata Y (espressa in m) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in kNm

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN

Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in kN

Nr.	Y	N	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000	0.0000
2	0.20	2.9981	0.0159	0.2328
3	0.41	5.9963	0.1264	0.9054
4	0.61	8.9944	0.3729	1.3530
5	0.82	11.9925	0.6647	1.5381
6	1.02	14.9906	1.0279	2.0731
7	1.23	17.9888	1.5433	3.0315
8	1.43	20.9869	2.3046	4.4909
9	1.64	23.9850	3.4245	6.5333
10	1.84	26.9831	5.0232	9.1605
11	2.05	29.9812	7.2200	12.3689
12	2.25	32.9794	10.1341	16.1579
13	2.46	35.9775	13.8845	20.5274
14	2.67	38.9756	18.5901	25.4777
15	2.87	41.9738	24.3700	31.0089
16	3.07	44.9719	31.3434	37.1214
17	3.28	47.9700	39.6295	43.8153
18	3.48	50.9681	49.3475	51.0909
19	3.69	53.9663	60.6165	58.9484
20	3.89	56.9644	73.5561	67.3879
21	4.10	59.9625	88.2802	76.3152

## Sollecitazioni fondazione di valle

### Combinazione n°2

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.06	0.2041	6.7870
3	0.12	0.8127	13.4848
4	0.18	1.8205	20.0934
5	0.24	3.2221	26.6127
6	0.30	5.0122	33.0428
7	0.36	7.1854	39.3836
8	0.42	9.7364	45.6352
9	0.48	12.6599	51.7975
10	0.54	15.9790	59.3006
11	0.60	19.7813	67.4294

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 VARIANTE

OS 109 – Muri al KM 27+000 – Relazione tecnica e di Calcolo

## Sollecitazioni fondazione di monte

### Combinazione n°2

L'ascissa X(espressa in m) è considerata positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.29	-2.2438	-15.0067
3	0.58	-8.4324	-27.2054
4	0.87	-17.7515	-36.5960
5	1.16	-29.3867	-43.1786
6	1.45	-42.5237	-46.9532
7	1.74	-56.3481	-47.9197
8	2.03	-70.0457	-46.0782
9	2.32	-82.8173	-41.6368
10	2.61	-93.9930	-35.0894
11	2.90	-102.9676	-26.4571

## Armature e tensioni nei materiali del muro

### Combinazione n°2

L'ordinata Y(espressa in [m]) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

B	base della sezione espressa in [cm]
H	altezza della sezione espressa in [cm]
A <sub>fs</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [cmq]
A <sub>fi</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [cmq]
N <sub>u</sub>	sforzo normale ultimo espresso in [kN]
M <sub>u</sub>	momento ultimo espresso in [kNm]
CS	coefficiente sicurezza sezione
V <sub>Rcd</sub>	Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [kN]
V <sub>Rsd</sub>	Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [kN]
VRd	Resistenza al taglio, espresso in [kN]

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rsd</sub>
1	0.00	100, 45	0.00	0.00	0.00	0.00	1000.00	169.48	--	--
2	0.20	100, 45	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	169.88	--	--
3	0.41	100, 45	10.05	10.05	6515.08	-137.38	1086.53	170.28	--	--
4	0.61	100, 45	10.05	10.05	6334.76	-262.63	704.30	170.68	--	--
5	0.82	100, 45	10.05	10.05	6069.49	-336.40	506.11	171.08	--	--
6	1.02	100, 45	10.05	10.05	5650.93	-387.49	376.96	171.47	--	--
7	1.23	100, 45	10.05	10.05	5128.45	-439.99	285.09	171.87	--	--
8	1.43	100, 45	10.05	10.05	4471.62	-491.03	213.07	172.27	--	--
9	1.64	100, 45	10.05	10.05	3711.11	-529.86	154.73	172.67	--	--
10	1.84	100, 45	10.05	10.05	2792.48	-519.85	103.49	173.06	--	--
11	2.05	100, 45	10.05	10.05	1844.84	-444.27	61.53	173.46	--	--
12	2.25	100, 45	10.05	10.05	1129.79	-347.17	34.26	173.86	--	--
13	2.46	100, 45	10.05	10.05	724.91	-279.76	20.15	174.26	--	--
14	2.67	100, 45	10.05	10.05	504.05	-240.41	12.93	174.66	--	--
15	2.87	100, 45	10.05	10.05	374.26	-217.29	8.92	175.05	--	--

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 VARIANTE

OS 109 – Muri al KM 27+000 – Relazione tecnica e di Calcolo

16	3.07	100, 45	10.05	10.05	290.32	-202.34	6.46	175.45	--	--
17	3.28	100, 45	10.05	10.05	232.45	-192.03	4.85	175.85	--	--
18	3.48	100, 45	15.71	0.00	286.40	-277.29	5.62	192.13	--	--
19	3.69	100, 45	15.71	0.00	240.23	-269.84	4.45	192.53	--	--
20	3.89	100, 45	15.71	10.05	205.77	-265.71	3.61	192.92	--	--
21	4.10	100, 45	15.71	10.05	177.15	-260.81	2.95	193.32	--	--

## Armature e tensioni nei materiali della fondazione

### Combinazione n°2

Simbologia adottata

B	base della sezione espressa in [cm]
H	altezza della sezione espressa in [cm]
A <sub>fi</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo inferiore in [cmq]
A <sub>fs</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo superiore in [cmq]
N <sub>u</sub>	sforzo normale ultimo espresso in [kN]
M <sub>u</sub>	momento ultimo espresso in [kNm]
CS	coefficiente sicurezza sezione
V <sub>Rcd</sub>	Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [kN]
V <sub>Rsd</sub>	Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [kN]
VRd	Resistenza al taglio, espresso in [kN]

### Fondazione di valle

(L'ascissa X, espressa in [m], è positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle)

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rsd</sub>
1	0.00	100, 60	15.71	0.00	0.00	0.00	1000.00	215.35	--	--
2	0.06	100, 60	15.71	0.00	0.00	5.57	27.28	212.23	--	--
3	0.12	100, 60	15.71	0.00	0.00	5.57	6.85	212.23	--	--
4	0.18	100, 60	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	212.23	--	--
5	0.24	100, 60	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	212.23	--	--
6	0.30	100, 60	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	212.23	--	--
7	0.36	100, 60	31.42	15.71	0.00	319.90	44.52	215.35	--	--
8	0.42	100, 60	31.42	15.71	0.00	319.90	32.86	215.35	--	--
9	0.48	100, 60	15.71	15.71	0.00	320.57	25.32	215.35	--	--
10	0.54	100, 60	15.71	15.71	0.00	320.57	20.06	215.35	--	--
11	0.60	100, 60	15.71	15.71	0.00	320.57	16.21	215.35	--	--

### Fondazione di monte

(L'ascissa X, espressa in [m], è positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte)

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rsd</sub>
1	0.00	100, 60	0.00	0.00	0.00	0.00	1000.00	215.35	--	--
2	0.29	100, 60	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	215.35	--	--
3	0.58	100, 60	15.71	15.71	0.00	-320.57	38.02	215.35	--	--
4	0.87	100, 60	15.71	15.71	0.00	-320.57	18.06	271.33	--	--
5	1.16	100, 60	15.71	15.71	0.00	-320.57	10.91	271.33	--	--
6	1.45	100, 60	15.71	15.71	0.00	-320.57	7.54	212.23	--	--
7	1.74	100, 60	15.71	15.71	0.00	-320.57	5.69	212.23	--	--
8	2.03	100, 60	15.71	15.71	0.00	-320.57	4.58	212.23	--	--



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 VARIANTE

OS 109 – Muri al KM 27+000 – Relazione tecnica e di Calcolo

9	2.32	100, 60	15.71	15.71	0.00	-320.57	3.87	215.35	--	--
10	2.61	100, 60	15.71	15.71	0.00	-320.57	3.41	215.35	--	--
11	2.90	100, 60	15.71	15.71	0.00	-320.57	3.11	215.35	--	--

Verifica sperone di fondazione

Base sezione B= 100 cm Altezza sezione H=50 [cm]

$A_{ri}=15.71$  [cmq]  $A_{rs}=15.71$  [cmq]

Sollecitazioni M=119.818 [kNm] T=163.306 [kN]

Momento ultimo sezione  $M_u = 260.3161$  [kNm]

Coeff.sicurezza sezione = 2.17

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 VARIANTE

OS 109 – Muri al KM 27+000 – Relazione tecnica e di Calcolo

COMBINAZIONE n°3

**Peso muro favorevole e Peso terrapieno sfavorevole**

Valore della spinta statica	169.7979	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	163.3060	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	46.5024	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 2.90	[m]	Y = -2.93	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	15.89	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	44.51	[°]		
Punto d'applicazione della spinta della falda	X = 2.90	[m]	Y = -4.70	[m]
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	328.1001	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 1.49	[m]	Y = -1.92	[m]

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	163.3060	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	503.5555	[kN]
Resistenza passiva a valle del muro	-17.9368	[kN]
Resistenza passiva dente di fondazione	-28.9422	[kN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	503.5555	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	163.3060	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0.21	[m]
Lunghezza fondazione reagente	3.95	[m]
Risultante in fondazione	529.3741	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	17.97	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	104.2911	[kNm]
Carico ultimo della fondazione	827.4724	[kN]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	3.95	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	167.59	[kPa]
Tensione terreno allo spigolo di monte	87.38	[kPa]

Fattori per il calcolo della capacità portante

<b>Coeff. capacità portante</b>	$N_c = 19.32$	$N_q = 9.60$	$N_\gamma = 5.72$
<b>Fattori forma</b>	$s_c = 1.00$	$s_q = 1.00$	$s_\gamma = 1.00$
<b>Fattori inclinazione</b>	$i_c = 0.64$	$i_q = 0.64$	$i_\gamma = 0.06$
<b>Fattori profondità</b>	$d_c = 1.10$	$d_q = 1.05$	$d_\gamma = 1.05$
I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.			
	$N'_c = 13.57$	$N'_q = 6.45$	$N'_\gamma = 0.38$

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	1.25
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	1.64

**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 VARIANTE**

**OS 109 – Muri al KM 27+000 – Relazione tecnica e di Calcolo**

## Sollecitazioni paramento

### Combinazione n°3

L'ordinata Y (espressa in m) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in kNm

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN

Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in kN

Nr.	Y	N	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000	0.0000
2	0.20	2.3062	0.0159	0.2328
3	0.41	4.6125	0.1264	0.9054
4	0.61	6.9187	0.3729	1.3530
5	0.82	9.2250	0.6647	1.5381
6	1.02	11.5313	1.0279	2.0731
7	1.23	13.8375	1.5433	3.0315
8	1.43	16.1437	2.3046	4.4909
9	1.64	18.4500	3.4245	6.5333
10	1.84	20.7563	5.0232	9.1605
11	2.05	23.0625	7.2200	12.3689
12	2.25	25.3688	10.1341	16.1579
13	2.46	27.6750	13.8845	20.5274
14	2.67	29.9813	18.5901	25.4777
15	2.87	32.2875	24.3700	31.0089
16	3.07	34.5937	31.3434	37.1214
17	3.28	36.9000	39.6295	43.8153
18	3.48	39.2062	49.3475	51.0909
19	3.69	41.5125	60.6165	58.9484
20	3.89	43.8187	73.5561	67.3879
21	4.10	46.1250	88.2802	76.3152

## Sollecitazioni fondazione di valle

### Combinazione n°3

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.06	0.1949	6.4859
3	0.12	0.7768	12.8987
4	0.18	1.7413	19.2385
5	0.24	3.0840	25.5051
6	0.30	4.8005	31.6986
7	0.36	6.8864	37.8190
8	0.42	9.3373	43.8663
9	0.48	12.1489	49.8405
10	0.54	15.3387	56.8416
11	0.60	18.9739	64.3196

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 VARIANTE

OS 109 – Muri al KM 27+000 – Relazione tecnica e di Calcolo

## Sollecitazioni fondazione di monte

### Combinazione n°3

L'ascissa X(espressa in m) è considerata positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.29	-2.0809	-13.9458
3	0.58	-7.8536	-25.4607
4	0.87	-16.6131	-34.5447
5	1.16	-27.6545	-41.1978
6	1.45	-40.2728	-45.4199
7	1.74	-53.7631	-47.2110
8	2.03	-67.4203	-46.5713
9	2.32	-80.5547	-43.7087
10	2.61	-92.6057	-39.1172
11	2.90	-103.0776	-32.8179

## Armature e tensioni nei materiali del muro

### Combinazione n°3

L'ordinata Y(espressa in [m]) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

B	base della sezione espressa in [cm]
H	altezza della sezione espressa in [cm]
A <sub>fs</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [cmq]
A <sub>fi</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [cmq]
N <sub>u</sub>	sforzo normale ultimo espresso in [kN]
M <sub>u</sub>	momento ultimo espresso in [kNm]
CS	coefficiente sicurezza sezione
V <sub>Rcd</sub>	Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [kN]
V <sub>Rsd</sub>	Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [kN]
VRd	Resistenza al taglio, espresso in [kN]

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rsd</sub>
1	0.00	100, 45	0.00	0.00	0.00	0.00	1000.00	169.48	--	--
2	0.20	100, 45	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	169.79	--	--
3	0.41	100, 45	10.05	10.05	6458.00	-177.02	1400.11	170.10	--	--
4	0.61	100, 45	10.05	10.05	6119.83	-329.83	884.53	170.40	--	--
5	0.82	100, 45	10.05	10.05	5542.61	-399.35	600.82	170.71	--	--
6	1.02	100, 45	10.05	10.05	5032.59	-448.62	436.43	171.01	--	--
7	1.23	100, 45	10.05	10.05	4425.83	-493.62	319.84	171.32	--	--
8	1.43	100, 45	10.05	10.05	3711.57	-529.84	229.91	171.63	--	--
9	1.64	100, 45	10.05	10.05	2803.28	-520.32	151.94	171.93	--	--
10	1.84	100, 45	10.05	10.05	1829.46	-442.75	88.14	172.24	--	--
11	2.05	100, 45	10.05	10.05	1087.68	-340.51	47.16	172.54	--	--
12	2.25	100, 45	10.05	10.05	680.53	-271.85	26.83	172.85	--	--
13	2.46	100, 45	10.05	10.05	465.52	-233.55	16.82	173.16	--	--
14	2.67	100, 45	10.05	10.05	340.84	-211.34	11.37	173.46	--	--
15	2.87	100, 45	10.05	10.05	261.21	-197.16	8.09	173.77	--	--

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 VARIANTE

OS 109 – Muri al KM 27+000 – Relazione tecnica e di Calcolo

16	3.07	100, 45	10.05	10.05	206.93	-187.49	5.98	174.07	--	--
17	3.28	100, 45	10.05	10.05	168.14	-180.58	4.56	174.38	--	--
18	3.48	100, 45	15.71	0.00	210.58	-265.05	5.37	190.57	--	--
19	3.69	100, 45	15.71	0.00	177.91	-259.78	4.29	190.87	--	--
20	3.89	100, 45	15.71	10.05	152.90	-256.66	3.49	191.18	--	--
21	4.10	100, 45	15.71	10.05	132.26	-253.13	2.87	191.48	--	--

## Armature e tensioni nei materiali della fondazione

### Combinazione n°3

Simbologia adottata

B	base della sezione espressa in [cm]
H	altezza della sezione espressa in [cm]
A <sub>fi</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo inferiore in [cmq]
A <sub>fs</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo superiore in [cmq]
N <sub>u</sub>	sforzo normale ultimo espresso in [kN]
M <sub>u</sub>	momento ultimo espresso in [kNm]
CS	coefficiente sicurezza sezione
V <sub>Rcd</sub>	Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [kN]
V <sub>Rsd</sub>	Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [kN]
V <sub>Rd</sub>	Resistenza al taglio, espresso in [kN]

### Fondazione di valle

(L'ascissa X, espressa in [m], è positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle)

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rsd</sub>
1	0.00	100, 60	15.71	0.00	0.00	0.00	1000.00	215.35	--	--
2	0.06	100, 60	15.71	0.00	0.00	5.57	28.55	212.23	--	--
3	0.12	100, 60	15.71	0.00	0.00	5.57	7.16	212.23	--	--
4	0.18	100, 60	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	212.23	--	--
5	0.24	100, 60	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	212.23	--	--
6	0.30	100, 60	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	212.23	--	--
7	0.36	100, 60	31.42	15.71	0.00	319.90	46.45	215.35	--	--
8	0.42	100, 60	31.42	15.71	0.00	319.90	34.26	215.35	--	--
9	0.48	100, 60	15.71	15.71	0.00	320.57	26.39	215.35	--	--
10	0.54	100, 60	15.71	15.71	0.00	320.57	20.90	215.35	--	--
11	0.60	100, 60	15.71	15.71	0.00	320.57	16.90	215.35	--	--

### Fondazione di monte

(L'ascissa X, espressa in [m], è positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte)

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rsd</sub>
1	0.00	100, 60	0.00	0.00	0.00	0.00	1000.00	215.35	--	--
2	0.29	100, 60	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	215.35	--	--
3	0.58	100, 60	15.71	15.71	0.00	-320.57	40.82	215.35	--	--
4	0.87	100, 60	15.71	15.71	0.00	-320.57	19.30	271.33	--	--
5	1.16	100, 60	15.71	15.71	0.00	-320.57	11.59	271.33	--	--
6	1.45	100, 60	15.71	15.71	0.00	-320.57	7.96	212.23	--	--
7	1.74	100, 60	15.71	15.71	0.00	-320.57	5.96	212.23	--	--

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 VARIANTE

OS 109 – Muri al KM 27+000 – Relazione tecnica e di Calcolo

8	2.03	100, 60	15.71	15.71	0.00	-320.57	4.75	212.23	--	--
9	2.32	100, 60	15.71	15.71	0.00	-320.57	3.98	215.35	--	--
10	2.61	100, 60	15.71	15.71	0.00	-320.57	3.46	215.35	--	--
11	2.90	100, 60	15.71	15.71	0.00	-320.57	3.11	215.35	--	--

Verifica sperone di fondazione

Base sezione B= 100 cm Altezza sezione H=50 [cm]

$A_{ri}=15.71$  [cmq]  $A_{rs}=15.71$  [cmq]

Sollecitazioni M=119.818 [kNm] T=163.306 [kN]

Momento ultimo sezione  $M_u = 260.3161$  [kNm]

Coeff.sicurezza sezione = 2.17

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 VARIANTE

OS 109 – Muri al KM 27+000 – Relazione tecnica e di Calcolo

COMBINAZIONE n°4

**Peso muro sfavorevole e Peso terrapieno favorevole**

Valore della spinta statica	169.7979	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	163.3060	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	46.5024	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 2.90	[m]	Y = -2.93	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	15.89	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	44.51	[°]		
Punto d'applicazione della spinta della falda	X = 2.90	[m]	Y = -4.70	[m]
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	252.3847	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 1.49	[m]	Y = -1.92	[m]

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	163.3060	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	461.3096	[kN]
Resistenza passiva a valle del muro	-17.9368	[kN]
Resistenza passiva dente di fondazione	-28.9422	[kN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	461.3096	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	163.3060	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0.36	[m]
Lunghezza fondazione reagente	3.95	[m]
Risultante in fondazione	489.3622	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	19.49	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	166.5531	[kNm]
Carico ultimo della fondazione	713.9164	[kN]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	3.95	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	180.84	[kPa]
Tensione terreno allo spigolo di monte	52.74	[kPa]

Fattori per il calcolo della capacità portante

<b>Coeff. capacità portante</b>	$N_c = 19.32$	$N_q = 9.60$	$N_\gamma = 5.72$
<b>Fattori forma</b>	$s_c = 1.00$	$s_q = 1.00$	$s_\gamma = 1.00$
<b>Fattori inclinazione</b>	$i_c = 0.61$	$i_q = 0.61$	$i_\gamma = 0.04$
<b>Fattori profondità</b>	$d_c = 1.10$	$d_q = 1.05$	$d_\gamma = 1.05$
I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.			
	$N'_c = 13.00$	$N'_q = 6.18$	$N'_\gamma = 0.21$

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	1.18
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	1.55

**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 VARIANTE**

**OS 109 – Muri al KM 27+000 – Relazione tecnica e di Calcolo**

## Sollecitazioni paramento

### Combinazione n° 4

L'ordinata Y (espressa in m) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in kNm

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN

Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in kN

Nr.	Y	N	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000	0.0000
2	0.20	2.9981	0.0159	0.2328
3	0.41	5.9963	0.1264	0.9054
4	0.61	8.9944	0.3729	1.3530
5	0.82	11.9925	0.6647	1.5381
6	1.02	14.9906	1.0279	2.0731
7	1.23	17.9888	1.5433	3.0315
8	1.43	20.9869	2.3046	4.4909
9	1.64	23.9850	3.4245	6.5333
10	1.84	26.9831	5.0232	9.1605
11	2.05	29.9812	7.2200	12.3689
12	2.25	32.9794	10.1341	16.1579
13	2.46	35.9775	13.8845	20.5274
14	2.67	38.9756	18.5901	25.4777
15	2.87	41.9738	24.3700	31.0089
16	3.07	44.9719	31.3434	37.1214
17	3.28	47.9700	39.6295	43.8153
18	3.48	50.9681	49.3475	51.0909
19	3.69	53.9663	60.6165	58.9484
20	3.89	56.9644	73.5561	67.3879
21	4.10	59.9625	88.2802	76.3152

## Sollecitazioni fondazione di valle

### Combinazione n° 4

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.06	0.1954	6.4940
3	0.12	0.7769	12.8712
4	0.18	1.7376	19.1317
5	0.24	3.0704	25.2754
6	0.30	4.7683	31.3024
7	0.36	6.8244	37.2127
8	0.42	9.2315	43.0062
9	0.48	11.9828	48.6829
10	0.54	15.0997	55.6729
11	0.60	18.6683	63.2612



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 VARIANTE

OS 109 – Muri al KM 27+000 – Relazione tecnica e di Calcolo

## Sollecitazioni fondazione di monte

### Combinazione n°4

L'ascissa X(espressa in m) è considerata positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.29	-3.6774	-24.7862
3	0.58	-14.0424	-46.1218
4	0.87	-30.0945	-64.0070
5	1.16	-50.8330	-78.4417
6	1.45	-75.2571	-89.4259
7	1.74	-102.3664	-96.9597
8	2.03	-131.1602	-101.0429
9	2.32	-160.6531	-101.8838
10	2.61	-189.9887	-99.9762
11	2.90	-218.3756	-95.3413

## Armature e tensioni nei materiali del muro

### Combinazione n°4

L'ordinata Y(espressa in [m]) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

B	base della sezione espressa in [cm]
H	altezza della sezione espressa in [cm]
A <sub>fs</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [cmq]
A <sub>fi</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [cmq]
N <sub>u</sub>	sforzo normale ultimo espresso in [kN]
M <sub>u</sub>	momento ultimo espresso in [kNm]
CS	coefficiente sicurezza sezione
V <sub>Rcd</sub>	Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [kN]
V <sub>Rsd</sub>	Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [kN]
VRd	Resistenza al taglio, espresso in [kN]

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rsd</sub>
1	0.00	100, 45	0.00	0.00	0.00	0.00	1000.00	169.48	--	--
2	0.20	100, 45	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	169.88	--	--
3	0.41	100, 45	10.05	10.05	6515.08	-137.38	1086.53	170.28	--	--
4	0.61	100, 45	10.05	10.05	6334.76	-262.63	704.30	170.68	--	--
5	0.82	100, 45	10.05	10.05	6069.49	-336.40	506.11	171.08	--	--
6	1.02	100, 45	10.05	10.05	5650.93	-387.49	376.96	171.47	--	--
7	1.23	100, 45	10.05	10.05	5128.45	-439.99	285.09	171.87	--	--
8	1.43	100, 45	10.05	10.05	4471.62	-491.03	213.07	172.27	--	--
9	1.64	100, 45	10.05	10.05	3711.11	-529.86	154.73	172.67	--	--
10	1.84	100, 45	10.05	10.05	2792.48	-519.85	103.49	173.06	--	--
11	2.05	100, 45	10.05	10.05	1844.84	-444.27	61.53	173.46	--	--
12	2.25	100, 45	10.05	10.05	1129.79	-347.17	34.26	173.86	--	--
13	2.46	100, 45	10.05	10.05	724.91	-279.76	20.15	174.26	--	--
14	2.67	100, 45	10.05	10.05	504.05	-240.41	12.93	174.66	--	--
15	2.87	100, 45	10.05	10.05	374.26	-217.29	8.92	175.05	--	--

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 VARIANTE**

**OS 109 – Muri al KM 27+000 – Relazione tecnica e di Calcolo**

16	3.07	100, 45	10.05	10.05	290.32	-202.34	6.46	175.45	--	--
17	3.28	100, 45	10.05	10.05	232.45	-192.03	4.85	175.85	--	--
18	3.48	100, 45	15.71	0.00	286.40	-277.29	5.62	192.13	--	--
19	3.69	100, 45	15.71	0.00	240.23	-269.84	4.45	192.53	--	--
20	3.89	100, 45	15.71	10.05	205.77	-265.71	3.61	192.92	--	--
21	4.10	100, 45	15.71	10.05	177.15	-260.81	2.95	193.32	--	--

## Armature e tensioni nei materiali della fondazione

### Combinazione n°4

Simbologia adottata

B	base della sezione espressa in [cm]
H	altezza della sezione espressa in [cm]
A <sub>fi</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo inferiore in [cmq]
A <sub>fs</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo superiore in [cmq]
N <sub>u</sub>	sforzo normale ultimo espresso in [kN]
M <sub>u</sub>	momento ultimo espresso in [kNm]
CS	coefficiente sicurezza sezione
VRcd	Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [kN]
VRsd	Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [kN]
VRd	Resistenza al taglio, espresso in [kN]

### Fondazione di valle

(L'ascissa X, espressa in [m], è positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle)

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rsd</sub>
1	0.00	100, 60	15.71	0.00	0.00	0.00	1000.00	215.35	--	--
2	0.06	100, 60	15.71	0.00	0.00	5.57	28.48	212.23	--	--
3	0.12	100, 60	15.71	0.00	0.00	5.57	7.16	212.23	--	--
4	0.18	100, 60	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	212.23	--	--
5	0.24	100, 60	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	212.23	--	--
6	0.30	100, 60	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	212.23	--	--
7	0.36	100, 60	31.42	15.71	0.00	319.90	46.88	215.35	--	--
8	0.42	100, 60	31.42	15.71	0.00	319.90	34.65	215.35	--	--
9	0.48	100, 60	15.71	15.71	0.00	320.57	26.75	215.35	--	--
10	0.54	100, 60	15.71	15.71	0.00	320.57	21.23	215.35	--	--
11	0.60	100, 60	15.71	15.71	0.00	320.57	17.17	215.35	--	--

### Fondazione di monte

(L'ascissa X, espressa in [m], è positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte)

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rsd</sub>
1	0.00	100, 60	0.00	0.00	0.00	0.00	1000.00	215.35	--	--
2	0.29	100, 60	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	215.35	--	--
3	0.58	100, 60	15.71	15.71	0.00	-320.57	22.83	215.35	--	--
4	0.87	100, 60	15.71	15.71	0.00	-320.57	10.65	271.33	--	--
5	1.16	100, 60	15.71	15.71	0.00	-320.57	6.31	271.33	--	--
6	1.45	100, 60	15.71	15.71	0.00	-320.57	4.26	212.23	--	--
7	1.74	100, 60	15.71	15.71	0.00	-320.57	3.13	212.23	--	--

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 VARIANTE

OS 109 – Muri al KM 27+000 – Relazione tecnica e di Calcolo										
8	2.03	100, 60	15.71	15.71	0.00	-320.57	2.44	212.23	--	--
9	2.32	100, 60	15.71	15.71	0.00	-320.57	2.00	215.35	--	--
10	2.61	100, 60	15.71	15.71	0.00	-320.57	1.69	215.35	--	--
11	2.90	100, 60	15.71	15.71	0.00	-320.57	1.47	215.35	--	--

Verifica sperone di fondazione

Base sezione B= 100 cm Altezza sezione H=50 [cm]

$A_{ri}=15.71$  [cmq]  $A_{rs}=15.71$  [cmq]

Sollecitazioni M=119.818 [kNm] T=163.306 [kN]

Momento ultimo sezione  $M_u = 260.3161$  [kNm]

Coeff.sicurezza sezione = 2.17

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 VARIANTE**

**OS 109 – Muri al KM 27+000 – Relazione tecnica e di Calcolo**

COMBINAZIONE n°5

Valore della spinta statica	180.5185	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	176.0241	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	40.0305	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 2.90	[m]	Y = -2.87	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	12.81	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	41.21	[°]		
Punto d'applicazione della spinta della falda	X = 2.90	[m]	Y = -4.70	[m]
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	227.1462	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 1.49	[m]	Y = -1.92	[m]

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	176.0241	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	381.1933	[kN]
Resistenza passiva a valle del muro	-13.6838	[kN]
Resistenza passiva dente di fondazione	-21.9323	[kN]
Momento ribaltante rispetto allo spigolo a valle	322.9925	[kNm]
Momento stabilizzante rispetto allo spigolo a valle	880.5304	[kNm]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	381.1933	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	176.0241	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0.51	[m]
Lunghezza fondazione reagente	3.95	[m]
Risultante in fondazione	419.8723	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	24.79	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	195.3187	[kNm]

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a ribaltamento	2.73
--	------

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 VARIANTE

OS 109 – Muri al KM 27+000 – Relazione tecnica e di Calcolo

COMBINAZIONE n°7

Valore della spinta statica	123.2069	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	118.4975	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	33.7385	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 2.90	[m]	Y = -2.96	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	15.89	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	44.95	[°]		
Incremento sismico della spinta	11.5376	[kN]		
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 2.90	[m]	Y = -2.96	[m]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	42.70	[°]		
Punto d'applicazione della spinta della falda	X = 2.90	[m]	Y = -4.70	[m]
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	252.3847	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 1.49	[m]	Y = -1.92	[m]
Inerzia del muro	4.5911	[kN]		
Inerzia verticale del muro	-2.2955	[kN]		
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	9.7269	[kN]		
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	-4.8635	[kN]		

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	144.2034	[kN]		
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	408.8086	[kN]		
Resistenza passiva a valle del muro	-17.9368	[kN]		
Resistenza passiva dente di fondazione	-28.9422	[kN]		
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	408.8086	[kN]		
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	144.2034	[kN]		
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0.32	[m]		
Lunghezza fondazione reagente	3.95	[m]		
Risultante in fondazione	433.4964	[kN]		
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	19.43	[°]		
Momento rispetto al baricentro della fondazione	131.7590	[kNm]		
Carico ultimo della fondazione	732.7696	[kN]		

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	3.95	[m]		
Tensione terreno allo spigolo di valle	154.16	[kPa]		
Tensione terreno allo spigolo di monte	52.83	[kPa]		

Fattori per il calcolo della capacità portante

<b>Coeff. capacità portante</b>	$N_c = 19.32$	$N_q = 9.60$	$N_\gamma = 5.72$
<b>Fattori forma</b>	$s_c = 1.00$	$s_q = 1.00$	$s_\gamma = 1.00$
<b>Fattori inclinazione</b>	$i_c = 0.61$	$i_q = 0.61$	$i_\gamma = 0.04$
<b>Fattori profondità</b>	$d_c = 1.10$	$d_q = 1.05$	$d_\gamma = 1.05$
I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.			
	$N'_c = 13.02$	$N'_q = 6.19$	$N'_\gamma = 0.22$

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 VARIANTE

OS 109 – Muri al KM 27+000 – Relazione tecnica e di Calcolo

### COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	1.23
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	1.79

## Sollecitazioni paramento

### Combinazione n°7

L'ordinata Y (espressa in m) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in kNm

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN

Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in kN

Nr.	Y	N	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000	0.0000
2	0.20	2.3062	0.0230	0.2924
3	0.41	4.6125	0.1470	0.9694
4	0.61	6.9187	0.4072	1.4314
5	0.82	9.2250	0.7113	1.5422
6	1.02	11.5313	1.0502	1.8052
7	1.23	13.8375	1.4742	2.3951
8	1.43	16.1437	2.0604	3.4033
9	1.64	18.4500	2.9034	4.9056
10	1.84	20.7563	4.1061	6.9113
11	2.05	23.0625	5.7713	9.4185
12	2.25	25.3688	8.0020	12.4280
13	2.46	27.6750	10.9012	15.9407
14	2.67	29.9813	14.5721	19.9573
15	2.87	32.2875	19.1182	24.4788
16	3.07	34.5937	24.6430	29.5058
17	3.28	36.9000	31.2502	35.0389
18	3.48	39.2062	39.0435	41.0785
19	3.69	41.5125	48.1270	47.6252
20	3.89	43.8187	58.6045	54.6791
21	4.10	46.1250	70.5756	62.1585

## Sollecitazioni fondazione di valle

### Combinazione n°7

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.06	0.1774	5.8977
3	0.12	0.7059	11.7030
4	0.18	1.5799	17.4160
5	0.24	2.7939	23.0366
6	0.30	4.3424	28.5648

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 VARIANTE

OS 109 – Muri al KM 27+000 – Relazione tecnica e di Calcolo

7	0.36	6.2199	34.0007
8	0.42	8.4207	39.3442
9	0.48	10.9393	44.5954
10	0.54	13.7923	50.8542
11	0.60	17.0455	57.5707

## Sollecitazioni fondazione di monte

### Combinazione n°7

L'ascissa X(espressa in m) è considerata positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.29	-2.3104	-15.4813
3	0.58	-8.7168	-28.2487
4	0.87	-18.4323	-38.3023
5	1.16	-30.6698	-45.6420
6	1.45	-44.6423	-50.2679
7	1.74	-59.5629	-52.1800
8	2.03	-74.6444	-51.3782
9	2.32	-89.1116	-48.0226
10	2.61	-102.2886	-42.4933
11	2.90	-113.5491	-34.8063

## Armature e tensioni nei materiali del muro

### Combinazione n°7

L'ordinata Y(espressa in [m]) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

B base della sezione espressa in [cm]

H altezza della sezione espressa in [cm]

A<sub>fs</sub> area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [cmq]

A<sub>fi</sub> area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [cmq]

N<sub>u</sub> sforzo normale ultimo espresso in [kN]

M<sub>u</sub> momento ultimo espresso in [kNm]

CS coefficiente sicurezza sezione

VR<sub>cd</sub> Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [kN]

VR<sub>sd</sub> Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [kN]

VR<sub>d</sub> Resistenza al taglio, espresso in [kN]

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	VR <sub>d</sub>	VR <sub>cd</sub>	VR <sub>sd</sub>
1	0.00	100, 45	0.00	0.00	0.00	0.00	1000.00	169.48	--	--
2	0.20	100, 45	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	169.79	--	--
3	0.41	100, 45	10.05	10.05	6418.39	-204.54	1391.52	170.10	--	--
4	0.61	100, 45	10.05	10.05	5959.69	-350.72	861.38	170.40	--	--
5	0.82	100, 45	10.05	10.05	5392.42	-415.80	584.54	170.71	--	--
6	1.02	100, 45	10.05	10.05	4978.91	-453.45	431.78	171.01	--	--
7	1.23	100, 45	10.05	10.05	4553.85	-485.15	329.09	171.32	--	--
8	1.43	100, 45	10.05	10.05	4039.06	-515.49	250.19	171.63	--	--

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 VARIANTE

OS 109 – Muri al KM 27+000 – Relazione tecnica e di Calcolo

9	1.64	100, 45	10.05	10.05	3400.79	-535.17	184.32	171.93	--	--
10	1.84	100, 45	10.05	10.05	2558.71	-506.17	123.27	172.24	--	--
11	2.05	100, 45	10.05	10.05	1714.39	-429.02	74.34	172.54	--	--
12	2.25	100, 45	10.05	10.05	1071.35	-337.93	42.23	172.85	--	--
13	2.46	100, 45	10.05	10.05	698.11	-274.98	25.23	173.16	--	--
14	2.67	100, 45	10.05	10.05	489.19	-237.77	16.32	173.46	--	--
15	2.87	100, 45	10.05	10.05	363.84	-215.44	11.27	173.77	--	--
16	3.07	100, 45	10.05	10.05	281.95	-200.85	8.15	174.07	--	--
17	3.28	100, 45	10.05	10.05	225.23	-190.75	6.10	174.38	--	--
18	3.48	100, 45	15.71	0.00	276.91	-275.76	7.06	190.57	--	--
19	3.69	100, 45	15.71	0.00	231.54	-268.43	5.58	190.87	--	--
20	3.89	100, 45	15.71	10.05	197.63	-264.31	4.51	191.18	--	--
21	4.10	100, 45	15.71	10.05	169.61	-259.52	3.68	191.48	--	--

## Armature e tensioni nei materiali della fondazione

### Combinazione n°7

Simbologia adottata

B	base della sezione espressa in [cm]
H	altezza della sezione espressa in [cm]
A <sub>fi</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo inferiore in [cmq]
A <sub>fs</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo superiore in [cmq]
N <sub>u</sub>	sforzo normale ultimo espresso in [kN]
M <sub>u</sub>	momento ultimo espresso in [kNm]
CS	coefficiente sicurezza sezione
V <sub>Rcd</sub>	Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [kN]
V <sub>Rsd</sub>	Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [kN]
V <sub>Rd</sub>	Resistenza al taglio, espresso in [kN]

### Fondazione di valle

(L'ascissa X, espressa in [m], è positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle)

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rsd</sub>
1	0.00	100, 60	15.71	0.00	0.00	0.00	1000.00	215.35	--	--
2	0.06	100, 60	15.71	0.00	0.00	5.57	31.38	212.23	--	--
3	0.12	100, 60	15.71	0.00	0.00	5.57	7.89	212.23	--	--
4	0.18	100, 60	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	212.23	--	--
5	0.24	100, 60	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	212.23	--	--
6	0.30	100, 60	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	212.23	--	--
7	0.36	100, 60	31.42	15.71	0.00	319.90	51.43	215.35	--	--
8	0.42	100, 60	31.42	15.71	0.00	319.90	37.99	215.35	--	--
9	0.48	100, 60	15.71	15.71	0.00	320.57	29.30	215.35	--	--
10	0.54	100, 60	15.71	15.71	0.00	320.57	23.24	215.35	--	--
11	0.60	100, 60	15.71	15.71	0.00	320.57	18.81	215.35	--	--



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 VARIANTE

OS 109 – Muri al KM 27+000 – Relazione tecnica e di Calcolo

Fondazione di monte

(L'ascissa X, espressa in [m], è positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte)

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rsd</sub>
1	0.00	100, 60	0.00	0.00	0.00	0.00	1000.00	215.35	--	--
2	0.29	100, 60	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	215.35	--	--
3	0.58	100, 60	15.71	15.71	0.00	-320.57	36.78	215.35	--	--
4	0.87	100, 60	15.71	15.71	0.00	-320.57	17.39	271.33	--	--
5	1.16	100, 60	15.71	15.71	0.00	-320.57	10.45	271.33	--	--
6	1.45	100, 60	15.71	15.71	0.00	-320.57	7.18	212.23	--	--
7	1.74	100, 60	15.71	15.71	0.00	-320.57	5.38	212.23	--	--
8	2.03	100, 60	15.71	15.71	0.00	-320.57	4.29	212.23	--	--
9	2.32	100, 60	15.71	15.71	0.00	-320.57	3.60	215.35	--	--
10	2.61	100, 60	15.71	15.71	0.00	-320.57	3.13	215.35	--	--
11	2.90	100, 60	15.71	15.71	0.00	-320.57	2.82	215.35	--	--

Verifica sperone di fondazione

Base sezione B= 100 cm Altezza sezione H=50 [cm]

A<sub>fi</sub>=15.71 [cmq] A<sub>fs</sub>=15.71 [cmq]

Sollecitazioni M=105.802 [kNm] T=144.203 [kN]

Momento ultimo sezione M<sub>u</sub> = 260.3161 [kNm]

Coeff.sicurezza sezione = 2.46

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 VARIANTE

OS 109 – Muri al KM 27+000 – Relazione tecnica e di Calcolo

COMBINAZIONE n°8

Valore della spinta statica	123.2069	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	118.4975	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	33.7385	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 2.90	[m]	Y = -2.96	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	15.89	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	44.95	[°]		
Incremento sismico della spinta	17.5382	[kN]		
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 2.90	[m]	Y = -2.96	[m]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	42.70	[°]		
Punto d'applicazione della spinta della falda	X = 2.90	[m]	Y = -4.70	[m]
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	252.3847	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 1.49	[m]	Y = -1.92	[m]
Inerzia del muro	4.5911	[kN]		
Inerzia verticale del muro	2.2955	[kN]		
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	9.7269	[kN]		
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	4.8635	[kN]		

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	149.9747	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	424.7698	[kN]
Resistenza passiva a valle del muro	-17.9368	[kN]
Resistenza passiva dente di fondazione	-28.9422	[kN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	424.7698	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	149.9747	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0.32	[m]
Lunghezza fondazione reagente	3.95	[m]
Risultante in fondazione	450.4684	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	19.45	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	135.9610	[kNm]
Carico ultimo della fondazione	733.3012	[kN]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	3.95	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	159.82	[kPa]
Tensione terreno allo spigolo di monte	55.25	[kPa]

Fattori per il calcolo della capacità portante

<b>Coeff. capacità portante</b>	$N_c = 19.32$	$N_q = 9.60$	$N_\gamma = 5.72$
<b>Fattori forma</b>	$s_c = 1.00$	$s_q = 1.00$	$s_\gamma = 1.00$
<b>Fattori inclinazione</b>	$i_c = 0.61$	$i_q = 0.61$	$i_\gamma = 0.04$
<b>Fattori profondità</b>	$d_c = 1.10$	$d_q = 1.05$	$d_\gamma = 1.05$
I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.			
	$N'_c = 13.01$	$N'_q = 6.18$	$N'_\gamma = 0.22$

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 VARIANTE

OS 109 – Muri al KM 27+000 – Relazione tecnica e di Calcolo

### COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	1.21
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	1.73

## Sollecitazioni paramento

### Combinazione n°8

L'ordinata Y (espressa in m) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in kNm

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN

Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in kN

Nr.	Y	N	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000	0.0000
2	0.20	2.3062	0.0237	0.3026
3	0.41	4.6125	0.1525	1.0089
4	0.61	6.9187	0.4234	1.4895
5	0.82	9.2250	0.7395	1.6014
6	1.02	11.5313	1.0912	1.8731
7	1.23	13.8375	1.5314	2.4880
8	1.43	16.1437	2.1409	3.5421
9	1.64	18.4500	3.0192	5.1149
10	1.84	20.7563	4.2741	7.2162
11	2.05	23.0625	6.0138	9.8442
12	2.25	25.3688	8.3463	12.9994
13	2.46	27.6750	11.3797	16.6829
14	2.67	29.9813	15.2224	20.8955
15	2.87	32.2875	19.9831	25.6382
16	3.07	34.5937	25.7704	30.9117
17	3.28	36.9000	32.6932	36.7164
18	3.48	39.2062	40.8604	43.0530
19	3.69	41.5125	50.3812	49.9218
20	3.89	43.8187	61.3648	57.3234
21	4.10	46.1250	73.9155	65.1715

## Sollecitazioni fondazione di valle

### Combinazione n°8

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.06	0.1875	6.2356
3	0.12	0.7464	12.3759
4	0.18	1.6707	18.4209
5	0.24	2.9550	24.3706
6	0.30	4.5933	30.2250

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 VARIANTE

OS 109 – Muri al KM 27+000 – Relazione tecnica e di Calcolo

7	0.36	6.5801	35.9841
8	0.42	8.9095	41.6479
9	0.48	11.5759	47.2164
10	0.54	14.5956	53.7895
11	0.60	18.0342	60.8174

## Sollecitazioni fondazione di monte

### Combinazione n°8

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.29	-2.2051	-14.7436
3	0.58	-8.2823	-26.7046
4	0.87	-17.4248	-35.8830
5	1.16	-28.8255	-42.2787
6	1.45	-41.6774	-45.8917
7	1.74	-55.1737	-46.7221
8	2.03	-68.5072	-44.7698
9	2.32	-80.8829	-40.1949
10	2.61	-91.6047	-33.3775
11	2.90	-100.0266	-24.3337

## Armature e tensioni nei materiali del muro

### Combinazione n°8

L'ordinata Y (espressa in [m]) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

B base della sezione espressa in [cm]

H altezza della sezione espressa in [cm]

A<sub>fs</sub> area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [cmq]

A<sub>fi</sub> area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [cmq]

N<sub>u</sub> sforzo normale ultimo espresso in [kN]

M<sub>u</sub> momento ultimo espresso in [kNm]

CS coefficiente sicurezza sezione

V<sub>Rcd</sub> Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [kN]

V<sub>Rsd</sub> Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [kN]

V<sub>Rd</sub> Resistenza al taglio, espresso in [kN]

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rsd</sub>
1	0.00	100, 45	0.00	0.00	0.00	0.00	1000.00	169.48	--	--
2	0.20	100, 45	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	169.79	--	--
3	0.41	100, 45	10.05	10.05	6407.84	-211.87	1389.23	170.10	--	--
4	0.61	100, 45	10.05	10.05	5886.75	-360.23	850.84	170.40	--	--
5	0.82	100, 45	10.05	10.05	5298.02	-424.73	574.31	170.71	--	--
6	1.02	100, 45	10.05	10.05	4878.70	-461.69	423.09	171.01	--	--
7	1.23	100, 45	10.05	10.05	4448.65	-492.33	321.49	171.32	--	--
8	1.43	100, 45	10.05	10.05	3925.41	-520.57	243.15	171.63	--	--
9	1.64	100, 45	10.05	10.05	3268.70	-534.90	177.17	171.93	--	--

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 VARIANTE**

**OS 109 – Muri al KM 27+000 – Relazione tecnica e di Calcolo**

10	1.84	100, 45	10.05	10.05	2404.76	-495.19	115.86	172.24	--	--
11	2.05	100, 45	10.05	10.05	1576.85	-411.18	68.37	172.54	--	--
12	2.25	100, 45	10.05	10.05	986.29	-324.49	38.88	172.85	--	--
13	2.46	100, 45	10.05	10.05	646.31	-265.76	23.35	173.16	--	--
14	2.67	100, 45	10.05	10.05	457.00	-232.03	15.24	173.46	--	--
15	2.87	100, 45	10.05	10.05	341.73	-211.50	10.58	173.77	--	--
16	3.07	100, 45	10.05	10.05	265.74	-197.96	7.68	174.07	--	--
17	3.28	100, 45	10.05	10.05	212.79	-188.53	5.77	174.38	--	--
18	3.48	100, 45	15.71	0.00	262.34	-273.41	6.69	190.57	--	--
19	3.69	100, 45	15.71	0.00	219.59	-266.51	5.29	190.87	--	--
20	3.89	100, 45	15.71	10.05	187.50	-262.58	4.28	191.18	--	--
21	4.10	100, 45	15.71	10.05	161.03	-258.05	3.49	191.48	--	--

## Armature e tensioni nei materiali della fondazione

### Combinazione n° 8

Simbologia adottata

B	base della sezione espressa in [cm]
H	altezza della sezione espressa in [cm]
A <sub>fi</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo inferiore in [cmq]
A <sub>fs</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo superiore in [cmq]
N <sub>u</sub>	sforzo normale ultimo espresso in [kN]
M <sub>u</sub>	momento ultimo espresso in [kNm]
CS	coefficiente sicurezza sezione
VRcd	Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [kN]
VRsd	Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [kN]
VRd	Resistenza al taglio, espresso in [kN]

### Fondazione di valle

(L'ascissa X, espressa in [m], è positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle)

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rsd</sub>
1	0.00	100, 60	15.71	0.00	0.00	0.00	1000.00	215.35	--	--
2	0.06	100, 60	15.71	0.00	0.00	5.57	29.68	212.23	--	--
3	0.12	100, 60	15.71	0.00	0.00	5.57	7.46	212.23	--	--
4	0.18	100, 60	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	212.23	--	--
5	0.24	100, 60	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	212.23	--	--
6	0.30	100, 60	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	212.23	--	--
7	0.36	100, 60	31.42	15.71	0.00	319.90	48.62	215.35	--	--
8	0.42	100, 60	31.42	15.71	0.00	319.90	35.91	215.35	--	--
9	0.48	100, 60	15.71	15.71	0.00	320.57	27.69	215.35	--	--
10	0.54	100, 60	15.71	15.71	0.00	320.57	21.96	215.35	--	--
11	0.60	100, 60	15.71	15.71	0.00	320.57	17.78	215.35	--	--

### Fondazione di monte

(L'ascissa X, espressa in [m], è positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte)

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rsd</sub>
1	0.00	100, 60	0.00	0.00	0.00	0.00	1000.00	215.35	--	--
2	0.29	100, 60	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	215.35	--	--

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 VARIANTE

OS 109 – Muri al KM 27+000 – Relazione tecnica e di Calcolo

3	0.58	100, 60	15.71	15.71	0.00	-320.57	38.71	215.35	--	--
4	0.87	100, 60	15.71	15.71	0.00	-320.57	18.40	271.33	--	--
5	1.16	100, 60	15.71	15.71	0.00	-320.57	11.12	271.33	--	--
6	1.45	100, 60	15.71	15.71	0.00	-320.57	7.69	212.23	--	--
7	1.74	100, 60	15.71	15.71	0.00	-320.57	5.81	212.23	--	--
8	2.03	100, 60	15.71	15.71	0.00	-320.57	4.68	212.23	--	--
9	2.32	100, 60	15.71	15.71	0.00	-320.57	3.96	215.35	--	--
10	2.61	100, 60	15.71	15.71	0.00	-320.57	3.50	215.35	--	--
11	2.90	100, 60	15.71	15.71	0.00	-320.57	3.20	215.35	--	--

Verifica sperone di fondazione

Base sezione B= 100 cm Altezza sezione H=50 [cm]

$A_{R1}=15.71$  [cmq]  $A_{R2}=15.71$  [cmq]

Sollecitazioni M=110.036 [kNm] T=149.975 [kN]

Momento ultimo sezione  $M_u = 260.3161$  [kNm]

Coeff.sicurezza sezione = 2.37

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 VARIANTE**

**OS 109 – Muri al KM 27+000 – Relazione tecnica e di Calcolo**

COMBINAZIONE n°9

Valore della spinta statica	161.4665	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	157.4467	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	35.8046	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 2.90	[m]	Y = -2.88	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	12.81	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	41.40	[°]		
Incremento sismico della spinta	13.5371	[kN]		
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 2.90	[m]	Y = -2.88	[m]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	38.65	[°]		
Punto d'applicazione della spinta della falda	X = 2.90	[m]	Y = -4.70	[m]
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	252.3847	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 1.49	[m]	Y = -1.92	[m]
Inerzia del muro	4.5911	[kN]		
Inerzia verticale del muro	-2.2955	[kN]		
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	9.7269	[kN]		
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	-4.8635	[kN]		

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	185.2561	[kN]		
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	410.7171	[kN]		
Resistenza passiva a valle del muro	-15.2042	[kN]		
Resistenza passiva dente di fondazione	-23.9118	[kN]		
Momento ribaltante rispetto allo spigolo a valle	359.2351	[kNm]		
Momento stabilizzante rispetto allo spigolo a valle	955.9628	[kNm]		
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	410.7171	[kN]		
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	185.2561	[kN]		
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0.52	[m]		
Lunghezza fondazione reagente	3.95	[m]		
Risultante in fondazione	450.5645	[kN]		
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	24.28	[°]		
Momento rispetto al baricentro della fondazione	214.4385	[kNm]		

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a ribaltamento	2.66
--	------

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 VARIANTE**

**OS 109 – Muri al KM 27+000 – Relazione tecnica e di Calcolo**

COMBINAZIONE n°10

Valore della spinta statica	161.4665	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	157.4467	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	35.8046	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 2.90	[m]	Y = -2.88	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	12.81	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	41.40	[°]		
Incremento sismico della spinta	20.9039	[kN]		
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 2.90	[m]	Y = -2.88	[m]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	38.71	[°]		
Punto d'applicazione della spinta della falda	X = 2.90	[m]	Y = -4.70	[m]
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	252.3847	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 1.49	[m]	Y = -1.92	[m]
Inerzia del muro	4.5911	[kN]		
Inerzia verticale del muro	2.2955	[kN]		
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	9.7269	[kN]		
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	4.8635	[kN]		

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	192.4395	[kN]		
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	426.6686	[kN]		
Resistenza passiva a valle del muro	-15.2042	[kN]		
Resistenza passiva dente di fondazione	-23.9118	[kN]		
Momento ribaltante rispetto allo spigolo a valle	356.9189	[kNm]		
Momento stabilizzante rispetto allo spigolo a valle	977.8393	[kNm]		
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	426.6686	[kN]		
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	192.4395	[kN]		
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0.52	[m]		
Lunghezza fondazione reagente	3.95	[m]		
Risultante in fondazione	468.0589	[kN]		
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	24.28	[°]		
Momento rispetto al baricentro della fondazione	221.7502	[kNm]		

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a ribaltamento	2.74
--	------



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 VARIANTE

OS 109 – Muri al KM 27+000 – Relazione tecnica e di Calcolo

COMBINAZIONE n°13

Valore della spinta statica	123.2069	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	118.4975	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	33.7385	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 2.90	[m]	Y = -2.96	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	15.89	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	44.95	[°]		
Punto d'applicazione della spinta della falda	X = 2.90	[m]	Y = -4.70	[m]
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	252.3847	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 1.49	[m]	Y = -1.92	[m]

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	118.4975	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	412.8082	[kN]
Resistenza passiva a valle del muro	-17.9368	[kN]
Resistenza passiva dente di fondazione	-28.9422	[kN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	412.8082	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	118.4975	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0.21	[m]
Lunghezza fondazione reagente	3.95	[m]
Risultante in fondazione	429.4791	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	16.02	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	85.0242	[kNm]
Carico ultimo della fondazione	892.2751	[kN]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	3.95	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	137.20	[kPa]
Tensione terreno allo spigolo di monte	71.81	[kPa]

Fattori per il calcolo della capacità portante

<b>Coeff. capacità portante</b>	$N_c = 19.32$	$N_q = 9.60$	$N_\gamma = 5.72$
<b>Fattori forma</b>	$s_c = 1.00$	$s_q = 1.00$	$s_\gamma = 1.00$
<b>Fattori inclinazione</b>	$i_c = 0.68$	$i_q = 0.68$	$i_\gamma = 0.11$
<b>Fattori profondità</b>	$d_c = 1.10$	$d_q = 1.05$	$d_\gamma = 1.05$
I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.			
	$N'_c = 14.31$	$N'_q = 6.80$	$N'_\gamma = 0.66$

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	1.50
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	2.16

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 VARIANTE

OS 109 – Muri al KM 27+000 – Relazione tecnica e di Calcolo

## Sollecitazioni paramento

### Combinazione n° 13

L'ordinata Y (espressa in m) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in kNm

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN

Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in kN

Nr.	Y	N	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000	0.0000
2	0.20	2.3062	0.0122	0.1791
3	0.41	4.6125	0.0973	0.6964
4	0.61	6.9187	0.2861	1.0247
5	0.82	9.2250	0.4976	1.0440
6	1.02	11.5313	0.7236	1.1971
7	1.23	13.8375	1.0084	1.6380
8	1.43	16.1437	1.4199	2.4468
9	1.64	18.4500	2.0414	3.6902
10	1.84	20.7563	2.9632	5.3766
11	2.05	23.0625	4.2759	7.5042
12	2.25	25.3688	6.0701	10.0736
13	2.46	27.6750	8.4363	13.0857
14	2.67	29.9813	11.4655	16.5413
15	2.87	32.2875	15.2486	20.4410
16	3.07	34.5937	19.8767	24.7854
17	3.28	36.9000	25.4411	29.5750
18	3.48	39.2062	32.0329	34.8103
19	3.69	41.5125	39.7438	40.4916
20	3.89	43.8187	48.6650	46.6193
21	4.10	46.1250	58.8842	53.1213

## Sollecitazioni fondazione di valle

### Combinazione n° 13

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.06	0.1472	4.8965
3	0.12	0.5864	9.7334
4	0.18	1.3140	14.5107
5	0.24	2.3265	19.2284
6	0.30	3.6202	23.8865
7	0.36	5.1917	28.4850
8	0.42	7.0372	33.0239
9	0.48	9.1533	37.5031
10	0.54	11.5584	43.0229
11	0.60	14.3204	49.0330

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 VARIANTE

OS 109 – Muri al KM 27+000 – Relazione tecnica e di Calcolo

## Sollecitazioni fondazione di monte

### Combinazione n° 13

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.29	-1.5491	-10.3584
3	0.58	-5.8195	-18.7682
4	0.87	-12.2463	-25.2295
5	1.16	-20.2643	-29.7422
6	1.45	-29.3084	-32.3064
7	1.74	-38.8136	-32.9220
8	2.03	-48.2148	-31.5891
9	2.32	-56.9587	-28.4677
10	2.61	-64.5911	-23.9377
11	2.90	-70.7080	-18.0155

## Armature e tensioni nei materiali del muro

### Combinazione n° 13

L'ordinata Y (espressa in [m]) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

B base della sezione espressa in [cm]

H altezza della sezione espressa in [cm]

A<sub>fs</sub> area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [cmq]

A<sub>fi</sub> area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [cmq]

σ<sub>c</sub> tensione nel calcestruzzo espressa in [kPa]

τ<sub>c</sub> tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [kPa]

σ<sub>fs</sub> tensione nell'armatura disposta sul lembo di monte in [kPa]

σ<sub>fi</sub> tensione nell'armatura disposta sul lembo di valle in [kPa]

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	σ <sub>c</sub>	τ <sub>c</sub>	σ <sub>fs</sub>	σ <sub>fi</sub>
1	0.00	100, 45	0.00	0.00	0	0	0	0
2	0.20	100, 45	0.00	0.00	5	1	0	0
3	0.41	100, 45	10.05	10.05	12	2	-114	-174
4	0.61	100, 45	10.05	10.05	22	3	-129	-304
5	0.82	100, 45	10.05	10.05	32	3	-136	-440
6	1.02	100, 45	10.05	10.05	43	4	-139	-581
7	1.23	100, 45	10.05	10.05	56	5	-124	-740
8	1.43	100, 45	10.05	10.05	71	7	-65	-940
9	1.64	100, 45	10.05	10.05	96	11	138	-1228
10	1.84	100, 45	10.05	10.05	136	16	755	-1680
11	2.05	100, 45	10.05	10.05	205	22	2353	-2361
12	2.25	100, 45	10.05	10.05	305	30	5493	-3262
13	2.46	100, 45	10.05	10.05	439	39	10425	-4358
14	2.67	100, 45	10.05	10.05	607	49	17303	-5659
15	2.87	100, 45	10.05	10.05	816	60	26314	-7197
16	3.07	100, 45	10.05	10.05	1068	73	37674	-9005
17	3.28	100, 45	10.05	10.05	1370	87	51614	-11118
18	3.48	100, 45	15.71	0.00	1599	103	45236	0

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 VARIANTE

OS 109 – Muri al KM 27+000 – Relazione tecnica e di Calcolo

19	3.69	100, 45	15.71	0.00	1977	120	58153	0
20	3.89	100, 45	15.71	10.05	2223	138	72943	-19464
21	4.10	100, 45	15.71	10.05	2683	157	90300	-23195

## Armature e tensioni nei materiali della fondazione

### Combinazione n° 13

Simbologia adottata

B	base della sezione espressa in [cm]
H	altezza della sezione espressa in [cm]
$A_{fi}$	area di armatura in corrispondenza del lembo inferiore in [cmq]
$A_{fs}$	area di armatura in corrispondenza del lembo superiore in [cmq]
$\sigma_c$	tensione nel calcestruzzo espressa in [kPa]
$\tau_c$	tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [kPa]
$\sigma_{fi}$	tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo inferiore in [kPa]
$\sigma_{fs}$	tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo superiore in [kPa]

### Fondazione di valle

(L'ascissa X, espressa in [m], è positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle)

Nr.	X	B, H	$A_{fs}$	$A_{fi}$	$\sigma_c$	$\tau_c$	$\sigma_{fi}$	$\sigma_{fs}$
1	0.00	100, 60	15.71	0.00	0	0	0	0
2	0.06	100, 60	15.71	0.00	226	11	0	2254
3	0.12	100, 60	15.71	0.00	902	21	0	8978
4	0.18	100, 60	0.00	0.00	0	31	0	0
5	0.24	100, 60	0.00	0.00	0	41	0	0
6	0.30	100, 60	0.00	0.00	0	51	0	0
7	0.36	100, 60	31.42	15.71	120	61	6549	-1011
8	0.42	100, 60	31.42	15.71	163	71	8877	-1370
9	0.48	100, 60	15.71	15.71	234	81	11567	-2077
10	0.54	100, 60	15.71	15.71	295	92	14606	-2623
11	0.60	100, 60	15.71	15.71	366	105	18096	-3249

### Fondazione di monte

(L'ascissa X, espressa in [m], è positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte)

Nr.	X	B, H	$A_{fs}$	$A_{fi}$	$\sigma_c$	$\tau_c$	$\sigma_{fi}$	$\sigma_{fs}$
1	0.00	100, 60	0.00	0.00	0	0	0	0
2	0.29	100, 60	0.00	0.00	0	-22	0	0
3	0.58	100, 60	15.71	15.71	149	-40	-1320	7354
4	0.87	100, 60	15.71	15.71	313	-54	-2779	15475
5	1.16	100, 60	15.71	15.71	518	-64	-4598	25607
6	1.45	100, 60	15.71	15.71	749	-69	-6650	37036
7	1.74	100, 60	15.71	15.71	991	-71	-8807	49047
8	2.03	100, 60	15.71	15.71	1232	-68	-10940	60927
9	2.32	100, 60	15.71	15.71	1455	-61	-12924	71976
10	2.61	100, 60	15.71	15.71	1650	-51	-14656	81621
11	2.90	100, 60	15.71	15.71	1806	-39	-16044	89350

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 VARIANTE

OS 109 – Muri al KM 27+000 – Relazione tecnica e di Calcolo

Verifica sperone di fondazione

Base sezione B= 100 cm Altezza sezione H=50 [cm]

$A_{fi}=15.71$  [cmq]  $A_{fs}=15.71$  [cmq]

Sollecitazioni M=86.942 [kNm] T=118.498 [kN]

Momento ultimo sezione  $M_u = 260.3161$  [kNm]

Coeff.sicurezza sezione = 2.99

## Verifiche a fessurazione

Combinazione n° 13

L'ordinata Y (espressa in [m]) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

$A_{fs}$  area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [cmq]

$A_{fi}$  area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [cmq]

$M_{pf}$  Momento di prima fessurazione espressa in [kNm]

M Momento agente nella sezione espressa in [kNm]

$\epsilon_m$  deformazione media espressa in [%]

$s_m$  Distanza media tra le fessure espressa in [mm]

w Apertura media della fessura espressa in [mm]

Verifica fessurazione paramento

N°	Y	$A_{fs}$	$A_{fi}$	$M_{pf}$	M	$\epsilon_m$	$s_m$	w
1	0.00	0.00	0.00	-52.81	0.00	0.0000	0.00	0.000
2	0.20	0.00	0.00	-52.81	-0.01	0.0000	0.00	0.000
3	0.41	10.05	10.05	-57.17	-0.10	0.0000	0.00	0.000
4	0.61	10.05	10.05	-57.17	-0.29	0.0000	0.00	0.000
5	0.82	10.05	10.05	-57.17	-0.50	0.0000	0.00	0.000
6	1.02	10.05	10.05	-57.17	-0.72	0.0000	0.00	0.000
7	1.23	10.05	10.05	-57.17	-1.01	0.0000	0.00	0.000
8	1.43	10.05	10.05	-57.17	-1.42	0.0000	0.00	0.000
9	1.64	10.05	10.05	-57.17	-2.04	0.0000	0.00	0.000
10	1.84	10.05	10.05	-57.17	-2.96	0.0000	0.00	0.000
11	2.05	10.05	10.05	-57.17	-4.28	0.0000	0.00	0.000
12	2.25	10.05	10.05	-57.17	-6.07	0.0000	0.00	0.000
13	2.46	10.05	10.05	-57.17	-8.44	0.0000	0.00	0.000
14	2.67	10.05	10.05	-57.17	-11.47	0.0000	0.00	0.000
15	2.87	10.05	10.05	-57.17	-15.25	0.0000	0.00	0.000
16	3.07	10.05	10.05	-57.17	-19.88	0.0000	0.00	0.000
17	3.28	10.05	10.05	-57.17	-25.44	0.0000	0.00	0.000
18	3.48	15.71	0.00	-58.59	-32.03	0.0000	0.00	0.000
19	3.69	15.71	0.00	-58.59	-39.74	0.0000	0.00	0.000
20	3.89	15.71	10.05	-59.26	-48.67	0.0000	0.00	0.000
21	4.10	15.71	10.05	-59.26	-58.88	0.0000	0.00	0.000

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 VARIANTE

OS 109 – Muri al KM 27+000 – Relazione tecnica e di Calcolo

Verifica fessurazione fondazione

N°	Y	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	M <sub>pf</sub>	M	ε <sub>m</sub>	S <sub>m</sub>	w
1	-1.05	15.71	0.00	-102.48	0.00	0.0000	0.00	0.000
2	-0.99	15.71	0.00	95.50	0.15	0.0000	0.00	0.000
3	-0.93	15.71	0.00	95.50	0.59	0.0000	0.00	0.000
4	-0.87	0.00	0.00	93.88	1.31	0.0000	0.00	0.000
5	-0.81	0.00	0.00	93.88	2.33	0.0000	0.00	0.000
6	-0.75	0.00	0.00	93.88	3.62	0.0000	0.00	0.000
7	-0.69	31.42	15.71	105.84	5.19	0.0000	0.00	0.000
8	-0.63	31.42	15.71	105.84	7.04	0.0000	0.00	0.000
9	-0.57	15.71	15.71	104.22	9.15	0.0000	0.00	0.000
10	-0.51	15.71	15.71	104.22	11.56	0.0000	0.00	0.000
11	-0.45	15.71	15.71	104.22	14.32	0.0000	0.00	0.000
12	0.00	15.71	15.71	-104.22	-70.71	0.0000	0.00	0.000
13	0.29	15.71	15.71	-104.22	-64.59	0.0000	0.00	0.000
14	0.58	15.71	15.71	-104.22	-56.96	0.0000	0.00	0.000
15	0.87	15.71	15.71	-104.22	-48.21	0.0000	0.00	0.000
16	1.16	15.71	15.71	-104.22	-38.81	0.0000	0.00	0.000
17	1.45	15.71	15.71	-104.22	-29.31	0.0000	0.00	0.000
18	1.74	15.71	15.71	-104.22	-20.26	0.0000	0.00	0.000
19	2.03	15.71	15.71	-104.22	-12.25	0.0000	0.00	0.000
20	2.32	15.71	15.71	-104.22	-5.82	0.0000	0.00	0.000
21	2.61	0.00	0.00	-93.88	-1.55	0.0000	0.00	0.000
22	2.90	0.00	0.00	-93.88	0.00	0.0000	0.00	0.000

## 15 APPENDICE 2: OUTPUT CALCOLO MURO DI SOSTEGNO TIPO 2 CON ALTEZZA RIPROFILATURA = 4.0 M

### 15.1 CRITERI GENERALI DELLE ANALISI CONDOTTE

Vedi paragrafo 14.1

### 15.2 RISULTATI DELLE ELABORAZIONI

#### Geometria muro e fondazione

Descrizione	Muro a mensola in c.a.
Altezza del paramento	2.50 [m]
Spessore in sommità	0.30 [m]
Spessore all'attacco con la fondazione	0.30 [m]
Inclinazione paramento esterno	0.00 [°]
Inclinazione paramento interno	0.00 [°]
Lunghezza del muro	50.00 [m]

#### Fondazione

Lunghezza mensola fondazione di valle	0.60 [m]
Lunghezza mensola fondazione di monte	1.90 [m]
Lunghezza totale fondazione	2.80 [m]
Inclinazione piano di posa della fondazione	0.00 [°]
Spessore fondazione	0.50 [m]
Spessore magrone	0.00 [m]
Altezza dello sperone di fondazione	0.50 [m]
Spessore dello sperone di fondazione	0.50 [m]

#### Materiali utilizzati per la struttura

##### *Calcestruzzo*

Peso specifico	25.000 [kN/mc]
Classe di Resistenza	C28/35
Resistenza caratteristica a compressione $R_{ck}$	35000 [kPa]
Modulo elastico E	32587986 [kPa]

##### *Acciaio*

Tipo	B450C
Tensione di snervamento $\sigma_{fa}$	449936 [kPa]

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 VARIANTE

OS 109 – Muri al KM 27+000 – Relazione tecnica e di Calcolo

## Geometria profilo terreno a monte del muro

### Simbologia adottata e sistema di riferimento

(Sistema di riferimento con origine in testa al muro, ascissa X positiva verso monte, ordinata Y positiva verso l'alto)

N numero ordine del punto

X ascissa del punto espressa in [m]

Y ordinata del punto espressa in [m]

A inclinazione del tratto espressa in [°]

N	X	Y	A
1	0.80	0.00	0.00
2	5.70	2.23	24.47
3	14.20	3.20	6.51

## Terreno a valle del muro

Inclinazione terreno a valle del muro rispetto all'orizzontale 0.00 [°]

Altezza del rinterro rispetto all'attacco fondaz.valle-paramento 0.73 [m]

## Falda

Quota della falda a valle del muro rispetto al piano di posa della fondazione 0.00 [m]

## Descrizione terreni

### Simbologia adottata

Nr. Indice del terreno

Descrizione Descrizione terreno

$\gamma$	Peso di volume del terreno espresso in [kN/mc]
$\gamma_s$	Peso di volume saturo del terreno espresso in [kN/mc]
$\phi$	Angolo d'attrito interno espresso in [°]
$\delta$	Angolo d'attrito terra-muro espresso in [°]
c	Coesione espressa in [kPa]
$c_a$	Adesione terra-muro espressa in [kPa]

Descrizione	$\gamma$	$\gamma_s$	$\phi$	$\delta$	c	$c_a$
Riempimento	20.00	20.00	38.00	25.33	0.0	0.0
LSA(a)	20.00	20.00	20.00	13.33	0.0	0.0
LSA	20.00	20.00	24.00	16.00	5.0	3.3
AG	20.50	20.50	26.00	17.33	10.0	0.0

## Stratigrafia

### Simbologia adottata

N	Indice dello strato
H	Spessore dello strato espresso in [m]
a	Inclinazione espressa in [°]
Kw	Costante di Winkler orizzontale espressa in Kg/cm <sup>2</sup> /cm
Ks	Coefficiente di spinta
Terreno	Terreno dello strato



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 VARIANTE

OS 109 – Muri al KM 27+000 – Relazione tecnica e di Calcolo

Nr.	H	a	Kw	Ks	Terreno
1	0.45	6.60	0.00	0.00	LSA(a)
2	9.00	6.60	2.24	0.00	LSA
3	3.00	0.00	0.00	0.00	AG

## Descrizione combinazioni di carico

### Simbologia adottata

F/S Effetto dell'azione (FAV: Favorevole, SFAV: Sfavorevole)

$\gamma$  Coefficiente di partecipazione della condizione

$\Psi$  Coefficiente di combinazione della condizione

### Combinazione n°1 - Caso A1-M1 (STR)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma^* \Psi$
Peso proprio muro	FAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	FAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.30	1.00	1.30

### Combinazione n°2 - Caso A1-M1 (STR)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma^* \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1.30	1.00	1.30
Peso proprio terrapieno	SFAV	1.30	1.00	1.30
Spinta terreno	SFAV	1.30	1.00	1.30

### Combinazione n°3 - Caso A1-M1 (STR)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma^* \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1.30	1.00	1.30
Peso proprio terrapieno	FAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.30	1.00	1.30

### Combinazione n°4 - Caso A1-M1 (STR)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma^* \Psi$
Peso proprio muro	FAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1.30	1.00	1.30
Spinta terreno	SFAV	1.30	1.00	1.30

### Combinazione n°5 - Caso EQU (SLU)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma^* \Psi$
Peso proprio muro	FAV	0.90	1.00	0.90
Peso proprio terrapieno	FAV	0.90	1.00	0.90
Spinta terreno	SFAV	1.10	1.00	1.10

### Combinazione n°7 - Caso A1-M1 (STR) - Sisma Vert. negativo

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma^* \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00

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 VARIANTE

OS 109 – Muri al KM 27+000 – Relazione tecnica e di Calcolo

Combinazione n° 8 - Caso A1-M1 (STR) - Sisma Vert. positivo

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma^* \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 9 - Caso EQU (SLU) - Sisma Vert. negativo

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma^* \Psi$
Peso proprio muro	FAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	FAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 10 - Caso EQU (SLU) - Sisma Vert. positivo

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma^* \Psi$
Peso proprio muro	FAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	FAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 13 - Quasi Permanente  $\leftrightarrow$  Frequente  $\leftrightarrow$  Caratteristica (SLE)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma^* \Psi$
Peso proprio muro	--	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	--	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	--	1.00	1.00	1.00

## Impostazioni di analisi

Metodo verifica sezioni

**Stato limite**

### **Impostazioni verifiche SLU**

Coefficienti parziali per resistenze di calcolo dei materiali

Coefficiente di sicurezza calcestruzzo a compressione	1.50
Coefficiente di sicurezza calcestruzzo a trazione	1.50
Coefficiente di sicurezza acciaio	1.15
Fattore riduzione da resistenza cubica a cilindrica	0.83
Fattore di riduzione per carichi di lungo periodo	0.85
Coefficiente di sicurezza per la sezione	1.00

### **Impostazioni verifiche SLE**

Condizioni ambientali

Aggressive

Armatura ad aderenza migliorata

Verifica fessurazione

Sensibilità delle armature

Poco sensibile

Valori limite delle aperture delle fessure

$w_1 = 0.20$

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 VARIANTE

---

OS 109 – Muri al KM 27+000 – Relazione tecnica e di Calcolo

Metodo di calcolo aperture delle fessure	$w_2 = 0.30$
<u>Verifica delle tensioni</u>	$w_3 = 0.40$
Combinazione di carico	E.C. 2
	Rara $\sigma_c < 0.60 f_{ck}$ - $\sigma_f < 0.80 f_{yk}$
	Quasi permanente $\sigma_c < 0.45 f_{ck}$

Calcolo della portanza      metodo di Meyerhof

Coefficiente correttivo su  $N_y$  per effetti cinematici (combinazioni sismiche SLU): 1.00

Coefficiente correttivo su  $N_y$  per effetti cinematici (combinazioni sismiche SLE): 1.00

### **Impostazioni avanzate**

Influenza del terreno sulla fondazione di valle nelle verifiche e nel calcolo delle sollecitazioni

Terreno a monte a bassa permeabilità

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 VARIANTE

OS 109 – Muri al KM 27+000 – Relazione tecnica e di Calcolo

## Quadro riassuntivo coeff. di sicurezza calcolati

### Simbologia adottata

<i>C</i>	Identificativo della combinazione
<i>Tipo</i>	Tipo combinazione
<i>Sisma</i>	Combinazione sismica
$CS_{SCO}$	Coeff. di sicurezza allo scorrimento
$CS_{RIB}$	Coeff. di sicurezza al ribaltamento
$CS_{QLIM}$	Coeff. di sicurezza a carico limite

<b>C</b>	<b>Tipo</b>	<b>Sisma</b>	<b><math>CS_{SCO}</math></b>	<b><math>CS_{RIB}</math></b>	<b><math>CS_{QLIM}</math></b>
1	A1-M1 - [1]	--	1.19	--	2.45
2	A1-M1 - [1]	--	1.37	--	2.39
3	A1-M1 - [1]	--	1.31	--	2.49
4	A1-M1 - [1]	--	1.25	--	2.36
5	EQU - [1]	--	--	2.56	--
7	A1-M1 - [2]	Orizzontale + Verticale negativo	1.34	--	2.78
8	A1-M1 - [2]	Orizzontale + Verticale positivo	1.31	--	2.68
9	EQU - [2]	Orizzontale + Verticale negativo	--	2.55	--
10	EQU - [2]	Orizzontale + Verticale positivo	--	2.61	--
13	SLEQ - [1]	--	1.64	--	3.33

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 VARIANTE

OS 109 – Muri al KM 27+000 – Relazione tecnica e di Calcolo

## Analisi della spinta e verifiche

Sistema di riferimento adottato per le coordinate :

Origine in testa al muro (spigolo di monte)

Ascisse X (espresse in [m]) positive verso monte

Ordinate Y (espresse in [m]) positive verso l'alto

Le forze orizzontali sono considerate positive se agenti da monte verso valle

Le forze verticali sono considerate positive se agenti dall'alto verso il basso

Calcolo riferito ad 1 metro di muro

### Tipo di analisi

Calcolo della spinta	metodo di Culmann
Calcolo del carico limite	metodo di Meyerhof
Calcolo della spinta in condizioni di	Spinta attiva

### Sisma

#### Identificazione del sito

Latitudine	37.832072
Longitudine	13.589003
Punti di interpolazione del reticolo	46511 - 46510 - 46732 - 46733

#### Tipo di opera

Tipo di costruzione	Opera ordinaria
Vita nominale	50 anni
Classe d'uso	IV - Opere strategiche ed industrie molto pericolose
Vita di riferimento	100 anni

#### Combinazioni SLU

Accelerazione al suolo $a_g$	1.31 [m/s <sup>2</sup> ]
Coefficiente di amplificazione per tipo di sottosuolo (S)	1.20
Coefficiente di amplificazione topografica (St)	1.00
Coefficiente riduzione ( $\beta_m$ )	0.24
Rapporto intensità sismica verticale/orizzontale	0.50
Coefficiente di intensità sismica orizzontale (percento)	$k_h=(a_g/g*\beta_m*St*S) = 3.85$
Coefficiente di intensità sismica verticale (percento)	$k_v=0.50 * k_h = 1.93$

Forma diagramma incremento sismico Stessa forma diagramma statico

Partecipazione spinta passiva (percento)	50.0
Lunghezza del muro	50.00 [m]

Peso muro	60.0000 [kN]
Baricentro del muro	X=0.18 Y=-2.33

### Superficie di spinta

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 VARIANTE**

---

**OS 109 – Muri al KM 27+000 – Relazione tecnica e di Calcolo**

Punto inferiore superficie di spinta	X = 1.90 Y = -3.00
Punto superiore superficie di spinta	X = 1.90 Y = 0.50
Altezza della superficie di spinta	3.50 [m]
Inclinazione superficie di spinta(rispetto alla verticale)	0.00 [°]

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 VARIANTE

OS 109 – Muri al KM 27+000 – Relazione tecnica e di Calcolo

COMBINAZIONE n°1

**Peso muro favorevole e Peso terrapieno favorevole**

Valore della spinta statica	81.5965	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	78.5486	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	22.0934	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 1.90	[m]	Y = -1.73	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	15.71	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	43.32	[°]		
Punto d'applicazione della spinta della falda	X = 1.90	[m]	Y = -3.00	[m]
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	100.5067	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0.98	[m]	Y = -1.17	[m]

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	78.5486	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	191.3601	[kN]
Resistenza passiva a valle del muro	-17.9368	[kN]
Resistenza passiva dente di fondazione	-11.3428	[kN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	191.3601	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	78.5486	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0.26	[m]
Lunghezza fondazione reagente	2.80	[m]
Risultante in fondazione	206.8540	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	22.32	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	49.1312	[kNm]
Carico ultimo della fondazione	468.9853	[kN]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	2.80	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	105.94	[kPa]
Tensione terreno allo spigolo di monte	30.74	[kPa]

Fattori per il calcolo della capacità portante

<b>Coeff. capacità portante</b>	$N_c = 19.32$	$N_q = 9.60$	$N_\gamma = 5.72$
<b>Fattori forma</b>	$s_c = 1.00$	$s_q = 1.00$	$s_\gamma = 1.00$
<b>Fattori inclinazione</b>	$i_c = 0.57$	$i_q = 0.57$	$i_\gamma = 0.00$
<b>Fattori profondità</b>	$d_c = 1.14$	$d_q = 1.07$	$d_\gamma = 1.07$
I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.			
	$N'_c = 12.41$	$N'_q = 5.80$	$N'_\gamma = 0.03$

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	1.19
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	2.45

**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 VARIANTE**

**OS 109 – Muri al KM 27+000 – Relazione tecnica e di Calcolo**

## Sollecitazioni paramento

### Combinazione n° 1

L'ordinata Y (espressa in m) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in kNm

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN

Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in kN

Nr.	Y	N	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000	0.0000
2	0.13	0.9375	0.0036	0.0866
3	0.25	1.8750	0.0298	0.3880
4	0.38	2.8125	0.1184	1.1008
5	0.50	3.7500	0.3080	1.7926
6	0.63	4.6875	0.5370	1.8432
7	0.75	5.6250	0.7704	1.9087
8	0.88	6.5625	1.0197	2.1052
9	1.00	7.5000	1.3032	2.4651
10	1.13	8.4375	1.6481	3.1261
11	1.25	9.3750	2.1036	4.2309
12	1.38	10.3125	2.7197	5.6740
13	1.50	11.2500	3.5338	7.3981
14	1.63	12.1875	4.5804	9.3922
15	1.75	13.1250	5.8927	11.6462
16	1.88	14.0625	7.5024	14.1511
17	2.00	15.0000	9.4406	16.8987
18	2.13	15.9375	11.7369	19.8820
19	2.25	16.8750	14.4206	23.0940
20	2.38	17.8125	17.5197	26.5290
21	2.50	18.7500	21.0608	30.1492

## Sollecitazioni fondazione di valle

### Combinazione n° 1

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.06	0.1106	3.6695
3	0.12	0.4384	7.2422
4	0.18	0.9777	10.7183
5	0.24	1.7227	14.0977
6	0.30	2.6675	17.3804
7	0.36	3.8064	20.5664
8	0.42	5.1335	23.6558
9	0.48	6.6431	26.6484
10	0.54	8.3394	30.0444
11	0.60	10.2490	33.5937



**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 VARIANTE**

**OS 109 – Muri al KM 27+000 – Relazione tecnica e di Calcolo**

## Sollecitazioni fondazione di monte

### Combinazione n° 1

L'ascissa X(espressa in m) è considerata positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.19	-1.0347	-10.6586
3	0.38	-3.9618	-19.9205
4	0.57	-8.5160	-27.7857
5	0.76	-14.4319	-34.2541
6	0.95	-21.4441	-39.3259
7	1.14	-29.2874	-43.0104
8	1.33	-37.7200	-45.5922
9	1.52	-46.5510	-47.2045
10	1.71	-55.5963	-47.8472
11	1.90	-64.6716	-47.5204

## Armature e tensioni nei materiali del muro

### Combinazione n° 1

L'ordinata Y(espressa in [m]) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

B	base della sezione espressa in [cm]
H	altezza della sezione espressa in [cm]
A <sub>fs</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [cmq]
A <sub>fi</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [cmq]
N <sub>u</sub>	sforzo normale ultimo espresso in [kN]
M <sub>u</sub>	momento ultimo espresso in [kNm]
CS	coefficiente sicurezza sezione
V <sub>Rcd</sub>	Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [kN]
V <sub>Rsd</sub>	Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [kN]
VRd	Resistenza al taglio, espresso in [kN]

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rsd</sub>
1	0.00	100, 30	5.65	5.65	0.00	0.00	1000.00	123.62	--	--
2	0.13	100, 30	5.65	5.65	4356.50	-16.76	4646.94	123.73	--	--
3	0.25	100, 30	5.65	5.65	4245.06	-67.53	2264.03	123.85	--	--
4	0.38	100, 30	5.65	5.65	3781.00	-159.23	1344.36	123.97	--	--
5	0.50	100, 30	5.65	5.65	2605.28	-213.98	694.74	124.08	--	--
6	0.63	100, 30	5.65	5.65	1868.03	-214.02	398.51	124.20	--	--
7	0.75	100, 30	5.65	5.65	1393.50	-190.86	247.73	124.32	--	--
8	0.88	100, 30	5.65	5.65	1075.17	-167.07	163.84	124.43	--	--
9	1.00	100, 30	5.65	5.65	849.71	-147.65	113.30	124.55	--	--
10	1.13	100, 30	5.65	5.65	663.81	-129.66	78.67	124.66	--	--
11	1.25	100, 30	5.65	5.65	502.35	-112.72	53.58	124.78	--	--
12	1.38	100, 30	5.65	5.65	371.54	-97.99	36.03	124.90	--	--
13	1.50	100, 30	5.65	5.65	278.62	-87.52	24.77	125.01	--	--
14	1.63	100, 30	5.65	5.65	213.29	-80.16	17.50	125.13	--	--
15	1.75	100, 30	5.65	5.65	166.91	-74.94	12.72	125.25	--	--
16	1.88	100, 30	5.65	5.65	133.38	-71.16	9.48	125.36	--	--

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 VARIANTE**

**OS 109 – Muri al KM 27+000 – Relazione tecnica e di Calcolo**

17	2.00	100, 30	15.71	11.31	264.66	-166.57	17.64	152.06	--	--
18	2.13	100, 30	10.05	5.65	148.57	-109.41	9.32	131.41	--	--
19	2.25	100, 30	10.05	5.65	125.12	-106.92	7.41	131.53	--	--
20	2.38	100, 30	10.05	5.65	106.72	-104.97	5.99	131.65	--	--
21	2.50	100, 30	10.05	5.65	92.07	-103.41	4.91	131.76	--	--

## Armature e tensioni nei materiali della fondazione

### Combinazione n° 1

Simbologia adottata

B	base della sezione espressa in [cm]
H	altezza della sezione espressa in [cm]
A <sub>fi</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo inferiore in [cmq]
A <sub>fs</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo superiore in [cmq]
N <sub>u</sub>	sforzo normale ultimo espresso in [kN]
M <sub>u</sub>	momento ultimo espresso in [kNm]
CS	coefficiente sicurezza sezione
VRcd	Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [kN]
VRsd	Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [kN]
VRd	Resistenza al taglio, espresso in [kN]

### Fondazione di valle

(L'ascissa X, espressa in [m], è positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle)

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rs</sub>
1	0.00	100, 50	10.05	0.00	0.00	0.00	1000.00	184.00	--	--
2	0.06	100, 50	10.05	0.00	0.00	5.33	48.19	184.00	--	--
3	0.12	100, 50	10.05	0.00	0.00	5.33	12.15	184.00	--	--
4	0.18	100, 50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	184.00	--	--
5	0.24	100, 50	10.05	10.05	0.00	169.66	98.49	184.00	--	--
6	0.30	100, 50	10.05	10.05	0.00	169.66	63.60	184.00	--	--
7	0.36	100, 50	20.11	10.05	0.00	169.83	44.62	184.00	--	--
8	0.42	100, 50	20.11	10.05	0.00	169.83	33.08	184.00	--	--
9	0.48	100, 50	10.05	10.05	0.00	169.66	25.54	184.00	--	--
10	0.54	100, 50	10.05	10.05	0.00	169.66	20.34	184.00	--	--
11	0.60	100, 50	10.05	10.05	0.00	169.66	16.55	184.00	--	--

### Fondazione di monte

(L'ascissa X, espressa in [m], è positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte)

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rs</sub>
1	0.00	100, 50	0.00	0.00	0.00	0.00	1000.00	184.00	--	--
2	0.19	100, 50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	184.00	--	--
3	0.38	100, 50	10.05	10.05	0.00	-169.66	42.82	184.00	--	--
4	0.57	100, 50	10.05	10.05	0.00	-169.66	19.92	212.60	--	--
5	0.76	100, 50	10.05	10.05	0.00	-169.66	11.76	212.60	--	--
6	0.95	100, 50	10.05	10.05	0.00	-169.66	7.91	184.00	--	--
7	1.14	100, 50	10.05	10.05	0.00	-169.66	5.79	184.00	--	--
8	1.33	100, 50	10.05	10.05	0.00	-169.66	4.50	184.00	--	--

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 VARIANTE

OS 109 – Muri al KM 27+000 – Relazione tecnica e di Calcolo

9	1.52	100, 50	10.05	10.05	0.00	-169.66	3.64	184.00	--	--
10	1.71	100, 50	10.05	10.05	0.00	-169.66	3.05	184.00	--	--
11	1.90	100, 50	10.05	10.05	0.00	-169.66	2.62	184.00	--	--

Verifica sperone di fondazione

Base sezione B= 100 cm Altezza sezione H=50 [cm]

$A_{ri}=10.05$  [cmq]  $A_{rs}=10.05$  [cmq]

Sollecitazioni M=26.196 [kNm] T=78.549 [kN]

Momento ultimo sezione  $M_u = 169.6602$  [kNm]

Coeff.sicurezza sezione = 6.48

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 VARIANTE

OS 109 – Muri al KM 27+000 – Relazione tecnica e di Calcolo

COMBINAZIONE n°2

**Peso muro sfavorevole e Peso terrapieno sfavorevole**

Valore della spinta statica	81.5965	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	78.5486	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	22.0934	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 1.90	[m]	Y = -1.73	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	15.71	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	43.32	[°]		
Punto d'applicazione della spinta della falda	X = 1.90	[m]	Y = -3.00	[m]
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	130.6588	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0.98	[m]	Y = -1.17	[m]

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	78.5486	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	242.1401	[kN]
Resistenza passiva a valle del muro	-17.9368	[kN]
Resistenza passiva dente di fondazione	-11.3428	[kN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	242.1401	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	78.5486	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0.18	[m]
Lunghezza fondazione reagente	2.80	[m]
Risultante in fondazione	254.5618	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	17.97	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	43.3024	[kNm]
Carico ultimo della fondazione	579.5484	[kN]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	2.80	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	119.62	[kPa]
Tensione terreno allo spigolo di monte	53.34	[kPa]

Fattori per il calcolo della capacità portante

<b>Coeff. capacità portante</b>	$N_c = 19.32$	$N_q = 9.60$	$N_\gamma = 5.72$
<b>Fattori forma</b>	$s_c = 1.00$	$s_q = 1.00$	$s_\gamma = 1.00$
<b>Fattori inclinazione</b>	$i_c = 0.64$	$i_q = 0.64$	$i_\gamma = 0.06$
<b>Fattori profondità</b>	$d_c = 1.14$	$d_q = 1.07$	$d_\gamma = 1.07$
I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.			
	$N'_c = 14.05$	$N'_q = 6.57$	$N'_\gamma = 0.38$

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	1.37
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	2.39

**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 VARIANTE**

**OS 109 – Muri al KM 27+000 – Relazione tecnica e di Calcolo**

## Sollecitazioni paramento

### Combinazione n°2

L'ordinata Y (espressa in m) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in kNm

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN

Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in kN

Nr.	Y	N	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000	0.0000
2	0.13	1.2187	0.0036	0.0866
3	0.25	2.4375	0.0298	0.3880
4	0.38	3.6562	0.1184	1.1008
5	0.50	4.8750	0.3080	1.7926
6	0.63	6.0938	0.5370	1.8432
7	0.75	7.3125	0.7704	1.9087
8	0.88	8.5313	1.0197	2.1052
9	1.00	9.7500	1.3032	2.4651
10	1.13	10.9688	1.6481	3.1261
11	1.25	12.1875	2.1036	4.2309
12	1.38	13.4062	2.7197	5.6740
13	1.50	14.6250	3.5338	7.3981
14	1.63	15.8438	4.5804	9.3922
15	1.75	17.0625	5.8927	11.6462
16	1.88	18.2813	7.5024	14.1511
17	2.00	19.5000	9.4406	16.8987
18	2.13	20.7188	11.7369	19.8820
19	2.25	21.9375	14.4206	23.0940
20	2.38	23.1563	17.5197	26.5290
21	2.50	24.3750	21.0608	30.1492

## Sollecitazioni fondazione di valle

### Combinazione n°2

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.06	0.1218	4.0457
3	0.12	0.4838	8.0062
4	0.18	1.0808	11.8814
5	0.24	1.9078	15.6714
6	0.30	2.9597	19.3763
7	0.36	4.2313	22.9959
8	0.42	5.7175	26.5303
9	0.48	7.4132	29.9794
10	0.54	9.3263	33.9934
11	0.60	11.4940	38.2471

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 VARIANTE

OS 109 – Muri al KM 27+000 – Relazione tecnica e di Calcolo

## Sollecitazioni fondazione di monte

### Combinazione n°2

L'ascissa X(espressa in m) è considerata positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.19	-0.6981	-7.1353
3	0.38	-2.6302	-12.9889
4	0.57	-5.5527	-17.5607
5	0.76	-9.2221	-20.8510
6	0.95	-13.3949	-22.8595
7	1.14	-17.8277	-23.5958
8	1.33	-22.3005	-23.3444
9	1.52	-26.6445	-22.2386
10	1.71	-30.6971	-20.2781
11	1.90	-34.2960	-17.4632

## Armature e tensioni nei materiali del muro

### Combinazione n°2

L'ordinata Y(espressa in [m]) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

B	base della sezione espressa in [cm]
H	altezza della sezione espressa in [cm]
A <sub>fs</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [cmq]
A <sub>fi</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [cmq]
N <sub>u</sub>	sforzo normale ultimo espresso in [kN]
M <sub>u</sub>	momento ultimo espresso in [kNm]
CS	coefficiente sicurezza sezione
V <sub>Rcd</sub>	Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [kN]
V <sub>Rsd</sub>	Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [kN]
VRd	Resistenza al taglio, espresso in [kN]

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rsd</sub>
1	0.00	100, 30	5.65	5.65	0.00	0.00	1000.00	123.62	--	--
2	0.13	100, 30	5.65	5.65	4364.94	-12.92	3581.49	123.77	--	--
3	0.25	100, 30	5.65	5.65	4278.37	-52.35	1755.23	123.92	--	--
4	0.38	100, 30	5.65	5.65	4101.63	-132.87	1121.81	124.07	--	--
5	0.50	100, 30	5.65	5.65	3119.16	-197.06	639.83	124.22	--	--
6	0.63	100, 30	5.65	5.65	2459.72	-216.77	403.65	124.37	--	--
7	0.75	100, 30	5.65	5.65	2084.42	-219.61	285.05	124.53	--	--
8	0.88	100, 30	5.65	5.65	1763.12	-210.75	206.67	124.68	--	--
9	1.00	100, 30	5.65	5.65	1465.83	-195.93	150.34	124.83	--	--
10	1.13	100, 30	5.65	5.65	1159.20	-174.18	105.68	124.98	--	--
11	1.25	100, 30	5.65	5.65	862.74	-148.91	70.79	125.13	--	--
12	1.38	100, 30	5.65	5.65	616.71	-125.11	46.00	125.28	--	--
13	1.50	100, 30	5.65	5.65	435.19	-105.15	29.76	125.43	--	--
14	1.63	100, 30	5.65	5.65	318.11	-91.97	20.08	125.58	--	--
15	1.75	100, 30	5.65	5.65	241.21	-83.31	14.14	125.73	--	--
16	1.88	100, 30	5.65	5.65	188.53	-77.37	10.31	125.89	--	--

**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 VARIANTE**

**OS 109 – Muri al KM 27+000 – Relazione tecnica e di Calcolo**

17	2.00	100, 30	15.71	11.31	364.46	-176.44	18.69	152.62	--	--
18	2.13	100, 30	10.05	5.65	203.41	-115.23	9.82	132.01	--	--
19	2.25	100, 30	10.05	5.65	169.88	-111.67	7.74	132.16	--	--
20	2.38	100, 30	10.05	5.65	143.96	-108.92	6.22	132.31	--	--
21	2.50	100, 30	10.05	5.65	123.55	-106.76	5.07	132.46	--	--

## Armature e tensioni nei materiali della fondazione

### Combinazione n°2

Simbologia adottata

B	base della sezione espressa in [cm]
H	altezza della sezione espressa in [cm]
A <sub>fi</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo inferiore in [cmq]
A <sub>fs</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo superiore in [cmq]
N <sub>u</sub>	sforzo normale ultimo espresso in [kN]
M <sub>u</sub>	momento ultimo espresso in [kNm]
CS	coefficiente sicurezza sezione
VRcd	Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [kN]
VRsd	Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [kN]
VRd	Resistenza al taglio, espresso in [kN]

### Fondazione di valle

(L'ascissa X, espressa in [m], è positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle)

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rsd</sub>
1	0.00	100, 50	10.05	0.00	0.00	0.00	1000.00	184.00	--	--
2	0.06	100, 50	10.05	0.00	0.00	5.33	43.75	184.00	--	--
3	0.12	100, 50	10.05	0.00	0.00	5.33	11.01	184.00	--	--
4	0.18	100, 50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	184.00	--	--
5	0.24	100, 50	10.05	10.05	0.00	169.66	88.93	184.00	--	--
6	0.30	100, 50	10.05	10.05	0.00	169.66	57.32	184.00	--	--
7	0.36	100, 50	20.11	10.05	0.00	169.83	40.14	184.00	--	--
8	0.42	100, 50	20.11	10.05	0.00	169.83	29.70	184.00	--	--
9	0.48	100, 50	10.05	10.05	0.00	169.66	22.89	184.00	--	--
10	0.54	100, 50	10.05	10.05	0.00	169.66	18.19	184.00	--	--
11	0.60	100, 50	10.05	10.05	0.00	169.66	14.76	184.00	--	--

### Fondazione di monte

(L'ascissa X, espressa in [m], è positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte)

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rsd</sub>
1	0.00	100, 50	0.00	0.00	0.00	0.00	1000.00	184.00	--	--
2	0.19	100, 50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	184.00	--	--
3	0.38	100, 50	10.05	10.05	0.00	-169.66	64.50	184.00	--	--
4	0.57	100, 50	10.05	10.05	0.00	-169.66	30.55	212.60	--	--
5	0.76	100, 50	10.05	10.05	0.00	-169.66	18.40	212.60	--	--
6	0.95	100, 50	10.05	10.05	0.00	-169.66	12.67	184.00	--	--
7	1.14	100, 50	10.05	10.05	0.00	-169.66	9.52	184.00	--	--
8	1.33	100, 50	10.05	10.05	0.00	-169.66	7.61	184.00	--	--
9	1.52	100, 50	10.05	10.05	0.00	-169.66	6.37	184.00	--	--

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 VARIANTE

OS 109 – Muri al KM 27+000 – Relazione tecnica e di Calcolo

10	1.71	100, 50	10.05	10.05	0.00	-169.66	5.53	184.00	--	--
11	1.90	100, 50	10.05	10.05	0.00	-169.66	4.95	184.00	--	--

Verifica sperone di fondazione

Base sezione B= 100 cm Altezza sezione H=50 [cm]

$A_{R1}=10.05$  [cmq]  $A_{R2}=10.05$  [cmq]

Sollecitazioni M=26.196 [kNm] T=78.549 [kN]

Momento ultimo sezione  $M_u = 169.6602$  [kNm]

Coeff.sicurezza sezione = 6.48



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 VARIANTE

OS 109 – Muri al KM 27+000 – Relazione tecnica e di Calcolo

COMBINAZIONE n°3

**Peso muro favorevole e Peso terrapieno sfavorevole**

Valore della spinta statica	81.5965	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	78.5486	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	22.0934	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 1.90	[m]	Y = -1.73	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	15.71	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	43.32	[°]		
Punto d'applicazione della spinta della falda	X = 1.90	[m]	Y = -3.00	[m]
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	130.6588	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0.98	[m]	Y = -1.17	[m]

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	78.5486	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	224.1401	[kN]
Resistenza passiva a valle del muro	-17.9368	[kN]
Resistenza passiva dente di fondazione	-11.3428	[kN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	224.1401	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	78.5486	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0.17	[m]
Lunghezza fondazione reagente	2.80	[m]
Risultante in fondazione	237.5051	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	19.31	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	37.4899	[kNm]
Carico ultimo della fondazione	558.6211	[kN]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	2.80	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	108.74	[kPa]
Tensione terreno allo spigolo di monte	51.36	[kPa]

Fattori per il calcolo della capacità portante

<b>Coeff. capacità portante</b>	$N_c = 19.32$	$N_q = 9.60$	$N_\gamma = 5.72$
<b>Fattori forma</b>	$s_c = 1.00$	$s_q = 1.00$	$s_\gamma = 1.00$
<b>Fattori inclinazione</b>	$i_c = 0.62$	$i_q = 0.62$	$i_\gamma = 0.04$
<b>Fattori profondità</b>	$d_c = 1.14$	$d_q = 1.07$	$d_\gamma = 1.07$
I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.			
	$N'_c = 13.53$	$N'_q = 6.32$	$N'_\gamma = 0.23$

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	1.31
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	2.49

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 VARIANTE

OS 109 – Muri al KM 27+000 – Relazione tecnica e di Calcolo

## Sollecitazioni paramento

### Combinazione n°3

L'ordinata Y (espressa in m) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in kNm

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN

Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in kN

Nr.	Y	N	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000	0.0000
2	0.13	0.9375	0.0036	0.0866
3	0.25	1.8750	0.0298	0.3880
4	0.38	2.8125	0.1184	1.1008
5	0.50	3.7500	0.3080	1.7926
6	0.63	4.6875	0.5370	1.8432
7	0.75	5.6250	0.7704	1.9087
8	0.88	6.5625	1.0197	2.1052
9	1.00	7.5000	1.3032	2.4651
10	1.13	8.4375	1.6481	3.1261
11	1.25	9.3750	2.1036	4.2309
12	1.38	10.3125	2.7197	5.6740
13	1.50	11.2500	3.5338	7.3981
14	1.63	12.1875	4.5804	9.3922
15	1.75	13.1250	5.8927	11.6462
16	1.88	14.0625	7.5024	14.1511
17	2.00	15.0000	9.4406	16.8987
18	2.13	15.9375	11.7369	19.8820
19	2.25	16.8750	14.4206	23.0940
20	2.38	17.8125	17.5197	26.5290
21	2.50	18.7500	21.0608	30.1492

## Sollecitazioni fondazione di valle

### Combinazione n°3

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.06	0.1158	3.8488
3	0.12	0.4604	7.6238
4	0.18	1.0292	11.3250
5	0.24	1.8179	14.9525
6	0.30	2.8220	18.5062
7	0.36	4.0372	21.9861
8	0.42	5.4589	25.3922
9	0.48	7.0828	28.7246
10	0.54	8.9144	32.4831
11	0.60	10.9818	36.4179

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 VARIANTE

OS 109 – Muri al KM 27+000 – Relazione tecnica e di Calcolo

## Sollecitazioni fondazione di monte

### Combinazione n°3

L'ascissa X(espressa in m) è considerata positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.19	-0.6698	-6.8564
3	0.38	-2.5315	-12.5457
4	0.57	-5.3633	-17.0681
5	0.76	-8.9435	-20.4236
6	0.95	-13.0504	-22.6120
7	1.14	-17.4623	-23.6429
8	1.33	-21.9811	-23.8009
9	1.52	-26.4597	-23.2190
10	1.71	-30.7575	-21.8973
11	1.90	-34.7339	-19.8358

## Armature e tensioni nei materiali del muro

### Combinazione n°3

L'ordinata Y(espressa in [m]) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

B	base della sezione espressa in [cm]
H	altezza della sezione espressa in [cm]
A <sub>fs</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [cmq]
A <sub>fi</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [cmq]
N <sub>u</sub>	sforzo normale ultimo espresso in [kN]
M <sub>u</sub>	momento ultimo espresso in [kNm]
CS	coefficiente sicurezza sezione
VR <sub>cd</sub>	Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [kN]
VR <sub>sd</sub>	Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [kN]
VR <sub>d</sub>	Resistenza al taglio, espresso in [kN]

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	VR <sub>d</sub>	VR <sub>cd</sub>	VR <sub>sd</sub>
1	0.00	100, 30	5.65	5.65	0.00	0.00	1000.00	123.62	--	--
2	0.13	100, 30	5.65	5.65	4356.50	-16.76	4646.94	123.73	--	--
3	0.25	100, 30	5.65	5.65	4245.06	-67.53	2264.03	123.85	--	--
4	0.38	100, 30	5.65	5.65	3781.00	-159.23	1344.36	123.97	--	--
5	0.50	100, 30	5.65	5.65	2605.28	-213.98	694.74	124.08	--	--
6	0.63	100, 30	5.65	5.65	1868.03	-214.02	398.51	124.20	--	--
7	0.75	100, 30	5.65	5.65	1393.50	-190.86	247.73	124.32	--	--
8	0.88	100, 30	5.65	5.65	1075.17	-167.07	163.84	124.43	--	--
9	1.00	100, 30	5.65	5.65	849.71	-147.65	113.30	124.55	--	--
10	1.13	100, 30	5.65	5.65	663.81	-129.66	78.67	124.66	--	--
11	1.25	100, 30	5.65	5.65	502.35	-112.72	53.58	124.78	--	--
12	1.38	100, 30	5.65	5.65	371.54	-97.99	36.03	124.90	--	--
13	1.50	100, 30	5.65	5.65	278.62	-87.52	24.77	125.01	--	--
14	1.63	100, 30	5.65	5.65	213.29	-80.16	17.50	125.13	--	--
15	1.75	100, 30	5.65	5.65	166.91	-74.94	12.72	125.25	--	--
16	1.88	100, 30	5.65	5.65	133.38	-71.16	9.48	125.36	--	--

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 VARIANTE

OS 109 – Muri al KM 27+000 – Relazione tecnica e di Calcolo

17	2.00	100, 30	15.71	11.31	264.66	-166.57	17.64	152.06	--	--
18	2.13	100, 30	10.05	5.65	148.57	-109.41	9.32	131.41	--	--
19	2.25	100, 30	10.05	5.65	125.12	-106.92	7.41	131.53	--	--
20	2.38	100, 30	10.05	5.65	106.72	-104.97	5.99	131.65	--	--
21	2.50	100, 30	10.05	5.65	92.07	-103.41	4.91	131.76	--	--

## Armature e tensioni nei materiali della fondazione

### Combinazione n°3

Simbologia adottata

B	base della sezione espressa in [cm]
H	altezza della sezione espressa in [cm]
A <sub>fi</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo inferiore in [cmq]
A <sub>fs</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo superiore in [cmq]
N <sub>u</sub>	sforzo normale ultimo espresso in [kN]
M <sub>u</sub>	momento ultimo espresso in [kNm]
CS	coefficiente sicurezza sezione
VRcd	Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [kN]
VRsd	Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [kN]
VRd	Resistenza al taglio, espresso in [kN]

### Fondazione di valle

(L'ascissa X, espressa in [m], è positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle)

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rs</sub>
1	0.00	100, 50	10.05	0.00	0.00	0.00	1000.00	184.00	--	--
2	0.06	100, 50	10.05	0.00	0.00	5.33	46.00	184.00	--	--
3	0.12	100, 50	10.05	0.00	0.00	5.33	11.57	184.00	--	--
4	0.18	100, 50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	184.00	--	--
5	0.24	100, 50	10.05	10.05	0.00	169.66	93.33	184.00	--	--
6	0.30	100, 50	10.05	10.05	0.00	169.66	60.12	184.00	--	--
7	0.36	100, 50	20.11	10.05	0.00	169.83	42.07	184.00	--	--
8	0.42	100, 50	20.11	10.05	0.00	169.83	31.11	184.00	--	--
9	0.48	100, 50	10.05	10.05	0.00	169.66	23.95	184.00	--	--
10	0.54	100, 50	10.05	10.05	0.00	169.66	19.03	184.00	--	--
11	0.60	100, 50	10.05	10.05	0.00	169.66	15.45	184.00	--	--

### Fondazione di monte

(L'ascissa X, espressa in [m], è positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte)

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rs</sub>
1	0.00	100, 50	0.00	0.00	0.00	0.00	1000.00	184.00	--	--
2	0.19	100, 50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	184.00	--	--
3	0.38	100, 50	10.05	10.05	0.00	-169.66	67.02	184.00	--	--
4	0.57	100, 50	10.05	10.05	0.00	-169.66	31.63	212.60	--	--
5	0.76	100, 50	10.05	10.05	0.00	-169.66	18.97	212.60	--	--
6	0.95	100, 50	10.05	10.05	0.00	-169.66	13.00	184.00	--	--
7	1.14	100, 50	10.05	10.05	0.00	-169.66	9.72	184.00	--	--
8	1.33	100, 50	10.05	10.05	0.00	-169.66	7.72	184.00	--	--

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 VARIANTE

OS 109 – Muri al KM 27+000 – Relazione tecnica e di Calcolo

9	1.52	100, 50	10.05	10.05	0.00	-169.66	6.41	184.00	--	--
10	1.71	100, 50	10.05	10.05	0.00	-169.66	5.52	184.00	--	--
11	1.90	100, 50	10.05	10.05	0.00	-169.66	4.88	184.00	--	--

Verifica sperone di fondazione

Base sezione B= 100 cm Altezza sezione H=50 [cm]

$A_{ri}=10.05$  [cmq]  $A_{rs}=10.05$  [cmq]

Sollecitazioni M=26.196 [kNm] T=78.549 [kN]

Momento ultimo sezione  $M_u = 169.6602$  [kNm]

Coeff.sicurezza sezione = 6.48

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 VARIANTE

OS 109 – Muri al KM 27+000 – Relazione tecnica e di Calcolo

COMBINAZIONE n°4

**Peso muro sfavorevole e Peso terrapieno favorevole**

Valore della spinta statica	81.5965	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	78.5486	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	22.0934	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 1.90	[m]	Y = -1.73	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	15.71	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	43.32	[°]		
Punto d'applicazione della spinta della falda	X = 1.90	[m]	Y = -3.00	[m]
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	100.5067	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0.98	[m]	Y = -1.17	[m]

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	78.5486	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	209.3601	[kN]
Resistenza passiva a valle del muro	-17.9368	[kN]
Resistenza passiva dente di fondazione	-11.3428	[kN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	209.3601	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	78.5486	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0.26	[m]
Lunghezza fondazione reagente	2.80	[m]
Risultante in fondazione	223.6102	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	20.57	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	54.9437	[kNm]
Carico ultimo della fondazione	494.1506	[kN]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	2.80	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	116.82	[kPa]
Tensione terreno allo spigolo di monte	32.72	[kPa]

Fattori per il calcolo della capacità portante

<b>Coeff. capacità portante</b>	$N_c = 19.32$	$N_q = 9.60$	$N_\gamma = 5.72$
<b>Fattori forma</b>	$s_c = 1.00$	$s_q = 1.00$	$s_\gamma = 1.00$
<b>Fattori inclinazione</b>	$i_c = 0.60$	$i_q = 0.60$	$i_\gamma = 0.02$
<b>Fattori profondità</b>	$d_c = 1.14$	$d_q = 1.07$	$d_\gamma = 1.07$
I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.	$N'_c = 13.06$	$N'_q = 6.10$	$N'_\gamma = 0.12$

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	1.25
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	2.36

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 VARIANTE

OS 109 – Muri al KM 27+000 – Relazione tecnica e di Calcolo

## Sollecitazioni paramento

### Combinazione n° 4

L'ordinata Y (espressa in m) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in kNm

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN

Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in kN

Nr.	Y	N	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000	0.0000
2	0.13	1.2187	0.0036	0.0866
3	0.25	2.4375	0.0298	0.3880
4	0.38	3.6562	0.1184	1.1008
5	0.50	4.8750	0.3080	1.7926
6	0.63	6.0938	0.5370	1.8432
7	0.75	7.3125	0.7704	1.9087
8	0.88	8.5313	1.0197	2.1052
9	1.00	9.7500	1.3032	2.4651
10	1.13	10.9688	1.6481	3.1261
11	1.25	12.1875	2.1036	4.2309
12	1.38	13.4062	2.7197	5.6740
13	1.50	14.6250	3.5338	7.3981
14	1.63	15.8438	4.5804	9.3922
15	1.75	17.0625	5.8927	11.6462
16	1.88	18.2813	7.5024	14.1511
17	2.00	19.5000	9.4406	16.8987
18	2.13	20.7188	11.7369	19.8820
19	2.25	21.9375	14.4206	23.0940
20	2.38	23.1563	17.5197	26.5290
21	2.50	24.3750	21.0608	30.1492

## Sollecitazioni fondazione di valle

### Combinazione n° 4

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.06	0.1165	3.8664
3	0.12	0.4618	7.6246
4	0.18	1.0293	11.2747
5	0.24	1.8126	14.8167
6	0.30	2.8052	18.2505
7	0.36	4.0005	21.5762
8	0.42	5.3921	24.7938
9	0.48	6.9736	27.9033
10	0.54	8.7514	31.5547
11	0.60	10.7612	35.4229

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 VARIANTE

OS 109 – Muri al KM 27+000 – Relazione tecnica e di Calcolo

## Sollecitazioni fondazione di monte

### Combinazione n°4

L'ascissa X(espressa in m) è considerata positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.19	-1.0630	-10.9375
3	0.38	-4.0605	-20.3636
4	0.57	-8.7054	-28.2783
5	0.76	-14.7105	-34.6815
6	0.95	-21.7887	-39.5734
7	1.14	-29.6528	-42.9632
8	1.33	-38.0394	-45.1358
9	1.52	-46.7357	-46.2240
10	1.71	-55.5358	-46.2280
11	1.90	-64.2337	-45.1477

## Armature e tensioni nei materiali del muro

### Combinazione n°4

L'ordinata Y(espressa in [m]) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

B	base della sezione espressa in [cm]
H	altezza della sezione espressa in [cm]
A <sub>fs</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [cmq]
A <sub>fi</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [cmq]
N <sub>u</sub>	sforzo normale ultimo espresso in [kN]
M <sub>u</sub>	momento ultimo espresso in [kNm]
CS	coefficiente sicurezza sezione
VR <sub>cd</sub>	Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [kN]
VR <sub>sd</sub>	Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [kN]
VR <sub>d</sub>	Resistenza al taglio, espresso in [kN]

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	VR <sub>d</sub>	VR <sub>cd</sub>	VR <sub>sd</sub>
1	0.00	100, 30	5.65	5.65	0.00	0.00	1000.00	123.62	--	--
2	0.13	100, 30	5.65	5.65	4364.94	-12.92	3581.49	123.77	--	--
3	0.25	100, 30	5.65	5.65	4278.37	-52.35	1755.23	123.92	--	--
4	0.38	100, 30	5.65	5.65	4101.63	-132.87	1121.81	124.07	--	--
5	0.50	100, 30	5.65	5.65	3119.16	-197.06	639.83	124.22	--	--
6	0.63	100, 30	5.65	5.65	2459.72	-216.77	403.65	124.37	--	--
7	0.75	100, 30	5.65	5.65	2084.42	-219.61	285.05	124.53	--	--
8	0.88	100, 30	5.65	5.65	1763.12	-210.75	206.67	124.68	--	--
9	1.00	100, 30	5.65	5.65	1465.83	-195.93	150.34	124.83	--	--
10	1.13	100, 30	5.65	5.65	1159.20	-174.18	105.68	124.98	--	--
11	1.25	100, 30	5.65	5.65	862.74	-148.91	70.79	125.13	--	--
12	1.38	100, 30	5.65	5.65	616.71	-125.11	46.00	125.28	--	--
13	1.50	100, 30	5.65	5.65	435.19	-105.15	29.76	125.43	--	--
14	1.63	100, 30	5.65	5.65	318.11	-91.97	20.08	125.58	--	--
15	1.75	100, 30	5.65	5.65	241.21	-83.31	14.14	125.73	--	--
16	1.88	100, 30	5.65	5.65	188.53	-77.37	10.31	125.89	--	--



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 VARIANTE

OS 109 – Muri al KM 27+000 – Relazione tecnica e di Calcolo

17	2.00	100, 30	15.71	11.31	364.46	-176.44	18.69	152.62	--	--
18	2.13	100, 30	10.05	5.65	203.41	-115.23	9.82	132.01	--	--
19	2.25	100, 30	10.05	5.65	169.88	-111.67	7.74	132.16	--	--
20	2.38	100, 30	10.05	5.65	143.96	-108.92	6.22	132.31	--	--
21	2.50	100, 30	10.05	5.65	123.55	-106.76	5.07	132.46	--	--

## Armature e tensioni nei materiali della fondazione

### Combinazione n° 4

Simbologia adottata

B	base della sezione espressa in [cm]
H	altezza della sezione espressa in [cm]
$A_{fi}$	area di armatura in corrispondenza del lembo inferiore in [cmq]
$A_{fs}$	area di armatura in corrispondenza del lembo superiore in [cmq]
$N_u$	sforzo normale ultimo espresso in [kN]
$M_u$	momento ultimo espresso in [kNm]
CS	coefficiente sicurezza sezione
$V_{Rcd}$	Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [kN]
$V_{Rsd}$	Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [kN]
VRd	Resistenza al taglio, espresso in [kN]

### Fondazione di valle

(L'ascissa X, espressa in [m], è positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle)

Nr.	Y	B, H	$A_{fs}$	$A_{fi}$	$N_u$	$M_u$	CS	$V_{Rd}$	$V_{Rcd}$	$V_{Rsd}$
1	0.00	100, 50	10.05	0.00	0.00	0.00	1000.00	184.00	--	--
2	0.06	100, 50	10.05	0.00	0.00	5.33	45.73	184.00	--	--
3	0.12	100, 50	10.05	0.00	0.00	5.33	11.54	184.00	--	--
4	0.18	100, 50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	184.00	--	--
5	0.24	100, 50	10.05	10.05	0.00	169.66	93.60	184.00	--	--
6	0.30	100, 50	10.05	10.05	0.00	169.66	60.48	184.00	--	--
7	0.36	100, 50	20.11	10.05	0.00	169.83	42.45	184.00	--	--
8	0.42	100, 50	20.11	10.05	0.00	169.83	31.50	184.00	--	--
9	0.48	100, 50	10.05	10.05	0.00	169.66	24.33	184.00	--	--
10	0.54	100, 50	10.05	10.05	0.00	169.66	19.39	184.00	--	--
11	0.60	100, 50	10.05	10.05	0.00	169.66	15.77	184.00	--	--

### Fondazione di monte

(L'ascissa X, espressa in [m], è positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte)

Nr.	Y	B, H	$A_{fs}$	$A_{fi}$	$N_u$	$M_u$	CS	$V_{Rd}$	$V_{Rcd}$	$V_{Rsd}$
1	0.00	100, 50	0.00	0.00	0.00	0.00	1000.00	184.00	--	--
2	0.19	100, 50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	184.00	--	--
3	0.38	100, 50	10.05	10.05	0.00	-169.66	41.78	184.00	--	--
4	0.57	100, 50	10.05	10.05	0.00	-169.66	19.49	212.60	--	--
5	0.76	100, 50	10.05	10.05	0.00	-169.66	11.53	212.60	--	--
6	0.95	100, 50	10.05	10.05	0.00	-169.66	7.79	184.00	--	--
7	1.14	100, 50	10.05	10.05	0.00	-169.66	5.72	184.00	--	--

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 VARIANTE

OS 109 – Muri al KM 27+000 – Relazione tecnica e di Calcolo

8	1.33	100, 50	10.05	10.05	0.00	-169.66	4.46	184.00	--	--
9	1.52	100, 50	10.05	10.05	0.00	-169.66	3.63	184.00	--	--
10	1.71	100, 50	10.05	10.05	0.00	-169.66	3.05	184.00	--	--
11	1.90	100, 50	10.05	10.05	0.00	-169.66	2.64	184.00	--	--

Verifica sperone di fondazione

Base sezione B= 100 cm Altezza sezione H=50 [cm]

$A_{ri}=10.05$  [cmq]  $A_{rs}=10.05$  [cmq]

Sollecitazioni M=26.196 [kNm] T=78.549 [kN]

Momento ultimo sezione  $M_u = 169.6602$  [kNm]

Coeff.sicurezza sezione = 6.48

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 VARIANTE**

**OS 109 – Muri al KM 27+000 – Relazione tecnica e di Calcolo**

COMBINAZIONE n°5

Valore della spinta statica	87.2565	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	85.1356	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	19.1212	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 1.90	[m]	Y = -1.69	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	12.66	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	40.02	[°]		
Punto d'applicazione della spinta della falda	X = 1.90	[m]	Y = -3.00	[m]
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	90.4561	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0.98	[m]	Y = -1.17	[m]

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	85.1356	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	171.4613	[kN]
Resistenza passiva a valle del muro	-13.6838	[kN]
Resistenza passiva dente di fondazione	-8.5863	[kN]
Momento ribaltante rispetto allo spigolo a valle	111.1483	[kNm]
Momento stabilizzante rispetto allo spigolo a valle	284.3018	[kNm]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	171.4613	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	85.1356	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0.39	[m]
Lunghezza fondazione reagente	2.80	[m]
Risultante in fondazione	191.4342	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	26.41	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	66.8923	[kNm]

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a ribaltamento	2.56
--	------

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 VARIANTE

OS 109 – Muri al KM 27+000 – Relazione tecnica e di Calcolo

COMBINAZIONE n°7

Valore della spinta statica	58.1640	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	55.9955	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	15.7339	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 1.90	[m]	Y = -1.75	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	15.69	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	43.82	[°]		
Incremento sismico della spinta	5.7496	[kN]		
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 1.90	[m]	Y = -1.75	[m]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	41.63	[°]		
Punto d'applicazione della spinta della falda	X = 1.90	[m]	Y = -3.00	[m]
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	100.5067	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0.98	[m]	Y = -1.17	[m]
Inerzia del muro	2.3124	[kN]		
Inerzia verticale del muro	-1.1562	[kN]		
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	3.8735	[kN]		
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	-1.9368	[kN]		

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	68.0543	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	183.4629	[kN]
Resistenza passiva a valle del muro	-17.9368	[kN]
Resistenza passiva dente di fondazione	-11.3428	[kN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	183.4629	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	68.0543	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0.23	[m]
Lunghezza fondazione reagente	2.80	[m]
Risultante in fondazione	195.6784	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	20.35	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	42.7122	[kNm]
Carico ultimo della fondazione	510.6472	[kN]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	2.80	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	98.21	[kPa]
Tensione terreno allo spigolo di monte	32.83	[kPa]

Fattori per il calcolo della capacità portante

<b>Coeff. capacità portante</b>	$N_c = 19.32$	$N_q = 9.60$	$N_\gamma = 5.72$
<b>Fattori forma</b>	$s_c = 1.00$	$s_q = 1.00$	$s_\gamma = 1.00$
<b>Fattori inclinazione</b>	$i_c = 0.60$	$i_q = 0.60$	$i_\gamma = 0.02$
<b>Fattori profondità</b>	$d_c = 1.14$	$d_q = 1.07$	$d_\gamma = 1.07$
I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.			
	$N'_c = 13.14$	$N'_q = 6.14$	$N'_\gamma = 0.14$

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 VARIANTE

OS 109 – Muri al KM 27+000 – Relazione tecnica e di Calcolo

### COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	1.34
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	2.78

## Sollecitazioni paramento

### Combinazione n° 7

L'ordinata Y (espressa in m) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in kNm

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN

Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in kN

Nr.	Y	N	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000	0.0000
2	0.13	0.9375	0.0058	0.1200
3	0.25	1.8750	0.0379	0.4480
4	0.38	2.8125	0.1350	1.1743
5	0.50	3.7500	0.3344	1.8804
6	0.63	4.6875	0.5763	1.9591
7	0.75	5.6250	0.8235	1.9953
8	0.88	6.5625	1.0761	2.0553
9	1.00	7.5000	1.3414	2.2099
10	1.13	8.4375	1.6342	2.4983
11	1.25	9.3750	1.9724	2.9466
12	1.38	10.3125	2.3875	3.7811
13	1.50	11.2500	2.9408	5.1453
14	1.63	12.1875	3.6876	6.8490
15	1.75	13.1250	4.6639	8.8140
16	1.88	14.0625	5.9015	11.0286
17	2.00	15.0000	7.4311	13.4838
18	2.13	15.9375	9.2822	16.1716
19	2.25	16.8750	11.4834	19.0847
20	2.38	17.8125	14.0624	22.2166
21	2.50	18.7500	17.0453	25.5299

## Sollecitazioni fondazione di valle

### Combinazione n° 7

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.06	0.1047	3.4746
3	0.12	0.4153	6.8651
4	0.18	0.9268	10.1716
5	0.24	1.6342	13.3941
6	0.30	2.5324	16.5324

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 VARIANTE

OS 109 – Muri al KM 27+000 – Relazione tecnica e di Calcolo

7	0.36	3.6164	19.5868
8	0.42	4.8811	22.5570
9	0.48	6.3216	25.4432
10	0.54	7.9426	28.7454
11	0.60	9.7718	32.2135

## Sollecitazioni fondazione di monte

### Combinazione n° 7

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.19	-0.6791	-6.9530
3	0.38	-2.5680	-12.7346
4	0.57	-5.4440	-17.3447
5	0.76	-9.0847	-20.7833
6	0.95	-13.2675	-23.0505
7	1.14	-17.7698	-24.1535
8	1.33	-22.3873	-24.3112
9	1.52	-26.9547	-23.6260
10	1.71	-31.3118	-22.0979
11	1.90	-35.2985	-19.7270

## Armature e tensioni nei materiali del muro

### Combinazione n° 7

L'ordinata Y (espressa in [m]) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

B	base della sezione espressa in [cm]
H	altezza della sezione espressa in [cm]
A <sub>fs</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [cmq]
A <sub>fi</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [cmq]
N <sub>u</sub>	sforzo normale ultimo espresso in [kN]
M <sub>u</sub>	momento ultimo espresso in [kNm]
CS	coefficiente sicurezza sezione
VR <sub>cd</sub>	Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [kN]
VR <sub>sd</sub>	Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [kN]
VR <sub>d</sub>	Resistenza al taglio, espresso in [kN]

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rsd</sub>
1	0.00	100, 30	5.65	5.65	0.00	0.00	1000.00	123.62	--	--
2	0.13	100, 30	5.65	5.65	4334.92	-26.59	4623.92	123.73	--	--
3	0.25	100, 30	5.65	5.65	4206.56	-85.07	2243.50	123.85	--	--
4	0.38	100, 30	5.65	5.65	3587.89	-172.24	1275.69	123.97	--	--
5	0.50	100, 30	5.65	5.65	2436.10	-217.23	649.63	124.08	--	--
6	0.63	100, 30	5.65	5.65	1681.72	-206.77	358.77	124.20	--	--
7	0.75	100, 30	5.65	5.65	1220.43	-178.67	216.97	124.32	--	--
8	0.88	100, 30	5.65	5.65	958.88	-157.24	146.11	124.43	--	--

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 VARIANTE**

**OS 109 – Muri al KM 27+000 – Relazione tecnica e di Calcolo**

9	1.00	100, 30	5.65	5.65	797.06	-142.56	106.28	124.55	--	--
10	1.13	100, 30	5.65	5.65	675.13	-130.76	80.01	124.66	--	--
11	1.25	100, 30	5.65	5.65	574.24	-120.82	61.25	124.78	--	--
12	1.38	100, 30	5.65	5.65	472.23	-109.33	45.79	124.90	--	--
13	1.50	100, 30	5.65	5.65	377.33	-98.64	33.54	125.01	--	--
14	1.63	100, 30	5.65	5.65	295.55	-89.43	24.25	125.13	--	--
15	1.75	100, 30	5.65	5.65	231.29	-82.19	17.62	125.25	--	--
16	1.88	100, 30	5.65	5.65	182.84	-76.73	13.00	125.36	--	--
17	2.00	100, 30	15.71	11.31	354.09	-175.42	23.61	152.06	--	--
18	2.13	100, 30	10.05	5.65	196.61	-114.51	12.34	131.41	--	--
19	2.25	100, 30	10.05	5.65	163.04	-110.94	9.66	131.53	--	--
20	2.38	100, 30	10.05	5.65	137.04	-108.19	7.69	131.65	--	--
21	2.50	100, 30	10.05	5.65	116.62	-106.02	6.22	131.76	--	--

## Armature e tensioni nei materiali della fondazione

### Combinazione n°7

Simbologia adottata

B	base della sezione espressa in [cm]
H	altezza della sezione espressa in [cm]
A <sub>fi</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo inferiore in [cmq]
A <sub>fs</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo superiore in [cmq]
N <sub>u</sub>	sforzo normale ultimo espresso in [kN]
M <sub>u</sub>	momento ultimo espresso in [kNm]
CS	coefficiente sicurezza sezione
V <sub>Rcd</sub>	Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [kN]
V <sub>Rsd</sub>	Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [kN]
V <sub>Rd</sub>	Resistenza al taglio, espresso in [kN]

### Fondazione di valle

(L'ascissa X, espressa in [m], è positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle)

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rsd</sub>
1	0.00	100, 50	10.05	0.00	0.00	0.00	1000.00	184.00	--	--
2	0.06	100, 50	10.05	0.00	0.00	5.33	50.91	184.00	--	--
3	0.12	100, 50	10.05	0.00	0.00	5.33	12.83	184.00	--	--
4	0.18	100, 50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	184.00	--	--
5	0.24	100, 50	10.05	10.05	0.00	169.66	103.82	184.00	--	--
6	0.30	100, 50	10.05	10.05	0.00	169.66	67.00	184.00	--	--
7	0.36	100, 50	20.11	10.05	0.00	169.83	46.96	184.00	--	--
8	0.42	100, 50	20.11	10.05	0.00	169.83	34.79	184.00	--	--
9	0.48	100, 50	10.05	10.05	0.00	169.66	26.84	184.00	--	--
10	0.54	100, 50	10.05	10.05	0.00	169.66	21.36	184.00	--	--
11	0.60	100, 50	10.05	10.05	0.00	169.66	17.36	184.00	--	--

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 VARIANTE

OS 109 – Muri al KM 27+000 – Relazione tecnica e di Calcolo

Fondazione di monte

(L'ascissa X, espressa in [m], è positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte)

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rsd</sub>
1	0.00	100, 50	0.00	0.00	0.00	0.00	1000.00	184.00	--	--
2	0.19	100, 50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	184.00	--	--
3	0.38	100, 50	10.05	10.05	0.00	-169.66	66.07	184.00	--	--
4	0.57	100, 50	10.05	10.05	0.00	-169.66	31.16	212.60	--	--
5	0.76	100, 50	10.05	10.05	0.00	-169.66	18.68	212.60	--	--
6	0.95	100, 50	10.05	10.05	0.00	-169.66	12.79	184.00	--	--
7	1.14	100, 50	10.05	10.05	0.00	-169.66	9.55	184.00	--	--
8	1.33	100, 50	10.05	10.05	0.00	-169.66	7.58	184.00	--	--
9	1.52	100, 50	10.05	10.05	0.00	-169.66	6.29	184.00	--	--
10	1.71	100, 50	10.05	10.05	0.00	-169.66	5.42	184.00	--	--
11	1.90	100, 50	10.05	10.05	0.00	-169.66	4.81	184.00	--	--

Verifica sperone di fondazione

Base sezione B= 100 cm Altezza sezione H=50 [cm]

A<sub>fi</sub>=10.05 [cmq] A<sub>fs</sub>=10.05 [cmq]

Sollecitazioni M=22.696 [kNm] T=68.054 [kN]

Momento ultimo sezione M<sub>u</sub> = 169.6602 [kNm]

Coeff.sicurezza sezione = 7.48



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 VARIANTE

OS 109 – Muri al KM 27+000 – Relazione tecnica e di Calcolo

COMBINAZIONE n°8

Valore della spinta statica	58.1640	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	55.9955	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	15.7339	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 1.90	[m]	Y = -1.75	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	15.69	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	43.82	[°]		
Incremento sismico della spinta	8.7777	[kN]		
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 1.90	[m]	Y = -1.75	[m]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	41.63	[°]		
Punto d'applicazione della spinta della falda	X = 1.90	[m]	Y = -3.00	[m]
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	100.5067	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0.98	[m]	Y = -1.17	[m]
Inerzia del muro	2.3124	[kN]		
Inerzia verticale del muro	1.1562	[kN]		
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	3.8735	[kN]		
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	1.9368	[kN]		

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	70.9695	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	190.4680	[kN]
Resistenza passiva a valle del muro	-17.9368	[kN]
Resistenza passiva dente di fondazione	-11.3428	[kN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	190.4680	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	70.9695	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0.23	[m]
Lunghezza fondazione reagente	2.80	[m]
Risultante in fondazione	203.2602	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	20.44	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	44.0873	[kNm]
Carico ultimo della fondazione	509.8045	[kN]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	2.80	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	101.76	[kPa]
Tensione terreno allo spigolo di monte	34.28	[kPa]

Fattori per il calcolo della capacità portante

<b>Coeff. capacità portante</b>	$N_c = 19.32$	$N_q = 9.60$	$N_\gamma = 5.72$
<b>Fattori forma</b>	$s_c = 1.00$	$s_q = 1.00$	$s_\gamma = 1.00$
<b>Fattori inclinazione</b>	$i_c = 0.60$	$i_q = 0.60$	$i_\gamma = 0.02$
<b>Fattori profondità</b>	$d_c = 1.14$	$d_q = 1.07$	$d_\gamma = 1.07$
I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.			
	$N'_c = 13.11$	$N'_q = 6.13$	$N'_\gamma = 0.13$

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 VARIANTE

OS 109 – Muri al KM 27+000 – Relazione tecnica e di Calcolo

### COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	1.31
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	2.68

## Sollecitazioni paramento

### Combinazione n° 8

L'ordinata Y (espressa in m) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in kNm

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN

Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in kN

Nr.	Y	N	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000	0.0000
2	0.13	0.9375	0.0059	0.1243
3	0.25	1.8750	0.0394	0.4673
4	0.38	2.8125	0.1409	1.2291
5	0.50	3.7500	0.3497	1.9696
6	0.63	4.6875	0.6030	2.0504
7	0.75	5.6250	0.8616	2.0866
8	0.88	6.5625	1.1257	2.1479
9	1.00	7.5000	1.4028	2.3085
10	1.13	8.4375	1.7087	2.6098
11	1.25	9.3750	2.0621	3.0793
12	1.38	10.3125	2.4960	3.9548
13	1.50	11.2500	3.0751	5.3872
14	1.63	12.1875	3.8573	7.1765
15	1.75	13.1250	4.8806	9.2404
16	1.88	14.0625	6.1784	11.5669
17	2.00	15.0000	7.7829	14.1463
18	2.13	15.9375	9.7251	16.9702
19	2.25	16.8750	12.0353	20.0310
20	2.38	17.8125	14.7425	23.3218
21	2.50	18.7500	17.8740	26.8033

## Sollecitazioni fondazione di valle

### Combinazione n° 8

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.06	0.1110	3.6865
3	0.12	0.4406	7.2862
4	0.18	0.9836	10.7992
5	0.24	1.7348	14.2254

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 VARIANTE**

**OS 109 – Muri al KM 27+000 – Relazione tecnica e di Calcolo**

6	0.30	2.6890	17.5649
7	0.36	3.8409	20.8176
8	0.42	5.1853	23.9835
9	0.48	6.7171	27.0627
10	0.54	8.4411	30.5551
11	0.60	10.3845	34.2107

## Sollecitazioni fondazione di monte

### Combinazione n° 8

L'ascissa X(espressa in m) è considerata positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.19	-0.6521	-6.6641
3	0.38	-2.4564	-12.1295
4	0.57	-5.1854	-16.3964
5	0.76	-8.6112	-19.4647
6	0.95	-12.5060	-21.3343
7	1.14	-16.6424	-22.0127
8	1.33	-20.8106	-21.7186
9	1.52	-24.8404	-20.5545
10	1.71	-28.5663	-18.5204
11	1.90	-31.8230	-15.6163

## Armature e tensioni nei materiali del muro

### Combinazione n° 8

L'ordinata Y(espressa in [m]) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

B	base della sezione espressa in [cm]
H	altezza della sezione espressa in [cm]
A <sub>fs</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [cmq]
A <sub>fi</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [cmq]
N <sub>u</sub>	sforzo normale ultimo espresso in [kN]
M <sub>u</sub>	momento ultimo espresso in [kNm]
CS	coefficiente sicurezza sezione
VR <sub>cd</sub>	Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [kN]
VR <sub>sd</sub>	Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [kN]
VR <sub>d</sub>	Resistenza al taglio, espresso in [kN]

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rsd</sub>
1	0.00	100, 30	5.65	5.65	0.00	0.00	1000.00	123.62	--	--
2	0.13	100, 30	5.65	5.65	4333.13	-27.41	4622.00	123.73	--	--
3	0.25	100, 30	5.65	5.65	4199.58	-88.25	2239.78	123.85	--	--
4	0.38	100, 30	5.65	5.65	3523.96	-176.55	1252.96	123.97	--	--
5	0.50	100, 30	5.65	5.65	2347.65	-218.92	626.04	124.08	--	--
6	0.63	100, 30	5.65	5.65	1559.65	-200.64	332.72	124.20	--	--
7	0.75	100, 30	5.65	5.65	1109.98	-170.01	197.33	124.32	--	--
8	0.88	100, 30	5.65	5.65	875.10	-150.11	133.35	124.43	--	--

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 VARIANTE**

**OS 109 – Muri al KM 27+000 – Relazione tecnica e di Calcolo**

9	1.00	100, 30	5.65	5.65	724.75	-135.56	96.63	124.55	--	--
10	1.13	100, 30	5.65	5.65	618.77	-125.31	73.34	124.66	--	--
11	1.25	100, 30	5.65	5.65	523.07	-115.05	55.79	124.78	--	--
12	1.38	100, 30	5.65	5.65	433.82	-105.00	42.07	124.90	--	--
13	1.50	100, 30	5.65	5.65	349.31	-95.48	31.05	125.01	--	--
14	1.63	100, 30	5.65	5.65	275.36	-87.15	22.59	125.13	--	--
15	1.75	100, 30	5.65	5.65	216.56	-80.53	16.50	125.25	--	--
16	1.88	100, 30	5.65	5.65	171.82	-75.49	12.22	125.36	--	--
17	2.00	100, 30	15.71	11.31	334.32	-173.46	22.29	152.06	--	--
18	2.13	100, 30	10.05	5.65	185.77	-113.36	11.66	131.41	--	--
19	2.25	100, 30	10.05	5.65	154.25	-110.01	9.14	131.53	--	--
20	2.38	100, 30	10.05	5.65	129.79	-107.42	7.29	131.65	--	--
21	2.50	100, 30	10.05	5.65	110.54	-105.37	5.90	131.76	--	--

## Armature e tensioni nei materiali della fondazione

### Combinazione n°8

Simbologia adottata

B	base della sezione espressa in [cm]
H	altezza della sezione espressa in [cm]
A <sub>fi</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo inferiore in [cmq]
A <sub>fs</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo superiore in [cmq]
N <sub>u</sub>	sforzo normale ultimo espresso in [kN]
M <sub>u</sub>	momento ultimo espresso in [kNm]
CS	coefficiente sicurezza sezione
V <sub>Rcd</sub>	Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [kN]
V <sub>Rsd</sub>	Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [kN]
V <sub>Rd</sub>	Resistenza al taglio, espresso in [kN]

### Fondazione di valle

(L'ascissa X, espressa in [m], è positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle)

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rsd</sub>
1	0.00	100, 50	10.05	0.00	0.00	0.00	1000.00	184.00	--	--
2	0.06	100, 50	10.05	0.00	0.00	5.33	47.99	184.00	--	--
3	0.12	100, 50	10.05	0.00	0.00	5.33	12.09	184.00	--	--
4	0.18	100, 50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	184.00	--	--
5	0.24	100, 50	10.05	10.05	0.00	169.66	97.80	184.00	--	--
6	0.30	100, 50	10.05	10.05	0.00	169.66	63.10	184.00	--	--
7	0.36	100, 50	20.11	10.05	0.00	169.83	44.22	184.00	--	--
8	0.42	100, 50	20.11	10.05	0.00	169.83	32.75	184.00	--	--
9	0.48	100, 50	10.05	10.05	0.00	169.66	25.26	184.00	--	--
10	0.54	100, 50	10.05	10.05	0.00	169.66	20.10	184.00	--	--
11	0.60	100, 50	10.05	10.05	0.00	169.66	16.34	184.00	--	--

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 VARIANTE

OS 109 – Muri al KM 27+000 – Relazione tecnica e di Calcolo

Fondazione di monte

(L'ascissa X, espressa in [m], è positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte)

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rsd</sub>
1	0.00	100, 50	0.00	0.00	0.00	0.00	1000.00	184.00	--	--
2	0.19	100, 50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	184.00	--	--
3	0.38	100, 50	10.05	10.05	0.00	-169.66	69.07	184.00	--	--
4	0.57	100, 50	10.05	10.05	0.00	-169.66	32.72	212.60	--	--
5	0.76	100, 50	10.05	10.05	0.00	-169.66	19.70	212.60	--	--
6	0.95	100, 50	10.05	10.05	0.00	-169.66	13.57	184.00	--	--
7	1.14	100, 50	10.05	10.05	0.00	-169.66	10.19	184.00	--	--
8	1.33	100, 50	10.05	10.05	0.00	-169.66	8.15	184.00	--	--
9	1.52	100, 50	10.05	10.05	0.00	-169.66	6.83	184.00	--	--
10	1.71	100, 50	10.05	10.05	0.00	-169.66	5.94	184.00	--	--
11	1.90	100, 50	10.05	10.05	0.00	-169.66	5.33	184.00	--	--

Verifica sperone di fondazione

Base sezione B= 100 cm Altezza sezione H=50 [cm]

A<sub>fi</sub>=10.05 [cmq] A<sub>fs</sub>=10.05 [cmq]

Sollecitazioni M=23.668 [kNm] T=70.969 [kN]

Momento ultimo sezione M<sub>u</sub> = 169.6602 [kNm]

Coeff.sicurezza sezione = 7.17

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 VARIANTE**

**OS 109 – Muri al KM 27+000 – Relazione tecnica e di Calcolo**

COMBINAZIONE n°9

Valore della spinta statica	77.6791	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	75.7921	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	17.0175	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 1.90	[m]	Y = -1.70	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	12.65	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	40.21	[°]		
Incremento sismico della spinta	6.6370	[kN]		
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 1.90	[m]	Y = -1.70	[m]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	37.65	[°]		
Punto d'applicazione della spinta della falda	X = 1.90	[m]	Y = -3.00	[m]
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	100.5067	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0.98	[m]	Y = -1.17	[m]
Inerzia del muro	2.3124	[kN]		
Inerzia verticale del muro	-1.1562	[kN]		
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	3.8735	[kN]		
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	-1.9368	[kN]		

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	88.7915	[kN]		
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	184.6452	[kN]		
Resistenza passiva a valle del muro	-15.2042	[kN]		
Resistenza passiva dente di fondazione	-9.3324	[kN]		
Momento ribaltante rispetto allo spigolo a valle	120.8725	[kNm]		
Momento stabilizzante rispetto allo spigolo a valle	308.1228	[kNm]		
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	184.6452	[kN]		
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	88.7915	[kN]		
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0.39	[m]		
Lunghezza fondazione reagente	2.80	[m]		
Risultante in fondazione	204.8848	[kN]		
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	25.68	[°]		
Momento rispetto al baricentro della fondazione	71.2531	[kNm]		

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a ribaltamento	2.55
--	------

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 VARIANTE**

**OS 109 – Muri al KM 27+000 – Relazione tecnica e di Calcolo**

COMBINAZIONE n°10

Valore della spinta statica	77.6791	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	75.7921	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	17.0175	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 1.90	[m]	Y = -1.70	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	12.65	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	40.21	[°]		
Incremento sismico della spinta	10.3514	[kN]		
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 1.90	[m]	Y = -1.70	[m]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	37.65	[°]		
Punto d'applicazione della spinta della falda	X = 1.90	[m]	Y = -3.00	[m]
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	100.5067	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0.98	[m]	Y = -1.17	[m]
Inerzia del muro	2.3124	[kN]		
Inerzia verticale del muro	1.1562	[kN]		
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	3.8735	[kN]		
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	1.9368	[kN]		

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	92.4156	[kN]		
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	191.6449	[kN]		
Resistenza passiva a valle del muro	-15.2042	[kN]		
Resistenza passiva dente di fondazione	-9.3324	[kN]		
Momento ribaltante rispetto allo spigolo a valle	120.6990	[kNm]		
Momento stabilizzante rispetto allo spigolo a valle	315.2915	[kNm]		
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	191.6449	[kN]		
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	92.4156	[kN]		
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0.38	[m]		
Lunghezza fondazione reagente	2.80	[m]		
Risultante in fondazione	212.7637	[kN]		
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	25.74	[°]		
Momento rispetto al baricentro della fondazione	73.7104	[kNm]		

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a ribaltamento	2.61
--	------

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 VARIANTE

OS 109 – Muri al KM 27+000 – Relazione tecnica e di Calcolo

COMBINAZIONE n°13

Valore della spinta statica	58.1640	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	55.9955	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	15.7339	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 1.90	[m]	Y = -1.75	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	15.69	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	43.82	[°]		
Punto d'applicazione della spinta della falda	X = 1.90	[m]	Y = -3.00	[m]
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	100.5067	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0.98	[m]	Y = -1.17	[m]

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	55.9955	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	185.0006	[kN]
Resistenza passiva a valle del muro	-17.9368	[kN]
Resistenza passiva dente di fondazione	-11.3428	[kN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	185.0006	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	55.9955	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0.15	[m]
Lunghezza fondazione reagente	2.80	[m]
Risultante in fondazione	193.2892	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	16.84	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	28.5011	[kNm]
Carico ultimo della fondazione	615.2452	[kN]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	2.80	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	87.88	[kPa]
Tensione terreno allo spigolo di monte	44.26	[kPa]

Fattori per il calcolo della capacità portante

<b>Coeff. capacità portante</b>	$N_c = 19.32$	$N_q = 9.60$	$N_\gamma = 5.72$
<b>Fattori forma</b>	$s_c = 1.00$	$s_q = 1.00$	$s_\gamma = 1.00$
<b>Fattori inclinazione</b>	$i_c = 0.66$	$i_q = 0.66$	$i_\gamma = 0.09$
<b>Fattori profondità</b>	$d_c = 1.14$	$d_q = 1.07$	$d_\gamma = 1.07$
I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.			
	$N'_c = 14.50$	$N'_q = 6.78$	$N'_\gamma = 0.54$

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	1.64
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	3.33



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 VARIANTE

OS 109 – Muri al KM 27+000 – Relazione tecnica e di Calcolo

## Sollecitazioni paramento

### Combinazione n° 13

L'ordinata Y (espressa in m) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in kNm

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN

Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in kN

Nr.	Y	N	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000	0.0000
2	0.13	0.9375	0.0028	0.0666
3	0.25	1.8750	0.0229	0.2985
4	0.38	2.8125	0.0911	0.8467
5	0.50	3.7500	0.2369	1.3789
6	0.63	4.6875	0.4130	1.4127
7	0.75	5.6250	0.5896	1.4128
8	0.88	6.5625	0.7669	1.4318
9	1.00	7.5000	0.9507	1.5258
10	1.13	8.4375	1.1528	1.7262
11	1.25	9.3750	1.3874	2.0536
12	1.38	10.3125	1.6794	2.6878
13	1.50	11.2500	2.0777	3.7428
14	1.63	12.1875	2.6261	5.0674
15	1.75	13.1250	3.3532	6.5996
16	1.88	14.0625	4.2843	8.3301
17	2.00	15.0000	5.4437	10.2517
18	2.13	15.9375	6.8549	12.3581
19	2.25	16.8750	8.5407	14.6434
20	2.38	17.8125	10.5230	17.1025
21	2.50	18.7500	12.8225	19.7058

## Sollecitazioni fondazione di valle

### Combinazione n° 13

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.06	0.0863	2.8690
3	0.12	0.3432	5.6819
4	0.18	0.7671	8.4387
5	0.24	1.3547	11.1394
6	0.30	2.1027	13.7840
7	0.36	3.0076	16.3726
8	0.42	4.0662	18.9050
9	0.48	5.2751	21.3814
10	0.54	6.6409	24.3016
11	0.60	8.1927	27.4158

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 VARIANTE

OS 109 – Muri al KM 27+000 – Relazione tecnica e di Calcolo

## Sollecitazioni fondazione di monte

### Combinazione n° 13

L'ascissa X(espressa in m) è considerata positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.19	-0.4817	-4.9225
3	0.38	-1.8141	-8.9540
4	0.57	-3.8278	-12.0944
5	0.76	-6.3536	-14.3439
6	0.95	-9.2221	-15.7023
7	1.14	-12.2641	-16.1769
8	1.33	-15.3286	-15.9867
9	1.52	-18.3034	-15.2341
10	1.71	-21.0819	-13.9191
11	1.90	-23.5571	-12.0416

## Armature e tensioni nei materiali del muro

### Combinazione n° 13

L'ordinata Y(espressa in [m]) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

B base della sezione espressa in [cm]

H altezza della sezione espressa in [cm]

$A_{fs}$  area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [cm<sup>2</sup>]

$A_{fi}$  area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [cm<sup>2</sup>]

$\sigma_c$  tensione nel calcestruzzo espressa in [kPa]

$\tau_c$  tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [kPa]

$\sigma_{fs}$  tensione nell'armatura disposta sul lembo di monte in [kPa]

$\sigma_{fi}$  tensione nell'armatura disposta sul lembo di valle in [kPa]

Nr.	Y	B, H	$A_{fs}$	$A_{fi}$	$\sigma_c$	$\tau_c$	$\sigma_{fs}$	$\sigma_{fi}$
1	0.00	100, 30	5.65	5.65	0	0	0	0
2	0.13	100, 30	5.65	5.65	3	0	-43	-46
3	0.25	100, 30	5.65	5.65	7	1	-75	-103
4	0.38	100, 30	5.65	5.65	15	4	-78	-189
5	0.50	100, 30	5.65	5.65	27	7	-24	-324
6	0.63	100, 30	5.65	5.65	45	7	166	-501
7	0.75	100, 30	5.65	5.65	67	7	501	-687
8	0.88	100, 30	5.65	5.65	90	7	932	-871
9	1.00	100, 30	5.65	5.65	115	7	1450	-1056
10	1.13	100, 30	5.65	5.65	143	8	2108	-1251
11	1.25	100, 30	5.65	5.65	176	10	3002	-1462
12	1.38	100, 30	5.65	5.65	220	13	4311	-1699
13	1.50	100, 30	5.65	5.65	280	18	6408	-1977
14	1.63	100, 30	5.65	5.65	365	24	9657	-2298
15	1.75	100, 30	5.65	5.65	477	31	14302	-2654
16	1.88	100, 30	5.65	5.65	620	40	20548	-3043
17	2.00	100, 30	15.71	11.31	543	49	11314	-4064

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 VARIANTE**

**OS 109 – Muri al KM 27+000 – Relazione tecnica e di Calcolo**

18	2.13	100, 30	10.05	5.65	823	59	22691	-4993
19	2.25	100, 30	10.05	5.65	1026	69	29711	-5930
20	2.38	100, 30	10.05	5.65	1264	81	38062	-7004
21	2.50	100, 30	10.05	5.65	1540	93	47835	-8227

## Armature e tensioni nei materiali della fondazione

### Combinazione n° 13

Simbologia adottata

B	base della sezione espressa in [cm]
H	altezza della sezione espressa in [cm]
$A_{fi}$	area di armatura in corrispondenza del lembo inferiore in [cmq]
$A_{fs}$	area di armatura in corrispondenza del lembo superiore in [cmq]
$\sigma_c$	tensione nel calcestruzzo espressa in [kPa]
$\tau_c$	tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [kPa]
$\sigma_{fi}$	tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo inferiore in [kPa]
$\sigma_{fs}$	tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo superiore in [kPa]

### Fondazione di valle

(L'ascissa X, espressa in [m], è positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle)

Nr.	X	B, H	$A_{fs}$	$A_{fi}$	$\sigma_c$	$\tau_c$	$\sigma_{fi}$	$\sigma_{fs}$
1	0.00	100, 50	10.05	0.00	0	0	0	0
2	0.06	100, 50	10.05	0.00	147	8	0	2002
3	0.12	100, 50	10.05	0.00	586	15	0	7956
4	0.18	100, 50	0.00	0.00	0	22	0	0
5	0.24	100, 50	10.05	10.05	59	29	3260	-410
6	0.30	100, 50	10.05	10.05	92	36	5059	-637
7	0.36	100, 50	20.11	10.05	124	43	7249	-803
8	0.42	100, 50	20.11	10.05	168	50	9800	-1085
9	0.48	100, 50	10.05	10.05	232	56	12693	-1598
10	0.54	100, 50	10.05	10.05	292	64	15979	-2012
11	0.60	100, 50	10.05	10.05	360	72	19713	-2482

### Fondazione di monte

(L'ascissa X, espressa in [m], è positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte)

Nr.	X	B, H	$A_{fs}$	$A_{fi}$	$\sigma_c$	$\tau_c$	$\sigma_{fi}$	$\sigma_{fs}$
1	0.00	100, 50	0.00	0.00	0	0	0	0
2	0.19	100, 50	0.00	0.00	0	-13	0	0
3	0.38	100, 50	10.05	10.05	80	-24	-550	4365
4	0.57	100, 50	10.05	10.05	168	-32	-1160	9211
5	0.76	100, 50	10.05	10.05	279	-38	-1925	15288
6	0.95	100, 50	10.05	10.05	405	-41	-2794	22190
7	1.14	100, 50	10.05	10.05	539	-42	-3716	29510
8	1.33	100, 50	10.05	10.05	673	-42	-4645	36884
9	1.52	100, 50	10.05	10.05	804	-40	-5546	44042
10	1.71	100, 50	10.05	10.05	926	-37	-6388	50727

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 VARIANTE

OS 109 – Muri al KM 27+000 – Relazione tecnica e di Calcolo

11      1.90      100, 50      10.05      10.05      1035      -32      -7138      56683

Verifica sperone di fondazione

Base sezione B= 100 cm      Altezza sezione H=50 [cm]

$A_{fs}=10.05$  [cmq]       $A_{fi}=10.05$  [cmq]

Sollecitazioni      M=18.675 [kNm]      T=55.996 [kN]

Momento ultimo sezione       $M_u = 169.6602$  [kNm]

Coeff.sicurezza sezione = 9.09

## Verifiche a fessurazione

Combinazione n° 13

L'ordinata Y (espressa in [m]) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

$A_{fs}$       area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [cmq]  
 $A_{fi}$       area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [cmq]  
 $M_{pf}$       Momento di prima fessurazione espressa in [kNm]  
M      Momento agente nella sezione espressa in [kNm]  
 $\epsilon_m$       deformazione media espressa in [%]  
 $s_m$       Distanza media tra le fessure espressa in [mm]  
w      Apertura media della fessura espressa in [mm]

Verifica fessurazione paramento

N°	Y	$A_{fs}$	$A_{fi}$	$M_{pf}$	M	$\epsilon_m$	$s_m$	w
1	0.00	5.65	5.65	-24.70	0.00	0.0000	0.00	0.000
2	0.13	5.65	5.65	-24.70	0.00	0.0000	0.00	0.000
3	0.25	5.65	5.65	-24.70	-0.02	0.0000	0.00	0.000
4	0.38	5.65	5.65	-24.70	-0.09	0.0000	0.00	0.000
5	0.50	5.65	5.65	-24.70	-0.24	0.0000	0.00	0.000
6	0.63	5.65	5.65	-24.70	-0.41	0.0000	0.00	0.000
7	0.75	5.65	5.65	-24.70	-0.59	0.0000	0.00	0.000
8	0.88	5.65	5.65	-24.70	-0.77	0.0000	0.00	0.000
9	1.00	5.65	5.65	-24.70	-0.95	0.0000	0.00	0.000
10	1.13	5.65	5.65	-24.70	-1.15	0.0000	0.00	0.000
11	1.25	5.65	5.65	-24.70	-1.39	0.0000	0.00	0.000
12	1.38	5.65	5.65	-24.70	-1.68	0.0000	0.00	0.000
13	1.50	5.65	5.65	-24.70	-2.08	0.0000	0.00	0.000
14	1.63	5.65	5.65	-24.70	-2.63	0.0000	0.00	0.000
15	1.75	5.65	5.65	-24.70	-3.35	0.0000	0.00	0.000
16	1.88	5.65	5.65	-24.70	-4.28	0.0000	0.00	0.000
17	2.00	15.71	11.31	-26.79	-5.44	0.0000	0.00	0.000
18	2.13	10.05	5.65	-25.56	-6.85	0.0000	0.00	0.000
19	2.25	10.05	5.65	-25.56	-8.54	0.0000	0.00	0.000
20	2.38	10.05	5.65	-25.56	-10.52	0.0000	0.00	0.000
21	2.50	10.05	5.65	-25.56	-12.82	0.0000	0.00	0.000

Verifica fessurazione fondazione

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 VARIANTE

OS 109 – Muri al KM 27+000 – Relazione tecnica e di Calcolo

N°	Y	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	M <sub>pf</sub>	M	ε <sub>m</sub>	S <sub>m</sub>	w
1	-0.90	10.05	0.00	-69.50	0.00	0.0000	0.00	0.000
2	-0.84	10.05	0.00	65.95	0.09	0.0000	0.00	0.000
3	-0.78	10.05	0.00	65.95	0.34	0.0000	0.00	0.000
4	-0.72	0.00	0.00	65.19	0.77	0.0000	0.00	0.000
5	-0.66	10.05	10.05	70.30	1.35	0.0000	0.00	0.000
6	-0.60	10.05	10.05	70.30	2.10	0.0000	0.00	0.000
7	-0.54	20.11	10.05	71.05	3.01	0.0000	0.00	0.000
8	-0.48	20.11	10.05	71.05	4.07	0.0000	0.00	0.000
9	-0.42	10.05	10.05	70.30	5.28	0.0000	0.00	0.000
10	-0.36	10.05	10.05	70.30	6.64	0.0000	0.00	0.000
11	-0.30	10.05	10.05	70.30	8.19	0.0000	0.00	0.000
12	0.00	10.05	10.05	-70.30	-23.56	0.0000	0.00	0.000
13	0.19	10.05	10.05	-70.30	-21.08	0.0000	0.00	0.000
14	0.38	10.05	10.05	-70.30	-18.30	0.0000	0.00	0.000
15	0.57	10.05	10.05	-70.30	-15.33	0.0000	0.00	0.000
16	0.76	10.05	10.05	-70.30	-12.26	0.0000	0.00	0.000
17	0.95	10.05	10.05	-70.30	-9.22	0.0000	0.00	0.000
18	1.14	10.05	10.05	-70.30	-6.35	0.0000	0.00	0.000
19	1.33	10.05	10.05	-70.30	-3.83	0.0000	0.00	0.000
20	1.52	10.05	10.05	-70.30	-1.81	0.0000	0.00	0.000
21	1.71	0.00	0.00	-65.19	-0.48	0.0000	0.00	0.000
22	1.90	0.00	0.00	-65.19	0.00	0.0000	0.00	0.000

## 16 APPENDICE 3: REPORT VERIFICHE DI STABILITÀ

### 16.1 MURO TIPO 3

#### 16.1.1 REPORT VERIFICA DI Figura 23

##### SD

Report generated using GeoStudio 2007, version 7.23. Copyright © 1991-2013 GEO-SLOPE International Ltd.

##### Project Settings

Length(L) Units: [meters](#)  
Time(t) Units: [Seconds](#)  
Force(F) Units: [kN](#)  
Pressure(p) Units: [kPa](#)  
Strength Units: [kPa](#)  
Unit Weight of Water: [9.807 kN/m<sup>3</sup>](#)  
View: [2D](#)

##### Analysis Settings

##### SD

Kind: [SLOPE/W](#)  
Method: [Morgenstern-Price](#)  
Settings  
Apply Phreatic Correction: [No](#)  
Side Function  
Interslice force function option: [Half-Sine](#)  
PWP Conditions Source: [Piezometric Line](#)  
Use Staged Rapid Drawdown: [No](#)  
Slip Surface  
Direction of movement: [Right to Left](#)  
Use Passive Mode: [No](#)  
Slip Surface Option: [Entry and Exit](#)  
Critical slip surfaces saved: [1](#)  
Optimize Critical Slip Surface Location: [No](#)  
Tension Crack  
Tension Crack Option: [\(none\)](#)  
FOS Distribution  
FOS Calculation Option: [Constant](#)  
Advanced  
Number of Slices: [30](#)  
Optimization Tolerance: [0.01](#)  
Minimum Slip Surface Depth: [0.01 m](#)  
Optimization Maximum Iterations: [2000](#)  
Optimization Convergence Tolerance: [1e-007](#)  
Starting Optimization Points: [8](#)  
Ending Optimization Points: [16](#)  
Complete Passes per Insertion: [1](#)  
Driving Side Maximum Convex Angle: [5 °](#)  
Resisting Side Maximum Convex Angle: [1 °](#)

##### Materials

##### 1) Materiale arido

Model: [Mohr-Coulomb](#)  
Unit Weight: [20 kN/m<sup>3</sup>](#)  
Cohesion: [0 kPa](#)  
Phi: [32.01 °](#)  
Phi-B: [0 °](#)  
Pore Water Pressure  
Piezometric Line: [1](#)

##### 2) LSA(a)

Model: [Mohr-Coulomb](#)  
Unit Weight: [20 kN/m<sup>3</sup>](#)

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 VARIANTE**

**OS 109 – Muri al KM 27+000 – Relazione tecnica e di Calcolo**

Cohesion: 0 kPa  
Phi: 16.23 °  
Phi-B: 0 °  
Pore Water Pressure  
Piezometric Line: 1

**3) LSA**

Model: Mohr-Coulomb  
Unit Weight: 20 kN/m<sup>3</sup>  
Cohesion: 4 kPa  
Phi: 19.61 °  
Phi-B: 0 °  
Pore Water Pressure  
Piezometric Line: 1

**4) AG**

Model: Mohr-Coulomb  
Unit Weight: 20.5 kN/m<sup>3</sup>  
Cohesion: 8 kPa  
Phi: 21.32 °  
Phi-B: 0 °  
Pore Water Pressure  
Piezometric Line: 1

**5) CLS**

Model: Undrained (Phi=0)  
Unit Weight: 25 kN/m<sup>3</sup>  
Cohesion: 600 kPa  
Pore Water Pressure  
Piezometric Line: 1

**6) Sovastruttura stradale**

Model: Mohr-Coulomb  
Unit Weight: 20.5 kN/m<sup>3</sup>  
Cohesion: 4 kPa  
Phi: 32.01 °  
Phi-B: 0 °  
Pore Water Pressure  
Piezometric Line: 1

**7) Terreno naturale compattato**

Model: Mohr-Coulomb  
Unit Weight: 19.5 kN/m<sup>3</sup>  
Cohesion: 4 kPa  
Phi: 21.32 °  
Phi-B: 0 °  
Pore Water Pressure  
Piezometric Line: 1

**Slip Surface Entry and Exit**

Left Projection: Range  
Left-Zone Left Coordinate: (1.085916, 10.15214) m  
Left-Zone Right Coordinate: (12, 10.07533) m  
Left-Zone Increment: 30  
Right Projection: Range  
Right-Zone Left Coordinate: (19.696186, 15.52979) m  
Right-Zone Right Coordinate: (37.502479, 18.082691) m  
Right-Zone Increment: 30  
Radius Increments: 40

**Slip Surface Limits**

Left Coordinate: (0, 10.260197) m  
Right Coordinate: (37.55, 18.088274) m

**Piezometric Lines**

**Piezometric Line 1**

**Coordinates**

	X (m)	Y (m)
	0	9.03
	12.41	9.03

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 VARIANTE

OS 109 – Muri al KM 27+000 – Relazione tecnica e di Calcolo

	16.37	9.63
	26.33	16.27
	37.55	17.59

Regions

	Material	Points	Area (m <sup>2</sup> )
Region 1	6) Sovastruttura stradale	1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13	14.820125
Region 2	4) AG	14,15,16,17	191.06918
Region 3	5) CLS	18,19,20,21,22,23,24,25,26,27,12,11,10,9	4.765
Region 4	2) LSA(a)	28,29,30,31,32,33	28.512492
Region 5	3) LSA	23,34,35,36,37,33,32,17,14,13,12,27,26,25,24	260.35643
Region 6	1) Materiale arido	20,19,38,39,40,41,28,33,37	16.331904
Region 7	7) Terreno naturale compattato	21,20,37,36,35,34	15.07808
Region 8	1) Materiale arido	21,34,23,22	1.575

Points

	X (m)	Y (m)
Point 1	0	10.260197
Point 2	0.1	10.260197
Point 3	0.14611	10.040468
Point 4	1	10.150197
Point 5	6.2087	10.268012
Point 6	11.4174	10.150197
Point 7	12.27129	10.040468
Point 8	12.3174	10.260197
Point 9	13.0174	10.260197
Point 10	13.0174	9.630761
Point 11	12.4174	9.630761
Point 12	12.4174	9.030761
Point 13	0	9.030761
Point 14	0	3
Point 15	0	0
Point 16	37.55	0
Point 17	37.55	7.176787
Point 18	13.0174	13.730761
Point 19	13.4674	13.730761
Point 20	13.4674	13.130761
Point 21	13.4674	10.130761
Point 22	13.4674	9.630761
Point 23	16.3674	9.630761
Point 24	16.3674	9.030761
Point 25	12.9174	9.030761
Point 26	12.9174	7.930761
Point 27	12.4174	7.930761
Point 28	23.679564	15.921895
Point 29	23.929864	15.921895
Point 30	24.571538	16.563569
Point 31	37.55	18.088274
Point 32	37.55	16.088274
Point 33	22.039409	14.28174
Point 34	16.8674	10.130761
Point 35	19.497107	12.760468



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 VARIANTE

OS 109 – Muri al KM 27+000 – Relazione tecnica e di Calcolo

Point 36	20.518137	12.760468
Point 37	20.88843	13.130761
Point 38	14.268218	13.730761
Point 39	21.853176	16.244696
Point 40	23.012545	16.387612
Point 41	23.471286	15.921895

Critical Slip Surfaces

	Slip Surface	FOS	Center (m)	Radius (m)	Entry (m)	Exit (m)
1	13430	1.243	(13.677, 26.114)	18.229	(29.5491, 17.1483)	(4.72549, 10.2345)

Slices of Slip Surface: 13430

	Slip Surface	X (m)	Y (m)	PWP (kPa)	Base Normal Stress (kPa)	Frictional Strength (kPa)	Cohesive Strength (kPa)
1	13430	5.096293	10.036559	9.8713019	8.6443483	5.4036864	4
2	13430	5.8378975	9.661975	6.1977671	20.520046	12.827328	4
3	13430	6.7637525	9.257646	2.2325421	33.312692	20.824165	4
4	13430	7.7286645	8.8884635	1.3879994	38.561176	13.244084	4
5	13430	8.5483835	8.626721	3.9549465	44.668595	14.505486	4
6	13430	9.3681025	8.4067755	6.1119541	49.483086	15.452295	4
7	13430	10.187821	8.2270805	7.8741949	52.94484	16.057799	4
8	13430	11.00754	8.0864295	9.2536299	55.046795	16.315219	4
9	13430	11.844345	7.982575	10.272047	54.746809	15.845498	4
10	13430	12.294345	7.937662	10.71248	56.278472	16.234281	4
11	13430	12.3637	7.932563	10.762554	58.817542	17.121063	4
12	13430	12.41251	7.929043	10.800774	58.801541	17.101745	4
13	13430	12.66621	7.9149135	11.316262	67.80456	20.125688	4
14	13430	12.9674	7.8990105	11.919953	61.262502	17.579796	4
15	13430	13.2424	7.8916925	12.400248	160.1633	52.645116	4
16	13430	13.86781	7.89051	13.340629	133.00672	42.634713	4
17	13430	14.618085	7.912781	14.237546	131.25596	41.691399	4
18	13430	15.31781	7.962485	14.78979	131.25066	41.492757	4
19	13430	16.018835	8.039598	15.074914	130.36497	41.075616	4
20	13430	16.6187	8.125758	16.378185	125.99657	39.054909	4
21	13430	17.305685	8.255472	19.598025	123.93822	37.174394	4
22	13430	18.182255	8.456336	23.358293	120.89804	34.751525	4
23	13430	19.058825	8.703624	26.664126	117.28771	32.287432	4
24	13430	20.007625	9.0282395	29.684393	112.64126	29.555927	4
25	13430	20.703285	9.294725	31.619578	109.08493	27.599406	4
26	13430	21.370805	9.5967445	33.020942	105.30282	25.752635	4
27	13430	21.946295	9.8688195	34.115902	101.75623	24.098942	4
28	13430	22.525975	10.186528	34.789912	96.171035	21.868907	4
29	13430	23.241915	10.598235	35.433507	85.302063	17.767202	4
30	13430	23.547915	10.78898	35.562823	78.126414	15.164584	4
31	13430	23.65205	10.856315	35.583859	76.928741	14.730382	4
32	13430	23.80471	10.957925	35.583843	75.150605	14.096872	4
33	13430	24.2507	11.27008	35.439923	74.833834	14.035289	4
34	13430	25.011155	11.84786	34.745191	71.161919	12.974576	4
35	13430	25.890385	12.594225	33.173987	61.262917	10.007542	4
36	13430	26.77712	13.453985	28.132817	49.666262	7.6719499	4

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 VARIANTE

OS 109 – Muri al KM 27+000 – Relazione tecnica e di Calcolo

37	13430	27.671365	14.453205	19.365092	35.484414	5.7430026	4
38	13430	28.6761	15.800695	7.3094684	19.248385	3.4753559	0
39	13430	29.39141	16.87997	- 2.4498327	3.5233513	1.025629	0

## 16.1.2 REPORT VERIFICA DI Figura 24

### Sisma+

Report generated using GeoStudio 2007, version 7.23. Copyright © 1991-2013 GEO-SLOPE International Ltd.

### Project Settings

Length(L) Units: [meters](#)  
 Time(t) Units: [Seconds](#)  
 Force(F) Units: [kN](#)  
 Pressure(p) Units: [kPa](#)  
 Strength Units: [kPa](#)  
 Unit Weight of Water: [9.807 kN/m<sup>3</sup>](#)  
 View: [2D](#)

### Analysis Settings

#### Sisma+

Kind: [SLOPE/W](#)  
 Method: [Morgenstern-Price](#)  
 Settings  
     Apply Phreatic Correction: [No](#)  
     Side Function  
         Interslice force function option: [Half-Sine](#)  
     PWP Conditions Source: [Piezometric Line](#)  
     Use Staged Rapid Drawdown: [No](#)  
 Slip Surface  
     Direction of movement: [Right to Left](#)  
     Use Passive Mode: [No](#)  
     Slip Surface Option: [Entry and Exit](#)  
     Critical slip surfaces saved: [1](#)  
     Optimize Critical Slip Surface Location: [No](#)  
     Tension Crack  
         Tension Crack Option: [\(none\)](#)  
 FOS Distribution  
     FOS Calculation Option: [Constant](#)  
 Advanced  
     Number of Slices: [30](#)  
     Optimization Tolerance: [0.01](#)  
     Minimum Slip Surface Depth: [0.01 m](#)  
     Optimization Maximum Iterations: [2000](#)  
     Optimization Convergence Tolerance: [1e-007](#)  
     Starting Optimization Points: [8](#)  
     Ending Optimization Points: [16](#)  
     Complete Passes per Insertion: [1](#)  
     Driving Side Maximum Convex Angle: [5 °](#)  
     Resisting Side Maximum Convex Angle: [1 °](#)

### Materials

#### 1) Materiale arido

Model: [Mohr-Coulomb](#)  
 Unit Weight: [20 kN/m<sup>3</sup>](#)  
 Cohesion: [0 kPa](#)  
 Phi: [32.01 °](#)  
 Phi-B: [0 °](#)  
 Pore Water Pressure  
     Piezometric Line: [1](#)

#### 2) LSA(a)

Model: [Mohr-Coulomb](#)

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 VARIANTE**

Unit Weight: 20 kN/m<sup>3</sup>  
Cohesion: 0 kPa  
Phi: 16.23 °  
Phi-B: 0 °  
Pore Water Pressure  
Piezometric Line: 1

**3) LSA**

Model: Mohr-Coulomb  
Unit Weight: 20 kN/m<sup>3</sup>  
Cohesion: 4 kPa  
Phi: 19.61 °  
Phi-B: 0 °  
Pore Water Pressure  
Piezometric Line: 1

**4) AG**

Model: Mohr-Coulomb  
Unit Weight: 20.5 kN/m<sup>3</sup>  
Cohesion: 8 kPa  
Phi: 21.32 °  
Phi-B: 0 °  
Pore Water Pressure  
Piezometric Line: 1

**5) CLS**

Model: Undrained (Phi=0)  
Unit Weight: 25 kN/m<sup>3</sup>  
Cohesion: 600 kPa  
Pore Water Pressure  
Piezometric Line: 1

**6) Sovastruttura stradale**

Model: Mohr-Coulomb  
Unit Weight: 20.5 kN/m<sup>3</sup>  
Cohesion: 4 kPa  
Phi: 32.01 °  
Phi-B: 0 °  
Pore Water Pressure  
Piezometric Line: 1

**7) Terreno naturale compattato**

Model: Mohr-Coulomb  
Unit Weight: 19.5 kN/m<sup>3</sup>  
Cohesion: 4 kPa  
Phi: 21.32 °  
Phi-B: 0 °  
Pore Water Pressure  
Piezometric Line: 1

**Slip Surface Entry and Exit**

Left Projection: Range  
Left-Zone Left Coordinate: (1.085916, 10.15214) m  
Left-Zone Right Coordinate: (12, 10.07533) m  
Left-Zone Increment: 30  
Right Projection: Range  
Right-Zone Left Coordinate: (19.696186, 15.52979) m  
Right-Zone Right Coordinate: (37.502479, 18.082691) m  
Right-Zone Increment: 30  
Radius Increments: 40

**Slip Surface Limits**

Left Coordinate: (0, 10.260197) m  
Right Coordinate: (37.55, 18.088274) m

**Piezometric Lines**

**Piezometric Line 1**

**Coordinates**

	X (m)	Y (m)
	0	9.03

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 VARIANTE**

**OS 109 – Muri al KM 27+000 – Relazione tecnica e di Calcolo**

	12.41	9.03
	16.37	9.63
	25.42	15.67
	37.55	17.09

**Seismic Loads**

Horz Seismic Load: 0.04

Vert Seismic Load: 0.02

Ignore seismic load in strength: Yes

**Regions**

	Material	Points	Area (m <sup>2</sup> )
Region 1	6) Sovastruttura stradale	1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13	14.820125
Region 2	4) AG	14,15,16,17	191.06918
Region 3	5) CLS	18,19,20,21,22,23,24,25,26,27,12,11,10,9	4.765
Region 4	2) LSA(a)	28,29,30,31,32,33	28.512492
Region 5	3) LSA	23,34,35,36,37,33,32,17,14,13,12,27,26,25,24	260.35643
Region 6	1) Materiale arido	20,19,38,39,40,41,28,33,37	16.331904
Region 7	7) Terreno naturale compattato	21,20,37,36,35,34	15.07808
Region 8	1) Materiale arido	21,34,23,22	1.575

**Points**

	X (m)	Y (m)
Point 1	0	10.260197
Point 2	0.1	10.260197
Point 3	0.14611	10.040468
Point 4	1	10.150197
Point 5	6.2087	10.268012
Point 6	11.4174	10.150197
Point 7	12.27129	10.040468
Point 8	12.3174	10.260197
Point 9	13.0174	10.260197
Point 10	13.0174	9.630761
Point 11	12.4174	9.630761
Point 12	12.4174	9.030761
Point 13	0	9.030761
Point 14	0	3
Point 15	0	0
Point 16	37.55	0
Point 17	37.55	7.176787
Point 18	13.0174	13.730761
Point 19	13.4674	13.730761
Point 20	13.4674	13.130761
Point 21	13.4674	10.130761
Point 22	13.4674	9.630761
Point 23	16.3674	9.630761
Point 24	16.3674	9.030761
Point 25	12.9174	9.030761
Point 26	12.9174	7.930761
Point 27	12.4174	7.930761
Point 28	23.679564	15.921895
Point 29	23.929864	15.921895
Point 30	24.571538	16.563569
Point 31	37.55	18.088274

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 VARIANTE

OS 109 – Muri al KM 27+000 – Relazione tecnica e di Calcolo

Point 32	37.55	16.088274
Point 33	22.039409	14.28174
Point 34	16.8674	10.130761
Point 35	19.497107	12.760468
Point 36	20.518137	12.760468
Point 37	20.88843	13.130761
Point 38	14.268218	13.730761
Point 39	21.853176	16.244696
Point 40	23.012545	16.387612
Point 41	23.471286	15.921895

Critical Slip Surfaces

	Slip Surface	FOS	Center (m)	Radius (m)	Entry (m)	Exit (m)
1	12240	1.106	(13.871, 27.573)	19.783	(30.7727, 17.2921)	(4.36153, 10.2262)

Slices of Slip Surface: 12240

	Slip Surface	X (m)	Y (m)	PWP (kPa)	Base Normal Stress (kPa)	Frictional Strength (kPa)	Cohesive Strength (kPa)
1	12240	4.823325	9.9886125	-9.401163	10.387222	0	10.016
2	12240	5.7469085	9.5429065	-5.030108	25.196936	0	18.708
3	12240	6.593837	9.182409	1.4947008	37.204555	0	25.703
4	12240	7.4228165	8.8769095	1.5013752	40.31285	0	17.037
5	12240	8.3105015	8.5937715	4.2781386	47.0992	0	18.359
6	12240	9.1981865	8.3557895	6.6119632	52.455448	0	19.363
7	12240	10.08587	8.161298	8.5193869	56.309775	0	20.023
8	12240	10.973555	8.008997	10.013029	58.646883	0	20.329
9	12240	11.844345	7.8992615	11.089096	58.416087	0	19.918
10	12240	12.294345	7.853426	11.538734	60.014389	0	20.342
11	12240	12.3637	7.848043	11.591454	62.629388	0	21.231
12	12240	12.41251	7.8443185	11.631719	62.617211	0	21.217
13	12240	12.66621	7.8287995	12.160834	71.895691	0	24.256
14	12240	12.9674	7.8111785	12.78163	65.223776	0	21.762
15	12240	13.2424	7.801732	13.28239	166.87112	0	56.764
16	12240	13.86781	7.7944985	14.282896	139.18269	0	46.945
17	12240	14.793015	7.818906	15.417823	137.75159	0	46.228
18	12240	15.843905	7.8961245	16.222774	137.56497	0	46.108
19	12240	16.6187	7.9837395	17.772601	133.23179	0	44.228
20	12240	17.305685	8.0958965	21.169757	131.4136	0	42.559
21	12240	18.182255	8.271059	25.189169	128.6625	0	40.381
22	12240	19.058825	8.48807	28.797692	125.32319	0	38.122
23	12240	20.007625	8.773832	32.205385	120.95408	0	35.562
24	12240	20.703285	9.008602	34.455116	117.59852	0	33.699
25	12240	21.370805	9.274429	36.218269	114.04889	0	31.915
26	12240	21.946295	9.5137565	37.637922	110.69025	0	30.295
27	12240	22.525975	9.792221	38.70138	105.3325	0	28.069
28	12240	23.241915	10.152425	39.854504	94.656367	0	23.904
29	12240	23.543065	10.31603	40.221626	87.588118	0	21.262
30	12240	23.6472	10.374655	40.327477	86.456512	0	20.823
31	12240	23.80471	10.465715	40.465086	84.727229	0	20.161
32	12240	24.2507	10.736165	40.732144	84.897547	0	20.143
33	12240	24.99577	11.222585	40.839236	82.291402	0	19.184

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 VARIANTE

OS 109 – Muri al KM 27+000 – Relazione tecnica e di Calcolo

34	12240	25.897905	11.877405	37.742414	73.007534	0	16.953
35	12240	26.853715	12.65961	31.16877	61.920093	0	15.311
36	12240	27.809525	13.550665	23.527343	49.3186	0	13.509
37	12240	28.765335	14.57324	14.596808	34.526813	0	11.398
38	12240	29.655575	15.667445	4.8877962	22.338536	0	5.1798
39	12240	30.42031	16.753095	- 4.8812511	6.9953445	0	2.0868

## 16.1.3 REPORT VERIFICA DI Figura 25

### Sisma-

Report generated using GeoStudio 2007, version 7.23. Copyright © 1991-2013 GEO-SLOPE International Ltd.

### Project Settings

Length(L) Units: [meters](#)  
 Time(t) Units: [Seconds](#)  
 Force(F) Units: [kN](#)  
 Pressure(p) Units: [kPa](#)  
 Strength Units: [kPa](#)  
 Unit Weight of Water: [9.807 kN/m<sup>3</sup>](#)  
 View: [2D](#)

### Analysis Settings

#### Sisma-

Kind: [SLOPE/W](#)  
 Method: [Morgenstern-Price](#)  
 Settings  
     Apply Phreatic Correction: [No](#)  
     Side Function  
         Interslice force function option: [Half-Sine](#)  
     PWP Conditions Source: [Piezometric Line](#)  
     Use Staged Rapid Drawdown: [No](#)  
 Slip Surface  
     Direction of movement: [Right to Left](#)  
     Use Passive Mode: [No](#)  
     Slip Surface Option: [Entry and Exit](#)  
     Critical slip surfaces saved: [1](#)  
     Optimize Critical Slip Surface Location: [No](#)  
     Tension Crack  
         Tension Crack Option: [\(none\)](#)  
 FOS Distribution  
     FOS Calculation Option: [Constant](#)  
 Advanced  
     Number of Slices: [30](#)  
     Optimization Tolerance: [0.01](#)  
     Minimum Slip Surface Depth: [0.01 m](#)  
     Optimization Maximum Iterations: [2000](#)  
     Optimization Convergence Tolerance: [1e-007](#)  
     Starting Optimization Points: [8](#)  
     Ending Optimization Points: [16](#)  
     Complete Passes per Insertion: [1](#)  
     Driving Side Maximum Convex Angle: [5 °](#)  
     Resisting Side Maximum Convex Angle: [1 °](#)

### Materials

#### 1) Materiale arido

Model: [Mohr-Coulomb](#)  
 Unit Weight: [20 kN/m<sup>3</sup>](#)  
 Cohesion: [0 kPa](#)  
 Phi: [32.01 °](#)  
 Phi-B: [0 °](#)  
 Pore Water Pressure

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 VARIANTE

OS 109 – Muri al KM 27+000 – Relazione tecnica e di Calcolo

Piezometric Line: 1

## 2) LSA(a)

Model: Mohr-Coulomb

Unit Weight: 20 kN/m<sup>3</sup>

Cohesion: 0 kPa

Phi: 16.23 °

Phi-B: 0 °

Pore Water Pressure

Piezometric Line: 1

## 3) LSA

Model: Mohr-Coulomb

Unit Weight: 20 kN/m<sup>3</sup>

Cohesion: 4 kPa

Phi: 19.61 °

Phi-B: 0 °

Pore Water Pressure

Piezometric Line: 1

## 4) AG

Model: Mohr-Coulomb

Unit Weight: 20.5 kN/m<sup>3</sup>

Cohesion: 8 kPa

Phi: 21.32 °

Phi-B: 0 °

Pore Water Pressure

Piezometric Line: 1

## 5) CLS

Model: Undrained (Phi=0)

Unit Weight: 25 kN/m<sup>3</sup>

Cohesion: 600 kPa

Pore Water Pressure

Piezometric Line: 1

## 6) Sovastruttura stradale

Model: Mohr-Coulomb

Unit Weight: 20.5 kN/m<sup>3</sup>

Cohesion: 4 kPa

Phi: 32.01 °

Phi-B: 0 °

Pore Water Pressure

Piezometric Line: 1

## 7) Terreno naturale compattato

Model: Mohr-Coulomb

Unit Weight: 19.5 kN/m<sup>3</sup>

Cohesion: 4 kPa

Phi: 21.32 °

Phi-B: 0 °

Pore Water Pressure

Piezometric Line: 1

### Slip Surface Entry and Exit

Left Projection: Range

Left-Zone Left Coordinate: (1.085916, 10.15214) m

Left-Zone Right Coordinate: (12, 10.07533) m

Left-Zone Increment: 30

Right Projection: Range

Right-Zone Left Coordinate: (19.696186, 15.52979) m

Right-Zone Right Coordinate: (37.502479, 18.082691) m

Right-Zone Increment: 30

Radius Increments: 40

### Slip Surface Limits

Left Coordinate: (0, 10.260197) m

Right Coordinate: (37.55, 18.088274) m

### Piezometric Lines

#### Piezometric Line 1

#### Coordinates

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 VARIANTE**

**OS 109 – Muri al KM 27+000 – Relazione tecnica e di Calcolo**

	X (m)	Y (m)
	0	9.03
	12.41	9.03
	16.37	9.63
	25.42	15.67
	37.55	17.09

**Seismic Loads**

Horz Seismic Load: 0.04

Vert Seismic Load: -0.02

Ignore seismic load in strength: No

**Regions**

	Material	Points	Area (m <sup>2</sup> )
Region 1	6) Sovastruttura stradale	1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13	14.820125
Region 2	4) AG	14,15,16,17	191.06918
Region 3	5) CLS	18,19,20,21,22,23,24,25,26,27,12,11,10,9	4.765
Region 4	2) LSA(a)	28,29,30,31,32,33	28.512492
Region 5	3) LSA	23,34,35,36,37,33,32,17,14,13,12,27,26,25,24	260.35643
Region 6	1) Materiale arido	20,19,38,39,40,41,28,33,37	16.331904
Region 7	7) Terreno naturale compattato	21,20,37,36,35,34	15.07808
Region 8	1) Materiale arido	21,34,23,22	1.575

**Points**

	X (m)	Y (m)
Point 1	0	10.260197
Point 2	0.1	10.260197
Point 3	0.14611	10.040468
Point 4	1	10.150197
Point 5	6.2087	10.268012
Point 6	11.4174	10.150197
Point 7	12.27129	10.040468
Point 8	12.3174	10.260197
Point 9	13.0174	10.260197
Point 10	13.0174	9.630761
Point 11	12.4174	9.630761
Point 12	12.4174	9.030761
Point 13	0	9.030761
Point 14	0	3
Point 15	0	0
Point 16	37.55	0
Point 17	37.55	7.176787
Point 18	13.0174	13.730761
Point 19	13.4674	13.730761
Point 20	13.4674	13.130761
Point 21	13.4674	10.130761
Point 22	13.4674	9.630761
Point 23	16.3674	9.630761
Point 24	16.3674	9.030761
Point 25	12.9174	9.030761
Point 26	12.9174	7.930761
Point 27	12.4174	7.930761
Point 28	23.679564	15.921895
Point 29	23.929864	15.921895



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 VARIANTE

OS 109 – Muri al KM 27+000 – Relazione tecnica e di Calcolo

Point 30	24.571538	16.563569
Point 31	37.55	18.088274
Point 32	37.55	16.088274
Point 33	22.039409	14.28174
Point 34	16.8674	10.130761
Point 35	19.497107	12.760468
Point 36	20.518137	12.760468
Point 37	20.88843	13.130761
Point 38	14.268218	13.730761
Point 39	21.853176	16.244696
Point 40	23.012545	16.387612
Point 41	23.471286	15.921895

**Critical Slip Surfaces**

	Slip Surface	FOS	Center (m)	Radius (m)	Entry (m)	Exit (m)
1	11050	1.118	(14.039, 29.181)	21.457	(31.9963, 17.4358)	(3.99758, 10.218)

**Slices of Slip Surface: 11050**

	Slip Surface	X (m)	Y (m)	PWP (kPa)	Base Normal Stress (kPa)	Frictional Strength (kPa)	Cohesive Strength (kPa)
1	11050	4.550357	9.9453245	-8.9766709	11.269105	7.0444532	4
2	11050	5.655919	9.437936	-4.0006028	27.87209	17.42318	4
3	11050	6.4373115	9.1166115	0.84939334	38.571416	24.111457	4
4	11050	7.141071	8.868646	1.5824128	39.404381	13.475236	4
5	11050	8.0913665	8.5701825	4.5093922	46.367847	14.913358	4
6	11050	9.0416615	8.3192565	6.9702721	51.882026	16.001189	4
7	11050	9.9919545	8.114165	8.9815724	55.858907	16.701488	4
8	11050	10.94225	7.9535765	10.556532	58.274387	17.000949	4
9	11050	11.844345	7.8403595	11.667153	58.122575	16.551168	4
10	11050	12.294345	7.7945755	12.115907	59.691136	16.950134	4
11	11050	12.3637	7.7890695	12.170087	62.225274	17.833695	4
12	11050	12.41251	7.785253	12.211021	62.218476	17.816689	4
13	11050	12.66621	7.7689595	12.747696	71.218489	20.832013	4
14	11050	12.9674	7.750357	13.377292	64.815046	18.326277	4
15	11050	13.2424	7.7394995	13.892865	163.17859	53.187617	4
16	11050	13.86781	7.72795	14.935504	136.64344	43.362185	4
17	11050	14.793015	7.7432205	16.160116	135.68327	42.583789	4
18	11050	15.843905	7.8061115	17.105203	136.05938	42.381073	4
19	11050	16.6187	7.8806625	18.783514	132.28215	40.437368	4
20	11050	17.305685	7.978315	22.322372	130.9035	38.685354	4
21	11050	18.182255	8.132121	26.551647	128.72305	36.401694	4
22	11050	19.058825	8.3238865	30.408116	125.98694	34.052886	4
23	11050	20.007625	8.5772705	34.133199	122.29401	31.409992	4
24	11050	20.703285	8.7856645	36.643821	119.4319	29.495793	4
25	11050	21.370805	9.0216045	38.697686	116.39698	27.682757	4
26	11050	21.946295	9.233959	40.382304	113.47618	26.041933	4
27	11050	22.525975	9.480492	41.758171	108.63523	23.827003	4
28	11050	23.241915	9.7990235	43.319657	98.647282	19.712163	4
29	11050	23.543065	9.943398	43.876029	91.917643	17.116298	4
30	11050	23.6472	9.995065	44.050167	90.888267	16.687509	4
31	11050	23.80471	10.07524	44.296867	89.319446	16.040674	4

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 VARIANTE

OS 109 – Muri al KM 27+000 – Relazione tecnica e di Calcolo

32	11050	24.2507	10.31286	44.884516	89.906089	16.040316	4
33	11050	24.99577	10.73855	45.58568	88.10928	15.150336	4
34	11050	25.91397	11.319	43.237698	79.976466	13.089312	4
35	11050	26.90191	12.017615	37.519875	70.388847	11.710579	4
36	11050	27.889845	12.805645	30.925995	59.798603	10.286752	4
37	11050	28.87778	13.696865	23.320566	47.781912	8.7151042	4
38	11050	29.86572	14.710535	14.513244	33.750856	6.8539892	4
39	11050	30.79888	15.80095	4.8909932	21.893694	4.9493966	0
40	11050	31.617185	16.89346	-4.8837526	6.9205195	2.0145268	0

## 16.2 MURO TIPO 2

### 16.2.1 REPORT VERIFICA DI Figura 35

SD

Report generated using GeoStudio 2007, version 7.23. Copyright © 1991-2013 GEO-SLOPE International Ltd.

#### Project Settings

Length(L) Units: **meters**  
 Time(t) Units: **Seconds**  
 Force(F) Units: **kN**  
 Pressure(p) Units: **kPa**  
 Strength Units: **kPa**  
 Unit Weight of Water: **9.807 kN/m<sup>3</sup>**  
 View: **2D**

#### Analysis Settings

SD

Kind: **SLOPE/W**  
 Method: **Morgenstern-Price**  
 Settings  
     Apply Phreatic Correction: **No**  
     Side Function  
         Interslice force function option: **Half-Sine**  
     PWP Conditions Source: **Piezometric Line**  
     Use Staged Rapid Drawdown: **No**  
 Slip Surface  
     Direction of movement: **Right to Left**  
     Use Passive Mode: **No**  
     Slip Surface Option: **Entry and Exit**  
     Critical slip surfaces saved: **1**  
     Optimize Critical Slip Surface Location: **No**  
     Tension Crack  
         Tension Crack Option: **(none)**  
 FOS Distribution  
     FOS Calculation Option: **Constant**  
 Advanced  
     Number of Slices: **30**  
     Optimization Tolerance: **0.01**  
     Minimum Slip Surface Depth: **0.01 m**  
     Optimization Maximum Iterations: **2000**  
     Optimization Convergence Tolerance: **1e-007**  
     Starting Optimization Points: **8**  
     Ending Optimization Points: **16**  
     Complete Passes per Insertion: **1**  
     Driving Side Maximum Convex Angle: **5 °**  
     Resisting Side Maximum Convex Angle: **1 °**

#### Materials

##### 1) Materiale arido

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 VARIANTE

OS 109 – Muri al KM 27+000 – Relazione tecnica e di Calcolo

Model: [Mohr-Coulomb](#)  
Unit Weight: [20 kN/m<sup>3</sup>](#)  
Cohesion: [0 kPa](#)  
Phi: [32.01 °](#)  
Phi-B: [0 °](#)  
Pore Water Pressure  
Piezometric Line: [1](#)

## 2) LSA(a)

Model: [Mohr-Coulomb](#)  
Unit Weight: [20 kN/m<sup>3</sup>](#)  
Cohesion: [0 kPa](#)  
Phi: [16.23 °](#)  
Phi-B: [0 °](#)  
Pore Water Pressure  
Piezometric Line: [1](#)

## 3) LSA

Model: [Mohr-Coulomb](#)  
Unit Weight: [20 kN/m<sup>3</sup>](#)  
Cohesion: [4 kPa](#)  
Phi: [19.61 °](#)  
Phi-B: [0 °](#)  
Pore Water Pressure  
Piezometric Line: [1](#)

## 4) AG

Model: [Mohr-Coulomb](#)  
Unit Weight: [20.5 kN/m<sup>3</sup>](#)  
Cohesion: [8 kPa](#)  
Phi: [21.32 °](#)  
Phi-B: [0 °](#)  
Pore Water Pressure  
Piezometric Line: [1](#)

## 5) CLS

Model: [Undrained \(Phi=0\)](#)  
Unit Weight: [25 kN/m<sup>3</sup>](#)  
Cohesion: [600 kPa](#)  
Pore Water Pressure  
Piezometric Line: [1](#)

## 6) Sovrastruttura stradale

Model: [Mohr-Coulomb](#)  
Unit Weight: [20.5 kN/m<sup>3</sup>](#)  
Cohesion: [4 kPa](#)  
Phi: [32.01 °](#)  
Phi-B: [0 °](#)  
Pore Water Pressure  
Piezometric Line: [1](#)

## 7) Terreno naturale compattato

Model: [Mohr-Coulomb](#)  
Unit Weight: [19.5 kN/m<sup>3</sup>](#)  
Cohesion: [4 kPa](#)  
Phi: [21.32 °](#)  
Phi-B: [0 °](#)  
Pore Water Pressure  
Piezometric Line: [1](#)

## Slip Surface Entry and Exit

Left Projection: [Range](#)  
Left-Zone Left Coordinate: [\(0.36844, 10.881982\) m](#)  
Left-Zone Right Coordinate: [\(11.5, 10.952526\) m](#)  
Left-Zone Increment: [30](#)  
Right Projection: [Range](#)  
Right-Zone Left Coordinate: [\(18.170032, 14.687164\) m](#)  
Right-Zone Right Coordinate: [\(30, 16.371344\) m](#)  
Right-Zone Increment: [30](#)  
Radius Increments: [40](#)

## Slip Surface Limits

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 VARIANTE**

**OS 109 – Muri al KM 27+000 – Relazione tecnica e di Calcolo**

Left Coordinate: (0, 11.073141) m

Right Coordinate: (30, 16.371344) m

**Piezometric Lines**

**Piezometric Line 1**

**Coordinates**

	X (m)	Y (m)
	0	9.84
	12.42	9.84
	15.22	10.34
	22.12	14.94
	30	15.87

**Regions**

	Material	Points	Area (m <sup>2</sup> )
Region 1	6) Sovrastruttura stradale	2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13,14	14.88013
Region 2	5) CLS	10,15,16,17,18,19,20,21,22,23,24,13,12,11	2.4
Region 3	2) LSA(a)	25,26,27,28,29,30,31	21.636669
Region 4	3) LSA	25,31,32,33,14,13,24,23,22,21,20,34,35	235.50767
Region 5	4) AG	33,36,37,32	110.59223
Region 6	1) Materiale arido	16,38,39,40,26,25,35,17	7.1801502
Region 7	7) Terreno naturale compattato	17,35,34,18	4.725
Region 8	1) Materiale arido	18,34,20,19	1.075

**Points**

	X (m)	Y (m)
Point 1		
Point 2	0	11.073141
Point 3	0.1	11.073141
Point 4	0.14611	10.853412
Point 5	1	10.963141
Point 6	6.2087	11.080957
Point 7	11.4174	10.963141
Point 8	12.27129	10.853412
Point 9	12.3174	11.073141
Point 10	13.0174	11.073141
Point 11	13.0174	10.343705
Point 12	12.4174	10.343705
Point 13	12.4174	9.843705
Point 14	0	9.843705
Point 15	13.0174	12.843705
Point 16	13.3174	12.843705
Point 17	13.3174	12.343705
Point 18	13.3174	10.843705
Point 19	13.3174	10.343705
Point 20	15.2174	10.343705
Point 21	15.2174	9.843705
Point 22	12.9174	9.843705
Point 23	12.9174	9.343705
Point 24	12.4174	9.343705
Point 25	17.796486	12.922791
Point 26	20.043133	15.169438
Point 27	20.473919	14.738652

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 VARIANTE

OS 109 – Muri al KM 27+000 – Relazione tecnica e di Calcolo

Point 28	20.932498	14.738652
Point 29	21.574171	15.380325
Point 30	30	16.371344
Point 31	30	14.372815
Point 32	30	5.372815
Point 33	0	2
Point 34	15.7174	10.843705
Point 35	17.2174	12.343705
Point 36	0	0
Point 37	30	0
Point 38	14.1174	12.843141
Point 39	19.011569	15.070079
Point 40	20.016159	15.196412

**Critical Slip Surfaces**

	Slip Surface	FOS	Center (m)	Radius (m)	Entry (m)	Exit (m)
1	26304	1.384	(14.642, 22.573)	13.411	(26.2952, 15.9356)	(7.78824, 11.0452)

**Slices of Slip Surface: 26304**

	Slip Surface	X (m)	Y (m)	PWP (kPa)	Base Normal Stress (kPa)	Frictional Strength (kPa)	Cohesive Strength (kPa)
1	26304	8.1171705	10.86197	-10.022436	7.4318417	4.6457339	4
2	26304	8.7750275	10.51862	-6.6552229	17.10687	10.693711	4
3	26304	9.4328845	10.219825	-3.7249008	25.724422	16.080646	4
4	26304	10.096337	9.96056	-1.1823504	33.19046	20.747757	4
5	26304	10.677495	9.7636685	0.74859235	34.363902	11.976485	4
6	26304	11.170765	9.621238	2.1453773	37.399198	12.560254	4
7	26304	11.844345	9.4640275	3.6871347	39.28225	12.681851	4
8	26304	12.294345	9.3688175	4.620884	42.403833	13.461334	4
9	26304	12.3687	9.355896	4.7476474	45.224929	14.421272	4
10	26304	12.6687	9.310074	5.6324226	51.301101	16.270867	4
11	26304	12.9674	9.266783	6.5802085	48.932121	15.089167	4
12	26304	13.1674	9.2438985	7.1546945	102.95206	34.130749	4
13	26304	13.7174	9.199657	8.5519689	87.28797	28.052114	4
14	26304	14.3924	9.1668925	10.05535	88.261086	27.863191	4
15	26304	14.9437	9.168	11.009876	91.225514	28.57928	4
16	26304	15.4687	9.18959	12.908033	90.567125	27.668433	4
17	26304	16.0924	9.245775	16.434927	92.073498	26.94856	4
18	26304	16.8424	9.3489985	20.325807	93.044428	25.908238	4
19	26304	17.506945	9.474741	23.437065	92.994185	24.781856	4
20	26304	18.10026	9.619182	25.900778	92.231071	23.6322	4
21	26304	18.7078	9.796964	28.128751	91.05848	22.420645	4
22	26304	19.193605	9.959336	29.711816	88.856415	21.072077	4
23	26304	19.6959	10.15538	31.073972	84.529763	19.045265	4
24	26304	20.029645	10.291645	31.919831	81.468186	17.653121	4
25	26304	20.258525	10.396925	32.383184	75.044334	15.199343	4
26	26304	20.70321	10.61249	33.177809	66.643494	11.923176	4
27	26304	21.253335	10.91058	33.850855	65.971817	11.444078	4
28	26304	21.847085	11.266395	34.242041	65.083516	10.988221	4
29	26304	22.44751	11.674905	32.40014	58.991712	9.4740629	4
30	26304	23.102525	12.17601	28.243844	51.649338	8.3389246	4
31	26304	23.75754	12.746355	23.408816	43.443136	7.1378408	4

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 VARIANTE

OS 109 – Muri al KM 27+000 – Relazione tecnica e di Calcolo

32	26304	24.41256	13.399005	17.765768	34.017355	5.7901261	4
33	26304	25.047515	14.12661	11.365185	26.384162	4.3719449	0
34	26304	25.662405	14.949875	4.0031936	14.16489	2.9580165	0
35	26304	26.132535	15.66498	-2.4656775	3.6599579	1.0653945	0

## 16.2.2 REPORT VERIFICA DI Figura 36

### Sisma+

Report generated using GeoStudio 2007, version 7.23. Copyright © 1991-2013 GEO-SLOPE International Ltd.

### Project Settings

Length(L) Units: [meters](#)  
 Time(t) Units: [Seconds](#)  
 Force(F) Units: [kN](#)  
 Pressure(p) Units: [kPa](#)  
 Strength Units: [kPa](#)  
 Unit Weight of Water: [9.807 kN/m<sup>3</sup>](#)  
 View: [2D](#)

### Analysis Settings

#### Sisma+

Kind: [SLOPE/W](#)  
 Method: [Morgenstern-Price](#)  
 Settings  
     Apply Phreatic Correction: [No](#)  
     Side Function  
         Interslice force function option: [Half-Sine](#)  
     PWP Conditions Source: [Piezometric Line](#)  
     Use Staged Rapid Drawdown: [No](#)  
 Slip Surface  
     Direction of movement: [Right to Left](#)  
     Use Passive Mode: [No](#)  
     Slip Surface Option: [Entry and Exit](#)  
     Critical slip surfaces saved: [1](#)  
     Optimize Critical Slip Surface Location: [No](#)  
     Tension Crack  
         Tension Crack Option: [\(none\)](#)  
 FOS Distribution  
     FOS Calculation Option: [Constant](#)  
 Advanced  
     Number of Slices: [30](#)  
     Optimization Tolerance: [0.01](#)  
     Minimum Slip Surface Depth: [0.01 m](#)  
     Optimization Maximum Iterations: [2000](#)  
     Optimization Convergence Tolerance: [1e-007](#)  
     Starting Optimization Points: [8](#)  
     Ending Optimization Points: [16](#)  
     Complete Passes per Insertion: [1](#)  
     Driving Side Maximum Convex Angle: [5 °](#)  
     Resisting Side Maximum Convex Angle: [1 °](#)

### Materials

#### 1) Materiale arido

Model: [Mohr-Coulomb](#)  
 Unit Weight: [20 kN/m<sup>3</sup>](#)  
 Cohesion: [0 kPa](#)  
 Phi: [32.01 °](#)  
 Phi-B: [0 °](#)  
 Pore Water Pressure  
     Piezometric Line: [1](#)

#### 2) LSA(a)

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 VARIANTE

OS 109 – Muri al KM 27+000 – Relazione tecnica e di Calcolo

Model: Mohr-Coulomb  
Unit Weight: 20 kN/m<sup>3</sup>  
Cohesion: 0 kPa  
Phi: 16.23 °  
Phi-B: 0 °  
Pore Water Pressure  
Piezometric Line: 1

3) LSA

Model: Mohr-Coulomb  
Unit Weight: 20 kN/m<sup>3</sup>  
Cohesion: 4 kPa  
Phi: 19.61 °  
Phi-B: 0 °  
Pore Water Pressure  
Piezometric Line: 1

4) AG

Model: Mohr-Coulomb  
Unit Weight: 20.5 kN/m<sup>3</sup>  
Cohesion: 8 kPa  
Phi: 21.32 °  
Phi-B: 0 °  
Pore Water Pressure  
Piezometric Line: 1

5) CLS

Model: Undrained (Phi=0)  
Unit Weight: 25 kN/m<sup>3</sup>  
Cohesion: 600 kPa  
Pore Water Pressure  
Piezometric Line: 1

6) Sovrastruttura stradale

Model: Mohr-Coulomb  
Unit Weight: 20.5 kN/m<sup>3</sup>  
Cohesion: 4 kPa  
Phi: 32.01 °  
Phi-B: 0 °  
Pore Water Pressure  
Piezometric Line: 1

7) Terreno naturale compattato

Model: Mohr-Coulomb  
Unit Weight: 19.5 kN/m<sup>3</sup>  
Cohesion: 4 kPa  
Phi: 21.32 °  
Phi-B: 0 °  
Pore Water Pressure  
Piezometric Line: 1

**Slip Surface Entry and Exit**

Left Projection: Range  
Left-Zone Left Coordinate: (0.36844, 10.881982) m  
Left-Zone Right Coordinate: (11.5, 10.952526) m  
Left-Zone Increment: 30  
Right Projection: Range  
Right-Zone Left Coordinate: (18.170032, 14.687164) m  
Right-Zone Right Coordinate: (30, 16.371344) m  
Right-Zone Increment: 30  
Radius Increments: 40

**Slip Surface Limits**

Left Coordinate: (0, 11.073141) m  
Right Coordinate: (30, 16.371344) m

**Piezometric Lines**

**Piezometric Line 1**

**Coordinates**

	X (m)	Y (m)
	0	9.84

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 VARIANTE**

**OS 109 – Muri al KM 27+000 – Relazione tecnica e di Calcolo**

	12.42	9.84
	15.22	10.34
	21.21	14.34
	30	15.37

**Seismic Loads**

Horz Seismic Load: 0.04

Vert Seismic Load: 0.02

Ignore seismic load in strength: Yes

**Regions**

	Material	Points	Area (m <sup>2</sup> )
Region 1	6) Sovrastruttura stradale	2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13,14	14.88013
Region 2	5) CLS	10,15,16,17,18,19,20,21,22,23,24,13,12,11	2.4
Region 3	2) LSA(a)	25,26,27,28,29,30,31	21.636669
Region 4	3) LSA	25,31,32,33,14,13,24,23,22,21,20,34,35	235.50767
Region 5	4) AG	33,36,37,32	110.59223
Region 6	1) Materiale arido	16,38,39,40,26,25,35,17	7.1801502
Region 7	7) Terreno naturale compattato	17,35,34,18	4.725
Region 8	1) Materiale arido	18,34,20,19	1.075

**Points**

	X (m)	Y (m)
Point 1		
Point 2	0	11.073141
Point 3	0.1	11.073141
Point 4	0.14611	10.853412
Point 5	1	10.963141
Point 6	6.2087	11.080957
Point 7	11.4174	10.963141
Point 8	12.27129	10.853412
Point 9	12.3174	11.073141
Point 10	13.0174	11.073141
Point 11	13.0174	10.343705
Point 12	12.4174	10.343705
Point 13	12.4174	9.843705
Point 14	0	9.843705
Point 15	13.0174	12.843705
Point 16	13.3174	12.843705
Point 17	13.3174	12.343705
Point 18	13.3174	10.843705
Point 19	13.3174	10.343705
Point 20	15.2174	10.343705
Point 21	15.2174	9.843705
Point 22	12.9174	9.843705
Point 23	12.9174	9.343705
Point 24	12.4174	9.343705
Point 25	17.796486	12.922791
Point 26	20.043133	15.169438
Point 27	20.473919	14.738652
Point 28	20.932498	14.738652
Point 29	21.574171	15.380325
Point 30	30	16.371344
Point 31	30	14.372815



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 VARIANTE

OS 109 – Muri al KM 27+000 – Relazione tecnica e di Calcolo

Point 32	30	5.372815
Point 33	0	2
Point 34	15.7174	10.843705
Point 35	17.2174	12.343705
Point 36	0	0
Point 37	30	0
Point 38	14.1174	12.843141
Point 39	19.011569	15.070079
Point 40	20.016159	15.196412

**Critical Slip Surfaces**

	Slip Surface	FOS	Center (m)	Radius (m)	Entry (m)	Exit (m)
1	26304	1.236	(14.642, 22.573)	13.411	(26.2952, 15.9356)	(7.78824, 11.0452)

**Slices of Slip Surface: 26304**

	Slip Surface	X (m)	Y (m)	PWP (kPa)	Base Normal Stress (kPa)	Frictional Strength (kPa)	Cohesive Strength (kPa)
1	26304	8.1171705	10.86197	-10.022436	7.9588841	0	8.5793
2	26304	8.7750275	10.51862	-6.6552229	18.172974	0	14.567
3	26304	9.4328845	10.219825	-3.7249008	27.321168	0	19.891
4	26304	10.096337	9.96056	-1.1823504	35.278574	0	24.497
5	26304	10.677495	9.7636685	0.74859235	36.192099	0	15.868
6	26304	11.170765	9.621238	2.1453773	39.331917	0	16.446
7	26304	11.844345	9.4640275	3.6871347	41.236169	0	16.564
8	26304	12.294345	9.3688175	4.620884	44.408829	0	17.341
9	26304	12.3687	9.355896	4.7476474	47.310297	0	18.298
10	26304	12.6687	9.310074	5.6324226	53.520344	0	20.142
11	26304	12.9674	9.266783	6.5802085	51.009737	0	18.967
12	26304	13.1674	9.2438985	7.1546945	106.57993	0	37.942
13	26304	13.7174	9.199657	8.5519689	90.239677	0	31.895
14	26304	14.3924	9.1668925	10.05535	90.927898	0	31.724
15	26304	14.9437	9.168	11.009876	93.675129	0	32.457
16	26304	15.4687	9.18959	12.910842	92.690137	0	31.568
17	26304	16.0924	9.245775	16.444205	93.820513	0	30.875
18	26304	16.8424	9.3489985	20.344221	94.322847	0	29.869
19	26304	17.506945	9.474741	23.46237	93.862974	0	28.774
20	26304	18.10026	9.619182	25.930994	92.757451	0	27.652
21	26304	18.7078	9.796964	28.166394	91.268653	0	26.465
22	26304	19.18939	9.957746	29.744845	88.880083	0	25.152
23	26304	19.691685	10.15379	31.111536	84.355872	0	23.142
24	26304	20.029645	10.291645	31.972113	81.152457	0	21.743
25	26304	20.258525	10.396925	32.437988	74.671241	0	19.292
26	26304	20.70321	10.61249	33.236162	66.198063	0	16.022
27	26304	21.07125	10.8045	33.764788	64.541122	0	15.266
28	26304	21.392085	10.98639	33.098496	66.175638	0	16.107
29	26304	21.89076	11.295985	30.634323	63.756962	0	16.14
30	26304	22.52394	11.72964	27.109224	57.078706	0	15.014
31	26304	23.15712	12.220185	23.026037	49.813717	0	13.867
32	26304	23.7903	12.77624	18.30107	41.709817	0	12.645
33	26304	24.42348	13.40986	12.814976	32.410477	0	11.27
34	26304	25.174985	14.3017	4.9320315	22.612866	0	5.2535
35	26304	25.95256	15.395585	-4.90217	7.1074586	0	2.1197

## 16.2.3 REPORT VERIFICA DI Figura 37

### Sisma-

Report generated using GeoStudio 2007, version 7.23. Copyright © 1991-2013 GEO-SLOPE International Ltd.

#### Project Settings

Length(L) Units: [meters](#)  
Time(t) Units: [Seconds](#)  
Force(F) Units: [kN](#)  
Pressure(p) Units: [kPa](#)  
Strength Units: [kPa](#)  
Unit Weight of Water: [9.807 kN/m<sup>3</sup>](#)  
View: [2D](#)

#### Analysis Settings

##### Sisma-

Kind: [SLOPE/W](#)  
Method: [Morgenstern-Price](#)  
Settings  
Apply Phreatic Correction: [No](#)  
Side Function  
Interslice force function option: [Half-Sine](#)  
PWP Conditions Source: [Piezometric Line](#)  
Use Staged Rapid Drawdown: [No](#)  
Slip Surface  
Direction of movement: [Right to Left](#)  
Use Passive Mode: [No](#)  
Slip Surface Option: [Entry and Exit](#)  
Critical slip surfaces saved: [1](#)  
Optimize Critical Slip Surface Location: [No](#)  
Tension Crack  
Tension Crack Option: [\(none\)](#)  
FOS Distribution  
FOS Calculation Option: [Constant](#)  
Advanced  
Number of Slices: [30](#)  
Optimization Tolerance: [0.01](#)  
Minimum Slip Surface Depth: [0.01 m](#)  
Optimization Maximum Iterations: [2000](#)  
Optimization Convergence Tolerance: [1e-007](#)  
Starting Optimization Points: [8](#)  
Ending Optimization Points: [16](#)  
Complete Passes per Insertion: [1](#)  
Driving Side Maximum Convex Angle: [5 °](#)  
Resisting Side Maximum Convex Angle: [1 °](#)

#### Materials

##### 1) Materiale arido

Model: [Mohr-Coulomb](#)  
Unit Weight: [20 kN/m<sup>3</sup>](#)  
Cohesion: [0 kPa](#)  
Phi: [32.01 °](#)  
Phi-B: [0 °](#)  
Pore Water Pressure  
Piezometric Line: [1](#)

##### 2) LSA(a)

Model: [Mohr-Coulomb](#)  
Unit Weight: [20 kN/m<sup>3</sup>](#)  
Cohesion: [0 kPa](#)  
Phi: [16.23 °](#)  
Phi-B: [0 °](#)  
Pore Water Pressure

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 VARIANTE

Piezometric Line: 1

3) LSA

Model: Mohr-Coulomb  
Unit Weight: 20 kN/m<sup>3</sup>  
Cohesion: 4 kPa  
Phi: 19.61 °  
Phi-B: 0 °  
Pore Water Pressure

Piezometric Line: 1

4) AG

Model: Mohr-Coulomb  
Unit Weight: 20.5 kN/m<sup>3</sup>  
Cohesion: 8 kPa  
Phi: 21.32 °  
Phi-B: 0 °  
Pore Water Pressure

Piezometric Line: 1

5) CLS

Model: Undrained (Phi=0)  
Unit Weight: 25 kN/m<sup>3</sup>  
Cohesion: 600 kPa  
Pore Water Pressure

Piezometric Line: 1

6) Sovrastruttura stradale

Model: Mohr-Coulomb  
Unit Weight: 20.5 kN/m<sup>3</sup>  
Cohesion: 4 kPa  
Phi: 32.01 °  
Phi-B: 0 °  
Pore Water Pressure

Piezometric Line: 1

7) Terreno naturale compattato

Model: Mohr-Coulomb  
Unit Weight: 19.5 kN/m<sup>3</sup>  
Cohesion: 4 kPa  
Phi: 21.32 °  
Phi-B: 0 °  
Pore Water Pressure

Piezometric Line: 1

**Slip Surface Entry and Exit**

Left Projection: Range  
Left-Zone Left Coordinate: (0.36844, 10.881982) m  
Left-Zone Right Coordinate: (11.5, 10.952526) m  
Left-Zone Increment: 30  
Right Projection: Range  
Right-Zone Left Coordinate: (18.170032, 14.687164) m  
Right-Zone Right Coordinate: (30, 16.371344) m  
Right-Zone Increment: 30  
Radius Increments: 40

**Slip Surface Limits**

Left Coordinate: (0, 11.073141) m  
Right Coordinate: (30, 16.371344) m

**Piezometric Lines**

**Piezometric Line 1**

**Coordinates**

	X (m)	Y (m)
	0	9.84
	12.42	9.84
	15.22	10.34
	21.21	14.34
	30	15.37

**Seismic Loads**

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 VARIANTE**

**OS 109 – Muri al KM 27+000 – Relazione tecnica e di Calcolo**

Horz Seismic Load: 0.04

Vert Seismic Load: -0.02

Ignore seismic load in strength: No

**Regions**

	Material	Points	Area (m <sup>2</sup> )
Region 1	6) Sovrastruttura stradale	2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13,14	14.88013
Region 2	5) CLS	10,15,16,17,18,19,20,21,22,23,24,13,12,11	2.4
Region 3	2) LSA(a)	25,26,27,28,29,30,31	21.636669
Region 4	3) LSA	25,31,32,33,14,13,24,23,22,21,20,34,35	235.50767
Region 5	4) AG	33,36,37,32	110.59223
Region 6	1) Materiale arido	16,38,39,40,26,25,35,17	7.1801502
Region 7	7) Terreno naturale compattato	17,35,34,18	4.725
Region 8	1) Materiale arido	18,34,20,19	1.075

**Points**

	X (m)	Y (m)
Point 1		
Point 2	0	11.073141
Point 3	0.1	11.073141
Point 4	0.14611	10.853412
Point 5	1	10.963141
Point 6	6.2087	11.080957
Point 7	11.4174	10.963141
Point 8	12.27129	10.853412
Point 9	12.3174	11.073141
Point 10	13.0174	11.073141
Point 11	13.0174	10.343705
Point 12	12.4174	10.343705
Point 13	12.4174	9.843705
Point 14	0	9.843705
Point 15	13.0174	12.843705
Point 16	13.3174	12.843705
Point 17	13.3174	12.343705
Point 18	13.3174	10.843705
Point 19	13.3174	10.343705
Point 20	15.2174	10.343705
Point 21	15.2174	9.843705
Point 22	12.9174	9.843705
Point 23	12.9174	9.343705
Point 24	12.4174	9.343705
Point 25	17.796486	12.922791
Point 26	20.043133	15.169438
Point 27	20.473919	14.738652
Point 28	20.932498	14.738652
Point 29	21.574171	15.380325
Point 30	30	16.371344
Point 31	30	14.372815
Point 32	30	5.372815
Point 33	0	2
Point 34	15.7174	10.843705
Point 35	17.2174	12.343705
Point 36	0	0

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 VARIANTE

OS 109 – Muri al KM 27+000 – Relazione tecnica e di Calcolo

Point 37	30	0
Point 38	14.1174	12.843141
Point 39	19.011569	15.070079
Point 40	20.016159	15.196412

Critical Slip Surfaces

	Slip Surface	FOS	Center (m)	Radius (m)	Entry (m)	Exit (m)
1	26426	1.252	(15.069, 23.717)	14.615	(27.5301, 16.0809)	(7.78824, 11.0452)

Slices of Slip Surface: 26426

	Slip Surface	X (m)	Y (m)	PWP (kPa)	Base Normal Stress (kPa)	Frictional Strength (kPa)	Cohesive Strength (kPa)
1	26426	8.1239445	10.863835	-10.04073	7.6515587	4.7830816	4
2	26426	8.7953495	10.522815	-6.6964346	17.359831	10.85184	4
3	26426	9.4667545	10.22381	-3.7640832	26.093003	16.311051	4
4	26426	10.143759	9.962215	-1.1985535	33.756339	21.101495	4
5	26426	10.95123	9.703021	1.3433447	35.757007	12.260922	4
6	26426	11.844345	9.4694085	3.6344273	39.317469	12.713178	4
7	26426	12.294345	9.3683165	4.625858	42.59835	13.528865	4
8	26426	12.3687	9.3542125	4.7640896	45.434909	14.490226	4
9	26426	12.6687	9.3031495	5.7003437	51.629121	16.363535	4
10	26426	12.9674	9.254466	6.7010126	49.430779	15.223789	4
11	26426	13.1674	9.227513	7.3155924	103.2148	34.167031	4
12	26426	13.7174	9.1706555	8.8363049	88.083005	28.234067	4
13	26426	14.3924	9.1207345	10.507985	89.591036	28.175761	4
14	26426	14.9437	9.105612	11.621721	93.013215	28.998215	4
15	26426	15.4687	9.1100425	13.6909	92.785971	28.180044	4
16	26426	16.0924	9.143174	17.450375	94.7707	27.547736	4
17	26426	16.8424	9.215357	21.654713	96.302724	26.595643	4
18	26426	17.506945	9.3102045	25.076722	96.734714	25.530357	4
19	26426	18.10026	9.4236155	27.849529	96.394536	24.42126	4
20	26426	18.7078	9.5661415	30.430222	95.649	23.236189	4
21	26426	19.18939	9.6965065	32.305153	93.821178	21.91697	4
22	26426	19.691685	9.8569785	34.022123	89.870503	19.897698	4
23	26426	20.029645	9.9700605	35.126507	87.026417	18.490934	4
24	26426	20.258525	10.056753	35.775155	80.801159	16.041894	4
25	26426	20.70321	10.23439	36.945198	72.807916	12.777193	4
26	26426	21.07125	10.3927	37.801041	71.550914	12.024427	4
27	26426	21.392085	10.54259	37.45106	73.58757	12.87474	4
28	26426	21.881765	10.79211	35.565721	71.965475	12.968528	4
29	26426	22.496955	11.13584	32.901519	66.480526	11.96355	4
30	26426	23.11215	11.52028	29.839542	60.688707	10.990961	4
31	26426	23.727345	11.949435	26.336666	54.480173	10.026987	4
32	26426	24.342535	12.42843	22.346345	47.709716	9.0364787	4
33	26426	24.957725	12.96397	17.801608	40.182242	7.9737871	4
34	26426	25.572915	13.565085	12.612833	31.636579	6.7777925	4
35	26426	26.33795	14.438915	4.9228631	22.238202	5.040404	0
36	26426	27.16277	15.53767	-4.9048193	7.0422095	2.0499501	0

## 16.3 MURO TIPO 1

### 16.3.1 REPORT VERIFICA DI Figura 38

#### SD

Report generated using GeoStudio 2007, version 7.23. Copyright © 1991-2013 GEO-SLOPE International Ltd.

#### Project Settings

Length(L) Units: meters  
Time(t) Units: Seconds  
Force(F) Units: kN  
Pressure(p) Units: kPa  
Strength Units: kPa  
Unit Weight of Water: 9.807 kN/m<sup>3</sup>  
View: 2D

#### Analysis Settings

##### SD

Kind: SLOPE/W  
Method: Morgenstern-Price  
Settings  
Apply Phreatic Correction: No  
Side Function  
Interslice force function option: Half-Sine  
PWP Conditions Source: Piezometric Line  
Use Staged Rapid Drawdown: No  
Slip Surface  
Direction of movement: Right to Left  
Use Passive Mode: No  
Slip Surface Option: Entry and Exit  
Critical slip surfaces saved: 1  
Optimize Critical Slip Surface Location: No  
Tension Crack  
Tension Crack Option: (none)  
FOS Distribution  
FOS Calculation Option: Constant  
Advanced  
Number of Slices: 30  
Optimization Tolerance: 0.01  
Minimum Slip Surface Depth: 0.01 m  
Optimization Maximum Iterations: 2000  
Optimization Convergence Tolerance: 1e-007  
Starting Optimization Points: 8  
Ending Optimization Points: 16  
Complete Passes per Insertion: 1  
Driving Side Maximum Convex Angle: 5 °  
Resisting Side Maximum Convex Angle: 1 °

#### Materials

##### 1) Materiale arido

Model: Mohr-Coulomb  
Unit Weight: 20 kN/m<sup>3</sup>  
Cohesion: 0 kPa  
Phi: 32.01 °  
Phi-B: 0 °  
Pore Water Pressure  
Piezometric Line: 1

##### 2) LSA(a)

Model: Mohr-Coulomb  
Unit Weight: 20 kN/m<sup>3</sup>  
Cohesion: 0 kPa  
Phi: 16.23 °  
Phi-B: 0 °  
Pore Water Pressure

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 VARIANTE**

Piezometric Line: 1

**3) LSA**

Model: Mohr-Coulomb  
 Unit Weight: 20 kN/m<sup>3</sup>  
 Cohesion: 4 kPa  
 Phi: 19.61 °  
 Phi-B: 0 °  
 Pore Water Pressure

Piezometric Line: 1

**4) AG**

Model: Mohr-Coulomb  
 Unit Weight: 20.5 kN/m<sup>3</sup>  
 Cohesion: 8 kPa  
 Phi: 21.32 °  
 Phi-B: 0 °  
 Pore Water Pressure

Piezometric Line: 1

**5) CLS**

Model: Undrained (Phi=0)  
 Unit Weight: 25 kN/m<sup>3</sup>  
 Cohesion: 600 kPa  
 Pore Water Pressure

Piezometric Line: 1

**6) Sovrastruttura stradale**

Model: Mohr-Coulomb  
 Unit Weight: 20.5 kN/m<sup>3</sup>  
 Cohesion: 4 kPa  
 Phi: 32.01 °  
 Phi-B: 0 °  
 Pore Water Pressure

Piezometric Line: 1

**Slip Surface Entry and Exit**

Left Projection: Range  
 Left-Zone Left Coordinate: (1.376618, 11.624792) m  
 Left-Zone Right Coordinate: (12, 11.541406) m  
 Left-Zone Increment: 30  
 Right Projection: Range  
 Right-Zone Left Coordinate: (14.455296, 12.351537) m  
 Right-Zone Right Coordinate: (26, 14.906089) m  
 Right-Zone Increment: 30  
 Radius Increments: 40

**Slip Surface Limits**

Left Coordinate: (0, 11.726273) m  
 Right Coordinate: (28, 15.140066) m

**Piezometric Lines**

**Piezometric Line 1**

**Coordinates**

	X (m)	Y (m)
	0	10.5
	11.42	10.5
	13.47	11.13
	16.75	13.32
	28	14.64

**Regions**

	Material	Points	Area (m <sup>2</sup> )
Region 1	6) Sovrastruttura stradale	1,2,3,4,5,6,7,8,9,10	13.361737
Region 2	1) Materiale arido	7,11,12,13,14,15,16,17,18,19,8	5.0713162
Region 3	2) LSA(a)	17,16,20,21,22,23,24,25	23.403746
Region 4	3) LSA	17,25,26,27,28,9,8,19,18	245.55509

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 VARIANTE**

**OS 109 – Muri al KM 27+000 – Relazione tecnica e di Calcolo**

Region 5	2) LSA(a)	28,10,9	1.2290525
Region 6	4) AG	27,29,30,26	71.94957
Region 7	6) Sovrastruttura stradale	7,6,31,32,33,11	0.454012
Region 8	5) CLS	33,34,35,13,12,11	0.8548467

**Points**

	X (m)	Y (m)
Point 1	0	11.726273
Point 2	0.1	11.726273
Point 3	0.144	11.506273
Point 4	1	11.616273
Point 5	6.2087	11.734088
Point 6	11.4174	11.616273
Point 7	11.4174	11.126565
Point 8	11.4174	10.496565
Point 9	4.950218	10.496565
Point 10	0	10.496565
Point 11	12.4174	11.126273
Point 12	13.4674	11.126565
Point 13	13.4674	12.226273
Point 14	14.2674	12.226273
Point 15	16.631167	13.802117
Point 16	17.21491	13.874075
Point 17	14.933704	11.592869
Point 18	14.4674	11.126565
Point 19	14.4674	10.496565
Point 20	17.631167	13.925388
Point 21	18.088926	13.467628
Point 22	18.547505	13.467628
Point 23	19.189179	14.109301
Point 24	28	15.140066
Point 25	28	13.139255
Point 26	28	4.139255
Point 27	0	1
Point 28	0	10
Point 29	0	0
Point 30	28	0
Point 31	12.27129	11.506544
Point 32	12.3174	11.726273
Point 33	12.4174	11.726273
Point 34	13.0174	11.726273
Point 35	13.0174	12.226273

**Critical Slip Surfaces**

	Slip Surface	FOS	Center (m)	Radius (m)	Entry (m)	Exit (m)
1	35115	1.535	(14.483, 19.554)	8.682	(21.4501, 14.3738)	(10.9418, 11.627)

**Slices of Slip Surface: 35115**

	Slip Surface	X (m)	Y (m)	PWP (kPa)	Base Normal Stress (kPa)	Frictional Strength (kPa)	Cohesive Strength (kPa)
1	35115	11.17962	11.52916	-10.092932	3.8514728	2.4076021	4
2	35115	11.4187	11.4308	-9.128381	6.2976689	3.9367487	4
3	35115	11.632825	11.35632	-7.7564278	7.6330457	4.7715089	4



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 VARIANTE

OS 109 – Muri al KM 27+000 – Relazione tecnica e di Calcolo

4	35115	12.05847	11.22042	-5.1408865	9.9618917	6.2272986	4	
5	35115	12.294345	11.152505	-3.7640164	13.874708	8.6732474	4	
6	35115	12.357445	11.13639	-3.4157305	17.079258	10.67645	4	
7	35115	12.407445	11.12383	-3.1418758	16.249501	10.157759	0	
8	35115	12.5674	11.087445	-2.3029713	20.530208	12.833681	0	
9	35115	12.8674	11.0251	-0.78740157	22.150869	13.846775	0	
10	35115	13.02345	10.99566	-	0.028349871	37.89515	23.688715	0
11	35115	13.24845	10.96317	0.96840511	38.47897	23.448306	0	
12	35115	13.4687	10.931555	1.9422289	32.473872	19.085699	0	
13	35115	13.66935	10.912635	3.4370251	32.474943	18.151953	0	
14	35115	14.06805	10.884335	6.3253465	32.112758	16.120022	0	
15	35115	14.3674	10.87347	8.3917573	32.99158	15.377646	0	
16	35115	14.70055	10.87799	10.529085	36.190312	9.1425989	4	
17	35115	15.1272	10.898245	13.124039	40.276602	9.6739329	4	
18	35115	15.5142	10.935805	15.289791	43.319321	9.9863795	4	
19	35115	15.901195	10.991005	17.282568	45.810506	10.163952	4	
20	35115	16.28819	11.064195	19.09879	47.820273	10.232909	4	
21	35115	16.55643	11.123725	20.271543	49.005749	10.237442	4	
22	35115	16.690585	11.157735	20.815971	48.911062	10.009737	4	
23	35115	16.982455	11.24327	20.633133	46.912209	9.3627265	4	
24	35115	17.42304	11.388115	19.720407	43.802784	8.5800851	4	
25	35115	17.86005	11.559735	18.540155	36.001278	6.2210604	4	
26	35115	18.31822	11.769385	17.011378	27.839787	3.8579529	4	
27	35115	18.583355	11.901555	16.020392	25.812134	3.4886084	4	
28	35115	18.741	11.989315	15.341049	26.437946	3.9536098	4	
29	35115	19.02599	12.15811	14.013481	29.127636	4.3996508	0	
30	35115	19.370345	12.3818	12.216027	28.374517	4.7036515	0	
31	35115	19.73268	12.64286	10.072814	24.76446	4.2766606	0	
32	35115	20.095015	12.93405	7.6340233	20.736409	3.8140355	0	
33	35115	20.457345	13.259575	4.8585786	16.147552	3.2861608	0	
34	35115	20.819675	13.625145	1.6903715	10.800622	2.651946	0	
35	35115	21.22549	14.09629	-2.4630904	3.9400484	1.1469274	0	

## 16.3.2 REPORT VERIFICA DI Figura 39

**Sisma+**

Report generated using GeoStudio 2007, version 7.23. Copyright © 1991-2013 GEO-SLOPE International Ltd.

### Project Settings

Length(L) Units: meters  
 Time(t) Units: Seconds  
 Force(F) Units: kN  
 Pressure(p) Units: kPa  
 Strength Units: kPa  
 Unit Weight of Water: 9.807 kN/m<sup>3</sup>  
 View: 2D

### Analysis Settings

**Sisma+**

Kind: SLOPE/W  
 Method: Morgenstern-Price

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 VARIANTE

OS 109 – Muri al KM 27+000 – Relazione tecnica e di Calcolo

#### Settings

Apply Phreatic Correction: **No**  
Side Function  
Interslice force function option: **Half-Sine**  
PWP Conditions Source: **Piezometric Line**  
Use Staged Rapid Drawdown: **No**

#### Slip Surface

Direction of movement: **Right to Left**  
Use Passive Mode: **No**  
Slip Surface Option: **Entry and Exit**  
Critical slip surfaces saved: **1**  
Optimize Critical Slip Surface Location: **No**  
Tension Crack  
Tension Crack Option: **(none)**

#### FOS Distribution

FOS Calculation Option: **Constant**

#### Advanced

Number of Slices: **30**  
Optimization Tolerance: **0.01**  
Minimum Slip Surface Depth: **0.01 m**  
Optimization Maximum Iterations: **2000**  
Optimization Convergence Tolerance: **1e-007**  
Starting Optimization Points: **8**  
Ending Optimization Points: **16**  
Complete Passes per Insertion: **1**  
Driving Side Maximum Convex Angle: **5 °**  
Resisting Side Maximum Convex Angle: **1 °**

### Materials

#### 1) Materiale arido

Model: **Mohr-Coulomb**  
Unit Weight: **20 kN/m<sup>3</sup>**  
Cohesion: **0 kPa**  
Phi: **32.01 °**  
Phi-B: **0 °**  
Pore Water Pressure  
Piezometric Line: **1**

#### 2) LSA(a)

Model: **Mohr-Coulomb**  
Unit Weight: **20 kN/m<sup>3</sup>**  
Cohesion: **0 kPa**  
Phi: **16.23 °**  
Phi-B: **0 °**  
Pore Water Pressure  
Piezometric Line: **1**

#### 3) LSA

Model: **Mohr-Coulomb**  
Unit Weight: **20 kN/m<sup>3</sup>**  
Cohesion: **4 kPa**  
Phi: **19.61 °**  
Phi-B: **0 °**  
Pore Water Pressure  
Piezometric Line: **1**

#### 4) AG

Model: **Mohr-Coulomb**  
Unit Weight: **20.5 kN/m<sup>3</sup>**  
Cohesion: **8 kPa**  
Phi: **21.32 °**  
Phi-B: **0 °**  
Pore Water Pressure  
Piezometric Line: **1**

#### 5) CLS

Model: **Undrained (Phi=0)**  
Unit Weight: **25 kN/m<sup>3</sup>**  
Cohesion: **600 kPa**  
Pore Water Pressure

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 VARIANTE

OS 109 – Muri al KM 27+000 – Relazione tecnica e di Calcolo

Piezometric Line: 1

### 6) Sovrastruttura stradale

Model: Mohr-Coulomb  
 Unit Weight: 20.5 kN/m<sup>3</sup>  
 Cohesion: 4 kPa  
 Phi: 32.01 °  
 Phi-B: 0 °  
 Pore Water Pressure

Piezometric Line: 1

### Slip Surface Entry and Exit

Left Projection: Range  
 Left-Zone Left Coordinate: (1.376618, 11.624792) m  
 Left-Zone Right Coordinate: (12, 11.541406) m  
 Left-Zone Increment: 30  
 Right Projection: Range  
 Right-Zone Left Coordinate: (14.455296, 12.351537) m  
 Right-Zone Right Coordinate: (26, 14.906089) m  
 Right-Zone Increment: 30  
 Radius Increments: 40

### Slip Surface Limits

Left Coordinate: (0, 11.726273) m  
 Right Coordinate: (28, 15.140066) m

### Piezometric Lines

#### Piezometric Line 1

#### Coordinates

	X (m)	Y (m)
	0	10.5
	11.42	10.5
	13.47	11.13
	15.84	12.71
	28	14.14

### Seismic Loads

Horz Seismic Load: 0.04  
 Vert Seismic Load: 0.02  
 Ignore seismic load in strength: Yes

### Regions

	Material	Points	Area (m <sup>2</sup> )
Region 1	6) Sovrastruttura stradale	1,2,3,4,5,6,7,8,9,10	13.361737
Region 2	1) Materiale arido	7,11,12,13,14,15,16,17,18,19,8	5.0713162
Region 3	2) LSA(a)	17,16,20,21,22,23,24,25	23.403746
Region 4	3) LSA	17,25,26,27,28,9,8,19,18	245.55509
Region 5	2) LSA(a)	28,10,9	1.2290525
Region 6	4) AG	27,29,30,26	71.94957
Region 7	6) Sovrastruttura stradale	7,6,31,32,33,11	0.454012
Region 8	5) CLS	33,34,35,13,12,11	0.8548467

### Points

	X (m)	Y (m)
Point 1	0	11.726273
Point 2	0.1	11.726273
Point 3	0.144	11.506273
Point 4	1	11.616273
Point 5	6.2087	11.734088
Point 6	11.4174	11.616273
Point 7	11.4174	11.126565
Point 8	11.4174	10.496565

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 VARIANTE

OS 109 – Muri al KM 27+000 – Relazione tecnica e di Calcolo

Point 9	4.950218	10.496565
Point 10	0	10.496565
Point 11	12.4174	11.126273
Point 12	13.4674	11.126565
Point 13	13.4674	12.226273
Point 14	14.2674	12.226273
Point 15	16.631167	13.802117
Point 16	17.21491	13.874075
Point 17	14.933704	11.592869
Point 18	14.4674	11.126565
Point 19	14.4674	10.496565
Point 20	17.631167	13.925388
Point 21	18.088926	13.467628
Point 22	18.547505	13.467628
Point 23	19.189179	14.109301
Point 24	28	15.140066
Point 25	28	13.139255
Point 26	28	4.139255
Point 27	0	1
Point 28	0	10
Point 29	0	0
Point 30	28	0
Point 31	12.27129	11.506544
Point 32	12.3174	11.726273
Point 33	12.4174	11.726273
Point 34	13.0174	11.726273
Point 35	13.0174	12.226273

**Critical Slip Surfaces**

	Slip Surface	FOS	Center (m)	Radius (m)	Entry (m)	Exit (m)
1	35115	1.416	(14.483, 19.554)	8.682	(21.4501, 14.3738)	(10.9418, 11.627)

**Slices of Slip Surface: 35115**

	Slip Surface	X (m)	Y (m)	PWP (kPa)	Base Normal Stress (kPa)	Frictional Strength (kPa)	Cohesive Strength (kPa)
1	35115	11.17962	11.52916	-10.092932	4.0461173	0	6.3215
2	35115	11.4187	11.4308	-9.128381	6.5909603	0	7.8289
3	35115	11.632825	11.35632	-7.7564278	7.9940936	0	8.65
4	35115	12.05847	11.22042	-5.1408865	10.447805	0	10.082
5	35115	12.294345	11.152505	-3.7640164	14.513552	0	12.498
6	35115	12.357445	11.13639	-3.4157305	17.828624	0	14.478
7	35115	12.407445	11.12383	-3.1418758	16.884967	0	10.007
8	35115	12.5674	11.087445	-2.3029713	21.315368	0	12.653
9	35115	12.8674	11.0251	-0.78740157	23.004034	0	13.654
10	35115	13.02345	10.99566	-	39.254106	0	23.4
				0.028349871			
11	35115	13.24845	10.96317	0.96840511	39.841997	0	23.163
12	35115	13.4687	10.931555	1.9422289	33.632426	0	18.841
13	35115	13.66935	10.912635	3.4350274	33.591152	0	17.922
14	35115	14.06805	10.884335	6.3193338	33.114872	0	15.924
15	35115	14.3674	10.87347	8.3832581	33.922998	0	15.203
16	35115	14.70055	10.87799	10.516865	37.01355	0	13.068

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 VARIANTE

OS 109 – Muri al KM 27+000 – Relazione tecnica e di Calcolo

17	35115	15.08475	10.894335	12.868382	40.673321	0	13.573
18	35115	15.38685	10.92065	14.58534	43.071577	0	13.855
19	35115	15.68895	10.95766	16.197607	45.112821	0	14.051
20	35115	15.959465	10.99947	16.912866	46.699273	0	14.401
21	35115	16.21699	11.048235	16.731572	47.992062	0	14.963
22	35115	16.49311	11.109245	16.451645	49.148827	0	15.515
23	35115	16.777105	11.1821	16.064731	48.626731	0	15.512
24	35115	17.068975	11.267635	15.56248	46.520968	0	14.987
25	35115	17.42304	11.388115	14.789514	43.818606	0	14.348
26	35115	17.86005	11.559735	13.610254	35.836264	0	11.975
27	35115	18.31822	11.769385	12.082687	27.20991	0	9.4784
28	35115	18.705155	11.97011	10.56039	25.767206	0	9.5293
29	35115	19.02599	12.15811	9.0868198	28.696869	0	5.7858
30	35115	19.347455	12.365455	7.4241093	28.128207	0	6.1023
31	35115	19.664005	12.590315	5.5838452	24.97181	0	5.7122
32	35115	19.980555	12.83762	3.5236213	21.504259	0	5.2955
33	35115	20.297105	13.109965	1.2178864	17.628907	0	4.8332
34	35115	20.621175	13.418625	-1.4354189	13.323134	0	3.925
35	35115	20.952765	13.76993	-4.4983222	8.5262894	0	2.5119
36	35115	21.28435	14.16459	-7.9862624	2.9839379	0	0.87946

### 16.3.3 REPORT VERIFICA DI Figura 40

**Sisma-**

Report generated using GeoStudio 2007, version 7.23. Copyright © 1991-2013 GEO-SLOPE International Ltd.

#### Project Settings

Length(L) Units: meters  
 Time(t) Units: Seconds  
 Force(F) Units: kN  
 Pressure(p) Units: kPa  
 Strength Units: kPa  
 Unit Weight of Water: 9.807 kN/m<sup>3</sup>  
 View: 2D

#### Analysis Settings

**Sisma-**

Kind: SLOPE/W  
 Method: Morgenstern-Price  
 Settings  
     Apply Phreatic Correction: No  
     Side Function  
         Interslice force function option: Half-Sine  
     PWP Conditions Source: Piezometric Line  
     Use Staged Rapid Drawdown: No  
 Slip Surface  
     Direction of movement: Right to Left  
     Use Passive Mode: No  
     Slip Surface Option: Entry and Exit  
     Critical slip surfaces saved: 1  
     Optimize Critical Slip Surface Location: No  
     Tension Crack  
         Tension Crack Option: (none)  
 FOS Distribution  
     FOS Calculation Option: Constant  
 Advanced

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 VARIANTE

OS 109 – Muri al KM 27+000 – Relazione tecnica e di Calcolo

Number of Slices: 30  
Optimization Tolerance: 0.01  
Minimum Slip Surface Depth: 0.01 m  
Optimization Maximum Iterations: 2000  
Optimization Convergence Tolerance: 1e-007  
Starting Optimization Points: 8  
Ending Optimization Points: 16  
Complete Passes per Insertion: 1  
Driving Side Maximum Convex Angle: 5 °  
Resisting Side Maximum Convex Angle: 1 °

## Materials

### 1) Materiale arido

Model: Mohr-Coulomb  
Unit Weight: 20 kN/m<sup>3</sup>  
Cohesion: 0 kPa  
Phi: 32.01 °  
Phi-B: 0 °  
Pore Water Pressure  
Piezometric Line: 1

### 2) LSA(a)

Model: Mohr-Coulomb  
Unit Weight: 20 kN/m<sup>3</sup>  
Cohesion: 0 kPa  
Phi: 16.23 °  
Phi-B: 0 °  
Pore Water Pressure  
Piezometric Line: 1

### 3) LSA

Model: Mohr-Coulomb  
Unit Weight: 20 kN/m<sup>3</sup>  
Cohesion: 4 kPa  
Phi: 19.61 °  
Phi-B: 0 °  
Pore Water Pressure  
Piezometric Line: 1

### 4) AG

Model: Mohr-Coulomb  
Unit Weight: 20.5 kN/m<sup>3</sup>  
Cohesion: 8 kPa  
Phi: 21.32 °  
Phi-B: 0 °  
Pore Water Pressure  
Piezometric Line: 1

### 5) CLS

Model: Undrained (Phi=0)  
Unit Weight: 25 kN/m<sup>3</sup>  
Cohesion: 600 kPa  
Pore Water Pressure  
Piezometric Line: 1

### 6) Sovrastruttura stradale

Model: Mohr-Coulomb  
Unit Weight: 20.5 kN/m<sup>3</sup>  
Cohesion: 4 kPa  
Phi: 32.01 °  
Phi-B: 0 °  
Pore Water Pressure  
Piezometric Line: 1

## Slip Surface Entry and Exit

Left Projection: Range  
Left-Zone Left Coordinate: (1.376618, 11.624792) m  
Left-Zone Right Coordinate: (12, 11.541406) m  
Left-Zone Increment: 30  
Right Projection: Range  
Right-Zone Left Coordinate: (14.455296, 12.351537) m

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 VARIANTE**

**OS 109 – Muri al KM 27+000 – Relazione tecnica e di Calcolo**

Right-Zone Right Coordinate: (26, 14.906089) m

Right-Zone Increment: 30

Radius Increments: 40

**Slip Surface Limits**

Left Coordinate: (0, 11.726273) m

Right Coordinate: (28, 15.140066) m

**Piezometric Lines**

**Piezometric Line 1**

**Coordinates**

	X (m)	Y (m)
	0	10.5
	11.42	10.5
	13.47	11.13
	15.84	12.71
	28	14.14

**Seismic Loads**

Horz Seismic Load: 0.04

Vert Seismic Load: -0.02

Ignore seismic load in strength: No

**Regions**

	Material	Points	Area (m <sup>2</sup> )
Region 1	6) Sovrastruttura stradale	1,2,3,4,5,6,7,8,9,10	13.361737
Region 2	1) Materiale arido	7,11,12,13,14,15,16,17,18,19,8	5.0713162
Region 3	2) LSA(a)	17,16,20,21,22,23,24,25	23.403746
Region 4	3) LSA	17,25,26,27,28,9,8,19,18	245.55509
Region 5	2) LSA(a)	28,10,9	1.2290525
Region 6	4) AG	27,29,30,26	71.94957
Region 7	6) Sovrastruttura stradale	7,6,31,32,33,11	0.454012
Region 8	5) CLS	33,34,35,13,12,11	0.8548467

**Points**

	X (m)	Y (m)
Point 1	0	11.726273
Point 2	0.1	11.726273
Point 3	0.144	11.506273
Point 4	1	11.616273
Point 5	6.2087	11.734088
Point 6	11.4174	11.616273
Point 7	11.4174	11.126565
Point 8	11.4174	10.496565
Point 9	4.950218	10.496565
Point 10	0	10.496565
Point 11	12.4174	11.126273
Point 12	13.4674	11.126565
Point 13	13.4674	12.226273
Point 14	14.2674	12.226273
Point 15	16.631167	13.802117
Point 16	17.21491	13.874075
Point 17	14.933704	11.592869
Point 18	14.4674	11.126565
Point 19	14.4674	10.496565
Point 20	17.631167	13.925388
Point 21	18.088926	13.467628

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 VARIANTE

OS 109 – Muri al KM 27+000 – Relazione tecnica e di Calcolo

Point 22	18.547505	13.467628
Point 23	19.189179	14.109301
Point 24	28	15.140066
Point 25	28	13.139255
Point 26	28	4.139255
Point 27	0	1
Point 28	0	10
Point 29	0	0
Point 30	28	0
Point 31	12.27129	11.506544
Point 32	12.3174	11.726273
Point 33	12.4174	11.726273
Point 34	13.0174	11.726273
Point 35	13.0174	12.226273

**Critical Slip Surfaces**

	Slip Surface	FOS	Center (m)	Radius (m)	Entry (m)	Exit (m)
1	35115	1.442	(14.483, 19.554)	8.682	(21.4501, 14.3738)	(10.9418, 11.627)

**Slices of Slip Surface: 35115**

	Slip Surface	X (m)	Y (m)	PWP (kPa)	Base Normal Stress (kPa)	Frictional Strength (kPa)	Cohesive Strength (kPa)
1	35115	11.17962	11.52916	-10.092932	3.9829211	2.489772	4
2	35115	11.4187	11.4308	-9.128381	6.4473734	4.0303309	4
3	35115	11.632825	11.35632	-7.7564278	7.8096862	4.8819291	4
4	35115	12.05847	11.22042	-5.1408865	10.190862	6.3704306	4
5	35115	12.294345	11.152505	-3.7640164	14.117528	8.8250367	4
6	35115	12.357445	11.13639	-3.4157305	17.316537	10.824776	4
7	35115	12.407445	11.12383	-3.1418758	16.351917	10.22178	0
8	35115	12.5674	11.087445	-2.3029713	20.623517	12.892009	0
9	35115	12.8674	11.0251	-0.78740157	22.249122	13.908194	0
10	35115	13.02345	10.99566	-	37.898409	23.690753	0
11	35115	13.24845	10.96317	0.96840511	38.449584	23.429937	0
12	35115	13.4687	10.931555	1.9422289	32.457447	19.075431	0
13	35115	13.66935	10.912635	3.4350274	32.395035	18.10325	0
14	35115	14.06805	10.884335	6.3193338	31.894798	15.987531	0
15	35115	14.3674	10.87347	8.3832581	32.638611	15.162314	0
16	35115	14.70055	10.87799	10.516865	35.575027	8.9277387	4
17	35115	15.08475	10.894335	12.868382	39.068447	9.3345762	4
18	35115	15.38685	10.92065	14.58534	41.356351	9.5379935	4
19	35115	15.68895	10.95766	16.197607	43.306604	9.6584111	4
20	35115	15.959465	10.99947	16.912866	44.826848	9.945212	4
21	35115	16.21699	11.048235	16.731572	46.068689	10.452248	4
22	35115	16.49311	11.109245	16.451645	47.186397	10.950198	4
23	35115	16.777105	11.1821	16.064731	46.69369	10.912506	4
24	35115	17.068975	11.267635	15.56248	44.682893	10.37504	4
25	35115	17.42304	11.388115	14.789514	42.107543	9.7328851	4
26	35115	17.86005	11.559735	13.610254	34.461816	7.4290082	4
27	35115	18.31822	11.769385	12.082687	26.190761	5.026434	4
28	35115	18.705155	11.97011	10.56039	24.823345	5.081615	4
29	35115	19.02599	12.15811	9.0868198	27.665641	5.408197	0



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 VARIANTE

OS 109 – Muri al KM 27+000 – Relazione tecnica e di Calcolo

30	35115	19.347455	12.365455	7.4241093	27.128767	5.7359222	0
31	35115	19.664005	12.590315	5.5838452	24.093338	5.3880159	0
32	35115	19.980555	12.83762	3.5236213	20.75475	5.0158909	0
33	35115	20.297105	13.109965	1.2178864	17.019542	4.5997788	0
34	35115	20.621175	13.418625	-1.4354189	12.867516	3.7456662	0
35	35115	20.952765	13.76993	-4.4983222	8.2386493	2.3982274	0
36	35115	21.28435	14.16459	-7.9862624	2.8850415	0.8398204	0

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 VARIANTE

---

OS 109 – Muri al KM 27+000 – Relazione tecnica e di Calcolo

**17 APPENDICE 4: STRALCIO DEL RAPPORTO TECNICO DI PROVA (SETTORE C 0072-2015 DEL 22/06/2015) SULLE INDAGINI GEOGNOSTICHE EFFETTUATE, REDATTO DALLA SOCIETÀ PLP, PROSPEZIONI-LABORATORIO-PROVE S.R.L.**

---

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 VARIANTE

OS 109 – Muri al KM 27+000 – Relazione tecnica e di Calcolo



## 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 rotonda Bolognetta al Km 48, compreso i raccordi con le attuali S.S. 189 e S.S. 121

**Il Responsabile dell'indagine**

geom. Giovanni Chiaviello

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

**Il Responsabile del laboratorio**

geom. geotecnica 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

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

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 VARIANTE

OS 109 – Muri al KM 27+000 – Relazione tecnica e di Calcolo



## Prova Penetrometrica DPSH (CPT 026)

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

<b>Accettazione:</b>	Settore C 0072-2015	<b>Protocollo:</b>	0123-2015
<b>Data:</b>	22-06-2015	<b>Data:</b>	01-07-2015
<b>Richiedente:</b>	BOLOGNETTA s.c.p.a.		
<b>Proprietario:</b>	BOLOGNETTA s.c.p.a.		
<b>Cantiere:</b>	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		
<b>Data prova:</b>	16-06-2015		

### 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 <sup>2</sup>	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.4

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 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

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



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 VARIANTE

OS 109 – Muri al KM 27+000 – Relazione tecnica e di Calcolo



GRUPPO PLP



## Prova Penetrometrica DPSH (CPT 026)

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: 0123-2015  
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: 16-06-2015

Profondità (m)	N. colpi	Nspt equivalente	Profondità (m)	N. colpi	Nspt equivalente	Profondità (m)	N. colpi	Nspt equivalente
0,00								
0,20	2	3,04	10,20	10	15,2	20,20		
0,40	4	6,08	10,40	10	15,2	20,40		
0,60	7	10,64	10,60	16	24,32	20,60		
0,80	9	13,68	10,80	16	24,32	20,80		
1,00	12	18,24	11,00	12	18,24	21,00		
1,20	7	10,64	11,20	22	33,44	21,20		
1,40	5	7,6	11,40	26	39,52	21,40		
1,60	6	9,12	11,60	27	41,04	21,60		
1,80	6	9,12	11,80	27	41,04	21,80		
2,00	6	9,12	12,00	44	66,88	22,00		
2,20	6	9,12	12,20			22,20		
2,40	6	9,12	12,40			22,40		
2,60	12	18,24	12,60			22,60		
2,80	16	24,32	12,80			22,80		
3,00	19	28,88	13,00			23,00		
3,20	9	13,68	13,20			23,20		
3,40	2	3,04	13,40			23,40		
3,60	6	9,12	13,60			23,60		
3,80	6	9,12	13,80			23,80		
4,00	5	7,6	14,00			24,00		
4,20	7	10,64	14,20			24,20		
4,40	5	7,6	14,40			24,40		
4,60	6	9,12	14,60			24,60		
4,80	3	4,56	14,80			24,80		
5,00	4	6,08	15,00			25,00		
5,20	9	13,68	15,20			25,20		
5,40	9	13,68	15,40			25,40		
5,60	12	18,24	15,60			25,60		
5,80	9	13,68	15,80			25,80		
6,00	7	10,64	16,00			26,00		
6,20	7	10,64	16,20			26,20		
6,40	9	13,68	16,40			26,40		
6,60	7	10,64	16,60			26,60		
6,80	6	9,12	16,80			26,80		
7,00	7	10,64	17,00			27,00		
7,20	4	6,08	17,20			27,20		
7,40	6	9,12	17,40			27,40		
7,60	4	6,08	17,60			27,60		
7,80	6	9,12	17,80			27,80		
8,00	6	9,12	18,00			28,00		
8,20	6	9,12	18,20			28,20		
8,40	6	9,12	18,40			28,40		
8,60	6	9,12	18,60			28,60		
8,80	9	13,68	18,80			28,80		
9,00	10	15,2	19,00			29,00		
9,20	12	18,24	19,20			29,20		
9,40	9	13,68	19,40			29,40		
9,60	10	15,2	19,60			29,60		
9,80	9	13,68	19,80			29,80		
10,00	9	13,68	20,00			30,00		

Il Responsabile dell'indagine

geom. Giovanni Crivello

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. Lucia Palomba

Sedi Operative:

Loc. Patrone, 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

PLP  
Prospezioni  
Laboratorio Prove S.r.l.

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

Numero Verde  
800 04 05 06

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

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 VARIANTE

OS 109 – Muri al KM 27+000 – Relazione tecnica e di Calcolo



## Prova Penetrometrica DPSH (CPT 026)

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

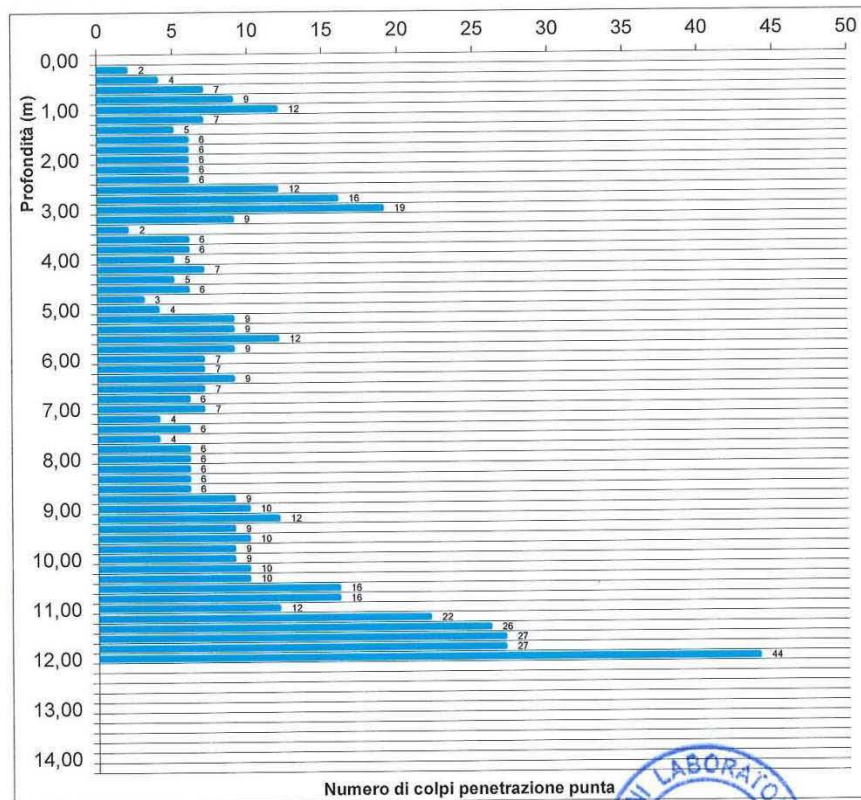
Accettazione: Settore C 0072-2015  
Data: 22/06/2015

Protocollo: 0123-2015  
Data: 01-07-2015

Richiedente: BOLOGNETTA s.c.p.a.  
Proprietario: BOLOGNETTA s.c.p.a.

Caniliere: Lavori di ammodernamento del tratto Palermo - Lercara Friddi, lotto funzionale dal km 14,4 compreso il tratto di raccordo della rotatoria Bolognetta al km 48,0, compreso i raccordi con le attuali S.S. 189 e S.S. 121

Data prova: 16-06-2015



Il Responsabile dell'indagine  
geom. Giovanni Chitarello

Il Responsabile del laboratorio  
dr ssc. Grazia 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

Sede Operativa:  
Loc. Paocone, 15 - Svincolo aut. SA-RC  
84029 SICIGNANO DEGLI ALBURNI (SA)  
Tel. 0828 970225 - 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

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



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 VARIANTE

OS 109 – Muri al KM 27+000 – Relazione tecnica e di Calcolo



## Prova Penetrometrica DPSH (CPT 027)

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

<b>Accettazione:</b>	Settore C 0072-2015	<b>Protocollo:</b>	0124-2015
<b>Data:</b>	22-06-2015	<b>Data:</b>	01-07-2015
<b>Richiedente:</b>	BOLOGNETTA s.c.p.a.		
<b>Proprietario:</b>	BOLOGNETTA s.c.p.a.		
<b>Cantiere:</b>	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		
<b>Data prova:</b>	16-06-2015		

### Caratteristiche tecniche-sfrumentali 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 <sup>2</sup>	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.4

Il Responsabile dell'indagine  
geom. Giovanni Chiarello

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 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. Paccona, 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

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

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 VARIANTE

OS 109 – Muri al KM 27+000 – Relazione tecnica e di Calcolo



## Prova Penetrometrica DPSH (CPT 027)

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: 0124-2015  
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: 16-06-2015

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

Il Responsabile dell'indagine

geom. Giovanni Calzavello

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. Saba Ida Palomba

Sedi Operative:

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

84023 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

PLP

Prospezioni  
Laboratorio Prove S.r.l.

R.E.A. SA n. 232841

Partita IVA: 0288910 065 3

Numero Verde  
800 04 05 06

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



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 VARIANTE

OS 109 – Muri al KM 27+000 – Relazione tecnica e di Calcolo



## Prova Penetrometrica DPSH (CPT 027)

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

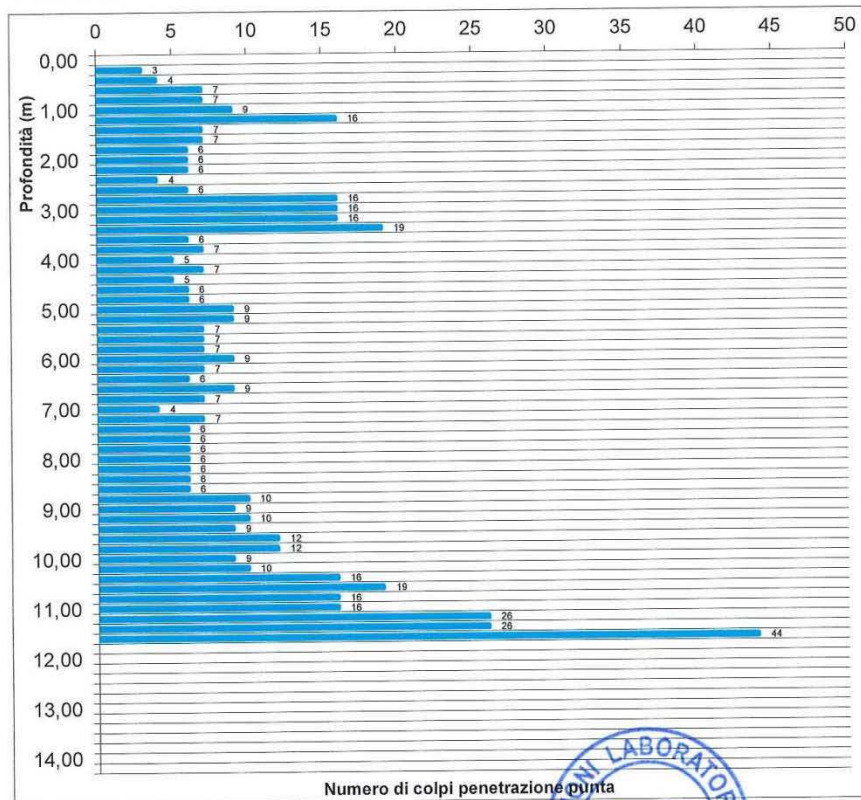
Protocollo: 0124-2015  
Data: 01-07-2015

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 rotonda Bolognetta al km 48,0, compreso i raccordi con le attuali S.S. 189 e S.S. 121

Data prova: 16-06-2015



Il Responsabile dell'indagine  
geom. Giovanni Crivello

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: gruppoplp@legalmail.it

Sedi Operative:  
Lab. Paceano, 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

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

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 VARIANTE

OS 109 – Muri al KM 27+000 – Relazione tecnica e di Calcolo



## Prova Penetrometrica DPSH (CPT 028)

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

<b>Accettazione:</b>	Settore C 0072-2015	<b>Protocollo:</b>	0125-2015
<b>Data:</b>	22-06-2015	<b>Data:</b>	01-07-2015
<b>Richiedente:</b>	BOLOGNETTA s.c.p.a.		
<b>Proprietario:</b>	BOLOGNETTA s.c.p.a.		
<b>Cantiere:</b>	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		
<b>Data prova:</b>	16-06-2015		

### 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 <sup>2</sup>	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.5

Il Responsabile dell'indagine  
geom. Giovanni Chivello

Il Responsabile del laboratorio  
d.s.s.a. Geol. G. 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: gruppoplp@legalmail.it

Sedi Operative:  
Lec. Pacconesi 15 - Svincolo aut. SA-RC  
84029 SIGHIGNANO 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

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

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 VARIANTE

OS 109 – Muri al KM 27+000 – Relazione tecnica e di Calcolo



## Prova Penetrometrica DPSH (CPT 028)

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: 0125-2015  
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: 16-06-2015

Profondità (m)	N. colpi	Nspt equivalente	Profondità (m)	N. colpi	Nspt equivalente	Profondità (m)	N. colpi	Nspt equivalente
0,00			10,20			20,20		
0,20	16	24,32	10,40			20,40		
0,40	16	24,32	10,60			20,60		
0,60	16	24,32	10,80			20,80		
0,80	7	10,64	11,00			21,00		
1,00	7	10,64	11,20			21,20		
1,20	10	15,2	11,40			21,40		
1,40	14	21,28	11,60			21,60		
1,60	14	21,28	11,80			21,80		
1,80	12	18,24	12,00			22,00		
2,00	12	18,24	12,20			22,20		
2,20	12	18,24	12,40			22,40		
2,40	19	28,88	12,60			22,60		
2,60	16	24,32	12,80			22,80		
2,80	27	41,04	13,00			23,00		
3,00	26	39,52	13,20			23,20		
3,20	29	44,08	13,40			23,40		
3,40	29	44,08	13,60			23,60		
3,60	40	60,8	13,80			23,80		
3,80	39	59,28	14,00			24,00		
4,00	44	66,88	14,20			24,20		
4,20			14,40			24,40		
4,40			14,60			24,60		
4,60			14,80			24,80		
4,80			15,00			25,00		
5,00			15,20			25,20		
5,20			15,40			25,40		
5,40			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 Crivello

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: gruppoplp@legalmail.it

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

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



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 VARIANTE

OS 109 – Muri al KM 27+000 – Relazione tecnica e di Calcolo



## Prova Penetrometrica DPSH (CPT 028)

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

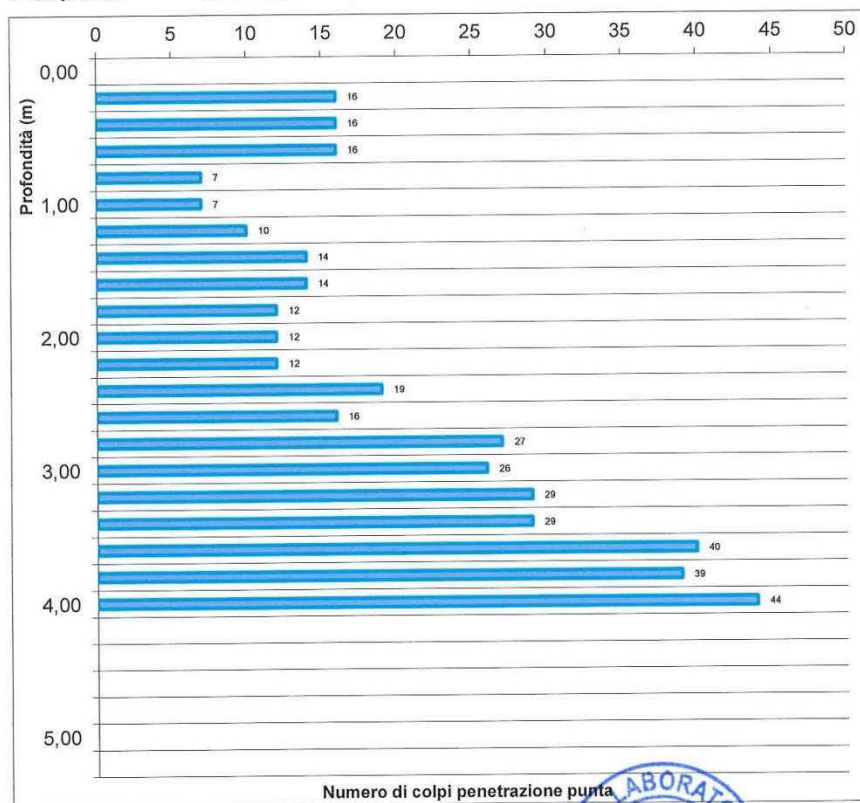
Protocollo: 0125-2015  
Data: 01-07-2015

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 48,0 compreso i raccordi con le attuali S.S. 189 e S.S. 121

Data prova: 16-06-2015



Il Responsabile dell'indagine  
geom. Giovanni Craviello

Il Responsabile del laboratorio  
dr.ssa. Geraldina 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 SICIGLIANO 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

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