



ANAS S.p.A.

DIREZIONE REGIONALE PER LA SICILIA

PA17/08

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

Bolognetta S.c.p.a.

- PERIZIA DI VARIANTE N.3 -

Il Responsabile Ambientale:
Dott. Maurizio D'angelo



Titolo elaborato:

OPERE D'ARTE - OPERE DI SOSTEGNO

Opere di sostegno

OS140 Relazione geotecnica e di calcolo

Codice Unico Progetto (CUP): **F41B03000230001**

Codice elaborato:	OPERA	ARGOMENTO	DOC. E PROG.	FASE	REVISIONE
PA17/08	PV	OS140	RC01	6	2

CARTELLA:	FILE NAME:	NOTE:	PROT.	SCALA:
	PV_OS140RC01_62_4137	1=1	4 1 3 7	-
5				
4				
3				
2	EMISSIONE A SEGUITO ISTRUTTORIA ANAS		Maggio 2021	Q. Napoleoni S. Fortino N. Behmann
1	EMISSIONE A SEGUITO ISTRUTTORIA D.L.		Maggio 2020	Q. Napoleoni S. Fortino D. Tironi
0	PRIMA EMISSIONE		Dicembre 2019	Q. Napoleoni S. Fortino D. Tironi
REV.	DESCRIZIONE	DATA	REDATTO	VERIFICATO APPROVATO

Progettisti:

F.A.C.E. S.r.l. - Società di ingegneria


FACTORY OF ARCHITECTURE CIVIL ENGINEERING
 via Flaminia 71 - 00196 Roma
 tel: 06 32609519
 e-mail: info@facesrl.com
 pec: pec.facesrl@pec.com

Direttore Tecnico: ing. Antonio Ambrosi

Consulenti:


E&G S.r.l.
 ENVIRONMENT & GEOTECHNIC
 STUDIO DI INGEGNERIA GEOTECNICA E AMBIENTALE

Direttore Tecnico: ing. Quintilio Napoleoni



Il Progettista Responsabile
Ing. Antonio Ambrosi



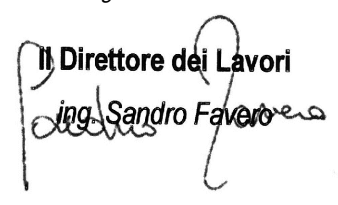
Il Geologo
Dott. Geol. Gualtiero Bellomo



Il Coordinatore per la Sicurezza
in fase di Esecuzione:
Arch. Francesco Rondelli



Il Direttore dei Lavori:
Ing. Sandro Favero



ANAS S.p.A.

DATA: _____ PROTOCOLLO: _____ VISTO: IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO

CODICE PROGETTO **LO410CE1101**

Dott. Ing. Luigi Mupo

INDICE

INDICE	1
1 PREMESSA.....	3
2 NORMATIVA DI RIFERIMENTO.....	4
3 MATERIALI.....	4
3.1 ACCIAIO.....	4
Acciaio per armatura strutture in c.a.....	4
Acciaio Armonico per tiranti.....	4
Acciaio per piastrame e travi di collegamento tiranti.....	5
3.2 CALCESTRUZZO.....	5
Calcestruzzo per pali.....	5
Calcestruzzo trave di coronamento.....	5
Miscela di iniezione tiranti.....	5
4 DESCRIZIONE DELL'OPERA.....	7
5 INQUADRAMENTO SISMICO.....	10
5.1 CLASSIFICAZIONE SISMICA DEL SITO.....	10
5.2 COEFFICIENTI SISMICI ADOTTATI NELLE VERIFICHE.....	12
6 INQUADRAMENTO GEOLOGICO GEOMORFOLOGICO ED I DROGEOLOGICO.....	14
6.1 INDAGINI GEOGNOSTICHE.....	14
6.2 INQUADRAMENTO GEOLOGICO.....	15
7 CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA.....	16
7.1 CARATTERISTICHE FISICHE.....	16
7.2 PARAMETRI DI RESISTENZA (PROVE TAGLIO DIRETTO).....	17
7.3 SINTESI DELLE CARATTERISTICHE FISICHE E MECCANICHE DEI MATERIALI.....	23
7.4 MODELLO GEOTECNICO DI RIFERIMENTO.....	24
8 SOFTWARE UTILIZZATI.....	25
8.1 METODOLOGIA DI CALCOLO SOFTWARE PARATIE PLUS.....	25
8.2 METODOLOGIA DI CALCOLO SOFTWARE PARATIE GEOSLOPE.....	27
9 AZIONI DI CALCOLO – STABILITA' GLOBALE.....	31
9.1 FALDA.....	31
10 DIMENSIONAMENTO IDRAULICO DEI DRENI.....	32
10.1 DATI DI INPUT.....	39
10.2 RISULTATI DELLE VERIFICHE.....	40
10.3 VERIFICA DELL'EFFICACIA DEL SISTEMA DI DRENI SULLA STABILITÀ DEL PENDIO	

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 N.3

OS 140– Opere di sostegno dx dal km 16+147,61 al km 16+367,90– Relazione Geotecnica e di Calcolo

11	VERIFICHE DI STABILITA' INTERVENTO – EQUILIBRIO LIMITE GLOBALE	43
11.1	GENERALITA'	43
11.2	APPROCCIO NORMATIVO	44
11.3	RISULTATI DI CALCOLO	45
12	VERIFICHE DI STABILITA' INTERVENTO – PENDIO INDEFINITO	50
13	FASI REALIZZATIVE DELL'INTERVENTO	54
13.1	REALIZZAZIONE DRENI CON TECNOLOGIA TOC	56
14	AZIONI AGENTI SULLA PARATIA PER LE VERIFICHE DELL'OPERA DI SOSTEGNO ...	60
14.1	AZIONI DA FRANA	60
14.2	AZIONI VARIABILI	61
14.3	FALDA	61
14.4	COMBINAZIONI DI CARICO VERIFICHE DELLA PARATIA.....	61
	SLU di tipo geotecnico (GEO) e di tipo idraulico (UPL e HYD)	61
	SLU di tipo strutturale (STR)	61
15	RISULTATI DELLE ANALISI DELLA PARATIA	64
15.1	VERIFICHE AGLI SLU DELLA PARATIA.....	68
	VERIFICA EQU.....	68
	VERIFICA STR - TREFOLI	68
	VERIFICHE SLU-STR PALI	69
	VERIFICA A PRESSO-FLESSIONE E TAGLIO	69
15.2	VERIFICA SLU-STR TRAVE DI CORONAMENTO	70
	Verifica Presso Flessione	70
	Verifica a taglio.....	71
	Verifica a torsione.....	72
15.3	VERIFICA GEO.....	73
15.4	VERIFICA UPL.....	73
15.5	VERIFICA HYD	73
15.6	VERIFICA SLE-CEDIMENTI	73
15.7	VERIFICHE SLE PALI.....	74
	ALLEGATO 1- SCELTA DEI COEFFICIENTI DI SPINTA NEL PROGRAMMA PARATIE	76
	ALLEGATI FILE DI INPUT OUTPUT DEI MODELLI DI CALCOLO –	78

1 PREMESSA

La presente relazione si riferisce all'opera di identificata con la WBS OS140, costituita da una paratia di sostegno tirantata posizionata a monte del tratto stradale e da dreni profondi longitudinali ed opere di regimazione trasversali rispetto allo sviluppo della viabilità finalizzato all'abbattimento dei livelli di falda e controllo delle pressioni interstiziali della coltre superficiale, per garantire la stabilità delle scarpate, lungo la Palermo-Lercara Friddi lotto funzionale dal km 16.15 al km 16.37.

Dal punto di vista geotecnico si provvederà a commentare dal punto stratigrafico, fisico e meccanico i risultati delle prove di laboratorio geotecniche, delle prove in sito e dei sondaggi effettuati durante la campagna di indagine.

L'opera è pertanto costituita da due elementi mutuamente concorrenti alla stabilità del pendio:

- una paratia tirantata di pali, aventi diametro 800 mm, vincolati a tiranti a 4 trefoli ancorati nella zona di terreno sicuramente stabile
- un sistema di stabilizzazione dell'attuale frana realizzato con dreni profondi che risalgono il pendio fin dove è stata rilevata la frana suddetta. Si prevede la realizzazione di due tipologie di dreni: il primo costituito da dreni di lunghezza variabile superiore ai 100 m, e posti ad un interasse pari a 6.0 m, che si estendono in profondità all'interno del corpo franoso; il secondo ordine di lunghezza pari a 30 m ed interasse pari a 6 m intervallati ai primi ed estesi anche a tergo della gabbionata nel tratto non direttamente interessato dalla frana.

Insieme, i due elementi stabilizzano per intero il pendio. In particolare i dreni servono ad abbassare il livello di falda nel pendio stabilizzando i meccanismi franosi che si sviluppano nella parte superiore, mentre l'opera di sostegno (i pali tirantati) è necessaria per stabilizzare il piede del pendio.

Si provvederà nel corso di questa relazione alla determinazione dell'abbassamento della falda conseguito dai dreni, alla verifica di stabilità globale delle opere e alle verifiche geotecniche e strutturali dell'opera di sostegno in pali tirantati.

2 **NORMATIVA DI RIFERIMENTO**

Nel presente studio, si è fatto riferimento alla seguente normativa:

- D.M. 27/01/2018 - "Aggiornamento delle Norme tecniche per le costruzioni".
- Circolare Consiglio Superiore dei LL.PP. n. 7 del 21 Gennaio 2019 - "Istruzioni per l'applicazione dell'aggiornamento delle Norme Tecniche".

3 **MATERIALI**

3.1 **ACCIAIO**

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	$>7.5\%$
Rapporto tensione di rottura/tensione di snervamento	$1.15 \leq f_{tk}/f_{yk} \leq 1.35$

ACCIAIO ARMONICO PER TIRANTI

E' previsto l'impiego di trefoli $\phi 0,6$ " caratterizzati dai seguenti valori caratteristici:

Tensione caratteristica di rottura	$f_{ptk} \geq 1860 \text{ MPa}$
Tensione corrispondente all'1% di deformazione totale	$f_{p(1)k} \geq 1670 \text{ MPa}$
Allungamento caratteristico	$A_{gt} > 3.5\%$

ACCIAIO PER PIASTRAME E TRAVI DI COLLEGAMENTO TIRANTI

È previsto l'utilizzo di acciaio classe S275 caratterizzato dai seguenti valori caratteristici:

Tensione caratteristica di rottura $f_{tk} \geq 430$ MPa

Tensione caratteristica di snervamento $f_{yk} \geq 275$ MPa

3.2 CALCESTRUZZO

CALCESTRUZZO PER PALI

Classe di resistenza	C30/37
Dimensione massima dell'inerte	D _{max} = 32 mm
Classe di Esposizione	XA1
Classe di Consistenza	s4
Copriferro minimo	C _{p,min} ≥ 60 mm

CALCESTRUZZO TRAVE DI CORONAMENTO

Classe di resistenza	C25/30
Dimensione massima dell'inerte	D _{max} = 32 mm
Classe di Esposizione	XC2
Classe di Consistenza	s4
Copriferro minimo	C _{p,min} ≥ 40 mm

MISCELA DI INIEZIONE TIRANTI

Caratteristiche miscela di iniezione:

1. Densità ≥ 1.85 t/mc
2. Cemento tipo III, IV, V
3. Rapporto acqua/cemento ≤ 0.5
4. Resistenza a compressione dopo 3 giorni ≥ 20 MPa
5. Resistenza a compressione dopo 28 giorni ≥ 37 MPa (C30/37)

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 N.3

OS 140– Opere di sostegno dx dal km 16+147,61 al km 16+367,90– Relazione Geotecnica e di Calcolo

E' ammesso l'eventuale impiego di filler calcareo o siliceo con rapporto non superiore al 30% sul peso in cemento e di additivi fluidificanti al 5% al fine di facilitare l'iniettabilità della miscela.

4 DESCRIZIONE DELL'OPERA

L'opera è costituita da una paratia di sostegno tirantata posizionata a monte del tratto stradale e da dreni profondi longitudinali ed opere di regimazione trasversali rispetto allo sviluppo della viabilità finalizzato all'abbattimento dei livelli di falda e controllo delle pressioni interstiziali della coltre superficiale, per garantire la stabilità delle scarpate.

L'abbattimento della falda viene conseguito mediante un sistema di due ordini di dreni dei quali:

- il primo ordine costituito da dreni profondi di lunghezza variabile (superiore a 100 m) ad un interasse pari a 6.0 m, che pertanto attraversano tutto il corpo di frana e verranno realizzati mediante l'innovativa tecnologia delle perforazioni direzionate teleguidate (TOC): sistema di perforazione che consiste nella realizzazione di una trivellazione, applicabile in materiali di qualsiasi natura, mediante una testa orientabile pilotata dalla superficie tramite strumentazione elettronica che consente di monitorare e modificare quota e direzione durante la perforazione. Queste linee drenanti saranno caratterizzate da un primo tratto rettilineo di lunghezza di circa 60 m ed inclinazione di 3° sull'orizzontale, e da un secondo tratto curvilineo, avente un raggio di curvatura di circa 300 m.
- il secondo ordine costituito da dreni rettilinei di lunghezza pari a 30 m, inclinazione pari a 3° sull'orizzontale ed interasse medio pari a 3 m dai primi, finalizzati ad incrementare l'effetto drenante all'interno del pendio interessato dal fenomeno franoso, nel tratto immediatamente a tergo dell'opera di sostegno in progetto.

Nella figura seguente si riporta uno stralcio della sezione di calcolo con l'andamento dei dreni in progetto, rimandando agli elaborati grafici per i dettagli.

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 N.3

OS 140– Opere di sostegno dx dal km 16+147,61 al km 16+367,90– Relazione Geotecnica e di Calcolo

SEZIONE SCHEMATICA INTERVENTO CON DRENI
Scala: 1/500

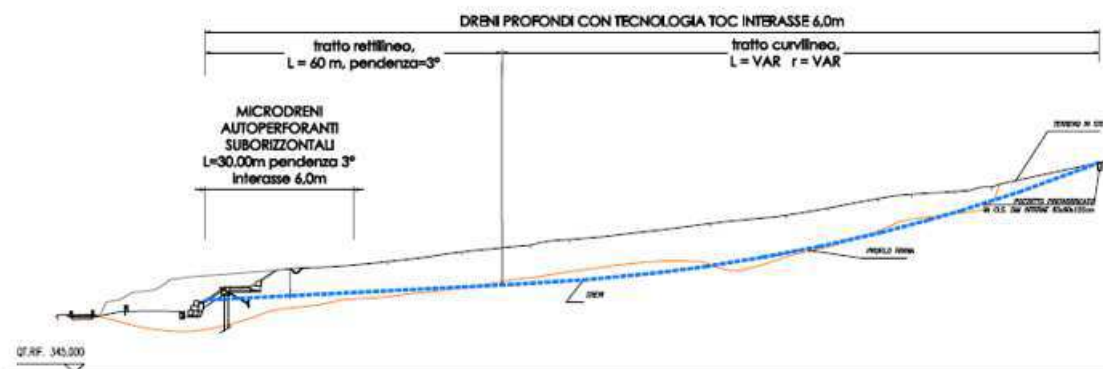


Figura 1 Sezione tipo intervento di drenaggio

L'intervento è completato da un'opera di sostegno a valle dei dreni, all'interno del rilevato stradale costituita da pali trivellati di diametro $D= 800$ mm posti ad un interasse di 1.2 m, lunghi 11.5 m. L'opera è a sua volta vincolata in testa ad un sistema di ritenuta costituito da tiranti in trefoli d'acciaio le cui specifiche geometriche sono di seguito enumerate:

n trefoli =	4
d trefoli =	6 pollici
D perforazione =	250 mm
L libera =	10 m
L bulbo fondazione=	9.0 m
interasse tiranti=	2.4 m
pretensione tiranti=	300 kN

L'opera è pertanto costituita da due elementi mutuamente concorrenti alla stabilità del pendio:

- una paratia tirantata di pali, aventi diametro 800 mm, vincolati a tiranti a 4 trefoli ancorati nella zona di terreno sicuramente stabile
- un sistema di stabilizzazione dell'attuale frana realizzato con dreni profondi che risalgono il pendio fin dove è stata rilevata la frana suddetta. Si prevede la realizzazione di due tipologie di dreni: il primo costituito da dreni di lunghezza variabile superiore ai 100 m, e posti ad un interasse pari a 6.0 m, che si estendono in profondità all'interno del corpo franoso; il secondo ordine di lunghezza pari a 30 m ed interasse pari a 6 m intervallati ai primi ed estesi anche a tergo della gabbionata nel tratto non direttamente interessato dalla frana.

Insieme, i due elementi stabilizzano per intero il pendio. In particolare i dreni servono ad abbassare il livello di falda nel pendio stabilizzando i meccanismi franosi che si sviluppano nella parte superiore, mentre l'opera di sostegno (i pali tirantati) è necessaria per stabilizzare il piede del pendio.

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 N.3

OS 140– Opere di sostegno dx dal km 16+147,61 al km 16+367,90– Relazione Geotecnica e di Calcolo

Per i dettagli geometrici e costruttivi si rimanda agli specifici elaborati grafici dell'opera in esame.

5 INQUADRAMENTO SISMICO

5.1 CLASSIFICAZIONE SISMICA DEL SITO

Le nuove Norme Tecniche per le Costruzioni, emanate il 17/01/2018, in continuità con le precedenti NTC08 prevedono, per la valutazione delle azioni sismiche, di fare riferimento alla zonazione di dettaglio del territorio nazionale redatta dall'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia.

Secondo tale modello, su tutto il territorio nazionale si è disposta una maglia di punti per ognuno dei quali è assegnato un valore di accelerazione massima su substrato rigido a_g , un fattore di amplificazione spettrale F_0 ed un periodo caratteristico T^*c relativi all'evento sismico atteso in un dato tempo di ritorno, quest'ultimo essendo funzione della vita attesa dell'opera e della classe di utilizzo.

Note le coordinate geografiche del punto di interesse, è possibile trovare i quattro punti della maglia che lo circoscrivono e ricavare le tre grandezze citate per il punto specifico interpolando tra i valori dei punti forniti dall'INGV.

Nel caso specifico le coordinate del sito sono le seguenti (espresse in gradi decimali):

long. 13.5010; lat. 37.8756

Le Norme prescrivono di effettuare le verifiche in condizioni SLU in relazione alla condizione Stato Limite di salvaguardia della Vita (SLV)

Il periodo di riferimento viene calcolato considerando la vita nominale dell'opera e la sua classe d'uso; nel caso presente si ha:

Vita nominale dell'opera: $V_N = 50$ anni

Classe d'uso: III $\rightarrow C_u = 2.0$

$V_R = V_N * C_u = 100$ anni

E' possibile calcolare, con i dati suddetti, il tempo di ritorno dell'evento sismico per ogni stato limite considerato attraverso la formula seguente:

$$T_R = -\frac{V_R}{\ln(1 - P_{V_R})}$$

Per lo stato limite di riferimento si ottiene un Tempo di ritorno pari a

$T_R = 949$ anni

per il quale si calcolano i seguenti parametri sismici.

I parametri sismici interpolati, sono quindi quelli riportati nella tabella seguente.

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 N.3

OS 140– Opere di sostegno dx dal km 16+147,61 al km 16+367,90– Relazione Geotecnica e di Calcolo

Stati Limite		a_g (g)	F_0 (-)	T_{c^*} (S)
<i>Stato limite ultimo</i>	SLV	0.158	2.527	0.328

Tabella 1: VALORI DEI PARAMETRI DI PERICOLOSITÀ SISMICA

Ulteriore passo per la determinazione delle azioni sismiche a livello locale è la definizione del tipo di terreno, ovvero della sua risposta, in termini amplificativi dell'accelerazione. A tal fine la norma introduce i parametri S_s , moltiplicativo della accelerazione su substrato rigido, e C_c moltiplicativo del periodo caratteristico, in funzione della rigidezza del terreno stesso, calcolabili secondo le indicazioni riportate nella tabella seguente.

Categorie di suolo di fondazione	V_{S30} (m/s)	Coefficiente S_s	Coefficiente C_c
A	> 800	1.00	1.00
B	360 - 800	$1.00 \leq 1.40 -$ $0.4 \cdot F_0 \cdot a_g \leq 1.20$	$1.10 \cdot (T_{c^*})^{-0.20}$
C	180 - 360	$1.00 \leq 1.70 -$ $0.6 \cdot F_0 \cdot a_g \leq 1.50$	$1.05 \cdot (T_{c^*})^{-0.33}$
D	100 - 180	$0.9 \leq 2.40 - 1.5 \cdot F_0 \cdot$ $a_g \leq 1.80$	$1.25 \cdot (T_{c^*})^{-0.50}$
E	Valori simili ai terreni di tipo C o D	$1.00 \leq 2.00 -$ $1.1 \cdot F_0 \cdot a_g \leq 1.60$	$1.15 \cdot (T_{c^*})^{-0.4}$

Tabella2: CLASSIFICAZIONE DEI TERRENI IN FUNZIONE DELLA RISPOSTA SISMICA

Per quanto concerne il sito in esame, in mancanza di informazioni dirimenti (ovvero determinate successivamente allo sviluppo della frana), ci si riferirà cautelativamente alla categoria C, anche se le risultanze ottenute in fase di progetto Esecutivo e di Progetto di Variante confermavano la possibilità di riferirsi alla categoria B.

Un ulteriore fattore da considerare nella valutazione dell'azione sismica sono le condizioni topografiche del sito dalle quali si ricava il coefficiente di amplificazione topografica S_T .

Le categorie topografiche sono:

T1: superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$ ($S_T = 1.0$);

T2: pendii con inclinazione media $i > 15^\circ$ ($S_T = 1.2$);

T3: rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $15^\circ \leq i \leq 30^\circ$ ($S_T = 1.2$);

T4: rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $i > 30^\circ$ ($S_T = 1.4$);

Nel caso in esame le condizioni topografiche sono riconducibili alla categoria T2, per la quale $S_T = 1.2$.

5.2 COEFFICIENTI SISMICI ADOTTATI NELLE VERIFICHE

Le verifiche di stabilità sia in condizioni statiche che in condizioni sismiche sono state eseguite recependo le indicazioni contenute nelle recenti Norme Tecniche per le Costruzioni (DM 17/01/2018) per quanto riguarda i fattori amplificativi delle forze, i coefficienti parziali dei parametri geomeccanici dei terreni e i coefficienti di sicurezza globali.

Le analisi sismiche sono state condotte secondo il metodo pseudo statico. Le forze agenti sulla massa potenzialmente instabile sono costituite, oltre che dal peso proprio del volume dei terreni interessati, dalle forze di inerzia dovute all'azione sismica:

$$F_H = \pm k_H W \quad ; \quad F_V = \pm 0,5 F_H$$

essendo F_H ed F_V rispettivamente le risultanti verticale ed orizzontale delle forze d'inerzia applicate al baricentro della massa potenzialmente instabile, e W il peso della massa stessa.

Per la determinazione del coefficiente di intensità sismica si utilizza la formula seguente:

$$k_H = \beta \cdot S_S \cdot S_T \cdot a_g$$

dove:

S_S e S_T sono i coefficienti amplificativi definiti nel paragrafo precedente;

a_g è l'accelerazione orizzontale massima attesa sul suolo rigido, dipende, anch'essa dalla zonazione sismica;

β è un fattore riduttivo pari a 0.38 (cap. 7.11.4 delle NTC 18).

In accordo con la nuova norma le verifiche sono state condotte con riferimento allo stato limite di salvaguardia della vita SLV.

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 N.3

OS 140– Opere di sostegno dx dal km 16+147,61 al km 16+367,90– Relazione Geotecnica e di Calcolo

A partire da tali valori, considerati i terreni di imposta come di categoria C ed una coefficiente di amplificazione topografico tipo T1 si ottiene:

$$a_g = 0.158 ;$$

$$S_S = 1.457 ;$$

$$S_T = 1.00 ;$$

$$\beta_s = 0.38 ;$$

Risulta quindi:

$$k_H = 0.089 ;$$

$$k_V = \pm 0.044 .$$

Per quanto riguarda invece la paratia, con riferimento a quanto affermato nella normativa vigente al paragrafo 7.11.6.3.2 si è posto, con riferimento ad uno spostamento accettabile in condizioni sismiche pari a 10 mm

$$a_g = 0.158 ;$$

$$S_S = 1.457 ;$$

$$S_T = 1.00 ;$$

$$\alpha = 0.93$$

$$\beta_s = 0.52 ;$$

Risulta quindi:

$$k_H = 0.113$$

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 N.3

OS 140– Opere di sostegno dx dal km 16+147,61 al km 16+367,90– Relazione Geotecnica e di Calcolo

6 INQUADRAMENTO GEOLOGICO GEOMORFOLOGICO ED I DROGEOLOGICO

6.1 INDAGINI GEOGNOSTICHE

Le prove in sito ed i sondaggi effettuati nei pressi dell’opera sono riepilogati nelle seguente tabella e nella seguente figura.

OS140						
INDAGINI	M1	M2	M3	P1	P2	P3

Tabella 3:INDAGINI IN CORRISPONDENZA DELL’OPERA

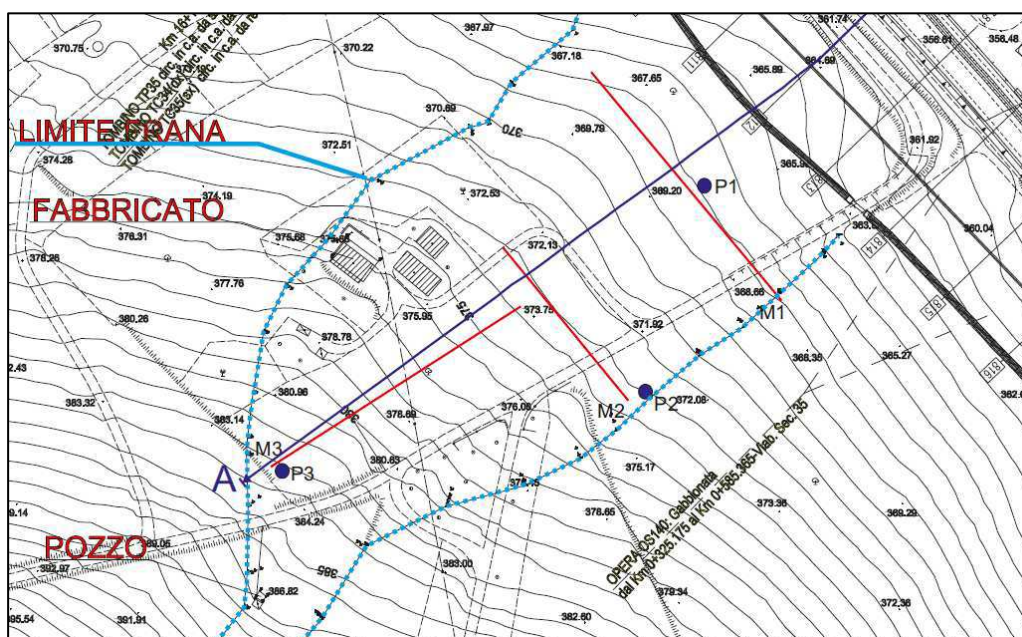


Figura 2UBICAZIONE INDAGINI DI RIFERIMENTO

In totale sono stati eseguiti:

- n.3 sondaggi geognostici
- n.3 stendimenti sismici

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 N.3

OS 140– Opere di sostegno dx dal km 16+147,61 al km 16+367,90– Relazione Geotecnica e di Calcolo

6.2 INQUADRAMENTO GEOLOGICO

Per tale inquadramento si rimanda alla relazione Geologica specifica della presente opera.

7 CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA

Per la determinazione dei parametri fisici e meccaniche, sono state eseguite le seguenti prove.

SONDAGGIO	CAMPIONE	PROF. (m)	Descrizione	γ	γ_s	W_n	WI - Wp - Ws	Analisi granul.	Taglio CD	Prova di taglio Residuo	Compressione Edometrica	Compressione Triassiale	Prova di costipamento	E.L.L.	Classificazione funzionale	Prova di permeabilità
P1	C1	2.00	*	*	*	*	*	*						*		
P1	C2	5.00	*	*	*	*	*	*	*	*						
P2	C1	1.90	*	*	*	*	*	*	*							
P2	C2	4.00	*	*	*	*	*	*	*	*						
P3	C1	1.50	*	*	*	*	*	*						*		
P3	C2	4.50	*	*	*	*	*	*	*	*						

7.1 CARATTERISTICHE FISICHE

Si riporta nella seguente tabella la sintesi delle prove di laboratorio eseguite su sei provini indisturbati .

Ovviamente le prove meccaniche sono state effettuate unicamente sui materiali campionabili (sabbia limosa con argilla).

Si dispone invece delle granulometrie per ogni tipo di materiale.

I limiti di Atterberg sui materiali ghiaioso sabbiosi sono stati misurati sulla matrice del materiale.

CAMPIONE	PROF. (m)	γ KN/m ³	γ_s KN/m ³	γ_d KN/m ³	W_n %	WI %	Wp %	Ws %	S %	n %
P1C1	2.00	19.87	26.62	17.97	10.57	30.84	14.56	21.78	59.57	32.49
P1C2	5.00	21.01	26.63	18.22	15.31	36.83	15.54	22.77	89.98	31.58
P2C1	1.90	19.66	26.58	17.57	11.87	41.91	16.03	21.59	62.72	33.88
P2C2	4.00	20.41	26.61	17.86	14.31	35.19	16.51	24.03	79.13	32.90
P3C1	1.50	19.90	26.51	17.80	11.78	33.89	19.42	23.07	65.03	32.85
P3C2	4.50	20.17	26.55	17.23	17.08	38.22	20.07	23.54	85.34	35.12

Tabella 4: RIEPILOGO DELLE CARATTERISTICHE FISICHE

7.2 PARAMETRI DI RESISTENZA (PROVE TAGLIO DIRETTO)

Si riporta nel seguito la tabella di sintesi delle prove di taglio diretto.

Più avanti, alla Figura 10 e alla Figura 11 vengono elaborate insieme tutte le prove svolte sui campioni di LSA in condizioni di picco e residue. Nello specifico vengono sintetizzati tutti i punti che caratterizzano, nel piano σ - τ le condizioni di rottura dei singoli provini, al fine di giungere alla determinazione dei parametri di resistenza caratteristici dei singoli materiali. Si individua cioè una retta interpolante relativa a tutti i provini di LSA in condizioni di resistenza residua (Figura 10) e a tutti i provini di LSA in condizioni di resistenza di picco (Figura 11).

In funzione dei coefficienti angolari e dell'intercetta di queste rette verranno determinati i parametri di resistenza del materiale in condizioni residue e di picco.

ID Campione	Unità litologica	σ	τ	γ	c'	φ'	Profondità m
		kPa	kPa	kN/m ²	kPa	°	
P1C2	LSA	99.41	54.219	20	5	27	5.0
		199.02	110.36				
		292.35	152.711				
P1C2 (residue)	LSA	99.41	45.0	20	3	21	5.0
		199.02	75.3				
		292.35	120.3				
P2C1	LSA	99.41	38.499	20	15	15	1.9
		199.02	58.069				
		292.35	78.28				
P2C2	LSA	98.53	57.78	20	13	25	4.0
		195.59	108.61				
		292.65	149.17				
P2C2 (residue)	LSA	98.53	37.50	20	4	21	4.0
		195.59	87.22				
		292.65	111.39				
P3C2	LSA	98.53	54.17	20	5	26	4.5
		195.59	100.00				
		292.65	150.28				
P3C2 (residue)	LSA	98.53	31.94	20	1	19	4.5
		195.59	75.00				
		292.65	99.17				

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 N.3

OS 140– Opere di sostegno dx dal km 16+147,61 al km 16+367,90– Relazione Geotecnica e di Calcolo

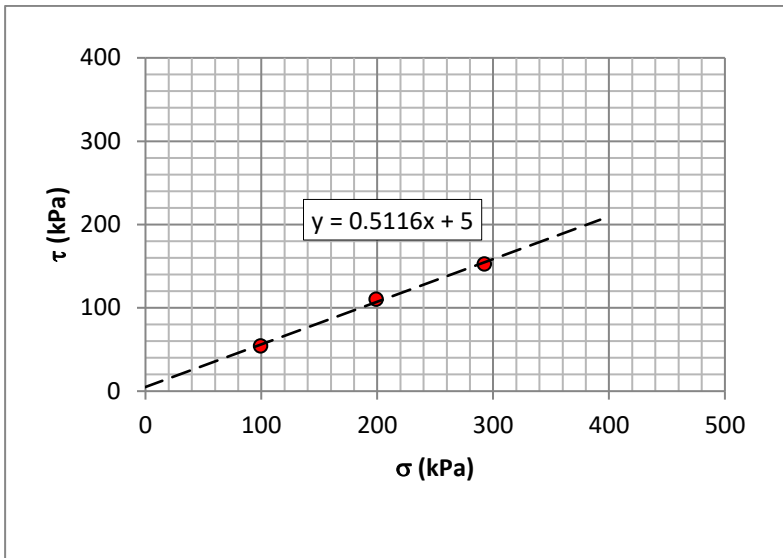


Figura 3: PROVE DI TAGLIO CAMPIONE P1C1

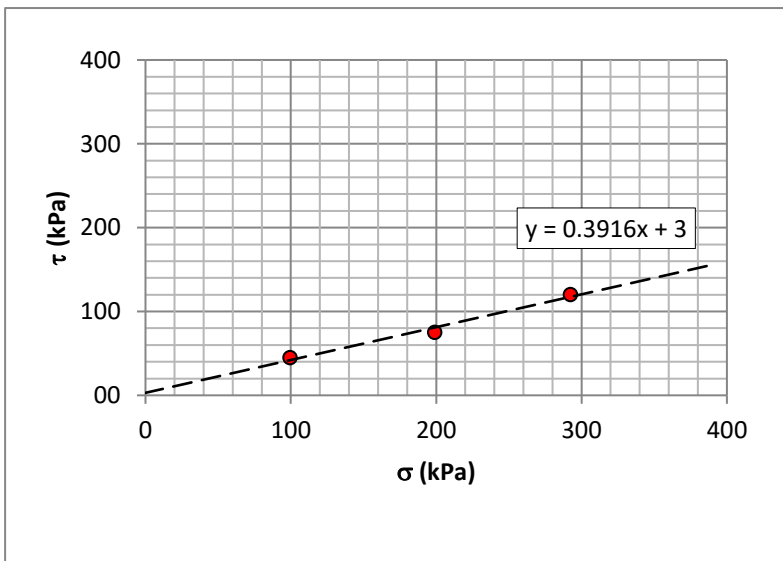


Figura 4: PROVE DI TAGLIO RESIDUE CAMPIONE P1C1

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 N.3

OS 140– Opere di sostegno dx dal km 16+147,61 al km 16+367,90– Relazione Geotecnica e di Calcolo

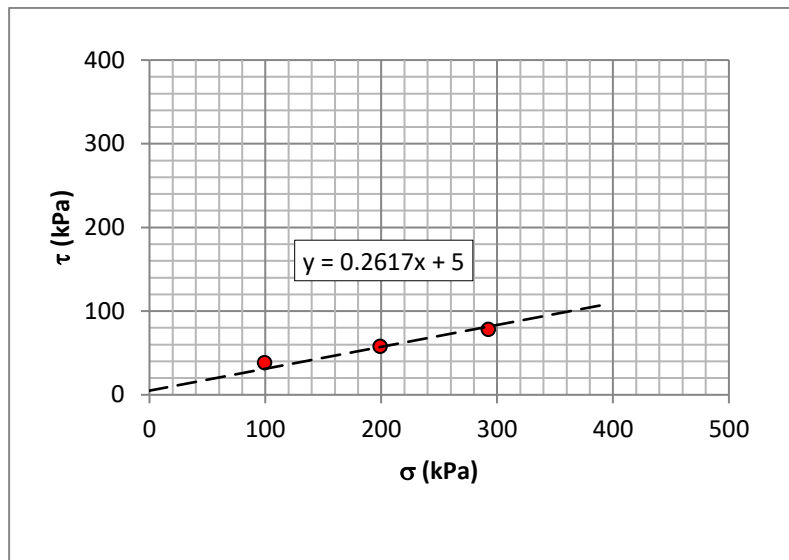


Figura 5: PROVE DI TAGLIO CAMPIONE P2C1

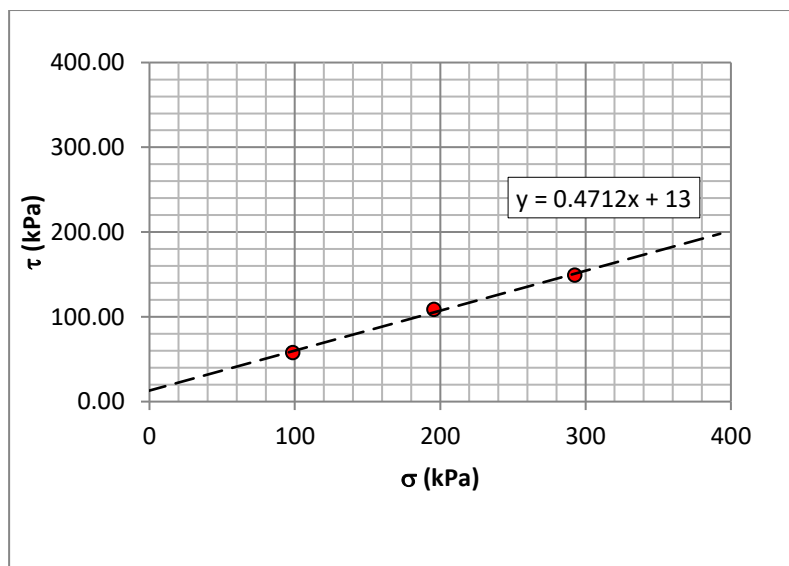


Figura 6: PROVE DI TAGLIO CAMPIONE P2C2

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 N.3

OS 140– Opere di sostegno dx dal km 16+147,61 al km 16+367,90– Relazione Geotecnica e di Calcolo

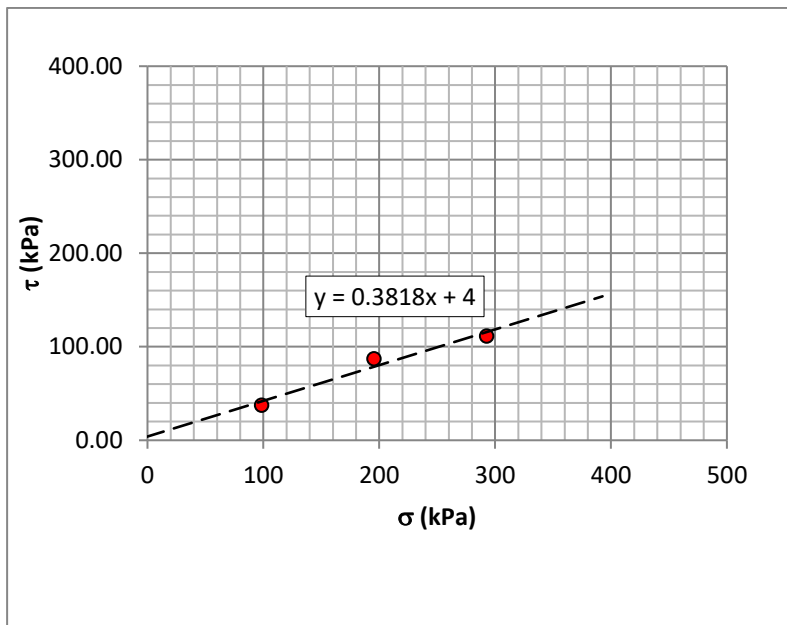


Figura 7: PROVE DI TAGLIO RESIDUE CAMPIONE P2C2

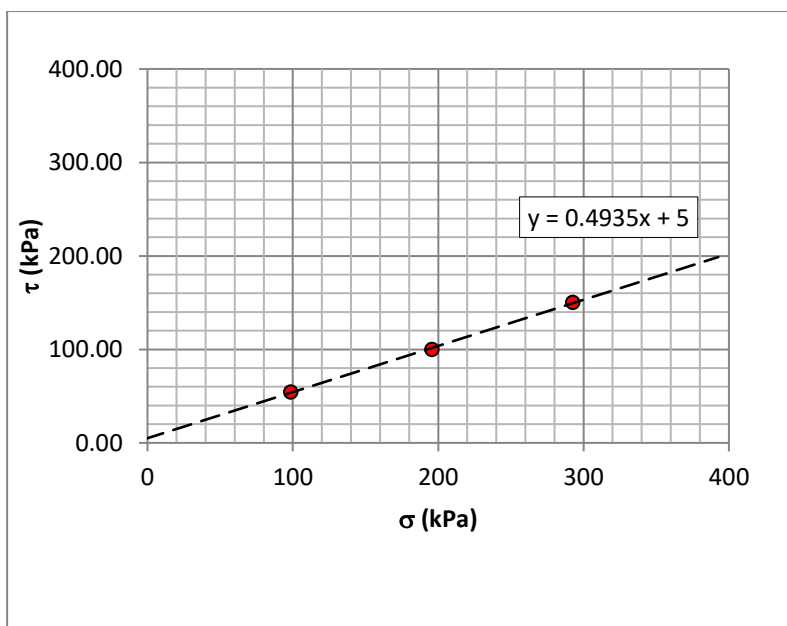


Figura 8: PROVE DI TAGLIO CAMPIONE P3C2

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 N.3

OS 140– Opere di sostegno dx dal km 16+147,61 al km 16+367,90– Relazione Geotecnica e di Calcolo

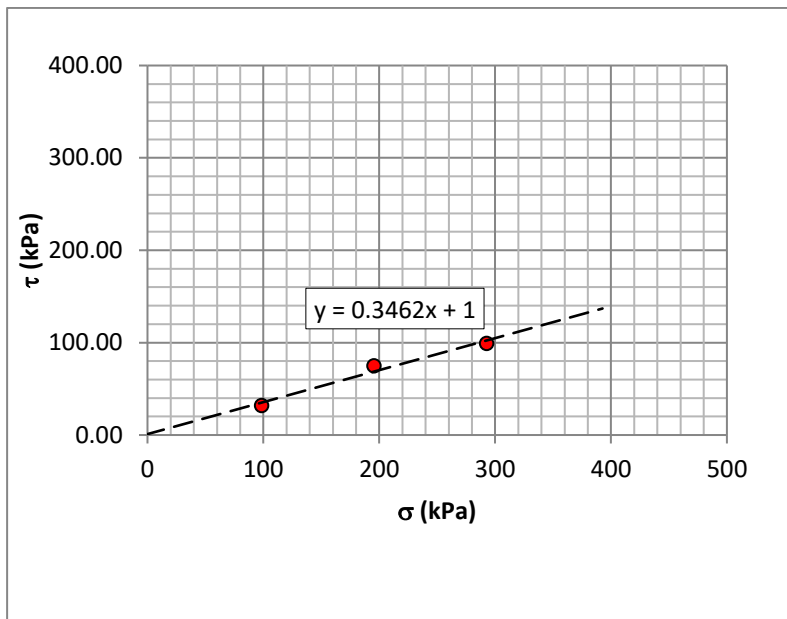


Figura 9: PROVE DI TAGLIO RESIDUE CAMPIONE P3C2

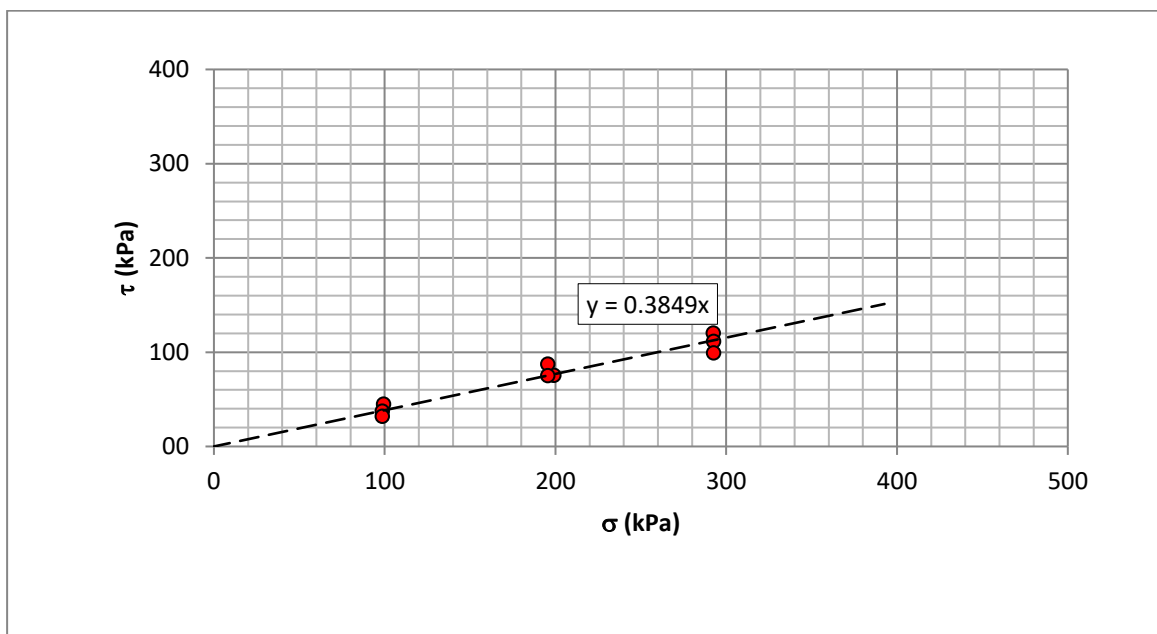


Figura 10: ELABORAZIONE PROVE DI TAGLIO IN CONDIZIONE RESIDUE

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 N.3

OS 140– Opere di sostegno dx dal km 16+147,61 al km 16+367,90– Relazione Geotecnica e di Calcolo

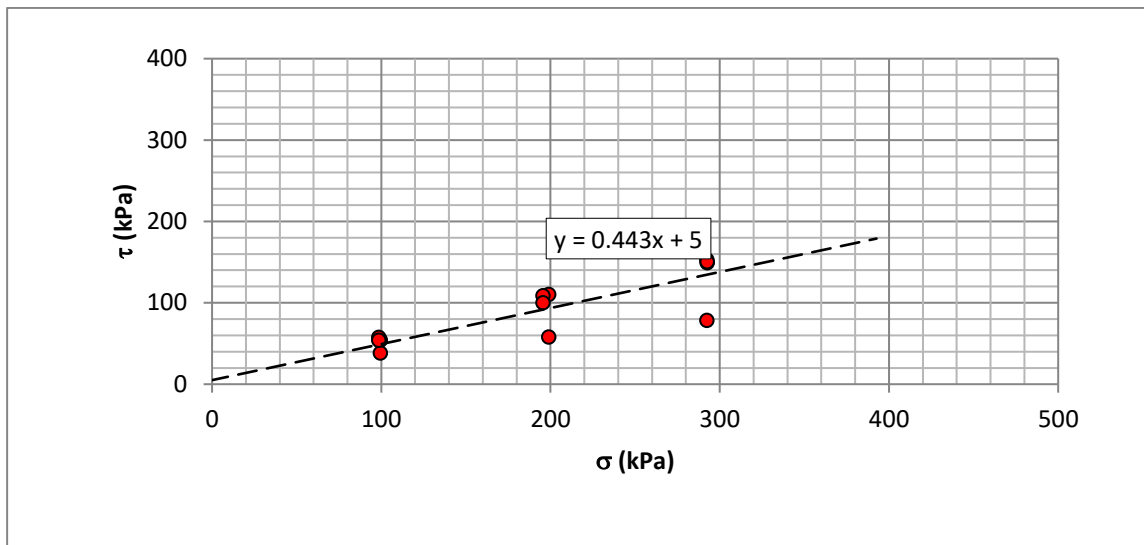


Figura 11: ELABORAZIONE PROVE DI TAGLIO IN CONDIZIONE DI PICCO

Sulla base dei dati ottenuti in Figura 10 si considerano, i parametri di sintesi seguenti, in condizioni residue:

Unità litologica	c'	φ'
LSA (residuo)	0	21

Sulla base dei dati ottenuti in Figura 11 si considerano, i parametri di sintesi seguenti, in condizioni di picco:

Unità litologica	c'	φ'
LSA (picco)	5	24

7.3 SINTESI DELLE CARATTERISTICHE FISICHE E MECCANICHE DEI MATERIALI

A valle dell'analisi dei capitoli precedenti si riportano le caratteristiche fisiche e meccaniche dei terreni descritti all'inizio di questo capitolo.

Si sottolinea che, seppure i campioni sono stati prelevati a profondità inferiori a quella massima raggiunta dallo strato di LSA, i parametri di resistenza assunti si ritengono significativi anche per le zone più profonde, sia perché le condizioni geologiche e di deposizione del materiale consentono di certo questa estrapolazione, sia perché di fatto i parametri scelti risultano coerenti e cautelativi rispetto all'intervallo di valori dei parametri di resistenza proposti nella relazione geotecnica generale, derivati su un numero di campioni molto più ampio e significativo delle proprietà meccaniche dei materiali in questione. (cfr pg.53).

I valori di resistenza dell'unità AG sono mutuati dalla suddetta Relazione Geotecnica Generale.

Unità LSA – Argille limose grigie-caratteristici

$$\gamma = 20 \text{ kN/m}^3$$

$$c' = 5 \text{ kPa}$$

$$\varphi' = 24^\circ$$

Unità LSA(c)– Argille limose grigie-parametri residui

$$\gamma = 20 \text{ kN/m}^3$$

$$c' = 0 \text{ kPa}$$

$$\varphi' = 21^\circ$$

Unità AG – Argille limose grigie

$$\gamma = 20.5 \text{ kN/m}^3$$

$$\varphi' = 26^\circ$$

$$c' = 20 \text{ kPa}$$

$$E' = 50 \text{ MPa}$$

7.4 MODELLO GEOTECNICO DI RIFERIMENTO

Sulla base del modello geologico e geotecnico di riferimento le unità stratigrafiche, presenti nell'intera area di svincolo, sono le seguenti:

- **Unità LSA:** limi sabbiosi argillosi moderatamente consistenti.
- **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.
- **Unità LSA(c):** coltre superficiale eluvio-colluviale alterata, di consistenza molle, costituita prevalentemente da limi e argille, il cui fondo definisce il limite delle paleofrane.

Per quanto riguarda la stratigrafia di riferimento ed i parametri geotecnici delle formazioni interagenti con l'opera ci si riferirà a quanto segue:

OS140						
Profondità	Unità stratigrafica	γ	c'	φ'	c_u	E'
m	-	kN/mc	kPa	deg	kPa	MPa
8	LSA(c)	20	0	21	50	5
10	LSA	20	5	24	100	20
Inf.	AG	20.5	20	265	250	50

Tabella 5: PARAMETRI GEOTECNICI, RESISTENZA AL TAGLIO

8 SOFTWARE UTILIZZATI

I software utilizzati per i calcoli delle opere in esame sono di seguito indicati:

Per la paratia ed il calcolo della verifica di stabilità globale

6. Paratie Plus V 2019– Harpaceas

7. Geoslope 2007-Geostudio

Per la verifica delle sezioni in c.a. **RC-sec** della GeoStru utilizzato per eseguire le verifiche delle sezioni in c.a.

Per quanto riguarda i suddetti software/codici di calcolo si dichiara di aver condotto una valutazione di affidabilità e dell' idoneità al caso specifico di applicazione, attraverso verifiche alternative di controllo sui modelli realizzati ed una validazione critica dei risultati degli stessi mediante analisi semplificate tradizionali, nonché di aver esaminato la documentazione fornita dal produttore o dal distributore sulle modalità e procedure seguite per la validazione dei programmi.

8.1 METODOLOGIA DI CALCOLO SOFTWARE PARATIE PLUS

Le analisi finalizzate al dimensionamento delle strutture sono state condotte con il programma di calcolo "Paratie" Versione 2017 della HarpaCeas s.r.l. di Milano.

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

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

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

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

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

Il metodo sopra esposto è sicuramente valido per il calcolo delle sollecitazioni all'interno della struttura; tarando opportunamente i moduli mediante modellazioni più complete (es. FEM 2D) consente anche una ragionevole stima degli spostamenti orizzontali della parete di sostegno [Becci & Nova, 1987; Dhouib, 1995].

Il metodo di calcolo richiede la definizione di parametri, valutati in funzione delle caratteristiche geotecniche e fisiche dei terreni, delle caratteristiche geometriche e strutturali dell'opera. In particolare la pressione σ'_h che lo scheletro solido del terreno esercita su una struttura di sostegno dipende dagli spostamenti che essa subisce per effetto di σ'_h stessa ovvero dipende dall'interazione fra la struttura ed il terreno a tergo dell'opera. Nel caso in cui la struttura subisca uno spostamento verso valle, la σ'_h sul paramento di monte può essere calcolata come:

$$\sigma'_h = K_a \cdot \sigma'_v - 2 \cdot c' \cdot (K_a)^{0.5} \quad \text{pressione attiva}$$

dove:

K_a = coefficiente di spinta attiva;

σ'_v = tensione verticale efficace;

c' = coesione efficace.

In condizioni statiche, K_a è funzione dell'angolo di attrito efficace dello scheletro solido φ' , dell'angolo di attrito fra struttura e terreno δ (nelle analisi $\delta < \varphi'$), dell'inclinazione α del paramento di monte della struttura di sostegno (nelle analisi $\alpha = 0^\circ$) e dell'inclinazione β del terrapieno a tergo dell'opera (nelle analisi $\beta = 0^\circ$). Fra le varie formulazioni proposte per il calcolo di K_a , di seguito, si farà riferimento a quella di [Coulomb, 1773].

Nel caso in cui la struttura subisca uno spostamento verso monte, la σ'_h sul paramento di monte può essere calcolata come:

$$\sigma'_h = K_p \cdot \sigma'_v + 2 \cdot c' \cdot (K_p)^{0.5} \quad \text{pressione passiva}$$

dove:

K_p = coefficiente di spinta attiva;

σ'_v = tensione verticale efficace;

c' = coesione efficace.

Analogamente al coefficiente di spinta attiva, in condizioni statiche si può porre $K_p = K_p(\varphi', \delta)$. Fra le varie formulazioni proposte per il calcolo di K_p , di seguito, si farà riferimento a quella di [Cachet-Kerisel, 1948] con $\delta' \leq \varphi' / 2$.

Pertanto, nel caso di strutture di sostegno flessibili, eventualmente contrastate da elementi strutturali attivi o passivi messi in opera in fasi successive, sul paramento di monte agirà la pressione attiva e su quello di valle la pressione passiva.

Nel caso di strutture molto rigide, incapaci di subire spostamenti sufficienti a mobilitare la pressione attiva o quella passiva, la pressione σ'_h esercitata dallo scheletro solido sull'opera di sostegno sarà prossima alla pressione geostatica iniziale:

$$\sigma'_h = K_0 \cdot \sigma'_v \quad \text{pressione a riposo}$$

dove:

K_0 = coefficiente di spinta a riposo;

σ'_v = tensione verticale efficace.

Indicazioni sulla scelta dei coefficienti di spinta sono forniti in allegato.

Per strutture di sostegno alla pressione esercitata dallo scheletro solido deve essere sommata la pressione esercitata dall'acqua assumendo schemi di filtrazione idonei in funzione delle condizioni stratigrafiche ed al contorno.

La rigidità delle molle schematizzanti il terreno sono proporzionali al modulo elastico del terreno la cui variazione con la profondità può essere descritto mediante la seguente espressione generale:

$$E_{vc} = R \cdot (p' / p_a)^n \quad \text{modulo in compressione vergine (primo carico);}$$

dove:

$p_a = 100 \text{ kPa}$ pressione di riferimento (pressione atmosferica);

$p' = (\sigma'_v + \sigma'_h) / 2$ pressione media alla generica profondità;

R modulo elastico corrispondente a $p' = 100 \text{ kPa}$;

n coefficiente di forma della legge compreso tra 0 e 1 ($n = 0$, legge

costante con la profondità, $n = 1$ legge variabile linearmente).

Il modulo di scarico-ricarico (E_{ur}) può essere 1.5÷3 volte quello di primo carico.

8.2 METODOLOGIA DI CALCOLO SOFTWARE PARATIE GEOSLOPE

Le verifiche di stabilità con i metodi dell'equilibrio limite rispondono a requisiti di semplicità e rapidità e sono correntemente impiegate, malgrado le loro limitazioni, nella pratica professionale e nella ricerca; ognuno dei metodi disponibili fornisce un'equazione finale che permette di determinare il coefficiente di sicurezza. [Tancredi, 1996].

Ogni metodo assume una serie di ipotesi semplificative così da poter rendere risolvibile il sistema di equazioni che, come vedremo, risulta essere staticamente indeterminato.

Alcuni di questi metodi sono stati risolti con metodo iterativo, vale a dire creando una procedura di calcolo che facilita la loro implementazione su macchina. Tra questi ci interessa maggiormente

approfondire il metodo implementato dal programma di calcolo SLOPE/W, che è il metodo di Bishop (1955) e la sua semplificazione.

Le analisi di stabilità che adottano tali metodi sono quelle dell'equilibrio limite globale. Tale verifica si conduce esaminando un certo numero di possibili superfici di scivolamento per ricercare quella che rappresenta il rapporto minimo tra la resistenza a rottura disponibile e quella effettivamente mobilitata; il valore di questo rapporto costituisce il coefficiente di sicurezza del pendio. Scelta quindi una superficie di rottura si suddivide in conci la parte instabile, si studia dapprima l'equilibrio della singola striscia e poi si passa alla stabilità globale.

Dato l'elevato numero di incognite, ogni metodo assume delle ipotesi semplificative che rendono risolvibile il sistema e sono proprio tali ipotesi che differenziano un metodo dall'altro.

Esistono diverse formulazioni ascrivibili a diversi autori per il calcolo e la soluzione di problemi relativi alla stabilità dei pendii tramite metodi dell'equilibrio limite, tutti questi metodi si basano su ipotesi comuni, che sono:

- Il coefficiente di sicurezza è definito come il rapporto tra la resistenza al taglio lungo un'ipotetica superficie di scorrimento e lo sforzo di taglio mobilitato lungo la stessa superficie;
- La rottura avviene, per il raggiungimento della resistenza limite, contemporaneamente in tutti i punti della superficie di scorrimento.
- Il coefficiente di sicurezza è costante in tutti i punti della superficie di scorrimento.
- La resistenza al taglio è espressa dal criterio di Coulomb.

Nell'utilizzare tali metodi di calcolo si fa sempre riferimento a problemi piani nei quali, quindi, la superficie di scorrimento è rappresentata da una curva e si trascura ogni effetto dovuto alle sezioni adiacenti. Tali schematizzazioni sono giustificabili se le proprietà meccaniche dei terreni sono omogenee in direzione trasversale e quando l'estensione del pendio è predominante sulla dimensione trasversale.

In generale la massa di terreno compresa tra la superficie di scorrimento e la superficie del suolo viene suddivisa in conci e le forze che agiscono su ciascuna striscia possono essere calcolate imponendo le condizioni di equilibrio. L'equilibrio dell'intera massa è dato poi dalla composizione delle forze che agiscono su ciascuna striscia. [Tancredi, 1996]

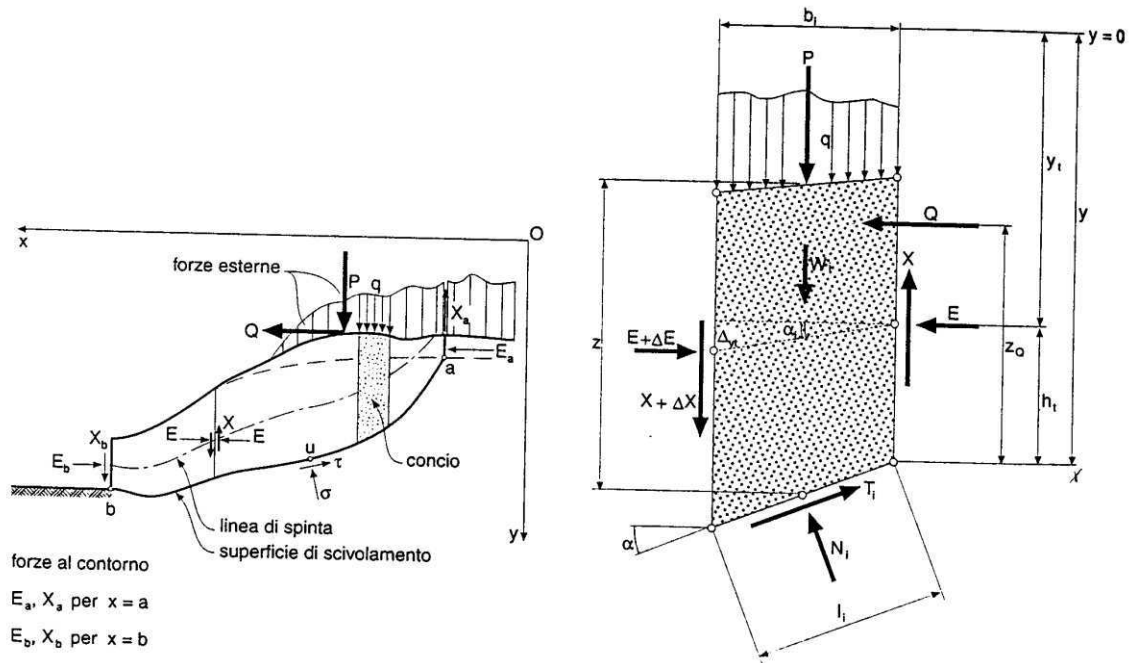


Figura 12: METODO DELLE STRISCE

Le forze agenti su ciascun concio sono, con riferimento alla figura precedente: Il peso W , l'azione tangenziale alla base T , l'azione normale efficace alla base N , la spinta dell'acqua sulla base U , gli sforzi tangenziali X e quelli normali E sulle superfici laterali (forze d'interfaccia).

Le condizioni di equilibrio di ciascun concio sono date dalle tre equazioni della statica, pertanto, ammettendo di suddividere il volume di terreno in esame in n concii, si hanno a disposizione $3n$ equazioni, mentre le incognite del problema risultano essere $5n-2$ così composte:

- n valori per l'azione delle forze normali efficaci alla base.
- $n-1$ valori per ciascuna delle forze d'interfaccia (X ed E)
- $n-1$ valori per il punto di applicazione delle forze d'interfaccia in direzione orizzontale.
- n valori per il punto di applicazione degli sforzi normali efficaci alla base.
- 1 valore del coefficiente di sicurezza.

Come già accennato, dal bilancio fra le equazioni disponibili e il numero delle incognite risulta che si hanno $2n-2$ incognite sovrabbondanti e quindi il problema risulta staticamente indeterminato, per riportarlo a staticamente determinato e rendere possibile la soluzione del sistema di equazioni che descrivono l'equilibrio della massa di terreno potenzialmente instabile, è necessario introdurre alcune ipotesi semplificative che consentono di ridurre il numero delle incognite del problema. La prima tra tutte, che risulta, tra le altre cose, comune a tutti i metodi, è quella di considerare centrata

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 N.3

OS 140– Opere di sostegno dx dal km 16+147,61 al km 16+367,90– Relazione Geotecnica e di Calcolo

la forza agente alla base della striscia, il che è accettabile nel caso in cui i conci siano di larghezza limitata. Le altre ipotesi necessarie per risolvere il sistema di equazioni sono diverse caso per caso e sono queste stesse che caratterizzano un metodo da un altro. L'esistenza di molti metodi di calcolo porta alcune volte alla indeterminatezza della soluzione, è bene quindi sottolineare che da studi comparativi effettuati per indagare la risposta dei diversi metodi di calcolo, indicano che, quelli che soddisfano tutte le condizioni di equilibrio danno sostanzialmente gli stessi risultati in termini di coefficiente di sicurezza, o meglio che non differiscono tra loro più del 5%. [Duncan, 1980].

9 AZIONI DI CALCOLO – STABILITA' GLOBALE

Per le verifiche di stabilità globali del pendio il carico stradale è stato schematizzato come un sovraccarico accidentale uniforme, pari a 20 kPa.

9.1 FALDA

Cautelativamente il piano libero di falda iniziale è stato ubicato al piede del rilevato (ovvero coincidente con il piano campagna naturale).

Per quantificare l'abbassamento della superficie di falda dovuto all'installazione dei dreni si è fatto riferimento alla metodologia elaborata da Cook (Cook D. et al., 2012. "Prediction of piezometric surfaces and drains spacing for horizontal drain design") per la progettazione di dreni multipli orizzontali, riprendendo e modificando i precedenti studi di Crenshaw e Santi (2004) (i quali stimavano il livello di falda nell'intorno di dreni orizzontali affiancati e posti sullo stesso piano).

10 DIMENSIONAMENTO IDRAULICO DEI DRENI

Gli studi di Cook si sono basati su risultati di prove di campo che hanno consentito di tarare un modello che consentisse di considerare dreni inclinati e la presenza di un substrato. Tale modello è stato quindi implementato da Cook (Cook 2012) all'interno di un foglio elettronico finalizzato alla valutazione delle capacità predittive del metodo per varie combinazioni di angoli di inclinazione dei dreni e dello strato impermeabile di base.

Parametri di input

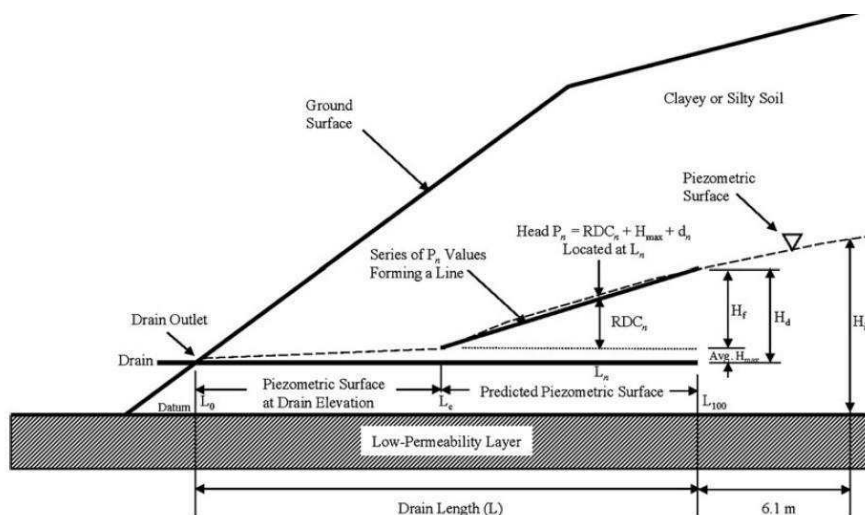


Figura 13: Schema del pendio drenato con indicazione della piezometrica stimata con il metodo di Crenshaw e Santi (2012)

Conducibilità idraulica (k)

Il metodo è stato verificato per valori della conducibilità idraulica compresi nel seguente intervallo:

$$6.0 \cdot 10^{-8} m/s \leq k \leq 9.8 \cdot 10^{-7} m/s$$

Questi limiti corrispondono indicativamente a sabbie limose o argillose, limi, argille limose o argillose.

Per valori al di fuori di questo intervallo alcuni parametri empirici del modello non risultano sufficientemente verificati ed il modello non fornisce risultati accettabili; in particolare per valori di k inferiori i dreni non mantengono i valori tipici di portata di ricarica (Crenshaw 2003), per k più elevati la superficie piezometrica in condizioni stazionarie risulterebbe al di sotto del livello dei dreni (Cook, 2009).

Tasso di ricarica (v), tasso di ricarica normalizzato (v_n) e portata in uscita (Q)

Il tasso di ricarica (v) è definito come la velocità con cui l'acqua entra nel area di influenza del sistema di drenaggio sia come infiltrazione verticale delle precipitazioni sia come flusso orizzontale delle acque di falda.

Può essere stimato in due modi:

1. Mediante la relazione:

$$v = \frac{Q}{LS}$$

oppure

$$v = \frac{Q}{A}$$

facendo riferimento alla portata media in uscita da un dreno (Q), alla spaziatura media dei dreni (S) ed alla lunghezza media dei dreni (L). Il valore di Q può derivare da misure dirette o da stime basate su esperienze precedenti e/o dati di progetti analoghi, oppure può essere utilizzato il valore di portata totale dei dreni divisa per la superficie totale di drenaggio.

2. Facendo riferimento al tasso di ricarica normalizzato $v_n = v/K$. Sulla base di simulazioni, modellazioni a scala di laboratorio o di campo, si raccomanda che i valori del tasso di ricarica stimati, rientrino nel seguente intervallo (Crenshaw e Santi, 2004; Cook et al., 2009):

$$v_n = 0.01 \div 0.4.$$

Lunghezza media dei dreni (L)

La lunghezza media dei dreni (L) può essere valutata dalla planimetria di progetto. Se i dreni non sono ancora stati realizzati, la lunghezza media può essere valutata sulla base delle caratteristiche geometriche e geologiche locali.

Interasse medio dei dreni (S)

Per configurazioni uniformi dei dreni, l'interasse medio può essere valutato direttamente in planimetria. Qualora l'interasse dei dreni (S) non fosse costante si può procedere determinandone il valore medio come rapporto tra la somma delle singole distanze fra dreni a diverse profondità del versante e il numero di distanze misurate, così come riportato nello schema di figura seguente:

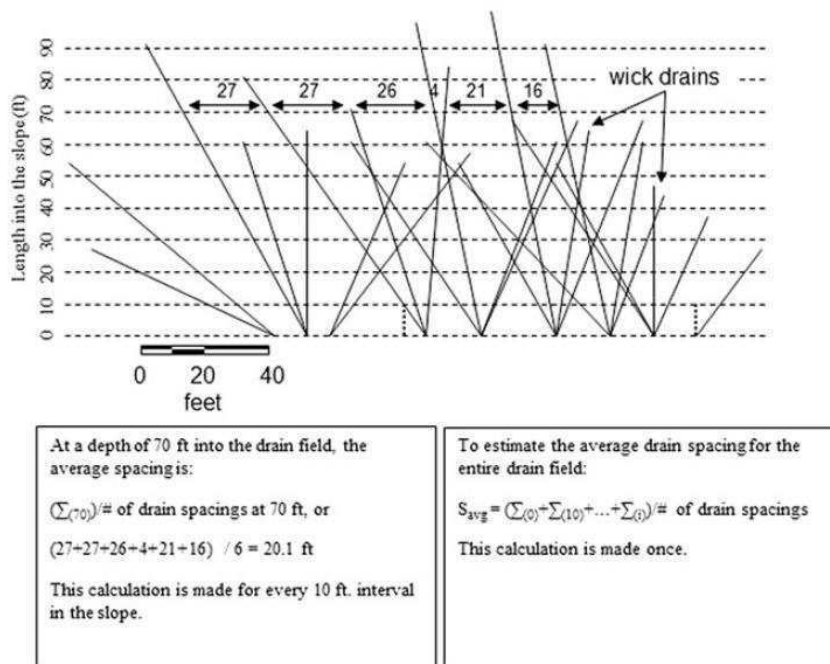


Figura 14: Esempio di calcolo dell’interasse medio dei dreni nel caso di disposizione a ventaglio (modificata da Crenshaw e santi 2004)

Profondità media dello strato di base a bassa permeabilità (D)

Per definizione, lo strato di base a bassa permeabilità è uno strato caratterizzato da una permeabilità di almeno un ordine di grandezza inferiore a quella dello strato che deve essere drenato (Luthin 1966).

La profondità media (D) di tale strato viene impiegata per il calcolo della profondità equivalente (d) che tiene conto delle variazioni apportate da tale strato al flusso radiale verso il dreno, secondo la seguente relazione:

$$d = \frac{D}{\left[1 + \frac{8D}{\pi S} \ln\left(\frac{D}{\pi r_0}\right) \right]}$$

Per $D > S/4$ il valore di d calcolato con la suddetta equazione è costante (Prellwitz, 1978) e in generale il metodo non risente significativamente delle variazioni di questo parametro.

Raggio del dreno (r₀)

Il raggio del dreno (r₀) per le tubazioni è inteso come raggio interno.

Inclinazione del dreno (α)

L'inclinazione rispetto all'orizzontale del dreno (α) può essere stimata come una media delle inclinazioni dei dreni.

Normalmente i dreni sono installati con una inclinazione compresa tra 2° e 10° ma è possibile raggiungere anche i 25° (Cornforth 2005).

Il modello di calcolo impiegato consente di impiegare dreni inclinati fino a 15° .

Inclinazione dello strato impermeabile di base (φ)

Il metodo è valido per valori dell'inclinazione dello strato impermeabile di base (φ) inferiori a 10° .

Se l'inclinazione dello strato di base è superiore a 10° ma tale da non intersecare il dreno, allora è possibile impiegare un angolo di 0° .

Fattore di correzione (M)

Il fattore di correzione M è necessario per tenere conto delle divergenze dall'ipotesi di Dupuit–Forchheimer ed in particolare dell'inclinazione del dreno (α) e dell'inclinazione dello strato impermeabile di base (φ) in relazione alla conducibilità idraulica (k).

Il valore di M può essere stimato impiegando il grafico nella seguente figura:

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 N.3

OS 140– Opere di sostegno dx dal km 16+147,61 al km 16+367,90– Relazione Geotecnica e di Calcolo

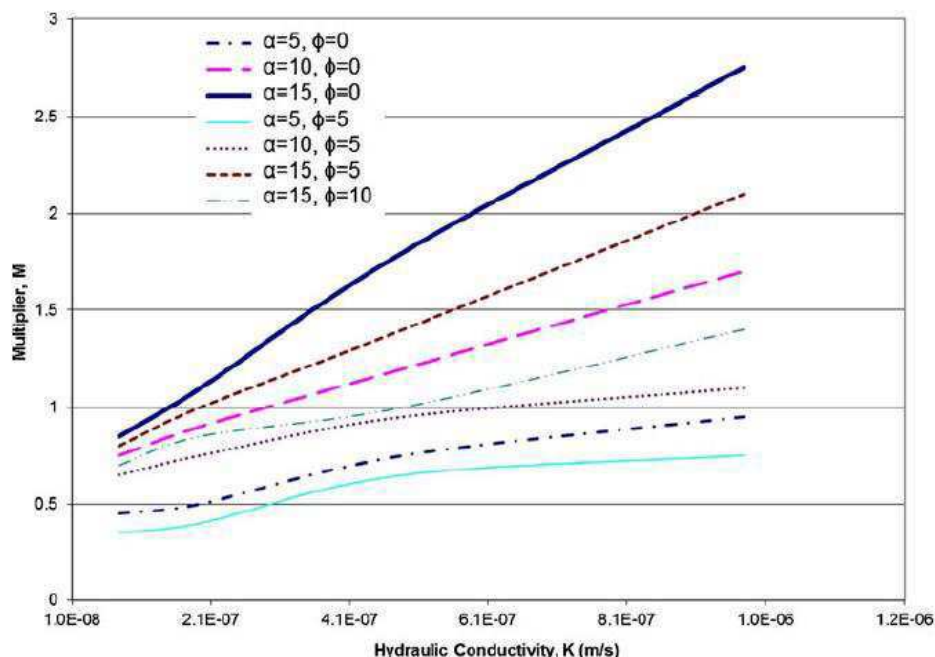


Figura 15: Fattore di correzione M da utilizzare con il fattore di correzione H_f . L'inclinazione del dreno (α) e l'inclinazione dello strato a bassa permeabilità di base (ϕ) sono espressi in gradi (Crenshaw e Santi, 2012)

Altezza piezometrica iniziale a monte del sistema di drenaggio (H_i)

L'altezza piezometrica iniziale a monte del sistema di drenaggio (H_i) è quella misurata verticalmente a partire dallo strato impermeabile di base a circa 6 m a monte del sistema di drenaggio. Questo è il valore di distanza raccomandato da Crenshaw (2003) tale per cui la piezometria non dovrebbe essere influenzata dalla presenza dei dreni.

Tale indicazione non è stata verificata sperimentalmente ma è basata su simulazioni e prove in scala.

Il metodo ha una sensibilità elevata al valore di H_i .

Quota dello strato impermeabile di base in corrispondenza dell'uscita del dreno (E_{ip}) e Quota dell'uscita del dreno (E_{do}):

La quota E_{ip} può essere posta uguale a zero (origine). In tal caso il valore della quota E_{do} è la quota relativa rispetto a E_{ip} .

Per la determinazione del profilo piezometrico conseguente la realizzazione dei dreni, il software di calcolo stima, oltre alle grandezze d (profondità equivalente dello strato impermeabile) ed il tasso di

ricarica (v) e tasso di ricarica normalizzato (v_n), già esaminate in precedenza, i seguenti parametri:

Ubicazione del contatto del dreno (L_c):

A seconda del valore di v_n la piezometrica valutata in corrispondenza del piano verticale del dreno può presentare diversi andamenti in senso longitudinale Crenshaw e Santi (2004).

Per il range di valori più frequenti di v_n compresi tra 0.01 e 0.3, la piezometrica anzidetta coincide con la posizione del dreno in un tratto terminale di quest'ultimo posto in prossimità della posizione di uscita dal versante, mentre a distanze maggiori da quest'ultima essa diverge dal dreno e si ricongiunge con le condizioni al contorno di monte (H_i). Il punto in cui la piezometrica diverge dal dreno è detta “punto di contatto” e si trova alla distanza L_c dall'uscita del dreno.

La distanza L_c può essere espressa come una percentuale ($L_c\%$) della lunghezza del dreno (L) ed è una funzione empirica di v_n secondo la relazione ricavata da basi statistiche:

$$L_c\% = -99.642 \cdot v_n + 81.047$$

$$L_c = L \cdot \frac{L_c\%}{100}$$

Se l'inclinazione dei dreni è uguale o superiore a 5° , il valore di L_c deve essere sostituito la L_{cc} , ovvero L_c corretto attraverso la relazione seguente:

$$L_{cc} = L_c - (\alpha + \varphi)$$

Altezza piezometrica media massima (H_{max})

L'altezza piezometrica massima (H_{max}) è quella che si ha sulla verticale di mezzeria tra due dreni adiacenti in corrispondenza del ‘punto di contatto’ e viene calcolata mediante la seguente espressione:

$$H_{max} = \sqrt{\frac{v}{k}} \sqrt{\frac{S^2}{4}} - d$$

Fattore di correzione dell'altezza piezometrica (H_f)

Poichè la distribuzione della ricarica sul sistema di drenaggio non è uniforme, è necessario effettuare una correzione di H_{max} per approssimare l'altezza piezometrica in corrispondenza della fine del dreno in condizioni di drenaggio:

$$H_f = H_d - H_{max}$$

in cui:

H_d è l'altezza piezometrica in corrispondenza della estremità posteriore del dreno (H_d). Essa è una percentuale ($H_i\%$) dell'altezza indisturbata a tergo del dreno. $H_i\%$ è una funzione di v_n secondo la seguente relazione empirica determinata su basi statistiche:

$$H_i\% = 95.509 \cdot v_n + 42.929$$

$$H_d = H_i \cdot \frac{H_i\%}{100}$$

H_{max} è l'altezza piezometrica massima che si trova in corrispondenza del contatto del dreno.

Se l'inclinazione dei dreni è uguale o superiore a 5° , il valore di H_f deve essere sostituito da H_{fc} , ovvero sia H_f corretto:

$$H_{fc} = H_f \cdot (1 - M)$$

Profilo piezometrico

L'altezza piezometrica P_n per una qualsiasi distanza in direzione del dreno (L_n) viene stimata dalla seguente relazione:

$$P_n = RDC_n + H_{max} + d_n$$

in cui:

d_n è l'elevazione del dreno alla distanza L_n ;

RDC definisce la piezometrica tra il punto di contatto del dreno e la fine del dreno secondo una relazione lineare:

$$RDC = m \cdot L_n + b$$

Dove

L_n è la variabile, ovvero sia la distanza in direzione del dreno che deve essere compresa tra L_c (o L_{cc}) e L :

$$m = \frac{H_{fc}}{L - L_{cc}}$$

$$b = H_{fc} - m \cdot L$$

10.1 DATI DI INPUT

I calcoli in oggetto fanno riferimento sono finalizzati alla verifica dell'efficienza del suddetto sistema drenante nei confronti di un significativo abbassamento della superficie piezometrica lungo il pendio interessato dal movimento franoso.

Per la valutazione del sistema drenante previsto è stato fatto riferimento solamente ai dreni profondi, in corrispondenza della sezione maggiormente gravosa (L totale dreno 185 m) e considerando una pendenza media del dreno.

Nelle verifiche è stato considerato un tubo drenante di raggio interno (r_0) pari a 32.7 mm (tubo in HDPE PE100 D_N 90 mm PN25).

Il valore del coefficiente di permeabilità (K) è stato considerato pari a 5×10^{-7} m/s (rappresentativo di limi argillosi e sabbiosi).

I dati geometrici del sistema sono i seguenti:

Lunghezza dreni (L) = 185 m;

Interasse dei dreni (S) = 6 m;

Inclinazione media dei dreni (α) = 8°

Quota di recapito finale dei dreni (E_{do}) = 360 m s.l.m.

Altezza iniziale della falda (H_i) = 25 m (misurata ad una distanza di 6 m dalla parte terminale di monte).

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 N.3

OS 140– Opere di sostegno dx dal km 16+147,61 al km 16+367,90– Relazione Geotecnica e di Calcolo

Objective	Parameter	Value	
Input Data to Calculate Drain Spacing or Maximum Piezometric Profile:	Hydraulic Conductivity (m/s) - K :	5.00E-07	
	Average Drain Outflow From a Single Drain (m ³ /s) - Q :	2.22E-04	
	Recharge over area LxS (m/s) - V :		
	Average Drain Length (m) - L :	185	
	Average Drain Spacing (m) - S :	6	
	Average Depth to Underlying Low-Permeability Layer (m) - D :		
	Drain Radius (m) - r₀ :	0.0327	
	Drain Angle (degrees) - α :	8	
	Low-Permeability Layer Angle (degrees) - φ :	7	
	Multiplier - M :	1	
	Initial Piezometric Head Behind Drain Field (m) - H_i :	25	
	Elevation of Drain Outlet (m) - E_{do} :	360	
	Elevation of Low-Permeability Layer Below the Drain Outlet (m) - E_p :	356	

Tabella 6: Dati di input (dreni L=185 m, i = 6 m)

10.2 RISULTATI DELLE VERIFICHE

Di seguito vengono riportati i risultati della verifica all'interno di una tabella riepilogativa dei parametri stimati.

Recharge (m/s) - V :	2.00E-07	Maximum Piezometric Height Above the Drain at the Midpoint Between Drains (m) - H_{max} :	1.36	RDC Slope Calculation		Piezometric Head at a Specific Piezometer	
Normalized Recharge (v/K) - V_n :	0.40			X	Y	Piezometer Head at L _c (m) - H_c :	1.36
H_i %:	81.13	L_c %:	41.19	71.63	0.00	RDC at Distance p (ft) - RDC_p :	0.00
Head at L ₁₀₀ (m) - H_d :	20.28	Location of Drain Contact (m) - L_c :	76.20	185.00	0.00	Drain Elevation at Distance p (ft) - d_p :	360.00
Head correction factor (m) - H_f :	18.92	Location of Drain Contact (m) - L_{cc} : (Corrected for Drain Angles>0)	71.63	Slope, m:	0.00	Head in Specified Piezometer (ft) - H_p :	0.00
Final head correction factor (m) - H_k : (Corrected for Drain Angles>0)	0.00	Final Location of Drain Contact (m) - L_{cf} : Value used for RCD	71.63	Intercept, b:	0.00		
Auto-Calculated Field Depth (m) - D :	5.64	Equiv. Depth to Low-Perm Layer (m) - d :	0.53				

Tabella 7: Valori di output

Successivamente viene riportato un grafico che indica il profilo piezometrico risultante per effetto combinato della presenza del sistema di drenaggio, il quale rappresenta l'altezza della piezometrica nella mezzeria tra due dreni adiacenti, lungo lo sviluppo del dreno considerato nella verifica (considerando le caratteristiche geometriche riportate in precedenza).

L'altezza piezometrica stimata nella verifica condotta è infatti la massima raggiunta in mezzeria tra due dreni adiacenti, come mostrato nella seguente figura:

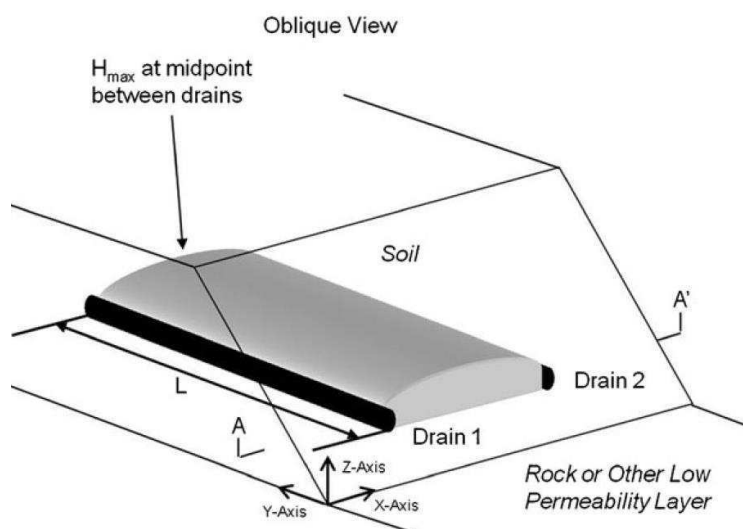
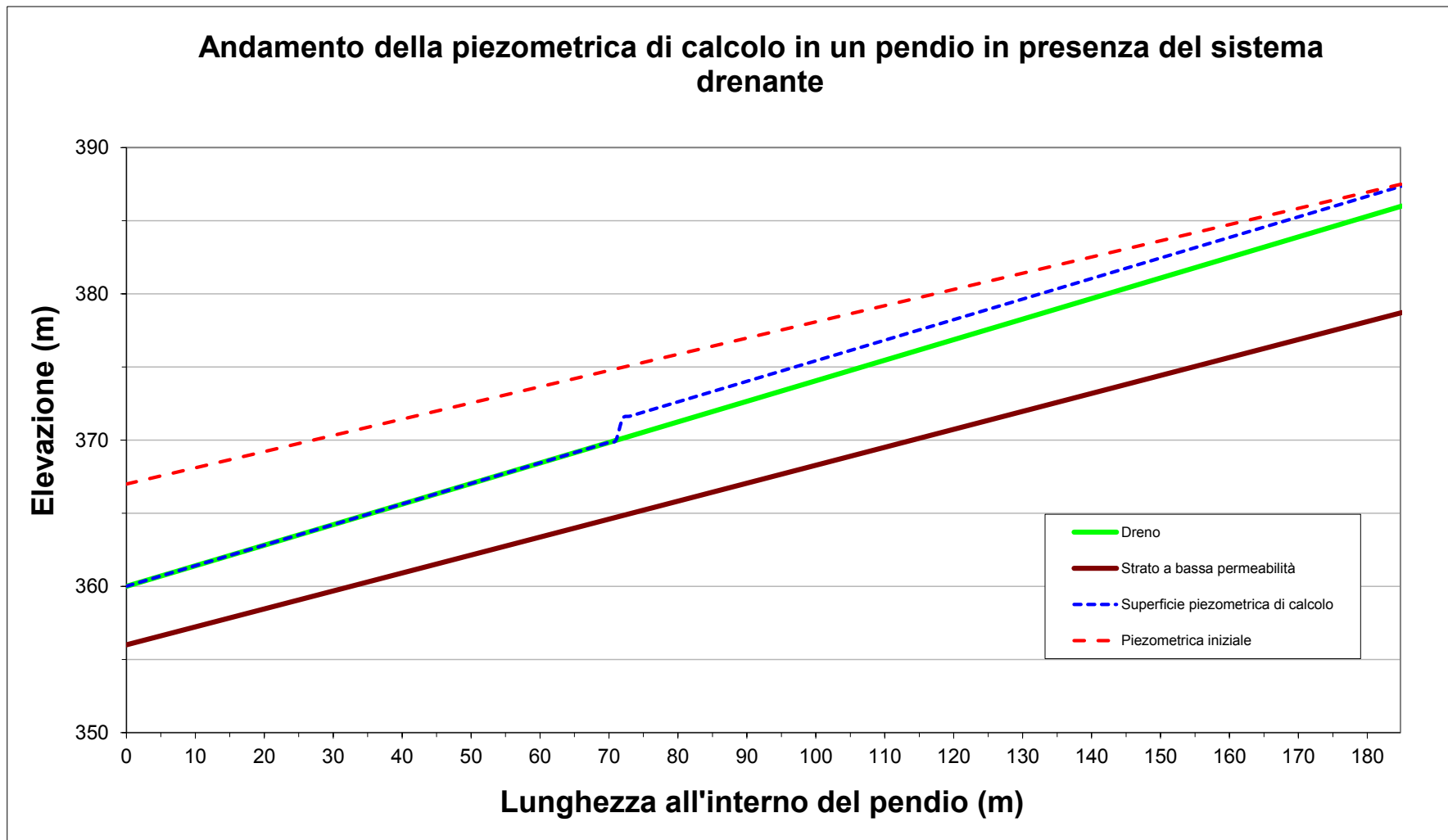


Figura 16: Schematizzazione dell'andamento della piezometrica tra due dreni contigui

Il sistema drenante in progetto consente l'abbassamento della piezometrica attuale, presentando la massima efficienza nel tratto iniziale dei dreni fino alla profondità di circa 75 m entro il pendio, dopo il quale la piezometrica mostra un andamento di transizione ed un profilo di ricongiungimento con la piezometrica iniziale.

A tergo delle opere il sistema di drenaggio sarà per di più potenziato ulteriormente dai dreni di lunghezza 30 m interposti ai dreni profondi, che non sono rientrati nelle suddette verifiche.



10.3 VERIFICA DELL’EFFICACIA DEL SISTEMA DI DRENI SULLA STABILITÀ DEL PENDIO

Per comprovare l’effettiva efficacia del sistema drenante, è necessario verificare che il nuovo livello di falda instaurato dalla presenza dei dreni conduca a coefficienti di sicurezza adeguati per la stabilità del pendio in condizioni sia statiche che sismiche.

Tale verifica verrà condotta utilizzando il modello di calcolo SLOPE-W.

I coefficienti parziali per i parametri geotecnici, così come i coefficienti di sicurezza richiesti per le verifiche, fanno riferimento alle NTC18, come esposto nella presente relazione nei capitoli 5 e 6.

11 VERIFICHE DI STABILITA’ INTERVENTO – EQUILIBRIO LIMITE GLOBALE

11.1 GENERALITA’

Come detto le verifiche di stabilità dell’intervento sono state eseguite con il codice di calcolo Slope/W della GeoSlope International Ltd adottando il criterio di verifica all’equilibrio limite globale.

Le analisi di stabilità hanno investigato diverse superfici di scorrimento al fine di determinare i coefficienti di sicurezza in funzione dei possibili meccanismi di rottura ed in particolare:

1. Superfici di scorrimento (statiche e sismiche) superficiali e locali, adottando i parametri caratteristici desunti dalla caratterizzazione;
2. Superfici di scorrimento (statiche e sismiche) profonde e globali, adottando i parametri residui.

Come d’uso nei Metodi all’Equilibrio Limite Globale, tra le superfici generate viene individuata quella più critica.

Con riferimento ai modelli di calcolo analizzati, nel programma sono stati inseriti sia un sovraccarico accidentale pari a 20 kPa in corrispondenza della viabilità di monte, sia l’opera di sostegno costituita da una paratia di pali.

Nel programma utilizzato, l’opera di sostegno viene simulata attraverso un elemento “pile” il quale offre un contributo in termini di sola resistenza al taglio lungo la potenziale superficie di scorrimento. Pertanto il dato di input richiesto, oltre all’interasse è la resistenza al taglio dei pali allo SLU, determinata da diametro dei pali e quantità e tipologia di armatura al taglio prevista, ridotta degli opportuni coefficienti di normativa e riportata nel capitolo 16.

Le verifiche di stabilità vengono svolte in tensioni efficaci, riferendosi alle condizioni drenate sia perché la permeabilità del materiale determinata dalla componente sabbiosa, anche in condizioni sismiche, garantisce una certa possibilità di dissipazione immediata delle sovrappressioni neutre, sia perché si è verificato con analisi preliminari che riferendosi alle caratteristiche dei materiali riportate

al par 7.4, le verifiche in tensioni efficaci svolte riferendosi ai parametri di resistenza efficaci (c' , ϕ) risultano più cautelative di quelle effettuate riferendosi alla coesione non drenata e svolte quindi in tensioni totali. Per tutti i casi analizzati è stato determinato il valore del coefficiente di sicurezza minimo (che è comunque risultato sempre maggiore del minimo di normativa) caratteristico della singola verifica di stabilità.

11.2 APPROCCIO NORMATIVO

Come detto, le verifiche di stabilità, nel seguito riportate, sono state eseguite seguendo i metodi dell'equilibrio limite globale secondo quanto prescritto dalle Norme Tecniche per le Costruzioni approvate con il D.M. 17 gennaio 2018 come suggerito ai punti §6.8 e §7.11.

Per tali opere deve essere verificata la condizione $E_d < R_d$ in cui E_d è il valore di progetto delle azioni ed è pari a

$$E_d = \gamma_E E [F_k; X_k / \gamma_M; a_d]$$

mentre R_d è il valore della resistenza del sistema geotecnico pari a

$$R_d = R / \gamma_R [\gamma_F F_k; X_k / \gamma_M; a_d]$$

Con riferimento alle verifiche agli SLU la norma distingue la verifica statica da quella sismica, nello specifico gli approcci da adottare sono:

- Condizione statica: approccio 1, combinazione 2 - A2+M2+R2, coefficiente $\gamma_R = 1.1$ (§6.8 delle NTC18);
- Condizione sismica: coefficienti parziali sulle azioni e sui parametri geotecnici pari a 1 e coefficiente $\gamma_R = 1.2$ (§7.11.1 e §7.11.4 delle NTC18).

Relativamente alla sola verifica statica i coefficienti correttivi delle azioni sono stati scelti secondo la tab. 6.2.I nel seguito riportata mentre per le resistenze va applicata la tab. 6.2.II relativa ai coefficienti correttivi dei parametri geotecnici.

Carichi	Effetto	Coefficiente parziale γ_F o γ_E	EQU	(A1)	(A2)
				STR	GEO
Permanenti	Favorevole	γ_{G1}	0.9	1.0	1.0
	Sfavorevole			1.3	1.0
Permanenti non strutturali	Favorevole	γ_{G2}	0.8	0.8	0.8
	Sfavorevole			1.5	1.3
Variabili	Favorevole		0.0	0.0	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 N.3

OS 140– Opere di sostegno dx dal km 16+147,61 al km 16+367,90– Relazione Geotecnica e di Calcolo

	Sfavorevole	γ_{Qi}	1.5	1.5	1.3
--	-------------	---------------	-----	-----	-----

Figura 17: COEFFICIENTI PARZIALI PER LE AZIONI E PER L'EFFETTO DELLE AZIONI (TAB. 6.2.I DELLE NTC18)

Parametro	Grandezza alla quale applicare Il coefficiente parziale	Coefficiente parziale	(M1)	(M2)
Tangente dell'angolo di Resistenza al taglio	$\tan \varphi'$	γ_{φ}	1.0	1.25
Coesione efficace	c'	γ_c	1.0	1.25
Resistenza non drenata	c_u	γ_{cu}	1.0	1.4
Peso dell'unità di volume	γ	γ_Y	1.0	1.0

Figura 18: COEFFICIENTI PARZIALI PER I PARAMETRI GEOTECNICI DEL TERRENO (TAB. 6.2.II DELLE NTC18)

Nello specifico, per Ed si intende lo sforzo di taglio mobilitato lungo la superficie di scorrimento critica e per Rd la resistenza al taglio disponibile.

Pertanto, la verifica di stabilità si ritiene superata se il coefficiente di sicurezza ottenuto dal calcolo (pari a Rd/Ed) risulterà superiore a

- 1,1 per le analisi statiche;
- 1,2 per le analisi sismiche.

11.3 RISULTATI DI CALCOLO

Come anticipato in precedenza, per l'intervento previsto in oggetto sono state eseguite le seguenti analisi di stabilità, :

- Analisi statica e sismica della superficie di scivolamento che interessa lo strato in frana, adottando i parametri residui;
- Analisi statica e sismica delle superfici locali e superficiali adottando i parametri caratteristici.

Per entrambe le tipologie di verifiche la falda è stata posta alla profondità attesa in seguito alla realizzazione del sistema di dreni.

La tabella seguente mostra i risultati delle analisi condotte mentre nelle figure seguenti sono disponibili i modelli utilizzati ed è possibile ricavare l'andamento e l'estensione delle superfici critiche.

Stati Limite	Rd /Ed statico	Rd /Ed Sismico
---------------------	-----------------------	-----------------------

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 N.3

OS 140– Opere di sostegno dx dal km 16+147,61 al km 16+367,90– Relazione Geotecnica e di Calcolo

<i>Verifica globale – parametri residui</i>	2.12	1.85
<i>Verifica locale 1 – parametri caratteristici</i>	1.87	1.94
<i>Verifica locale 2 – parametri caratteristici</i>	1.24	1.31

Tabella 8 – RISULTATI ANALISI DI STABILITA'

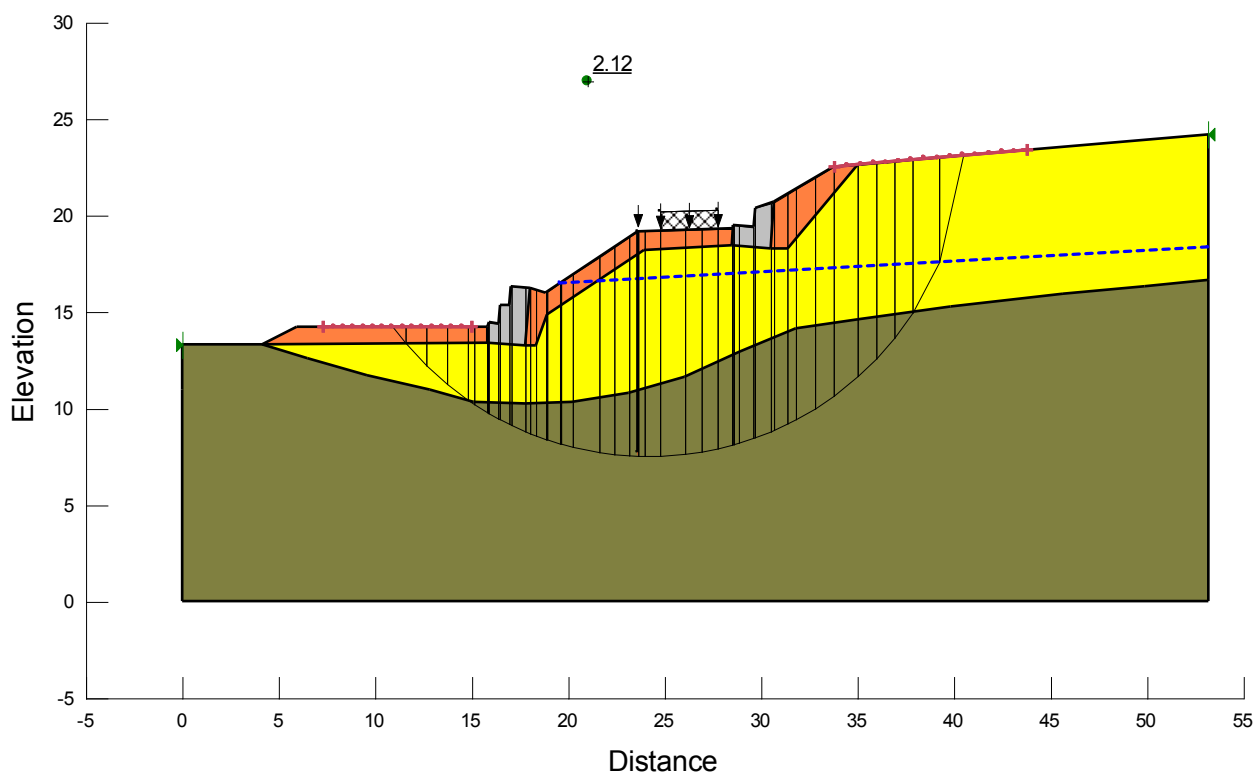


Figura 19: VERIFICA DI STABILITA' STATICA GLOBALE

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 N.3

OS 140– Opere di sostegno dx dal km 16+147,61 al km 16+367,90– Relazione Geotecnica e di Calcolo

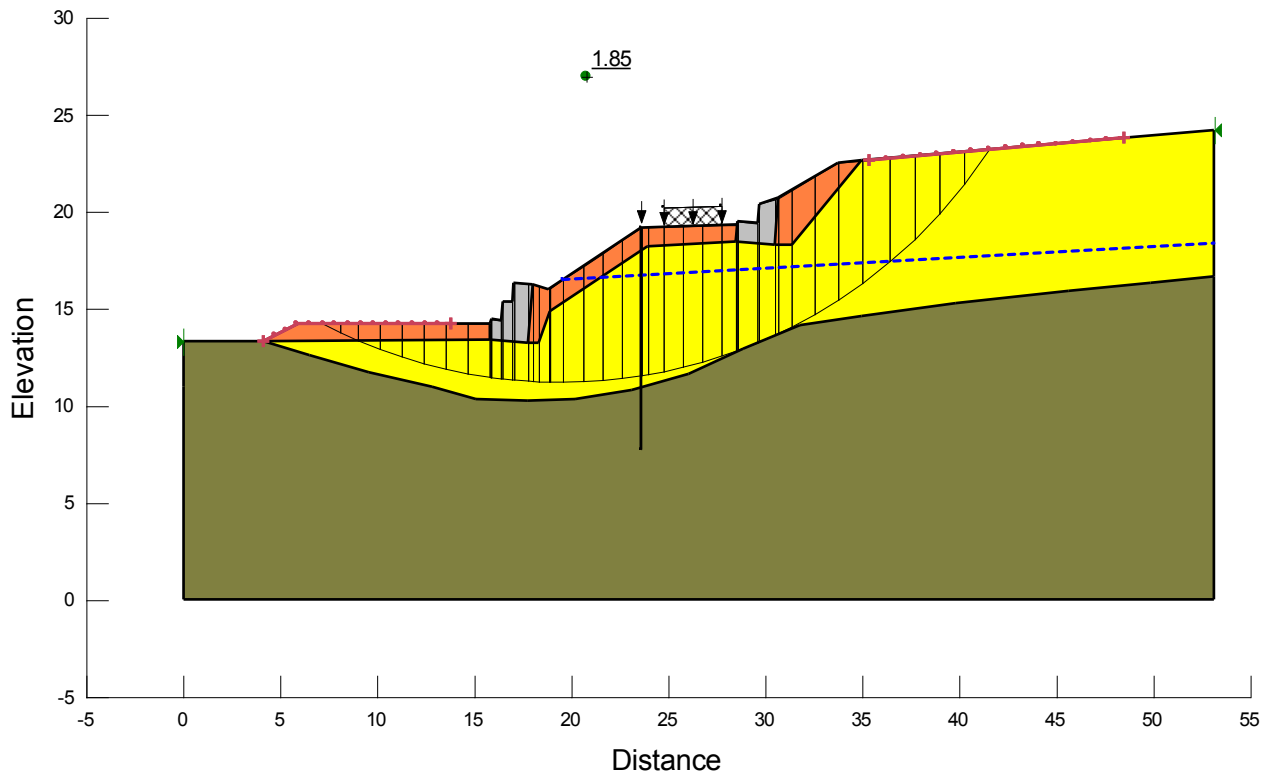


Figura 20: VERIFICA DI STABILITA' SISMICA GLOBALE

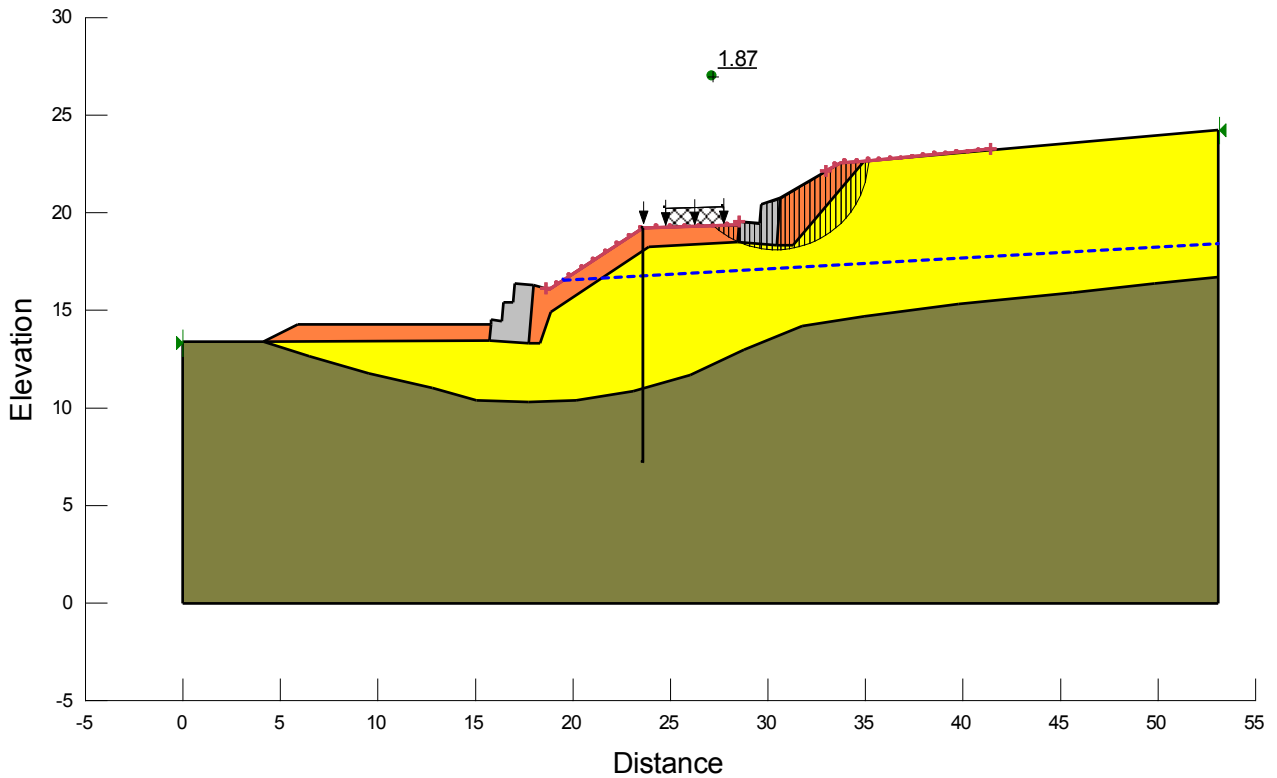


Figura 21: VERIFICA DI STABILITA' STATICA LOCALE 1

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 N.3

OS 140– Opere di sostegno dx dal km 16+147,61 al km 16+367,90– Relazione Geotecnica e di Calcolo

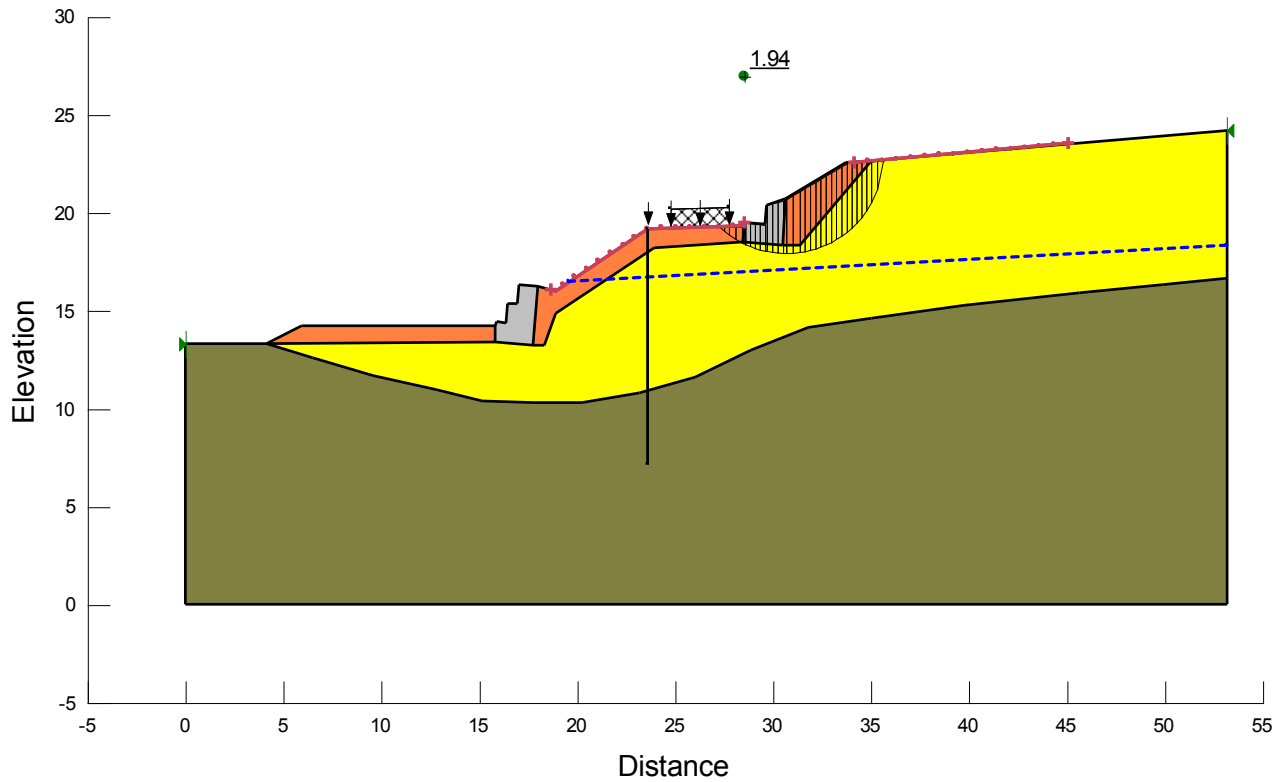


Figura 22: VERIFICA DI STABILITA' SISMICA LOCALE 1

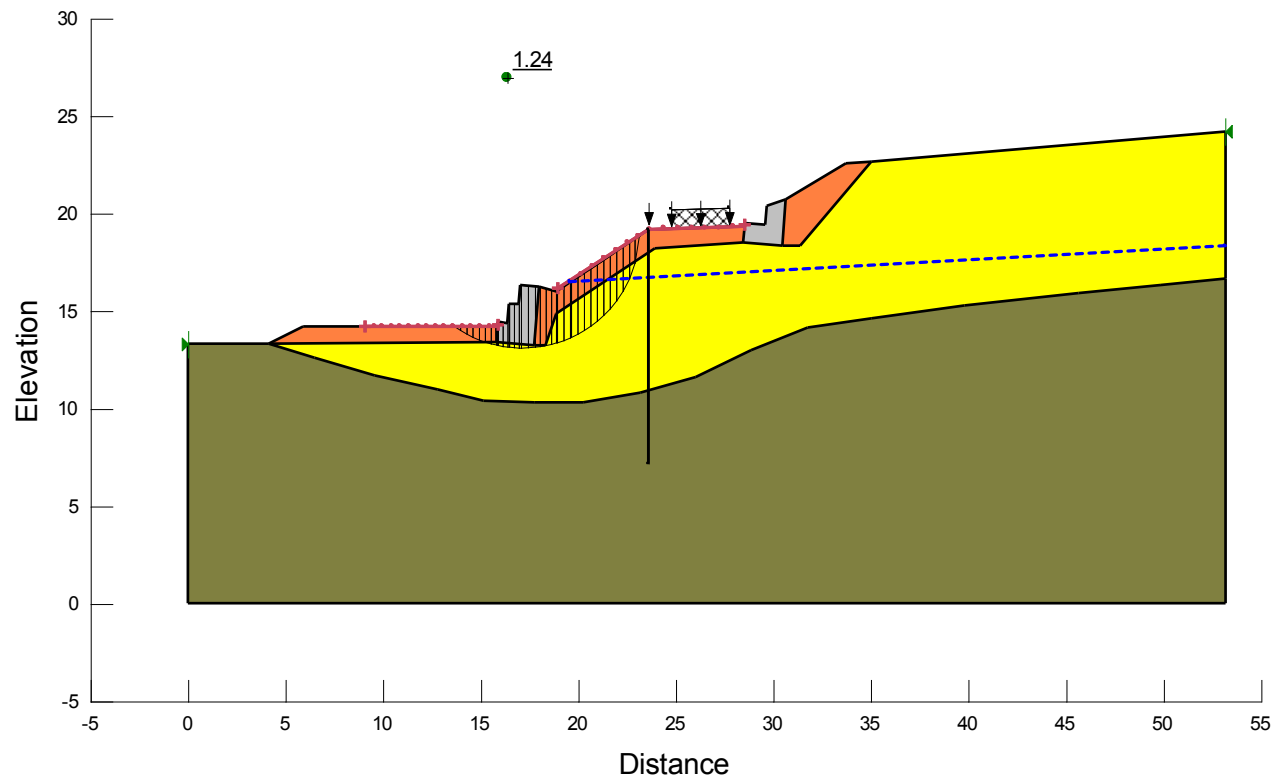


Figura 23: VERIFICA DI STABILITA' STATICA LOCALE 2

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

PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE N.3

OS 140– Opere di sostegno dx dal km 16+147,61 al km 16+367,90– Relazione Geotecnica e di Calcolo

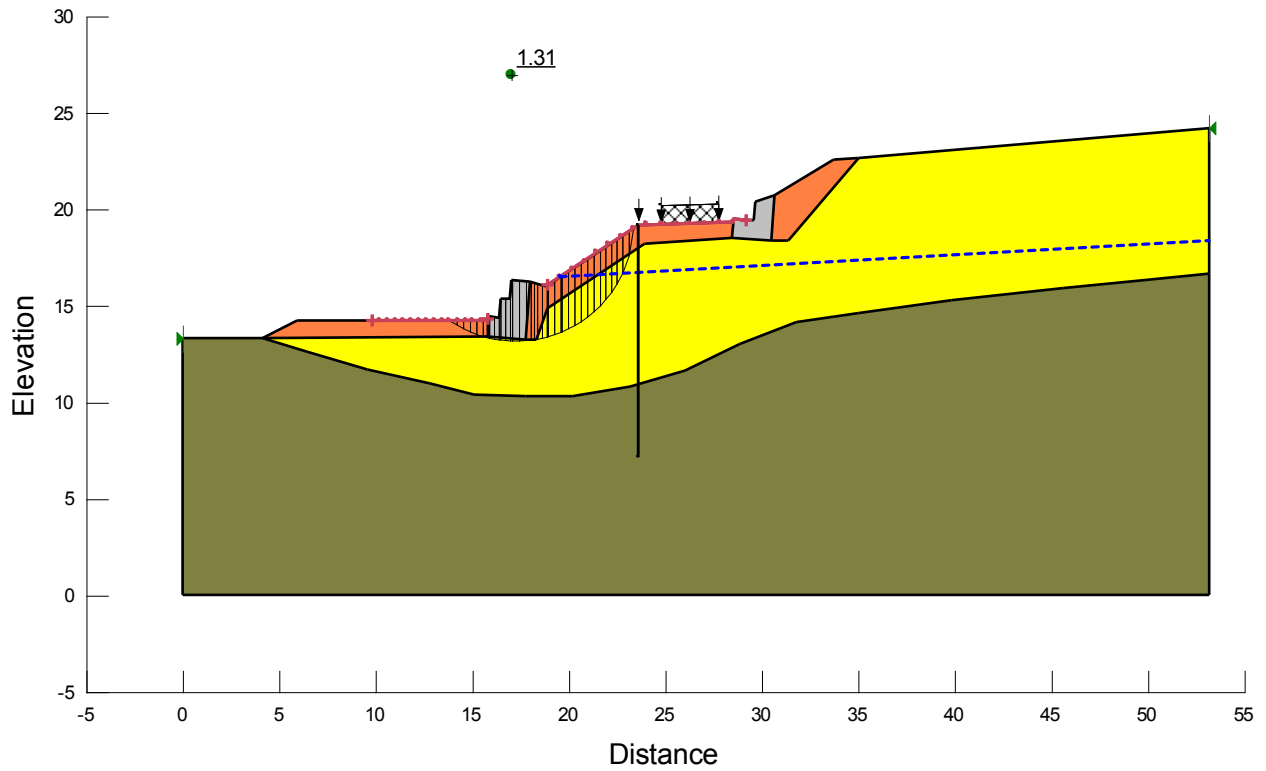


Figura 24: VERIFICA DI STABILITA' SISMICA LOCALE 2

12 VERIFICHE DI STABILITA' INTERVENTO – PENDIO INDEFINITO

Ad integrazione delle analisi di stabilità condotte con il codice di calcolo SLOPE e illustrate nel capitolo precedente, è stata eseguita una verifica di stabilità considerando gli interventi previsti tramite lo schema del *pendio indefinito*.

Tale schema trova infatti applicazione nel caso di frane di scorrimento allungate, in cui l'influenza delle porzioni di sommità e di piede è trascurabile. Lo schema è pertanto utilizzabile per lo studio della stabilità delle coltri di terreno di piccolo spessore rispetto alla lunghezza della frana, come nel caso oggetto del presente studio.

A sostegno della schematizzazione del pendio indefinito, inoltre, si hanno numerosi riscontri in letteratura nella trattazione di fenomeni franosi tipo "soliflusso" simili a quello in esame.

Nel modello scelto il coefficiente di sicurezza, inteso come rapporto tra le forze resistenti disponibili e quelle mobilitanti, si ricava semplicemente applicando l'equilibrio alla traslazione ad una "striscia" di terreno di larghezza finita ovvero unitaria (la semplificazione del problema a due dimensioni è comunque a favore di sicurezza).

Constatato che le forze agenti sulle superfici laterali d'interfaccia del concio si annullano reciprocamente, le forze restanti, agenti sull'elemento di terreno, sono il peso W , la resistenza attrittiva lungo la base del concio stesso e l'eventuale pressione dell'acqua U .

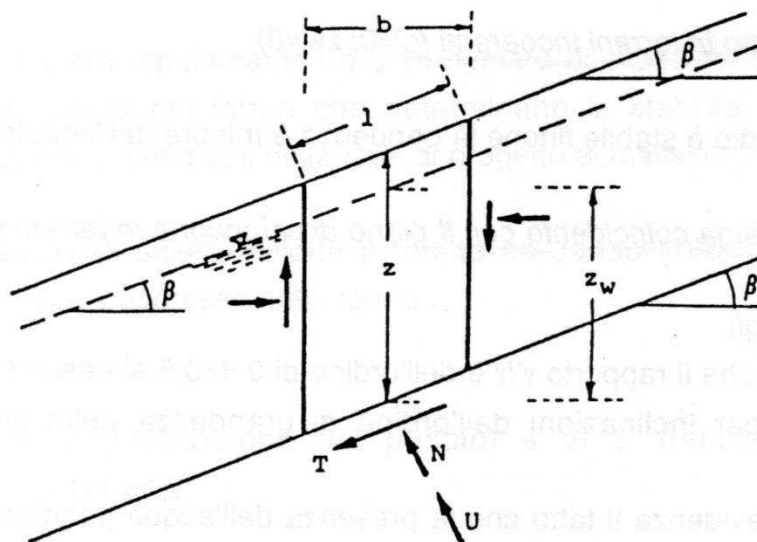


Figura 25: SCHEMATIZZAZIONE DELLE FORZE AGENTI SULL'ELEMENTO DI TERRENO SECONDO IL MODELLO DEL PENDIO INDEFINITO

il coefficiente di sicurezza F , già definito come il rapporto tra gli sforzi resistenti e quelli mobilitanti alla profondità z , assume la forma:

$$F = \frac{\tau_f}{\tau} = \frac{c' + \cos^2 \beta (\gamma z - \gamma_w z_w) \tan \varphi'}{\gamma z \cos \beta \sin \beta}.$$

In accordo con le verifiche di stabilità globale esposte nel capitolo precedente, per la coltre in frana sono stati assunti i parametri residui.

Coerentemente con le indagini geologiche la superficie di scivolamento è stata posta ad una profondità di 6.0 m.

Le analisi sono state eseguite in accordo con le NTC 2018 pertanto, la verifica di stabilità si ritiene superata se il coefficiente di sicurezza ottenuto dal calcolo (pari a R_d/E_d) risulterà superiore a

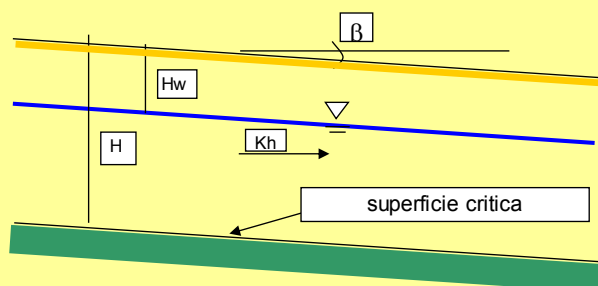
- 1,1 per le analisi statiche;
- 1,2 per le analisi sismiche.

Nelle immagini seguenti si riportano i risultati delle analisi dalle quali si ottiene un rapporto R_d/E_d pari a:

- 1.74 per la verifica statica;
- 1.42 per la verifica sismica.

S.1. VERIFICHE DI STABILITA' DI PENDII INFINITAMENTE ESTESI

CONDIZIONI STATICHE - Hadj-Hamou T., Kavazanjian E. Jr. [1985]



DATI DI INGRESSO

γ_w	peso di volume acqua	10,0	(kN/m ³)
γ_t	peso di volume terreno	20,0	(kN/m ³)
H_w	profondità falda da p.c.	6,0	(m)
H	spessore strato di terreno	6,0	(m)
β	pendenza pendio	10,0	(°)
ϕ'	angolo di attrito	17,1	(°)
c'	coesione drenata	0,0	(kPa)

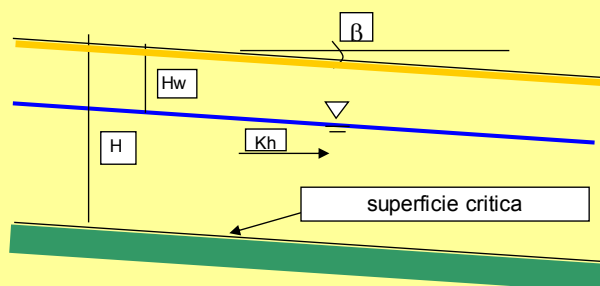
RISULTATI

FS statico: 1,74

Figura 26: VERIFICA PENDIO INDEFINITO – ANALISI STATICA

S.1. VERIFICHE DI STABILITA' DI PENDII INFINITAMENTE ESTESI

CONDIZIONI SISMICHE - Hadj-Hamou T., Kavazanjian E. Jr. [1985]



DATI DI INGRESSO

γ_w	peso di volume acqua	10,0	(kN/m ³)
γ_t	peso di volume terreno	20,0	(kN/m ³)
H_w	profondità falda da p.c.	6,0	(m)
H	spessore strato di terreno	6,0	(m)
β	pendenza pendio	10,0	(°)
ϕ'	angolo di attrito	21,0	(°)
c'	coesione drenata	0,0	(kPa)
Δcu	sovrappressione interstiziale	0,0	(kPa)
	<i>instabilità, ove risultano già operanti le condizioni di resistenza residua, si può ipotizzare $\Delta u=0$. In generale, vedi Crespellani T. et al. [1990]: "Analisi di stabilità dei pendii naturali in condizioni sismiche", Rivista Italiana di Geotecnica, anno XXIV, n.2)</i>		
K_h	coeff. sismico orizzontale	0,09	(-)
	(I ^a cat.: $K_h=0.10$ II ^a cat.: $K_h=0.07$ III ^a)		

RISULTATI

FS statico: 2,18

FS sismico: 1,42

Figura 27: VERIFICA PENDIO INDEFINITO – ANALISI SISMICA

13 FASI REALIZZATIVE DELL'INTERVENTO

L'intervento in oggetto sarà realizzato secondo la seguente fasizzazione delle lavorazioni:

1. Realizzazione paratia di pali completa di cordolo e tiranti;
2. Realizzazione Gabbionata tipo 2 e riempimento a tergo come previsto da elaborati grafici;
3. Realizzazione scavo a gradoni a valle della paratia;
4. Realizzazione della Gabbionata 1 a meno dell'ultimo livello di gabbioni;
5. Riempimento a tergo Gabbionata 1 completo di terreno vegetale;
6. Realizzazione dreni;
7. Completamento Gabbionata 1 e posa mezzo tubo di raccolta.

La fasizzazione proposta prevede che la realizzazione dello scavo provvisorio avvenga a seguito della messa in opera della paratia, preliminarmente alla realizzazione dei dreni ed alla messa in opera della Gabbionata 1.

Tale configurazione (relativa alla fase 3) si ritiene pertanto la più gravosa in termini di stabilità in quanto:

- nelle fasi antecedenti (fase 1 e fase 2) non è prevista la realizzazione di scavi rispetto all'attuale di configurazione;
- nelle fasi successive (fasi da 4 a 7), procedendo con la messa in opera della gabbionata di protezione e la realizzazione dei dreni si procede verso la definitiva stabilizzazione del versante.

Di seguito, viene presentata la verifica di stabilità nella configurazione intermedia corrispondente alla fase 3.

La verifica è stata svolta con l'ausilio del codice di calcolo Slope W, utilizzando i parametri geotecnici già presentati nei precedenti paragrafi.

Essendo la verifica relativa unicamente ad una condizione provvisoria, la stessa è stata svolta in condizioni statiche, in assenza di carichi accidentali, considerando la falda a -1m da piano campagna.

Analogamente alle verifiche presentate al Par. 11, le verifiche globali sono state condotte utilizzando i parametri di resistenza residui. Per il dettaglio della metodologia si rimanda a suddetto capitolo.

Per maggiori dettagli si rimanda all'Output di Calcolo allegato al presente documento.

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 N.3

OS 140– Opere di sostegno dx dal km 16+147,61 al km 16+367,90– Relazione Geotecnica e di Calcolo

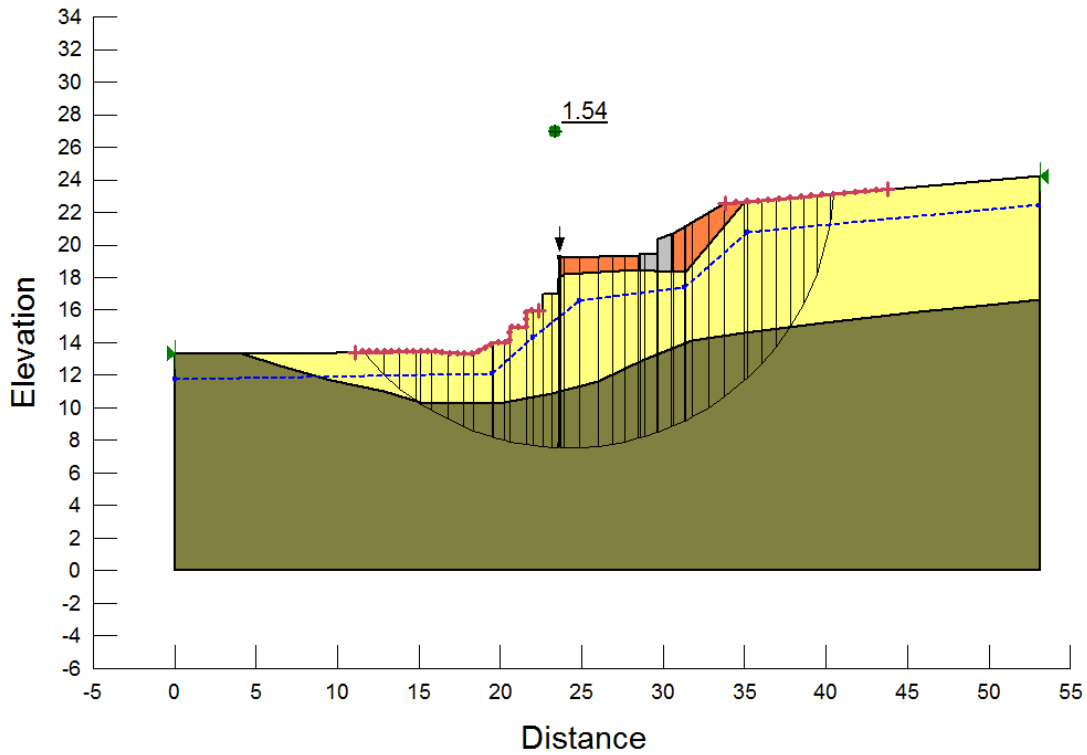


Figura 28 Verifica di stabilità globale fasi provvisorie - Fase 3- parametri residui

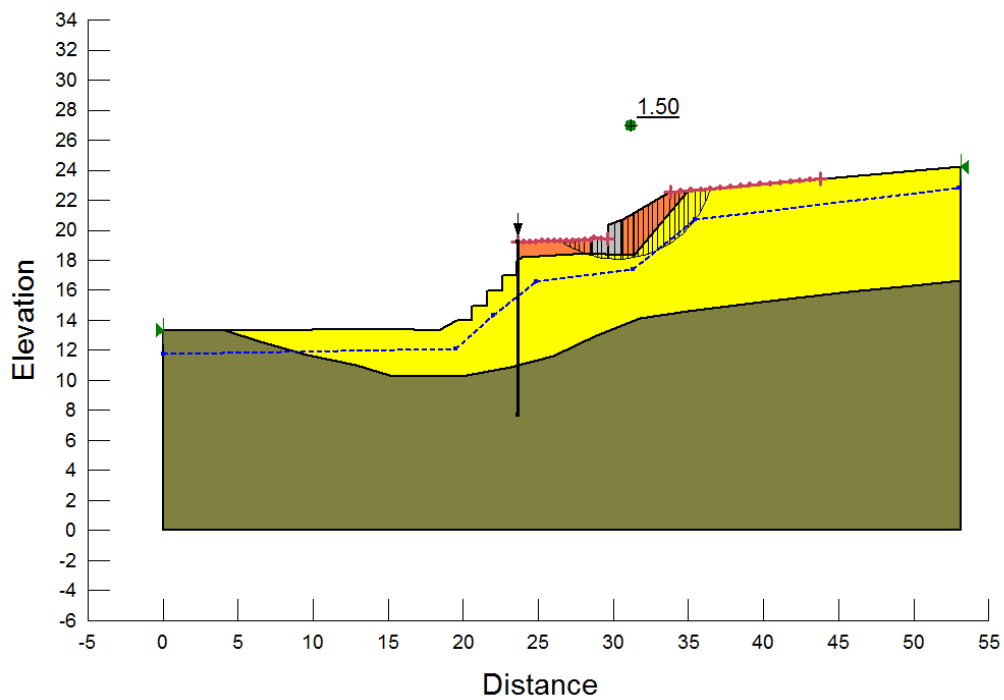


Figura 29 Verifica di stabilità locale di monte fasi provvisorie - Fase 3- parametri caratteristici

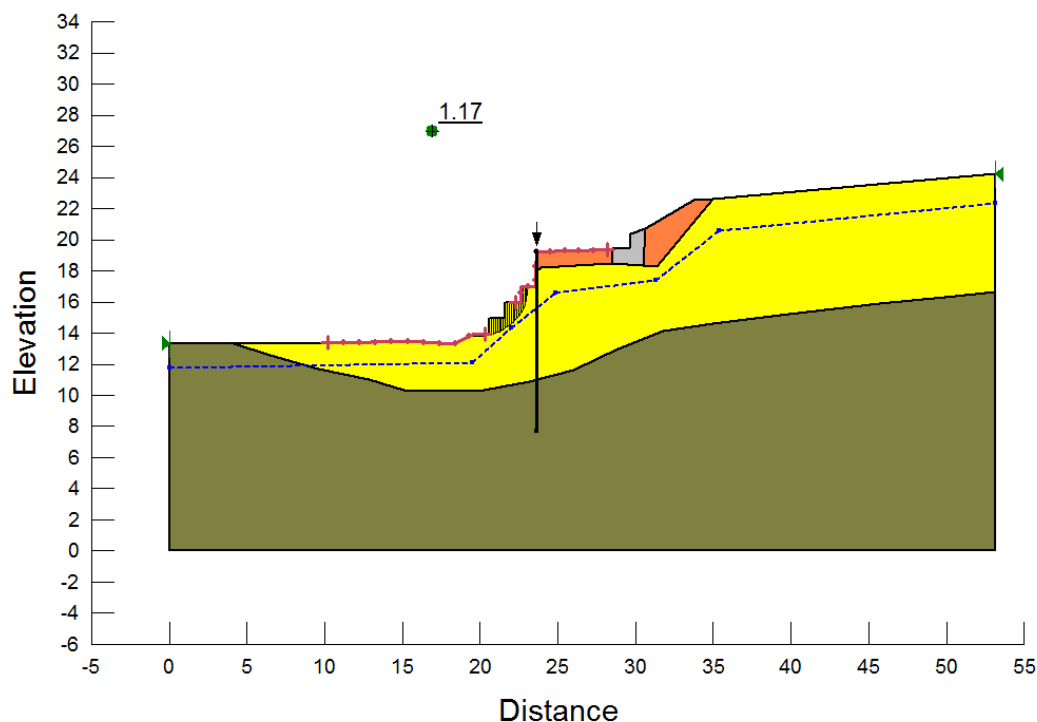


Figura 30 Verifica di stabilità locale di valle fasi provvisorie - Fase 3- parametri caratteristici

13.1 REALIZZAZIONE DRENI CON TECNOLOGIA TOC

L'intervento di progetto prevede la realizzazione di dreni di lunghezza variabile mediante la tecnologia delle Trivellazioni Orizzontali Controllate (TOC), ovvero un sistema di perforazione che permette di escludere l'occupazione e lo scasso del terreno nel tratto compreso tra inizio ed uscita della perforazione.

La tecnica consiste nella realizzazione di una trivellazione, applicabile in materiali di qualsiasi natura, mediante una testa orientabile pilotata dalla superficie tramite strumentazione elettronica che consente di monitorare e modificare quota e direzione durante la perforazione, rendendo possibile la realizzazione di una traiettoria curvilinea compatibile con il raggio di curvatura delle tubazioni da posare e con il profilo plano-altimetrico.

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 N.3

OS 140– Opere di sostegno dx dal km 16+147,61 al km 16+367,90– Relazione Geotecnica e di Calcolo



Figura 31 Esempi di macchine perforatrici in lavorazione

Nelle perforazioni direzionate teleguidate la posa in opera delle tubazioni (che in questo caso sono le stesse tubazioni drenanti) avviene contestualmente alla realizzazione delle perforazioni. Le operazioni di trivellazione prevedono la realizzazione di un foro pilota, seguito dall'eventuale alesatura del foro e dal tiro della tubazione.

Pertanto, viene preliminarmente eseguito un foro pilota dal punto di partenza al punto di arrivo della condotta. Il foro viene realizzato inserendo nel terreno la testa di perforazione a cui seguono le aste di perforazione avviate una dopo l'altra. La testa di perforazione, di cui ne esistono vari tipi a seconda della tipologia di sottosuolo da attraversare, nel corso dell'avanzamento viene lubrificata con getto di fango, il quale, oltre a diminuire l'attrito contribuisce a consolidare il foro ed a trasportare il materiale di risulta verso l'esterno.



Figura 32 Esempi di teste di perforazione

L'avanzamento della testa di perforazione per l'esecuzione del foro pilota avviene per la combinazione di movimenti di spinta e rotazione esercitati dalla macchina posizionata in corrispondenza del punto di partenza. Il tracciato del foro pilota verrà controllato tramite un trasmettitore di segnali elettromagnetici a frequenze radio alloggiato dietro la testa di perforazione (sistemi walk-over), che trasmette in ogni momento la posizione della stessa (angolo di inclinazione sulla verticale e profondità raggiunta). Questi segnali vengono captati da un ricevitore di superficie

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 N.3

OS 140– Opere di sostegno dx dal km 16+147,61 al km 16+367,90– Relazione Geotecnica e di Calcolo

ed inviati ad un'unità di controllo posizionata sul quadro comandi della macchina perforatrice: i dati acquisiti, insieme alla lunghezza delle aste pilota, permetteranno di calcolare, per mezzo di un software dedicato, le coordinate orizzontali e verticali dell'estremità della testa perforatrice, consentendo di orientarla nella direzione utile ad apportare le variazioni di direzione desiderate.

Potranno altresì essere impiegati sistemi di guida magnetici (MGS) con cui i magnetometri dovranno misurare l'intensità di un campo magnetico generato artificialmente nel sito di lavoro.

Al completamento del foro pilota verrà consegnata alla direzione lavori la traiettoria seguita che dovrà essere approvata prima dell'inizio delle operazioni di tiro tubazione.

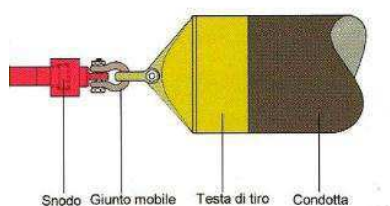


Figura 33 Schema di tiro di posa della condotta

Nella figura seguente viene riprodotto uno schema delle fasi di perforazione ed installazione tubazione.

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 N.3

OS 140– Opere di sostegno dx dal km 16+147,61 al km 16+367,90– Relazione Geotecnica e di Calcolo

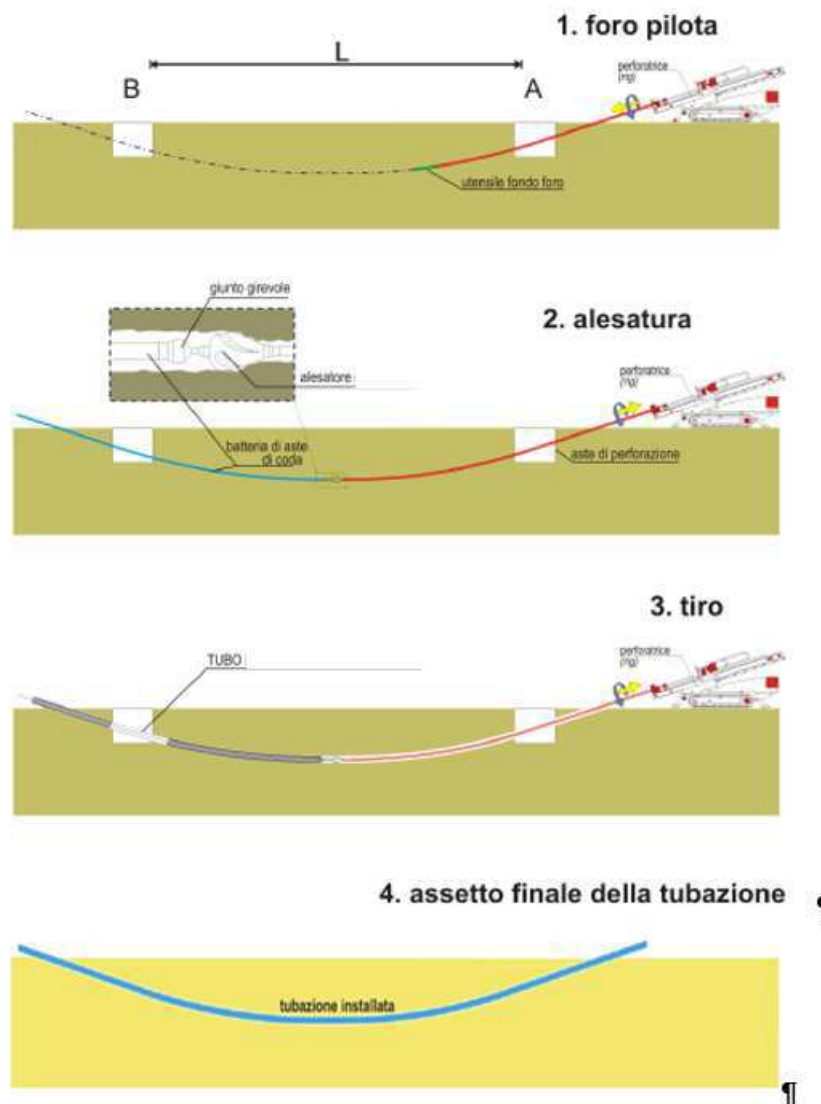


Figura 34 Schema fasi di perforazione ed installazione tubazione tramite tecnologia TOC

14 AZIONI AGENTI SULLA PARATIA PER LE VERIFICHE DELL'OPERA DI SOSTEGNO

Per il progetto e la verifica delle opere sono state esaminate le varie azioni riportate nei paragrafi seguenti.

14.1 AZIONI DA FRANA

Il carico derivante dalla frana è stato cautelativamente valutato come

$$\sigma'_{h,frana} = \sigma'_v k_p$$

in cui k_p coefficiente di spinta passiva del terreno in frana.

Questa ipotesi, largamente cautelativa, presuppone che il terreno di monte spinga sui pali della paratia con il massimo della pressione possibile.

Nel modello il carico viene applicato come una distribuzione di forze trapezoidale, da quota -1.0 a quota -7.6.

Dal momento che il codice di calcolo tiene già implicitamente conto delle spinte del terreno di monte sulla paratia il carico trapezio è stato definito cautelativamente come

$$p(z) = \sigma'_v(z) (k_p \cdot k_0)$$

considerando anche i minimi spostamenti della paratia in assenza di frana.

Carico sul muro

Name: WallSurcharge D.S.: Base Design Section

Data: Stage dependent data

Muro: Right wall

Punto iniziale

X1: 7.5 m

Z1: -1 m

qx1: -29.5 kPa

Punto finale

X2: 7.5 m

Z2: -7.6 m

qx2: -126.9 kPa

Carico Accidentale

Applica OK Annulla

14.2 AZIONI VARIABILI

Sovraccarico uniforme indefinito

Nel caso specifico si terrà conto di un sovraccarico accidentale uniforme indefinito, dovuto al traffico stradale, pari a 20 kPa in condizioni statiche

Detto carico verrà opportunamente fattorizzato nella definizione delle condizioni SLU e SLE-frequenti ($\Psi_{11} = 0.5$).

14.3 FALDA

Le ipotesi sulla posizione della frana sono le medesime utilizzate nella verifica di stabilità presentata al capitolo 11.

14.4 COMBINAZIONI DI CARICO VERIFICHE DELLA PARATIA

Per le paratie si devono considerare almeno i seguenti stati limite ultimi, accertando che la condizione [6.2.1] sia soddisfatta per ogni stato limite considerato.

SLU DI TIPO GEOTECNICO (GEO) E DI TIPO IDRAULICO (UPL E HYD)

- collasso per rotazione intorno a un punto dell'opera (atto di moto rigido);
- collasso per carico limite verticale;
- sfilamento di uno o più ancoraggi;
- instabilità del fondo scavo in terreni a grana fine in condizioni non drenate;
- instabilità del fondo scavo per sollevamento;
- sifonamento del fondo scavo;
- instabilità globale del complesso opera di sostegno-terreno;

SLU DI TIPO STRUTTURALE (STR)

- raggiungimento della resistenza in uno o più ancoraggi;
- raggiungimento della resistenza in uno o più puntoni o di sistemi di contrasto;
- raggiungimento della resistenza strutturale della paratia.

La verifica di stabilità globale del complesso opera di sostegno-terreno deve essere effettuata secondo la Combinazione 2

(A2+M2+R2) dell'Approccio 1, tenendo conto dei coefficienti parziali riportati nelle Tabelle 6.2.I, 6.2.II e 6.8.I.

Le verifiche nei riguardi degli stati limite idraulici (UPL e HYD) devono essere eseguite come descritto nel § 6.2.4.2.

Le rimanenti verifiche devono essere effettuate secondo l’Approccio 1 considerando le due combinazioni di coefficienti:

- Combinazione 1: (A1+M1+R1)
- Combinazione 2: (A2+M2+R1)

tenendo conto dei valori dei coefficienti parziali riportati nelle Tabelle 6.2.I e 6.2.II, con i coefficienti γ_R del gruppo R1 pari all’unità.

Bisogna però ricordare che al paragrafo 6.2.4.1.3 la norma chiarisce che Le analisi finalizzate al dimensionamento strutturale nelle quali si consideri l’interazione terreno-struttura si eseguono con i valori caratteristici dei parametri geotecnici, amplificando l’effetto delle azioni con i coefficienti parziali del gruppo A1.

Questo equivale a dire che le analisi riguardanti gli SLU di tipo strutturale devono svolgersi unicamente con la combinazione 1, mentre la combinazione 2 deve utilizzarsi solo per le analisi di collasso.

Tab. 6.2.I – Coefficienti parziali per le azioni o per l’effetto delle azioni

	Effetto	Coefficiente Parziale γ_F (o γ_E)	EQU	(A1)	(A2)
Carichi permanenti G_1	Favorevole	γ_{G1}	0,9	1,0	1,0
	Sfavorevole		1,1	1,3	1,0
Carichi permanenti $G_2^{(1)}$	Favorevole	γ_{G2}	0,8	0,8	0,8
	Sfavorevole		1,5	1,5	1,3
Azioni variabili Q	Favorevole	γ_Q	0,0	0,0	0,0
	Sfavorevole		1,5	1,5	1,3

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

Parametro	Grandezza alla quale applicare il coefficiente parziale	Coefficiente parziale γ_{M}	(M1)	(M2)
Tangente dell’angolo di resistenza al taglio	$\tan \varphi'_k$	$\gamma_{\varphi'}$	1,0	1,25
Coesione efficace	c'_k	γ_c	1,0	1,25
Resistenza non drenata	c_{uk}	γ_{cu}	1,0	1,4
Peso dell’unità di volume	γ_r	γ_Y	1,0	1,0

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 N.3

OS 140– Opere di sostegno dx dal km 16+147,61 al km 16+367,90– Relazione Geotecnica e di Calcolo

Per le paratie, i calcoli di progetto devono comprendere la verifica degli eventuali ancoraggi, puntoni o strutture di controventamento.

Fermo restando quanto specificato nel § 6.5.3.1.1 per il calcolo delle spinte, per valori dell'angolo d'attrito tra terreno e parete $\delta > \varphi'/2$, ai fini della valutazione della resistenza passiva è necessario tener conto della non planarità delle superfici di scorrimento.

15 RISULTATI DELLE ANALISI DELLA PARATIA

Le analisi sono state svolte riferendosi alle seguenti fasi di calcolo:

1. generazione delle tensioni litostatiche nel terreno;
2. realizzazione della paratia e del tirante
3. Applicazione del carico stradale (condizioni frequenti)
4. applicazione del carico da frana + carico stradale –condizioni frequenti;
5. applicazione del carico da frana + carico stradale –condizioni rare;
6. sisma

Le analisi del comportamento della dell'opera di sostegno vengono svolte in tensioni efficaci, riferendosi alle condizioni drenate sia perché la permeabilità del materiale determinata dalla componente sabbiosa, anche in condizioni sismiche, garantisce una certa possibilità di dissipazione immediata delle sovrappressioni neutre, sia perché si è verificato con analisi preliminari che riferendosi alle caratteristiche dei materiali riportate al par 7.4, le verifiche in tensioni efficaci svolte riferendosi ai parametri di resistenza efficaci (c' , ϕ') risultano più cautelative di quelle effettuate riferendosi alla coesione non drenata e svolte quindi in tensioni totali.

Si riportano nel seguito i risultati delle analisi effettuate in condizioni SLU (involuppo delle sollecitazioni SLU – Statiche e SLU- sismiche) e SLE

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 N.3

OS 140– Opere di sostegno dx dal km 16+147,61 al km 16+367,90– Relazione Geotecnica e di Calcolo

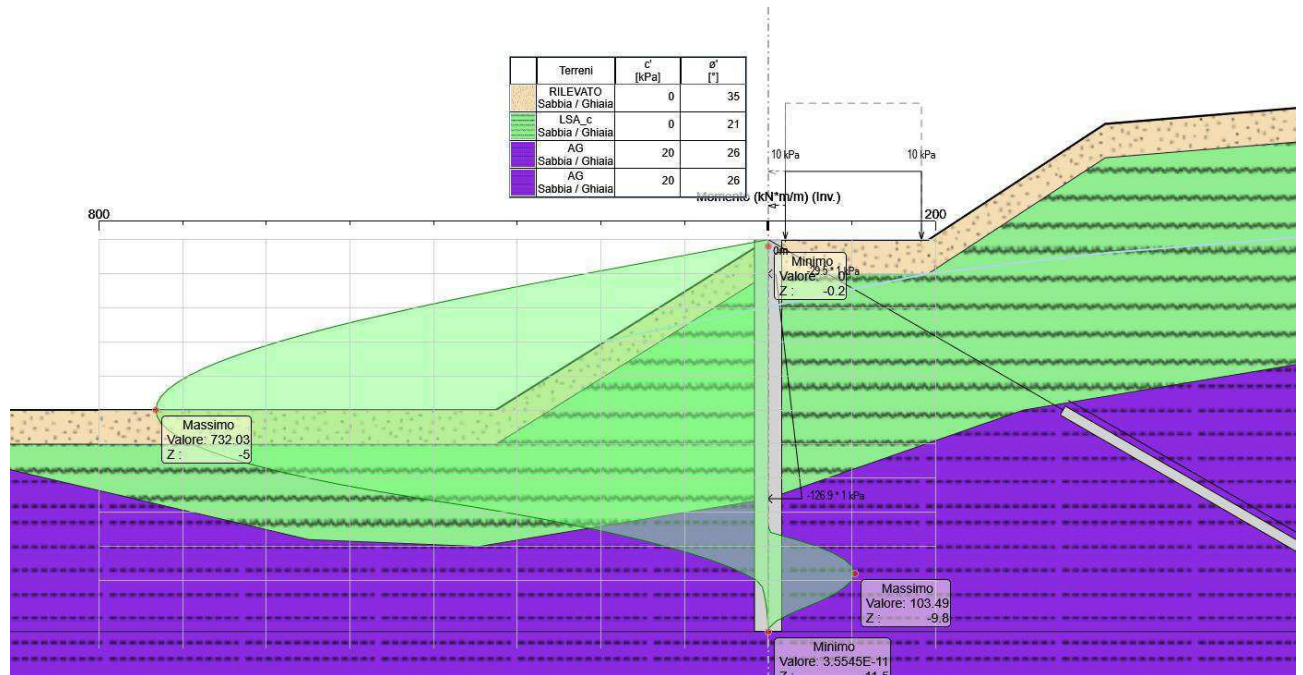


Figura 35. Inviluppo dei Momenti flettenti. M max= 732.0 kNm/m

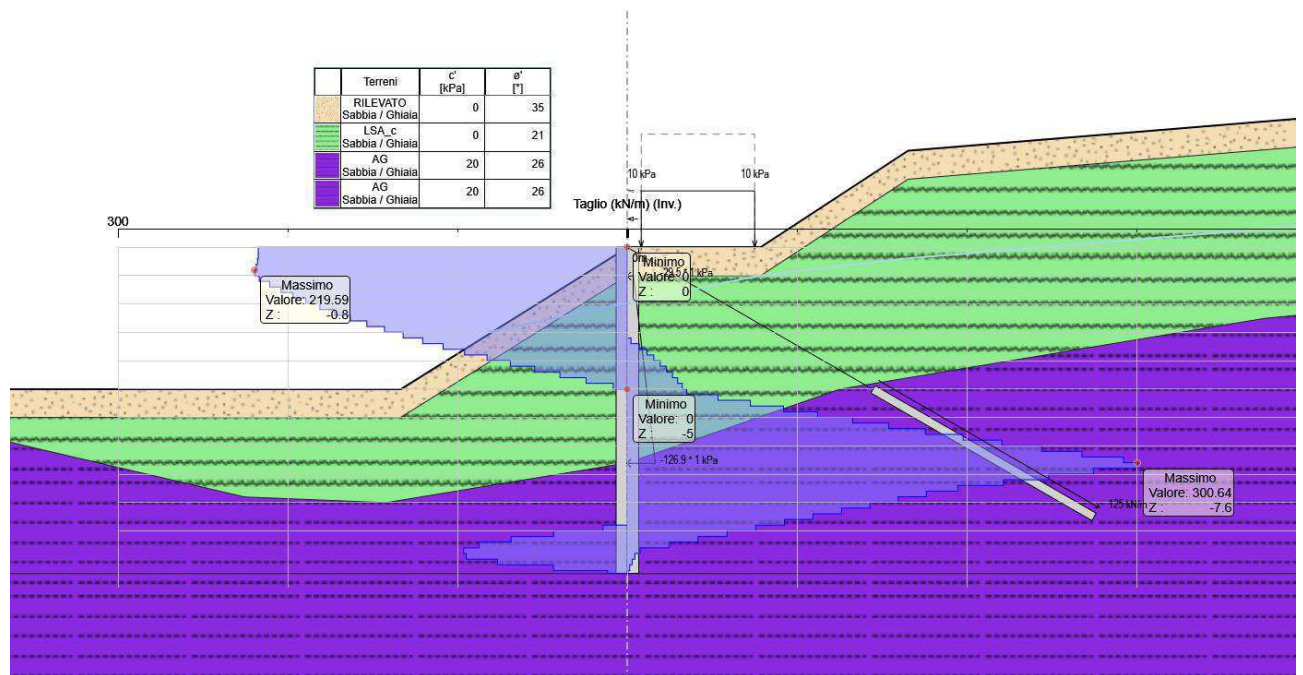


Figura 36. Inviluppo dei Tagli. Tmax= 300.6kN/m

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 N.3

OS 140– Opere di sostegno dx dal km 16+147,61 al km 16+367,90– Relazione Geotecnica e di Calcolo

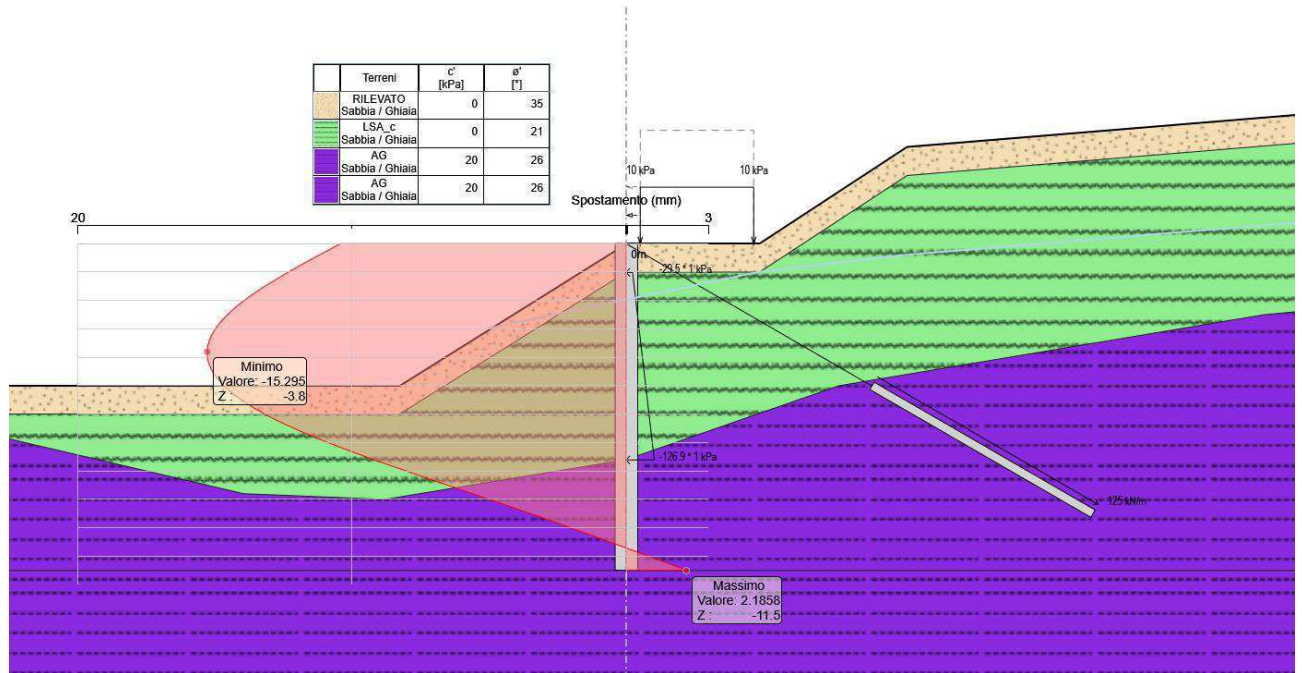


Figura 37. Spostamenti dell'opera in condizioni SLE (frana attiva, sisma assente). Spost massimo 1.5 cm

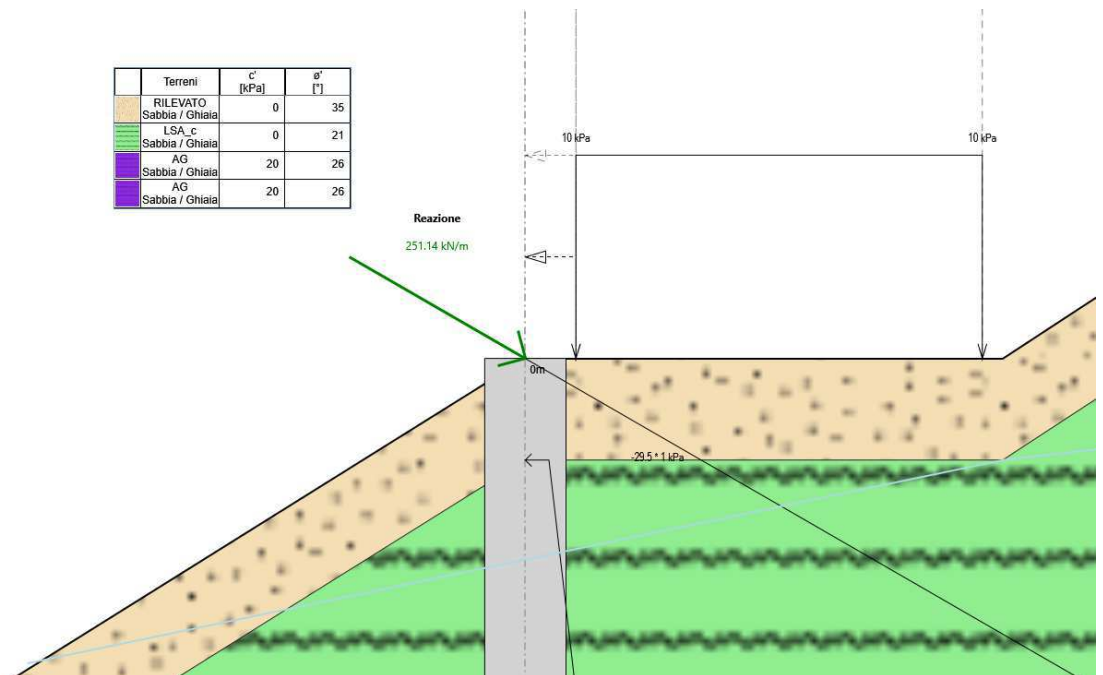


Figura 38. Azioni massime sul tirante. N max = 251.1

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 N.3

OS 140– Opere di sostegno dx dal km 16+147,61 al km 16+367,90– Relazione Geotecnica e di Calcolo

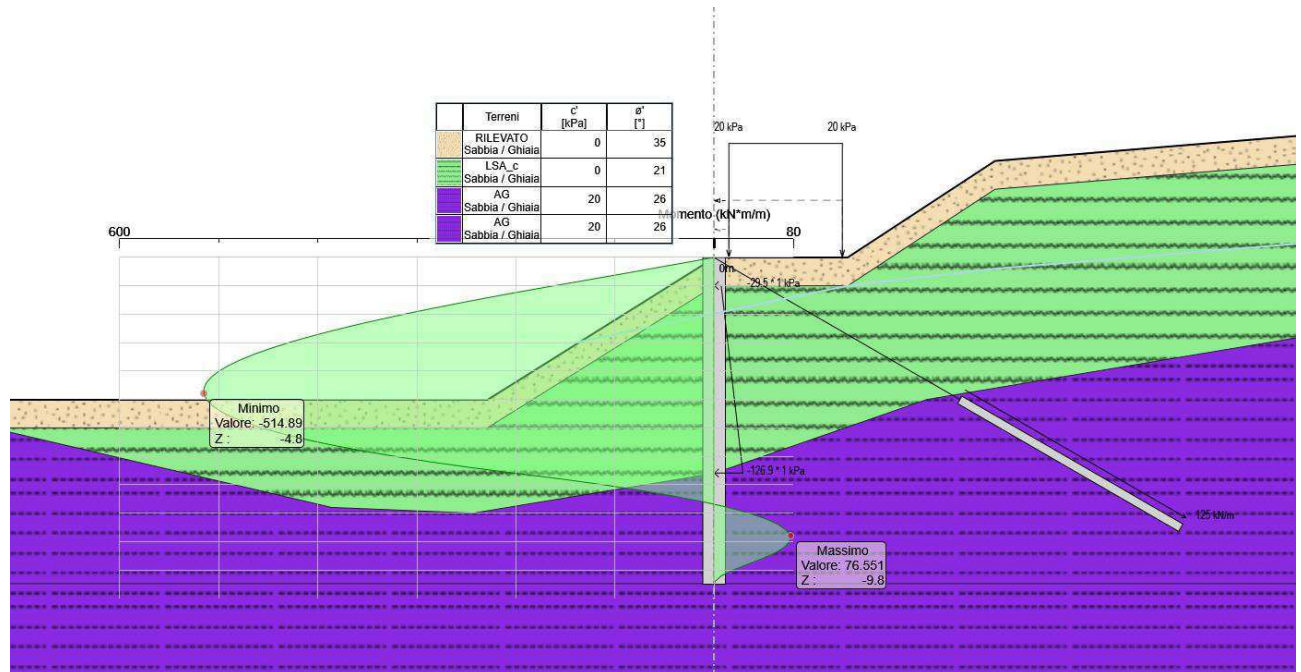


Figura 39. Involuppo dei Momenti flettenti in condizioni SLE RARA M max= 514.9.kNm/m

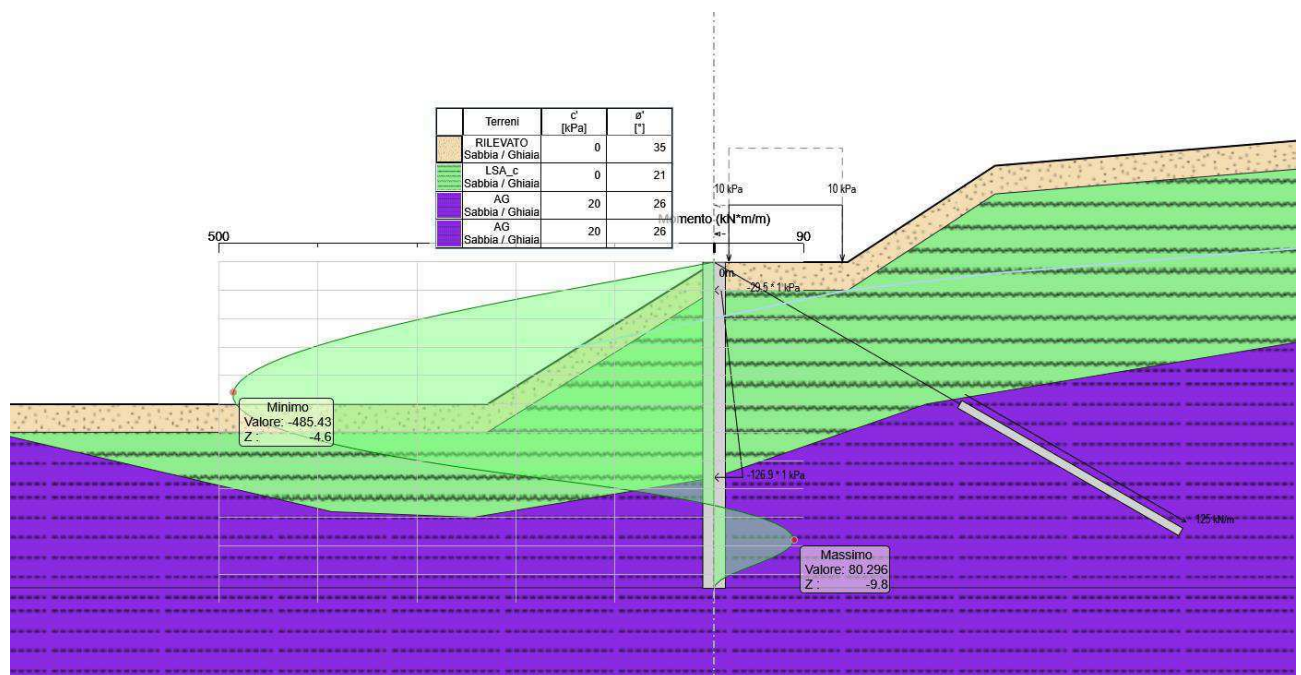


Figura 40. Involuppo dei Momenti flettenti in condizioni SLE FREQUENTI M max= 485.4 kNm/m

15.1 VERIFICHE AGLI SLU DELLA PARATIA

VERIFICA EQU

Le analisi sono state svolte con riferimento alle fasi calcolo riportate precedentemente.

Il programma di calcolo utilizzato garantisce il soddisfacimento degli equilibri:

1. a spostamento orizzontale
2. a spostamento verticale
3. alla rotazione

Il raggiungimento della convergenza del calcolo assicura che il coefficiente di sicurezza allo SLU di rotazione intorno ad un punto sia almeno superiore all'unità.

VERIFICA STR - TREFOLI

Al fine di verificare l'acciaio dei tiranti, lo sforzo massimo di trazione di calcolo di ciascun tirante N_Q ricavato dall'analisi deve risultare non maggiore dello sforzo di progetto in esercizio dei tiranti N_d ottenuto come di seguito:

$$N_{amm} = f_{p(1)k} A n_{tr} / \gamma_{mslu}$$

dove:

f_{ptk} è la resistenza caratteristica di rottura dell'acciaio dei trefoli

A è l'area di ciascun trefolo

n_{tr} è il numero di trefoli per tirante

γ_{mslu} è il coefficiente di sicurezza parziale sulla resistenza dell'acciaio pari a 1.05

Questo metodo risulta in ottemperanza a quanto dichiarato al paragrafo 4.2.4.1.2 delle NTC 2018, ovvero che "Per la verifica delle travi la resistenza di calcolo da considerare dipende dalla classificazione delle sezioni.

La verifica in campo elastico è ammessa per tutti i tipi di sezione, con l'avvertenza di tener conto degli effetti di instabilità locale per le sezioni di classe 4.

Le verifiche in campo elastico, per gli stati di sforzo piani tipici delle travi, si eseguono con riferimento al seguente criterio:

$$\sigma_{x,Ed}^2 + \sigma_{z,Ed}^2 - \sigma_{z,Ed}\sigma_{x,Ed} + 3 \tau_{Ed}^2 \leq (f_{yk} / \gamma_{M0})^2$$

dove:

$\sigma_{x,Ed}$ è il valore di calcolo della tensione normale nel punto in esame, agente in direzione parallela all'asse della membratura;

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 N.3

OS 140– Opere di sostegno dx dal km 16+147,61 al km 16+367,90– Relazione Geotecnica e di Calcolo

$\sigma_{z,Ed}$ è il valore di calcolo della tensione normale nel punto in esame, agente in direzione ortogonale all'asse della membratura;

τ_{Ed} è il valore di calcolo della tensione tangenziale nel punto in esame, agente nel piano della sezione della membratura.

Nella seguente tabella è riportato lo sforzo di esercizio ed il calcolo dello sforzo ammissibile, dal confronto risulta $N_{amm} > N_q$ ($FS = N_{amm} / N_q$). Pertanto, le verifiche sono soddisfatte.

Verifiche dell'acciaio dei tiranti						
Ordine	n_{tr}	$f_{p(1)k}$	A (0.6")	N_{yd}	N_q	FS
-	-	kPa	mm ²	kN	kN	-
1	4	1640	139	793	603	1.32

VERIFICHE SLU-STR PALI

Nelle verifiche si considerano le sollecitazioni massime sulla struttura secondo le varie analisi. Le sollecitazioni sono state valutate per la sezione di riferimento della struttura sia in condizioni sismiche che in condizioni statiche. Nelle verifiche, a presso-flessione e taglio, si riporta di seguito il caso peggiore fra lo statico ed il sismico. Nella verifica a presso-flessione, a favore di sicurezza, non si è considerato il peso proprio del palo valutato alla corrispondente quota di verifica.

Sollecitazioni involuppo maxslu/slv

Mmax	Nmax	Tmax
(kNm/palo)	(kN/palo)	(kN/palo)
878.4	0	360.7

VERIFICA A PRESSO-FLESSIONE E TAGLIO

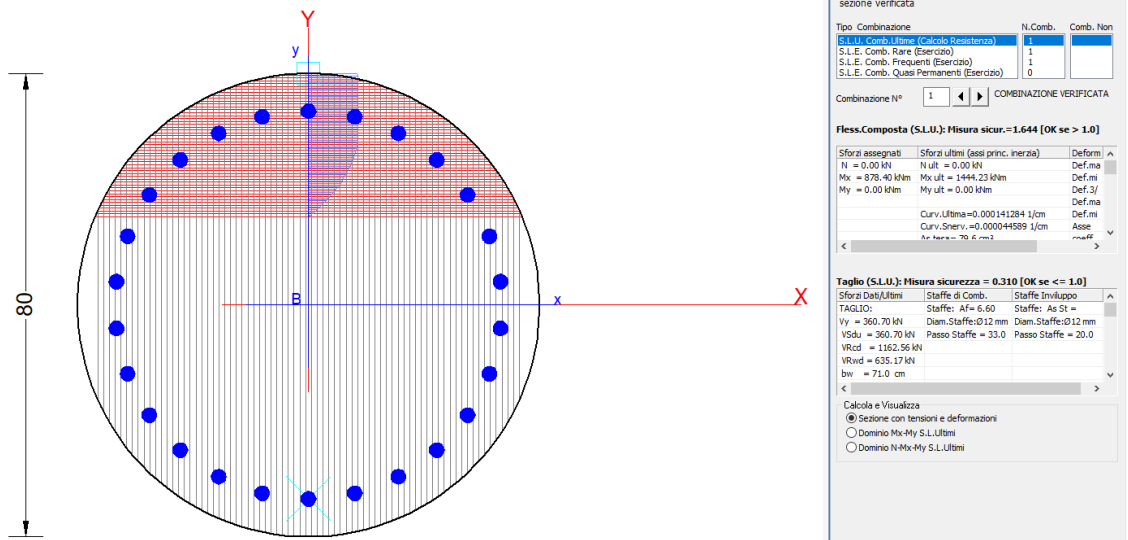
La verifica a pressoflessione viene eseguita nella sezione caratterizzata dalla massima sollecitazione flettente. A favore di sicurezza la verifica viene eseguita considerando lo sforzo normale N_{ed} nullo.

La verifica è eseguita mediante il codice Rc –Sec ed è soddisfatta.

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 N.3

OS 140– Opere di sostegno dx dal km 16+147,61 al km 16+367,90– Relazione Geotecnica e di Calcolo



Il momento resistente di progetto vale 1444.2 kN mentre il taglio resistente di progetto vale 635.2 kN

15.2 VERIFICA SLU-STR TRAVE DI CORONAMENTO

La verifica della trave di coronamento è effettuata schematizzando la geometria del problema come una trave su più appoggi corrispondenti ai tiranti; le sollecitazioni flettenti e taglianti che agiscono sulla sezione rettangolare generate dai tiranti sono:

Med = 144.7 kNm

Ted = 301.4 kN

Le sollecitazioni riportate sono generate dallo sforzo di trazione esercitato dai tiranti. Sul cordolo inoltre sono presenti le azioni dovute all'urto in svio trasmesse dal Guard Rail. Tali azioni, inoltre, risultano di verso apposto rispetto a quelle generate dai tiranti e di modulo inferiore. A favore di sicurezza, quindi, si trascura l'effetto delle sollecitazioni di Taglio e Momento Flettente generate dal Guard Rail, mentre si prende in considerazione soltanto il momento torcente da esso generato. Questo vale:

Mted = 50 kNm/m

VERIFICA PRESSO FLESSIONE

Mmax	Nmax	Hcordolo	Dcordolo	Ainf	Asup	Mrd	c.s.
(kNm/m)	(kN)	(mm)	(mm)	-	-	(kNm)	-
144.7	0	1500	1500	6φ22	6φ22	1283	8.8

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 N.3

OS 140– Opere di sostegno dx dal km 16+147,61 al km 16+367,90– Relazione Geotecnica e di Calcolo

VERIFICA A TAGLIO

4.1.2.3.5.2 - Verifica elementi con armature trasversali resistenti a taglio					
Parametri di calcolo					
d (mm)	1420	altezza utile effettiva della sezione (Clarke & Birjandi, 1993)			
bw (mm)	1420	larghezza efficace della sezione (Clarke & Birjandi, 1993)			
σ_{cp}	0	è la tensione media di compressione nella sezione ($<0,2f_{cd}$)			
Asw (mm)	157	area dell'armatura trasversale			
s (mm)	150	interasse tra due armature trasversali consecutive			
alfa (°)	90	angolo d'inclinazione dell'armatura trasversale rispetto all'asse della trave			
teta (°)	45	angolo d'inclinazione del puntone rispetto all'asse della trave			
cotgteta	1.00				
fck (MPa)	25.0				
	0				
f'cd (Mpa)	7	resistenza a compressione ridotta del calcestruzzo d'anima $f'_{cd}=0,5f_{cd}$			
f _{yd} (MPa)	391	tensione di snervamento dell'acciaio			
α_c	1	coefficiente maggiorativo pari a 1 per membrature non compresse			
Staffe	ϕ	10	passo 150	con 2 braccia	
Verifica a Taglio					
V _{Ed}		V _{Rsd}	V _{Rcd}	V _{Rd}	F.S.
kN		kN	kN	kN	
301.4		523	6427	523	1.7

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 N.3

OS 140– Opere di sostegno dx dal km 16+147,61 al km 16+367,90– Relazione Geotecnica e di Calcolo

VERIFICA A TORSIONE

La verifica a torsione viene condotta nel rispetto del paragrafo 4.1.2.3.6 delle NTC18. Viene inoltre condotta la verifica per sollecitazioni composte, torsione e taglio.

Ted	50	kNm/m
Trcd	3281	kNm/m
Trsd	1074	kNm/m
Trld	1022	kNm/m
Aper	1311025	mm ²
t	355	mm
b	1500	mm
h	1500	mm
cp	40	mm
u	5680	mm
Ac	2016400	mm ²
fcd	14.1	MPa
teta	45	°
cotgteta	1	
fyd	391.3	MPa
As	157	mm ²
s	150	mm
Al	4562	mm ²
um	4580	mm
VERIFICATO		

Ted	50	kNm/m
Ved	287.8	kN
Trcd	3281	kNm/m
Vrcd	6427	kN
VERIFICATO		

Le armature considerate nelle verifiche sopra riportate sono quelle già dimensionate attraverso la verifica a taglio e momento flettente.

15.3 VERIFICA GEO

La fondazione dei tiranti (tratto attivo) sarà eseguita con iniezione di malta cementizia ed additivi ad alta pressione.

In considerazione delle caratteristiche tecnologiche delle iniezioni e della natura dei terreni, si valuta una tensione di adesione laterale limite fondazione-terreno riferita al diametro nominale di perforazione:

$$\alpha \tau_{lim} = 200 \text{ kPa}$$

Tale valore della tensione di aderenza limite è in accordo a quanto suggerito dalla teoria di Bustamante e Doix per il caso in esame.

La verifica della fondazione dei tiranti è condotta con il metodo degli stati limite ultimi (SLU) ed in ottemperanza a quanto prescritto dalle NTC 2018.

Come si nota in tabella, la resistenza di progetto del tirante è stata calcolata dividendo la resistenza ultima per i coefficienti

$\gamma_R = 1.2$ coefficiente di sicurezza parziale sulla resistenza

$\xi = 1.60$ coefficiente di sicurezza parziale dipendente dal n° di indagini

Si riepilogano di seguito i risultati delle verifiche.

Verifica della fondazione dei tiranti								
Ordine	N _Q	D _p	$\alpha \tau_{lim}$	γ_R	ξ	L _a	N _{Rf}	FS
-	kN	mm	kPa	-	-	m	kN	-
1	603	250	200	1.2	1.80	9	654	1.09

15.4 VERIFICA UPL

Verifica priva di significato fisico nel caso in esame.

15.5 VERIFICA HYD

Verifica priva di significato fisico nel caso in esame.

15.6 VERIFICA SLE-CEDIMENTI

Gli spostamenti dell'opera sono limitati entro 1.0 cm, anche in caso di riattivazione della frana ed nelle peggiori condizioni possibili di risalita della falda.

Questi livelli di spostamento non provocano sicuramente pregiudizio funzionale o di stabilità né all'opera di sostegno né al rilevato.

La verifica è pertanto soddisfatta.

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 N.3

OS 140– Opere di sostegno dx dal km 16+147,61 al km 16+367,90– Relazione Geotecnica e di Calcolo

15.7 VERIFICHE SLE PALI

Nel seguito si riportano le verifiche delle tensioni e di fessurazione in riferimento ai paragrafi 4.1.2.2.4.5 (Stato limite di Fessurazione) e 4.1.2.2.5.1 (Stato limite di Limitazione delle Tensioni).

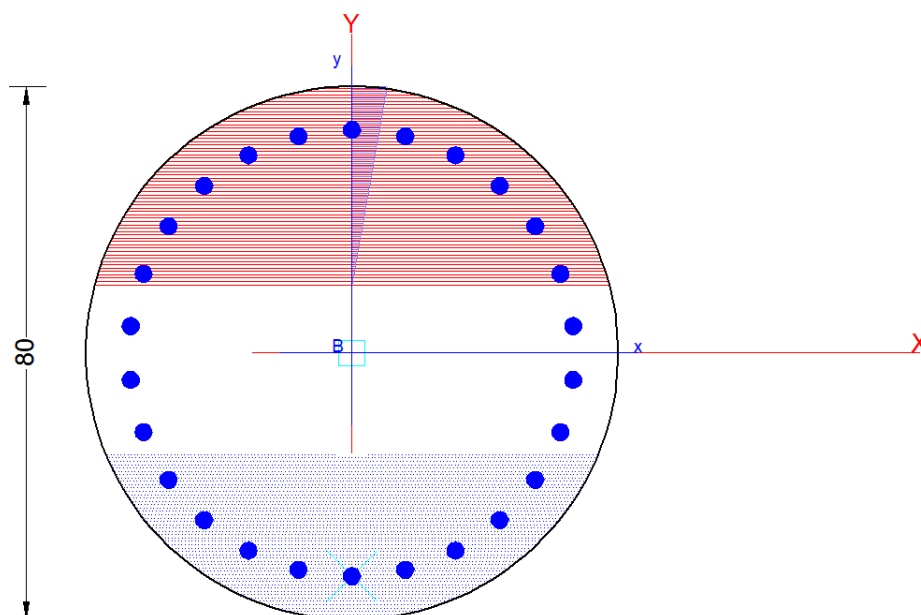
La sollecitazione flettente massima in condizioni di stato limite di esercizio è:

Med,sle RARA = 617.9 kNm/palo

Med,sle FREQUENTI = 582.5 kNm/palo

Il calcolo è stato eseguito mediante il codice di calcolo RC-SEC

VERIFICA TENSIONI ESERCIZIO



sezione verificata

Tipo Combinazione	N.Comb.	Comb. Non
S.L.U. Comb.Ultime (Calcolo Resistenza)	1	
S.L.E. Comb. Rare (Esercizio)	1	
S.L.E. Comb. Frequenti (Esercizio)	1	
S.L.E. Comb. Quasi Permanenti (Esercizio)	0	

Combinazione N° 1 COMBINAZIONE VERIFICATA

Flessione Composta (S.L.E.)

Sforzi assegnati	Tensioni-Deform.	Apertura
N = 0.00 kN	Sc max = 10.54 Mpa	Apert. fessur
Mx = 617.90 kNm	Sc limite = 18.00 Mpa	Apert. limite
My = 0.00 kNm	Sc min = 0.00 Mpa	Dist. fessure
	Sf min = -232.12 Mpa	Area
	Sf limite = -360.00 Mpa	Coeff. K3 =
	Asse Neutro: aX+bY+c=0	
	coeff. a = 0.00000000	

Calcola e Visualizza

- Sezione con tensioni e deformazioni
- Dominio Mx-My S.L.Ultimi
- Dominio N-Mx-My S.L.Ultimi

sezione verificata

Tipo Combinazione	N.Comb.	Comb. Non
S.L.U. Comb.Ultime (Calcolo Resistenza)	1	
S.L.E. Comb. Rare (Esercizio)	1	
S.L.E. Comb. Frequenti (Esercizio)	1	
S.L.E. Comb. Quasi Permanenti (Esercizio)	0	

Combinazione N° 1 COMBINAZIONE VERIFICATA

Flessione Composta (S.L.E.)

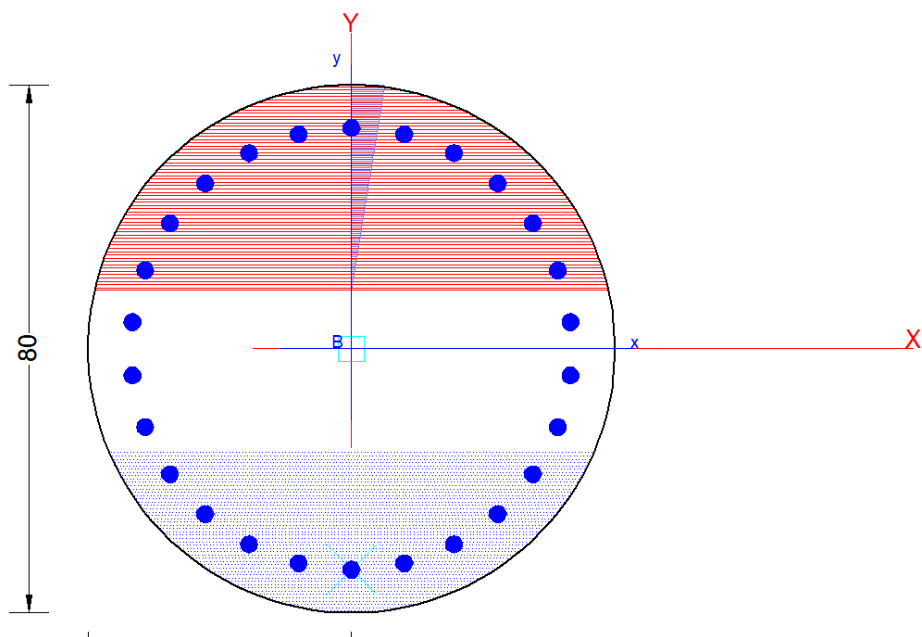
Sforzi assegnati	Tensioni-Deform.	Apertura
N = 0.00 kN	Sc max = 10.54 Mpa	Apert. fessur
Mx = 617.90 kNm	Sc limite = 18.00 Mpa	Apert. limite
My = 0.00 kNm	Sc min = 0.00 Mpa	Dist. fessure
	Sf min = -232.12 Mpa	Area
	Sf limite = -360.00 Mpa	Coeff. K3 =
	Asse Neutro: aX+bY+c=0	
	coeff. a = 0.00000000	

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 N.3

OS 140– Opere di sostegno dx dal km 16+147,61 al km 16+367,90– Relazione Geotecnica e di Calcolo

VERIFICA A FESSURAZIONE



SEZIONE VERIFICATA

Tipo Combinazione	N.Comb.	Comb. Non
S.L.U. Comb.Ultime (Calcolo Resistenza)	1	
S.L.E. Comb. Rare (Esercizio)	1	
S.L.E. Comb. Frequenti (Esercizio)	1	
S.L.E. Comb. Quasi Permanenti (Esercizio)	0	

Combinazione N° 1 COMBINAZIONE VERIFICATA

Flessione Composta (S.L.E.)

Tensioni-Deform.	Apertura fessure
Sc max = 10.08 Mpa	Apert. fessure = 0.267 mm
Sc limite = 18.00 Mpa	Apert. limite = 0.300 mm
Sc min = 0.00 Mpa	Dist. fessure = 166 mm
Sf min = -206.56 Mpa	Area efficace = 1305 cm ²
Sf limite = -360.00 Mpa	Coeff. K3 = 0.125
Asse Neutro: aX+bY+c=0	
coeff = -0.000000000	

Calcola e Visualizza

- Sezione con tensioni e deformazioni
- Dominio Mx-My S.L.Ultimi
- Dominio N-Mx-My S.L.Ultimi

SEZIONE VERIFICATA

Tipo Combinazione	N.Comb.	Comb. Non
S.L.U. Comb.Ultime (Calcolo Resistenza)	1	
S.L.E. Comb. Rare (Esercizio)	1	
S.L.E. Comb. Frequenti (Esercizio)	1	
S.L.E. Comb. Quasi Permanenti (Esercizio)	0	

Combinazione N° 1 COMBINAZIONE VERIFICATA

Flessione Composta (S.L.E.)

Tensioni-Deform.	Apertura fessure
Sc max = 10.08 Mpa	Apert. fessure = 0.267 mm
Sc limite = 18.00 Mpa	Apert. limite = 0.300 mm
Sc min = 0.00 Mpa	Dist. fessure = 166 mm
Sf min = -206.56 Mpa	Area efficace = 1305 cm ²
Sf limite = -360.00 Mpa	Coeff. K3 = 0.125
Asse Neutro: aX+bY+c=0	
coeff = -0.000000000	

La verifica risulta soddisfatta.

ALLEGATO 1- SCELTA DEI COEFFICIENTI DI SPINTA NEL PROGRAMMA PARATIE

4.2 Parametri che caratterizzano il modello

I parametri che identificano il tipo di legge costitutiva possono essere distinti in due sottoclassi: parametri di spinta e parametri di deformabilità del terreno.

I parametri di spinta sono il coefficiente di spinta a riposo K_0 , il coefficiente di spinta attiva K_A e il coefficiente di spinta passiva K_P .

Il coefficiente di spinta a riposo fornisce lo stato tensionale presente in sito prima delle operazioni di scavo. Esso lega la tensione orizzontale efficace σ'_h a quella verticale σ'_v attraverso la relazione:

$$\sigma'_h = K_0 \sigma'_v$$

K_0 dipende dalla resistenza del terreno, attraverso il suo angolo di attrito efficace ϕ' e dalla sua storia geologica. Si può assumere che:

$$K_0 = K_0^{NC} (OCR)^m$$

dove:

$$K_0^{NC} = 1 - \sin \phi'$$

è il coefficiente di spinta a riposo per un terreno normalconsolidato ($OCR=1$). OCR è il grado di sovraconsolidazione e m è un parametro empirico, di solito compreso tra 0.4 e 0.7. Ladd et al. (1977), Jamiolkowski et al. (1979) forniscono valori di m per argille italiane.

Il coefficiente di spinta attiva e passiva sono dati secondo Rankine per una parete liscia, da

$$K_A = \tan^2(45^\circ - \phi' / 2)$$

$$K_P = \tan^2(45^\circ + \phi' / 2)$$

Attraverso valori opportuni di K_A e K_P si può tener conto dell'angolo di attrito δ tra paratia e terreno e della pendenza del terreno a monte ed entro la luce di scavo; si possono usare a questo scopo i valori desunti da NAVFAC (1986) o quelle elaborate da Caquot e Kerisel (1948)

Il valore limite della tensione orizzontale sarà dato da

$$\sigma'_A = K_A \sigma'_v - 2c' \sqrt{K_A} \text{ oppure}$$

$$\sigma'_P = K_P \sigma'_v + 2c' \sqrt{K_P}$$

a seconda che il collasso avvenga in spinta attiva o passiva rispettivamente. c' è la coesione drenata del terreno. Nel caso in cui si voglia tenere conto dell'adesione a tra parete e terreno, i limiti attivo e passivo si modificano come segue.

$$\sigma'_A = K_A \sigma'_v - c' K_{ac} \text{ con } K_{ac} = 2\sqrt{K_A(1 + a/c')} \leq 2.56\sqrt{K_A}$$

$$\sigma'_P = K_P \sigma'_v + c' K_{pc} \text{ con } K_{pc} = 2\sqrt{K_P(1 + a/c')} \leq 2.56\sqrt{K_P}$$

I parametri di deformabilità del terreno compaiono nella definizione della rigidità delle molle. Per un letto di molle distribuite la rigidità di ciascuna di esse, k , è data da

$$k = E / L$$

ove E è un modulo di rigidità del terreno mentre L è una grandezza geometrica caratteristica. Poiché nel programma PARATIE le molle sono posizionate a distanze finite Δ , la rigidità di ogni molla è

$$K = \frac{E\Delta}{L}$$

Il valore di Δ è fornito dalla schematizzazione ad elementi finiti. Il valore di L è fissato automaticamente dal programma. Esso rappresenta una grandezza caratteristica che è diversa a valle e a monte della paratia perché diversa è la zona di terreno coinvolta dal movimento in zona attiva e passiva. Si è scelto, in zona attiva (uphill):

$$L_A = \frac{2}{3} \ell_A \tan\left(45^\circ - \frac{\phi'}{2}\right)$$

e in zona passiva (downhill):

$$L_P = \frac{2}{3} \ell_P \tan\left(45^\circ + \frac{\phi'}{2}\right)$$

dove ℓ_A e ℓ_P sono rispettivamente:

$$\ell_A = \min\{I, 2H\};$$

$$\ell_P = \min\{I - H, H\}$$

e dove I = altezza totale della paratia e H = altezza corrente dello scavo. La logica di questa scelta è illustrata nella pubblicazione di Becci e Nova (1987).

Si assume in ogni caso un valore di H non minore di 1/10 dell'altezza totale della parete.

In alternativa alle equazioni appena discusse, è stata inserita la possibilità di ridefinire, in base alle valutazioni da parte dell'utente, i coefficienti L .

Sono quindi stati introdotti, fra i dati di input di un generico strato, due fattori di scala, α_{up} e α_{down} . I parametri L sono quindi rivalutati in questo modo:

$$L_A = \alpha_{up} \cdot \ell_A \quad \text{elementi a terreno a monte}$$

$$L_P = \alpha_{down} \cdot \ell_P \quad \text{elementi a terreno a valle}$$

Ad esempio, assumendo $\phi' = 35^\circ$, i valori di default α_{up} e α_{down} sarebbero 0.35 e 1.28. Quando si ha a che fare con un terreno argilloso, in condizioni non drenate, il valore di default dal lato di valle (**passivo**) potrebbe essere troppo basso: in tal caso si potrebbe introdurre un valore di α_{down} pari a circa 2.

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

PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE N.3

OS 140– Opere di sostegno dx dal km 16+147,61 al km 16+367,90– Relazione Geotecnica e di Calcolo

ALLEGATI FILE DI INPUT OUTPUT DEI MODELLI DI CALCOLO –



Report di Calcolo

Nome Progetto: New Project

Autore: Ingegnere

Jobname: W:\public\CMC-BLG-Dissesto idrologico Bolognetta\Calcoli\OS140\frana-paratia_dreni-feb2020_v2.pplus

Data: 03/02/2020 17:21:27

Design Section: Base Design Section

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 N.3

OS 140– Opere di sostegno dx dal km 16+147,61 al km 16+367,90– Relazione Geotecnica e di Calcolo

Sommario

Contenuto Sommario

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 N.3

OS 140– Opere di sostegno dx dal km 16+147,61 al km 16+367,90– Relazione Geotecnica e di Calcolo

Descrizione del Software

ParatiePlus è un codice agli elementi finiti che simula il problema di uno scavo sostenuto da diaframmi flessibili e permette di valutare il comportamento della parete di sostegno durante tutte le fasi intermedie e nella configurazione finale.

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 N.3

OS 140– Opere di sostegno dx dal km 16+147,61 al km 16+367,90– Relazione Geotecnica e di Calcolo

Descrizione della Stratigrafia e degli Strati di Terreno

Tipo : POLYLINE

Punti

(-30;5)

(60;5)

(60;-30)

(-30;-30)

OCR : 1

Tipo : POLYLINE

Punti

(-30;-6)

(-16.5;-6)

(-0.5;-6)

(7.5;-1)

(12.2;-1)

(17.4;2.4)

(36.8;4)

(60;4)

(60;-30)

(-30;-30)

OCR : 1

Tipo : POLYLINE

Punti

(-30;-6)

(-18;-6)

(-6;-8.8)

(-1;-9)

(7.5;-7.6)

(15;-5)

(30;-2.5)

(45;-1.1)

(60;-0.8)

(60;-30)

(-30;-30)

OCR : 1

Tipo : POLYLINE

Punti

(-30;-11.5)

(60;-11.5)

(60;-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 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 N.3

OS 140– Opere di sostegno dx dal km 16+147,61 al km 16+367,90– Relazione Geotecnica e di Calcolo

(-30;-30)

OCR : 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 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 N.3

OS 140– Opere di sostegno dx dal km 16+147,61 al km 16+367,90– Relazione Geotecnica e di Calcolo

Descrizione Pareti

X : 7.5 m

Quota in alto : 0 m

Quota di fondo : -11.5 m

Muro di destra

Sezione : PALI 800

Area equivalente : 0.418879020478639 m

Inerzia equivalente : 0.0168 m⁴/m

Materiale calcestruzzo : C25/30

Tipo sezione : Tangent

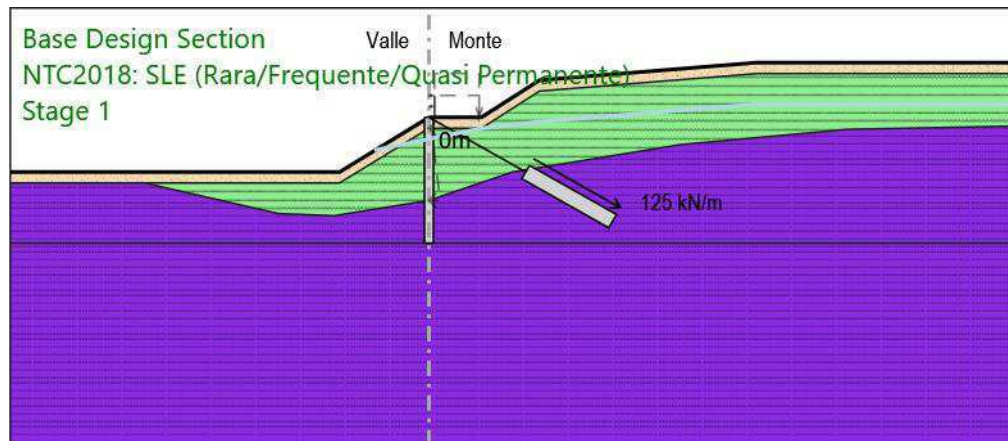
Spaziatura : 1.2 m

Diametro : 0.8 m

Efficacia : 1

Fasi di Calcolo

Stage 1



Stage 1

Scavo

Muro di destra

Lato monte : 0 m

Lato valle : 0 m

Linea di scavo di sinistra (Irregolare)

(-30;-5)

(-16.5;-5)

(-0.5;-5)

(7.5;0)

Linea di scavo di destra (Irregolare)

(7.5;0)

(12.2;0)

(17.4;3.4)

(36.8;5)

(60;5)

Elementi strutturali

Paratia : WallElement

X : 7.5 m

Quota in alto : 0 m

Quota di fondo : -11.5 m

Sezione : PALI 800

Tirante : Tieback

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 N.3

OS 140– Opere di sostegno dx dal km 16+147,61 al km 16+367,90– Relazione Geotecnica e di Calcolo

X : 7.5 m

Z : 0 m

Lunghezza bulbo : 9 m

Diametro bulbo : 0.25 m

Lunghezza libera : 10 m

Spaziatura orizzontale : 2.4 m

Precarico : 300 kN

Angolo : 150 °

Sezione : 4 strands

Tipo di barre : Barre trefoli

Numero di barre : 4

Diametro : 0.01331 m

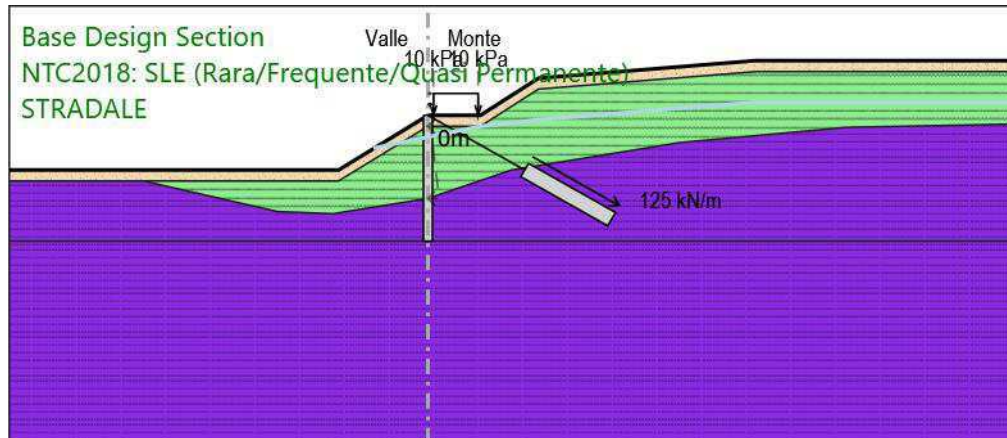
Area : 0.000556 m²

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 N.3

OS 140– Opere di sostegno dx dal km 16+147,61 al km 16+367,90– Relazione Geotecnica e di Calcolo

STRADALE



STRADALE

Scavo

Muro di destra

Lato monte : 0 m

Lato valle : 0 m

Linea di scavo di sinistra (Irregolare)

(-30;-5)

(-16.5;-5)

(-0.5;-5)

(7.5;0)

Linea di scavo di destra (Irregolare)

(7.5;0)

(12.2;0)

(17.4;3.4)

(36.8;5)

(60;5)

Elementi strutturali

Paratia : WallElement

X : 7.5 m

Quota in alto : 0 m

Quota di fondo : -11.5 m

Sezione : PALI 800

Tirante : Tieback

X : 7.5 m

Z : 0 m

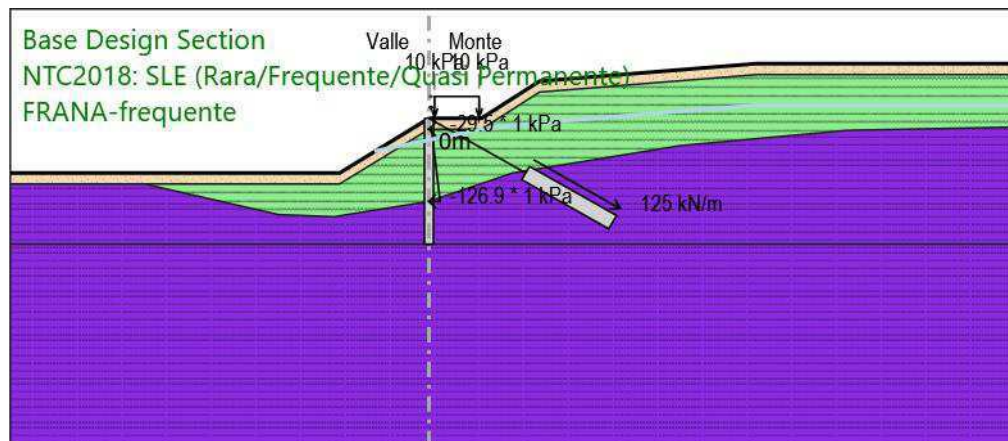
Affidamento a Contraente Generale dei "Lavori di ammodernamento del tratto Palermo - Lercara Friddi, lotto funzionale dal km 14,4 (km. 0,0 del Lotto 2) compreso il tratto di raccordo della rotatoria Bolognetta, al km 48,0 (km. 33,6 del Lotto 2 – Svincolo Manganaro incluso) compresi i raccordi con le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

PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE N.3

OS 140– Opere di sostegno dx dal km 16+147,61 al km 16+367,90– Relazione Geotecnica e di Calcolo

Lunghezza bulbo : 9 m
Diametro bulbo : 0.25 m
Lunghezza libera : 10 m
Spaziatura orizzontale : 2.4 m
Precarico : 300 kN
Angolo : 150 °
Sezione : 4 strands
 Tipo di barre : Barre trefoli
 Numero di barre : 4
 Diametro : 0.01331 m
 Area : 0.000556 m²

FRANA-frequente



FRANA-frequente

Scavo

Muro di destra

Lato monte : 0 m

Lato valle : 0 m

Linea di scavo di sinistra (Irregolare)

(-30;-5)

(-16.5;-5)

(-0.5;-5)

(7.5;0)

Linea di scavo di destra (Irregolare)

(7.5;0)

(12.2;0)

(17.4;3.4)

(36.8;5)

(60;5)

Elementi strutturali

Paratia : WallElement

X : 7.5 m

Quota in alto : 0 m

Quota di fondo : -11.5 m

Sezione : PALI 800

Tirante : Tieback

X : 7.5 m

Z : 0 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 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 N.3

OS 140– Opere di sostegno dx dal km 16+147,61 al km 16+367,90– Relazione Geotecnica e di Calcolo

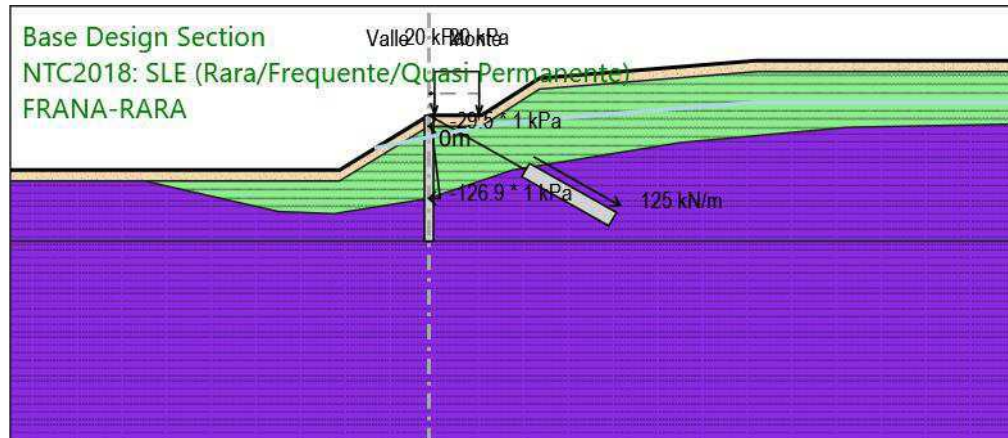
Lunghezza bulbo : 9 m
Diametro bulbo : 0.25 m
Lunghezza libera : 10 m
Spaziatura orizzontale : 2.4 m
Precarico : 300 kN
Angolo : 150 °
Sezione : 4 strands
 Tipo di barre : Barre trefoli
 Numero di barre : 4
 Diametro : 0.01331 m
 Area : 0.000556 m²

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 N.3

OS 140– Opere di sostegno dx dal km 16+147,61 al km 16+367,90– Relazione Geotecnica e di Calcolo

FRANA-RARA



FRANA-RARA

Scavo

Muro di destra

Lato monte : 0 m

Lato valle : 0 m

Linea di scavo di sinistra (Irregolare)

(-30;-5)

(-16.5;-5)

(-0.5;-5)

(7.5;0)

Linea di scavo di destra (Irregolare)

(7.5;0)

(12.2;0)

(17.4;3.4)

(36.8;5)

(60;5)

Elementi strutturali

Paratia : WallElement

X : 7.5 m

Quota in alto : 0 m

Quota di fondo : -11.5 m

Sezione : PALI 800

Tirante : Tieback

X : 7.5 m

Z : 0 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 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 N.3

OS 140– Opere di sostegno dx dal km 16+147,61 al km 16+367,90– Relazione Geotecnica e di Calcolo

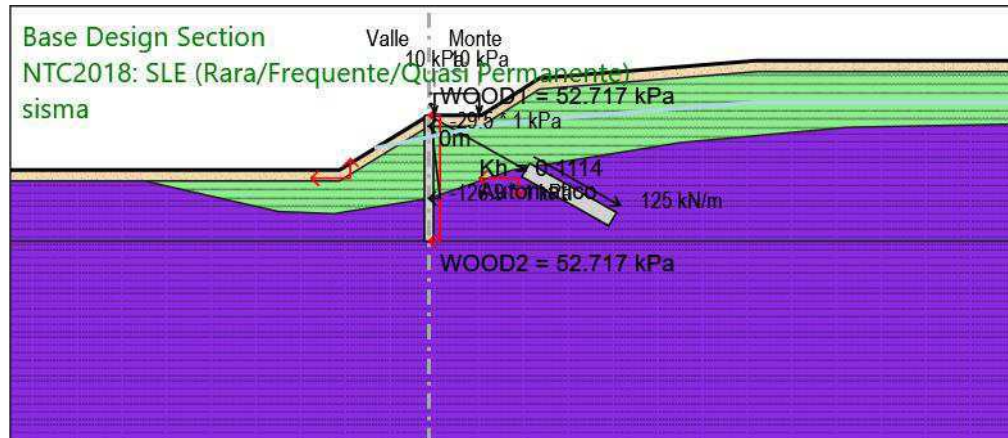
Lunghezza bulbo : 9 m
Diametro bulbo : 0.25 m
Lunghezza libera : 10 m
Spaziatura orizzontale : 2.4 m
Precarico : 300 kN
Angolo : 150 °
Sezione : 4 strands
 Tipo di barre : Barre trefoli
 Numero di barre : 4
 Diametro : 0.01331 m
 Area : 0.000556 m²

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 N.3

OS 140– Opere di sostegno dx dal km 16+147,61 al km 16+367,90– Relazione Geotecnica e di Calcolo

sisma



sisma

Scavo

Muro di destra

Lato monte : 0 m

Lato valle : 0 m

Linea di scavo di sinistra (Irregolare)

(-30;-5)

(-16.5;-5)

(-0.5;-5)

(7.5;0)

Linea di scavo di destra (Irregolare)

(7.5;0)

(12.2;0)

(17.4;3.4)

(36.8;5)

(60;5)

Elementi strutturali

Paratia : WallElement

X : 7.5 m

Quota in alto : 0 m

Quota di fondo : -11.5 m

Sezione : PALI 800

Tirante : Tieback

X : 7.5 m

Z : 0 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 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 N.3

OS 140– Opere di sostegno dx dal km 16+147,61 al km 16+367,90– Relazione Geotecnica e di Calcolo

Lunghezza bulbo : 9 m
Diametro bulbo : 0.25 m
Lunghezza libera : 10 m
Spaziatura orizzontale : 2.4 m
Precarico : 300 kN
Angolo : 150 °
Sezione : 4 strands
 Tipo di barre : Barre trefoli
 Numero di barre : 4
 Diametro : 0.01331 m
 Area : 0.000556 m²

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 N.3

OS 140– Opere di sostegno dx dal km 16+147,61 al km 16+367,90– Relazione Geotecnica e di Calcolo

Grafici dei Risultati

Design Assumption : Nominal

Tabella Spostamento Nominal - RIGHT Stage: Stage 1

Design Assumption: Nominal Tipo Risultato: Spostamento Muro: RIGHT		
Stage	Z (m)	Spostamento (mm)
Stage 1	0	7.01
Stage 1	-0.2	6.66
Stage 1	-0.4	6.32
Stage 1	-0.6	5.98
Stage 1	-0.8	5.64
Stage 1	-1	5.3
Stage 1	-1.2	4.98
Stage 1	-1.4	4.66
Stage 1	-1.6	4.35
Stage 1	-1.8	4.05
Stage 1	-2	3.76
Stage 1	-2.2	3.48
Stage 1	-2.4	3.21
Stage 1	-2.6	2.95
Stage 1	-2.8	2.71
Stage 1	-3	2.47
Stage 1	-3.2	2.25
Stage 1	-3.4	2.04
Stage 1	-3.6	1.84
Stage 1	-3.8	1.65
Stage 1	-4	1.48
Stage 1	-4.2	1.32
Stage 1	-4.4	1.16
Stage 1	-4.6	1.02
Stage 1	-4.8	0.89
Stage 1	-5	0.77
Stage 1	-5.2	0.66
Stage 1	-5.4	0.56
Stage 1	-5.6	0.46
Stage 1	-5.8	0.38
Stage 1	-6	0.31
Stage 1	-6.2	0.24
Stage 1	-6.4	0.18
Stage 1	-6.6	0.13
Stage 1	-6.8	0.08
Stage 1	-7	0.04
Stage 1	-7.2	0.01
Stage 1	-7.4	-0.02
Stage 1	-7.6	-0.04
Stage 1	-7.8	-0.06
Stage 1	-8	-0.07
Stage 1	-8.2	-0.09
Stage 1	-8.4	-0.09
Stage 1	-8.6	-0.1
Stage 1	-8.8	-0.1
Stage 1	-9	-0.1
Stage 1	-9.2	-0.1
Stage 1	-9.4	-0.1
Stage 1	-9.6	-0.1
Stage 1	-9.8	-0.1
Stage 1	-10	-0.09
Stage 1	-10.2	-0.09
Stage 1	-10.4	-0.08
Stage 1	-10.6	-0.08
Stage 1	-10.8	-0.07

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 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 N.3

OS 140– Opere di sostegno dx dal km 16+147,61 al km 16+367,90– Relazione Geotecnica e di Calcolo

Design Assumption: Nominal Tipo Risultato: Spostamento		Muro: RIGHT
Stage	Z (m)	Spostamento (mm)
Stage 1	-11	-0.07
Stage 1	-11.2	-0.06
Stage 1	-11.4	-0.05
Stage 1	-11.5	-0.05

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 N.3

OS 140– Opere di sostegno dx dal km 16+147,61 al km 16+367,90– Relazione Geotecnica e di Calcolo

Tabella Spostamento Nominal - RIGHT Stage: STRADALE

Design Assumption: Nominal Tipo Risultato: Spostamento Muro: RIGHT		
Stage	Z (m)	Spostamento (mm)
STRADALE	0	6.95
STRADALE	-0.2	6.59
STRADALE	-0.4	6.24
STRADALE	-0.6	5.88
STRADALE	-0.8	5.54
STRADALE	-1	5.19
STRADALE	-1.2	4.86
STRADALE	-1.4	4.53
STRADALE	-1.6	4.21
STRADALE	-1.8	3.9
STRADALE	-2	3.61
STRADALE	-2.2	3.32
STRADALE	-2.4	3.04
STRADALE	-2.6	2.78
STRADALE	-2.8	2.53
STRADALE	-3	2.29
STRADALE	-3.2	2.06
STRADALE	-3.4	1.85
STRADALE	-3.6	1.65
STRADALE	-3.8	1.46
STRADALE	-4	1.28
STRADALE	-4.2	1.12
STRADALE	-4.4	0.96
STRADALE	-4.6	0.82
STRADALE	-4.8	0.69
STRADALE	-5	0.58
STRADALE	-5.2	0.47
STRADALE	-5.4	0.37
STRADALE	-5.6	0.29
STRADALE	-5.8	0.21
STRADALE	-6	0.14
STRADALE	-6.2	0.08
STRADALE	-6.4	0.03
STRADALE	-6.6	-0.02
STRADALE	-6.8	-0.06
STRADALE	-7	-0.09
STRADALE	-7.2	-0.11
STRADALE	-7.4	-0.13
STRADALE	-7.6	-0.15
STRADALE	-7.8	-0.16
STRADALE	-8	-0.16
STRADALE	-8.2	-0.17
STRADALE	-8.4	-0.17
STRADALE	-8.6	-0.17
STRADALE	-8.8	-0.16
STRADALE	-9	-0.16
STRADALE	-9.2	-0.15
STRADALE	-9.4	-0.14
STRADALE	-9.6	-0.13
STRADALE	-9.8	-0.12
STRADALE	-10	-0.11
STRADALE	-10.2	-0.1
STRADALE	-10.4	-0.09
STRADALE	-10.6	-0.08
STRADALE	-10.8	-0.07
STRADALE	-11	-0.06
STRADALE	-11.2	-0.05
STRADALE	-11.4	-0.04
STRADALE	-11.5	-0.03

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 N.3

OS 140– Opere di sostegno dx dal km 16+147,61 al km 16+367,90– Relazione Geotecnica e di Calcolo

Tabella Spostamento Nominal - RIGHT Stage: FRANA-frequente

Design Assumption: Nominal	Tipo Risultato: Spostamento	Muro: RIGHT
Stage	Z (m)	Spostamento (mm)
FRANA-frequente	0	-10.43
FRANA-frequente	-0.2	-10.82
FRANA-frequente	-0.4	-11.21
FRANA-frequente	-0.6	-11.59
FRANA-frequente	-0.8	-11.96
FRANA-frequente	-1	-12.33
FRANA-frequente	-1.2	-12.68
FRANA-frequente	-1.4	-13.02
FRANA-frequente	-1.6	-13.35
FRANA-frequente	-1.8	-13.65
FRANA-frequente	-2	-13.94
FRANA-frequente	-2.2	-14.2
FRANA-frequente	-2.4	-14.44
FRANA-frequente	-2.6	-14.65
FRANA-frequente	-2.8	-14.84
FRANA-frequente	-3	-14.99
FRANA-frequente	-3.2	-15.12
FRANA-frequente	-3.4	-15.21
FRANA-frequente	-3.6	-15.27
FRANA-frequente	-3.8	-15.3
FRANA-frequente	-4	-15.29
FRANA-frequente	-4.2	-15.24
FRANA-frequente	-4.4	-15.16
FRANA-frequente	-4.6	-15.04
FRANA-frequente	-4.8	-14.89
FRANA-frequente	-5	-14.69
FRANA-frequente	-5.2	-14.47
FRANA-frequente	-5.4	-14.2
FRANA-frequente	-5.6	-13.9
FRANA-frequente	-5.8	-13.57
FRANA-frequente	-6	-13.2
FRANA-frequente	-6.2	-12.8
FRANA-frequente	-6.4	-12.37
FRANA-frequente	-6.6	-11.91
FRANA-frequente	-6.8	-11.42
FRANA-frequente	-7	-10.9
FRANA-frequente	-7.2	-10.37
FRANA-frequente	-7.4	-9.81
FRANA-frequente	-7.6	-9.24
FRANA-frequente	-7.8	-8.65
FRANA-frequente	-8	-8.06
FRANA-frequente	-8.2	-7.45
FRANA-frequente	-8.4	-6.85
FRANA-frequente	-8.6	-6.24
FRANA-frequente	-8.8	-5.63
FRANA-frequente	-9	-5.02
FRANA-frequente	-9.2	-4.41
FRANA-frequente	-9.4	-3.81
FRANA-frequente	-9.6	-3.22
FRANA-frequente	-9.8	-2.63
FRANA-frequente	-10	-2.05
FRANA-frequente	-10.2	-1.47
FRANA-frequente	-10.4	-0.9
FRANA-frequente	-10.6	-0.34
FRANA-frequente	-10.8	0.23
FRANA-frequente	-11	0.79
FRANA-frequente	-11.2	1.35
FRANA-frequente	-11.4	1.91
FRANA-frequente	-11.5	2.19

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 N.3

OS 140– Opere di sostegno dx dal km 16+147,61 al km 16+367,90– Relazione Geotecnica e di Calcolo

Tabella Spostamento Nominal - RIGHT Stage: FRANA-RARA

Design Assumption: Nominal Tipo Risultato: Spostamento Muro: RIGHT		
Stage	Z (m)	Spostamento (mm)
FRANA-RARA	0	-14.52
FRANA-RARA	-0.2	-14.88
FRANA-RARA	-0.4	-15.23
FRANA-RARA	-0.6	-15.58
FRANA-RARA	-0.8	-15.92
FRANA-RARA	-1	-16.25
FRANA-RARA	-1.2	-16.57
FRANA-RARA	-1.4	-16.87
FRANA-RARA	-1.6	-17.16
FRANA-RARA	-1.8	-17.42
FRANA-RARA	-2	-17.67
FRANA-RARA	-2.2	-17.89
FRANA-RARA	-2.4	-18.08
FRANA-RARA	-2.6	-18.25
FRANA-RARA	-2.8	-18.39
FRANA-RARA	-3	-18.5
FRANA-RARA	-3.2	-18.57
FRANA-RARA	-3.4	-18.61
FRANA-RARA	-3.6	-18.62
FRANA-RARA	-3.8	-18.59
FRANA-RARA	-4	-18.52
FRANA-RARA	-4.2	-18.42
FRANA-RARA	-4.4	-18.27
FRANA-RARA	-4.6	-18.09
FRANA-RARA	-4.8	-17.87
FRANA-RARA	-5	-17.61
FRANA-RARA	-5.2	-17.31
FRANA-RARA	-5.4	-16.97
FRANA-RARA	-5.6	-16.59
FRANA-RARA	-5.8	-16.18
FRANA-RARA	-6	-15.73
FRANA-RARA	-6.2	-15.25
FRANA-RARA	-6.4	-14.73
FRANA-RARA	-6.6	-14.19
FRANA-RARA	-6.8	-13.61
FRANA-RARA	-7	-13
FRANA-RARA	-7.2	-12.38
FRANA-RARA	-7.4	-11.73
FRANA-RARA	-7.6	-11.06
FRANA-RARA	-7.8	-10.38
FRANA-RARA	-8	-9.68
FRANA-RARA	-8.2	-8.98
FRANA-RARA	-8.4	-8.27
FRANA-RARA	-8.6	-7.56
FRANA-RARA	-8.8	-6.84
FRANA-RARA	-9	-6.13
FRANA-RARA	-9.2	-5.42
FRANA-RARA	-9.4	-4.71
FRANA-RARA	-9.6	-4.01
FRANA-RARA	-9.8	-3.32
FRANA-RARA	-10	-2.63
FRANA-RARA	-10.2	-1.94
FRANA-RARA	-10.4	-1.27
FRANA-RARA	-10.6	-0.59
FRANA-RARA	-10.8	0.08
FRANA-RARA	-11	0.75
FRANA-RARA	-11.2	1.41
FRANA-RARA	-11.4	2.08
FRANA-RARA	-11.5	2.41

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 N.3

OS 140– Opere di sostegno dx dal km 16+147,61 al km 16+367,90– Relazione Geotecnica e di Calcolo

Tabella Spostamento Nominal - RIGHT Stage: sisma

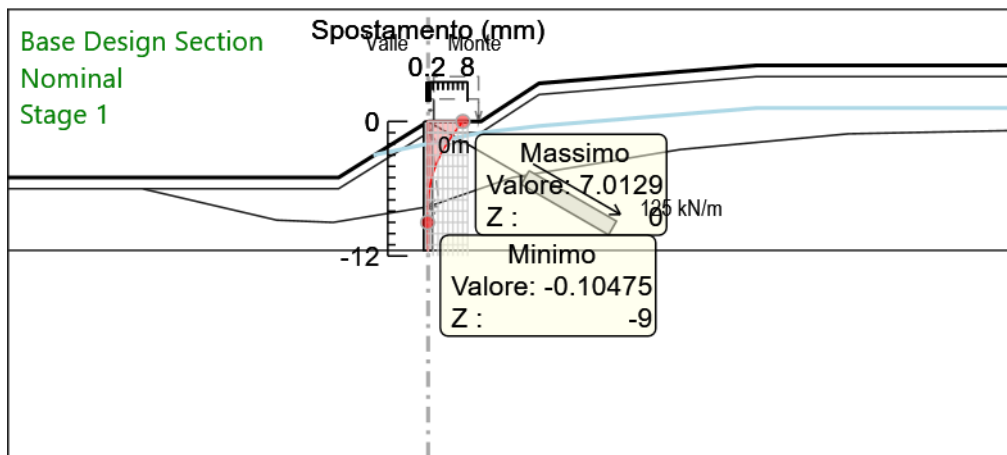
Design Assumption: Nominal Tipo Risultato: Spostamento Muro: RIGHT		
Stage	Z (m)	Spostamento (mm)
sisma	0	-38.54
sisma	-0.2	-38.8
sisma	-0.4	-39.05
sisma	-0.6	-39.3
sisma	-0.8	-39.54
sisma	-1	-39.77
sisma	-1.2	-39.98
sisma	-1.4	-40.17
sisma	-1.6	-40.34
sisma	-1.8	-40.48
sisma	-2	-40.59
sisma	-2.2	-40.67
sisma	-2.4	-40.71
sisma	-2.6	-40.72
sisma	-2.8	-40.69
sisma	-3	-40.62
sisma	-3.2	-40.5
sisma	-3.4	-40.33
sisma	-3.6	-40.12
sisma	-3.8	-39.86
sisma	-4	-39.54
sisma	-4.2	-39.18
sisma	-4.4	-38.76
sisma	-4.6	-38.28
sisma	-4.8	-37.75
sisma	-5	-37.17
sisma	-5.2	-36.53
sisma	-5.4	-35.83
sisma	-5.6	-35.08
sisma	-5.8	-34.28
sisma	-6	-33.42
sisma	-6.2	-32.51
sisma	-6.4	-31.55
sisma	-6.6	-30.53
sisma	-6.8	-29.48
sisma	-7	-28.38
sisma	-7.2	-27.23
sisma	-7.4	-26.05
sisma	-7.6	-24.83
sisma	-7.8	-23.59
sisma	-8	-22.31
sisma	-8.2	-21.01
sisma	-8.4	-19.69
sisma	-8.6	-18.35
sisma	-8.8	-17
sisma	-9	-15.63
sisma	-9.2	-14.26
sisma	-9.4	-12.88
sisma	-9.6	-11.49
sisma	-9.8	-10.1
sisma	-10	-8.71
sisma	-10.2	-7.32
sisma	-10.4	-5.93
sisma	-10.6	-4.53
sisma	-10.8	-3.14
sisma	-11	-1.75
sisma	-11.2	-0.36
sisma	-11.4	1.03
sisma	-11.5	1.73

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 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 N.3

OS 140– Opere di sostegno dx dal km 16+147,61 al km 16+367,90– Relazione Geotecnica e di Calcolo

Grafico Spostamento Nominal - Stage: Stage 1



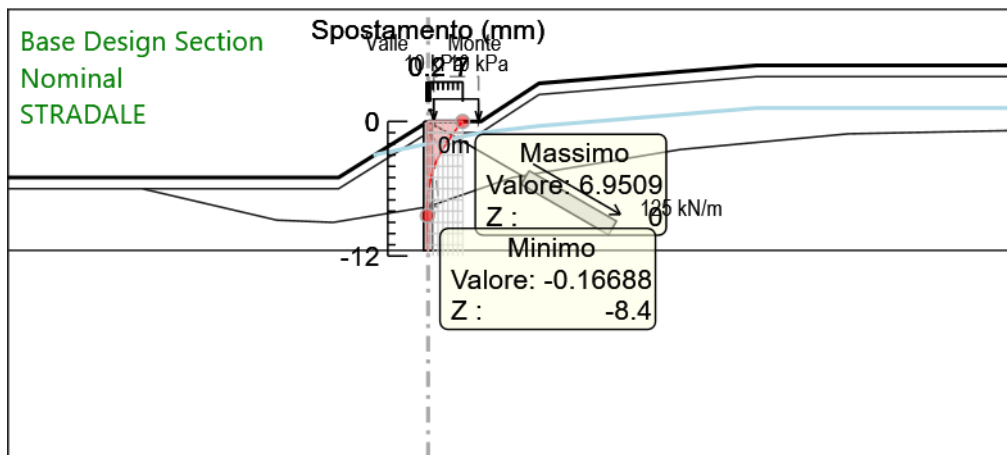
Design Assumption: Nominal
Stage: Stage 1
Spostamento

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 N.3

OS 140– Opere di sostegno dx dal km 16+147,61 al km 16+367,90– Relazione Geotecnica e di Calcolo

Grafico Spostamento Nominal - Stage: STRADALE



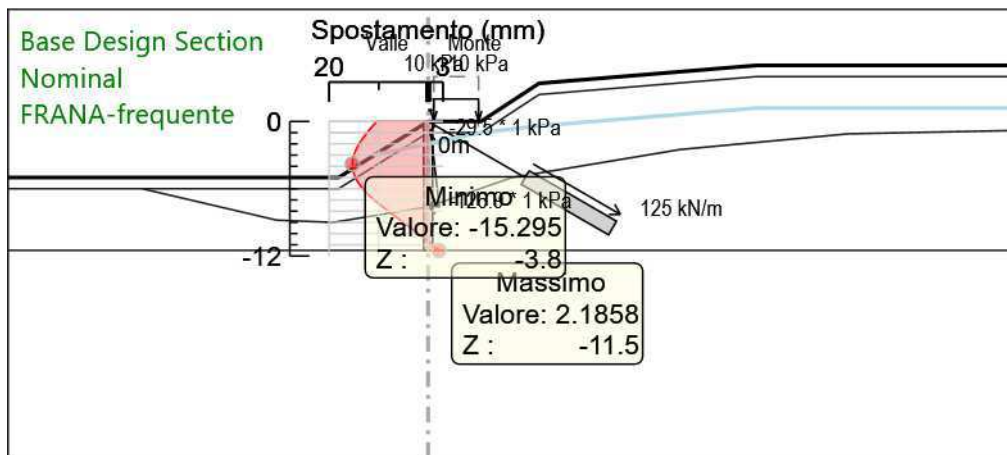
Design Assumption: Nominal
Stage: STRADALE
Spostamento

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 N.3

OS 140– Opere di sostegno dx dal km 16+147,61 al km 16+367,90– Relazione Geotecnica e di Calcolo

Grafico Spostamento Nominal - Stage: FRANA-frequente



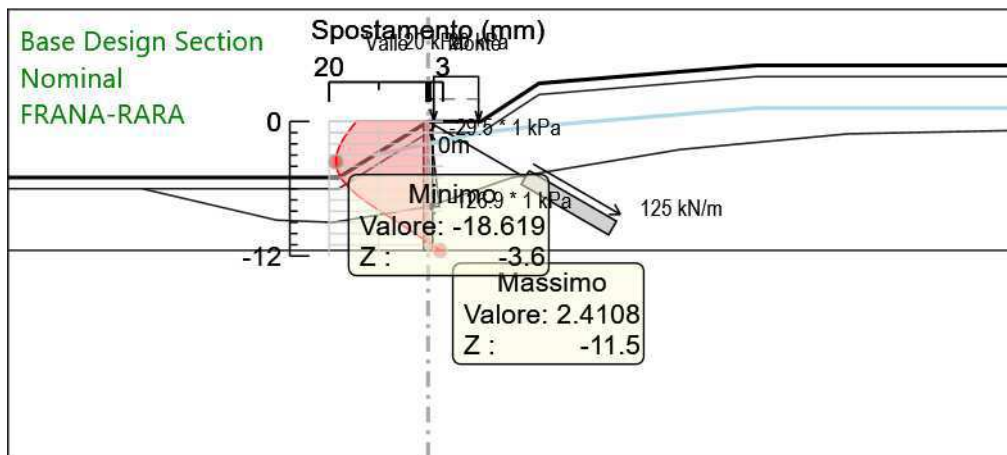
Design Assumption: Nominal
Stage: FRANA-frequente
Spostamento

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 N.3

OS 140– Opere di sostegno dx dal km 16+147,61 al km 16+367,90– Relazione Geotecnica e di Calcolo

Grafico Spostamento Nominal - Stage: FRANA-RARA



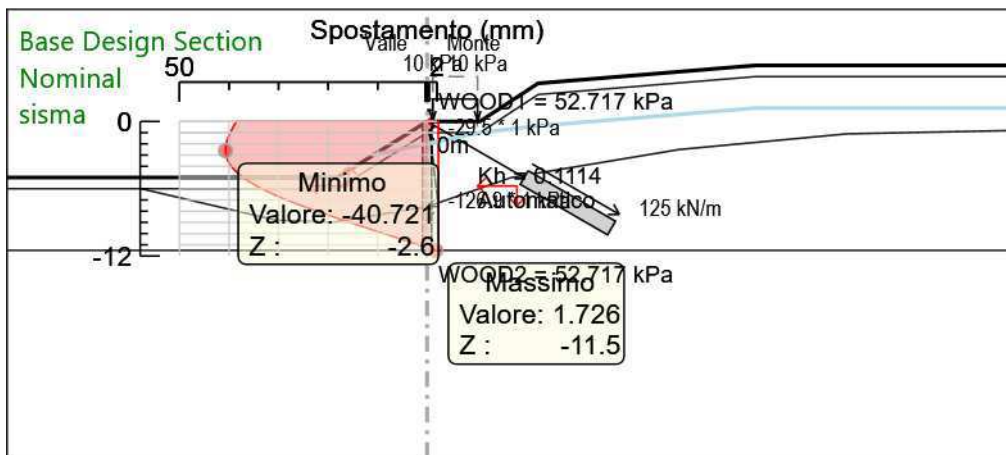
Design Assumption: Nominal
Stage: FRANA-RARA
Spostamento

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 N.3

OS 140– Opere di sostegno dx dal km 16+147,61 al km 16+367,90– Relazione Geotecnica e di Calcolo

Grafico Spostamento Nominal - Stage: sisma



Design Assumption: Nominal
Stage: sisma
Spostamento

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 N.3

OS 140– Opere di sostegno dx dal km 16+147,61 al km 16+367,90– Relazione Geotecnica e di Calcolo

Risultati Paratia

Tabella Risultati Paratia Nominal - Stage: Stage 1

Design Assumption: Nominal Risultati Paratia		Muro: RIGHT	
Stage	Z (m)	Momento (kN*m/m)	Taglio (kN/m)
Stage 1	0	0	-108.25
Stage 1	-0.2	-21.65	-108.25
Stage 1	-0.4	-42.44	-103.94
Stage 1	-0.6	-61.51	-95.33
Stage 1	-0.8	-77.99	-82.4
Stage 1	-1	-91.02	-65.17
Stage 1	-1.2	-102.82	-59.02
Stage 1	-1.4	-113.41	-52.95
Stage 1	-1.6	-122.8	-46.95
Stage 1	-1.8	-131	-41
Stage 1	-2	-138.02	-35.11
Stage 1	-2.2	-143.87	-29.21
Stage 1	-2.4	-148.55	-23.43
Stage 1	-2.6	-152.11	-17.79
Stage 1	-2.8	-154.57	-12.28
Stage 1	-3	-156.01	-7.23
Stage 1	-3.2	-156.54	-2.62
Stage 1	-3.4	-156.22	1.59
Stage 1	-3.6	-155.14	5.4
Stage 1	-3.8	-153.37	8.84
Stage 1	-4	-150.98	11.94
Stage 1	-4.2	-148.04	14.71
Stage 1	-4.4	-144.61	17.17
Stage 1	-4.6	-140.74	19.35
Stage 1	-4.8	-136.48	21.27
Stage 1	-5	-131.89	22.94
Stage 1	-5.2	-127.01	24.39
Stage 1	-5.4	-121.89	25.63
Stage 1	-5.6	-116.55	26.69
Stage 1	-5.8	-111.04	27.57
Stage 1	-6	-105.38	28.29
Stage 1	-6.2	-99.6	28.87
Stage 1	-6.4	-93.74	29.33
Stage 1	-6.6	-87.8	29.68
Stage 1	-6.8	-81.81	29.93
Stage 1	-7	-75.8	30.1
Stage 1	-7.2	-69.76	30.19
Stage 1	-7.4	-63.72	30.21
Stage 1	-7.6	-57.68	30.18
Stage 1	-7.8	-51.66	30.11
Stage 1	-8	-45.86	29.01
Stage 1	-8.2	-40.33	27.64
Stage 1	-8.4	-35.12	26.05
Stage 1	-8.6	-30.26	24.3
Stage 1	-8.8	-25.77	22.45
Stage 1	-9	-21.67	20.53
Stage 1	-9.2	-17.95	18.58
Stage 1	-9.4	-14.62	16.64
Stage 1	-9.6	-11.68	14.72
Stage 1	-9.8	-9.11	12.85
Stage 1	-10	-6.9	11.05
Stage 1	-10.2	-5.03	9.32
Stage 1	-10.4	-3.5	7.69
Stage 1	-10.6	-2.27	6.15
Stage 1	-10.8	-1.33	4.7
Stage 1	-11	-0.65	3.37
Stage 1	-11.2	-0.23	2.13
Stage 1	-11.4	-0.02	1.01

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 N.3

OS 140– Opere di sostegno dx dal km 16+147,61 al km 16+367,90– Relazione Geotecnica e di Calcolo

Design Assumption: Nominal Risultati Paratia		Muro: RIGHT	
Stage	Z (m)	Momento (kN*m/m)	Taglio (kN/m)
Stage 1	-11.5	0	0.24

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 N.3

OS 140– Opere di sostegno dx dal km 16+147,61 al km 16+367,90– Relazione Geotecnica e di Calcolo

Tabella Risultati Paratia Nominal - Stage: STRADALE

Design Assumption: Nominal Risultati Paratia			
Stage	Z (m)	Muro: RIGHT Momento (kN*m/m)	Taglio (kN/m)
STRADALE	0	0	-108.4
STRADALE	-0.2	-21.68	-108.4
STRADALE	-0.4	-42.7	-105.11
STRADALE	-0.6	-62.24	-97.69
STRADALE	-0.8	-79.45	-86.05
STRADALE	-1	-93.48	-70.16
STRADALE	-1.2	-106.25	-63.84
STRADALE	-1.4	-117.76	-57.54
STRADALE	-1.6	-128.01	-51.27
STRADALE	-1.8	-137.02	-45.03
STRADALE	-2	-144.78	-38.83
STRADALE	-2.2	-151.3	-32.61
STRADALE	-2.4	-156.6	-26.5
STRADALE	-2.6	-160.71	-20.52
STRADALE	-2.8	-163.64	-14.67
STRADALE	-3	-165.5	-9.27
STRADALE	-3.2	-166.36	-4.3
STRADALE	-3.4	-166.31	0.26
STRADALE	-3.6	-165.42	4.43
STRADALE	-3.8	-163.77	8.24
STRADALE	-4	-161.43	11.7
STRADALE	-4.2	-158.47	14.84
STRADALE	-4.4	-154.93	17.69
STRADALE	-4.6	-150.88	20.26
STRADALE	-4.8	-146.37	22.55
STRADALE	-5	-141.45	24.59
STRADALE	-5.2	-136.17	26.38
STRADALE	-5.4	-130.58	27.95
STRADALE	-5.6	-124.72	29.33
STRADALE	-5.8	-118.61	30.52
STRADALE	-6	-112.3	31.56
STRADALE	-6.2	-105.81	32.45
STRADALE	-6.4	-99.17	33.21
STRADALE	-6.6	-92.4	33.86
STRADALE	-6.8	-85.52	34.41
STRADALE	-7	-78.54	34.88
STRADALE	-7.2	-71.49	35.27
STRADALE	-7.4	-64.37	35.61
STRADALE	-7.6	-57.19	35.89
STRADALE	-7.8	-49.96	36.14
STRADALE	-8	-43.24	33.63
STRADALE	-8.2	-37.04	30.98
STRADALE	-8.4	-31.38	28.27
STRADALE	-8.6	-26.28	25.54
STRADALE	-8.8	-21.71	22.84
STRADALE	-9	-17.67	20.2
STRADALE	-9.2	-14.14	17.65
STRADALE	-9.4	-11.09	15.23
STRADALE	-9.6	-8.5	12.94
STRADALE	-9.8	-6.34	10.82
STRADALE	-10	-4.57	8.86
STRADALE	-10.2	-3.15	7.08
STRADALE	-10.4	-2.06	5.49
STRADALE	-10.6	-1.24	4.08
STRADALE	-10.8	-0.67	2.87
STRADALE	-11	-0.3	1.85
STRADALE	-11.2	-0.09	1.03
STRADALE	-11.4	-0.01	0.4
STRADALE	-11.5	0	0.08

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 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 N.3

OS 140– Opere di sostegno dx dal km 16+147,61 al km 16+367,90– Relazione Geotecnica e di Calcolo

Tabella Risultati Paratia Nominal - Stage: FRANA-frequente

Design Assumption: Nominal Risultati Paratia			
Muro: RIGHT			
Stage	Z (m)	Momento (kN*m/m)	Taglio (kN/m)
FRANA-frequente	0	0	-150.09
FRANA-frequente	-0.2	-30.02	-150.09
FRANA-frequente	-0.4	-60.15	-150.64
FRANA-frequente	-0.6	-90.49	-151.72
FRANA-frequente	-0.8	-121.16	-153.32
FRANA-frequente	-1	-152.24	-155.43
FRANA-frequente	-1.2	-182.96	-153.61
FRANA-frequente	-1.4	-212.66	-148.5
FRANA-frequente	-1.6	-241.27	-143.05
FRANA-frequente	-1.8	-268.73	-137.29
FRANA-frequente	-2	-294.97	-131.2
FRANA-frequente	-2.2	-319.92	-124.73
FRANA-frequente	-2.4	-343.48	-117.8
FRANA-frequente	-2.6	-365.56	-110.42
FRANA-frequente	-2.8	-386.08	-102.59
FRANA-frequente	-3	-404.94	-94.3
FRANA-frequente	-3.2	-422.05	-85.57
FRANA-frequente	-3.4	-437.33	-76.38
FRANA-frequente	-3.6	-450.68	-66.75
FRANA-frequente	-3.8	-462.02	-56.68
FRANA-frequente	-4	-471.25	-46.16
FRANA-frequente	-4.2	-478.29	-35.19
FRANA-frequente	-4.4	-483.04	-23.78
FRANA-frequente	-4.6	-485.43	-11.93
FRANA-frequente	-4.8	-485.35	0.36
FRANA-frequente	-5	-482.74	13.07
FRANA-frequente	-5.2	-477.5	26.2
FRANA-frequente	-5.4	-469.55	39.76
FRANA-frequente	-5.6	-458.8	53.75
FRANA-frequente	-5.8	-445.17	68.16
FRANA-frequente	-6	-428.57	83
FRANA-frequente	-6.2	-408.91	98.27
FRANA-frequente	-6.4	-386.12	113.96
FRANA-frequente	-6.6	-360.1	130.09
FRANA-frequente	-6.8	-330.77	146.64
FRANA-frequente	-7	-298.05	163.63
FRANA-frequente	-7.2	-261.84	181.04
FRANA-frequente	-7.4	-222.06	198.89
FRANA-frequente	-7.6	-178.63	217.16
FRANA-frequente	-7.8	-133.99	223.18
FRANA-frequente	-8	-93.47	202.62
FRANA-frequente	-8.2	-57.09	181.88
FRANA-frequente	-8.4	-24.9	160.97
FRANA-frequente	-8.6	3.07	139.85
FRANA-frequente	-8.8	26.78	118.56
FRANA-frequente	-9	46.2	97.1
FRANA-frequente	-9.2	61.3	75.47
FRANA-frequente	-9.4	72.03	53.68
FRANA-frequente	-9.6	78.38	31.72
FRANA-frequente	-9.8	80.3	9.6
FRANA-frequente	-10	77.76	-12.69
FRANA-frequente	-10.2	70.73	-35.14
FRANA-frequente	-10.4	59.97	-53.82
FRANA-frequente	-10.6	46.39	-67.87
FRANA-frequente	-10.8	31.63	-73.79
FRANA-frequente	-11	17.78	-69.26
FRANA-frequente	-11.2	6.92	-54.3
FRANA-frequente	-11.4	0.82	-30.52
FRANA-frequente	-11.5	0	-8.19

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 N.3

OS 140– Opere di sostegno dx dal km 16+147,61 al km 16+367,90– Relazione Geotecnica e di Calcolo

Tabella Risultati Paratia Nominal - Stage: FRANA-RARA

Design Assumption: Nominal Risultati Paratia			
Muro: RIGHT			
Stage	Z (m)	Momento (kN*m/m)	Taglio (kN/m)
FRANA-RARA	0	0	-159.9
FRANA-RARA	-0.2	-31.98	-159.9
FRANA-RARA	-0.4	-64.07	-160.44
FRANA-RARA	-0.6	-96.37	-161.49
FRANA-RARA	-0.8	-128.97	-163.03
FRANA-RARA	-1	-161.98	-165.01
FRANA-RARA	-1.2	-194.56	-162.92
FRANA-RARA	-1.4	-226.05	-157.47
FRANA-RARA	-1.6	-256.38	-151.65
FRANA-RARA	-1.8	-285.48	-145.48
FRANA-RARA	-2	-313.27	-138.97
FRANA-RARA	-2.2	-339.68	-132.05
FRANA-RARA	-2.4	-364.62	-124.66
FRANA-RARA	-2.6	-387.97	-116.79
FRANA-RARA	-2.8	-409.67	-108.46
FRANA-RARA	-3	-429.6	-99.67
FRANA-RARA	-3.2	-447.69	-90.42
FRANA-RARA	-3.4	-463.83	-80.72
FRANA-RARA	-3.6	-477.94	-70.56
FRANA-RARA	-3.8	-489.93	-59.95
FRANA-RARA	-4	-499.71	-48.88
FRANA-RARA	-4.2	-507.18	-37.37
FRANA-RARA	-4.4	-512.26	-25.41
FRANA-RARA	-4.6	-514.86	-12.99
FRANA-RARA	-4.8	-514.89	-0.16
FRANA-RARA	-5	-512.28	13.09
FRANA-RARA	-5.2	-506.93	26.74
FRANA-RARA	-5.4	-498.77	40.8
FRANA-RARA	-5.6	-487.71	55.28
FRANA-RARA	-5.8	-473.68	70.17
FRANA-RARA	-6	-456.58	85.48
FRANA-RARA	-6.2	-436.34	101.2
FRANA-RARA	-6.4	-412.88	117.34
FRANA-RARA	-6.6	-386.1	133.9
FRANA-RARA	-6.8	-355.92	150.88
FRANA-RARA	-7	-322.27	168.28
FRANA-RARA	-7.2	-285.05	186.1
FRANA-RARA	-7.4	-244.18	204.34
FRANA-RARA	-7.6	-199.58	223.01
FRANA-RARA	-7.8	-153.7	229.41
FRANA-RARA	-8	-111.86	209.18
FRANA-RARA	-8.2	-74.1	188.77
FRANA-RARA	-8.4	-40.47	168.18
FRANA-RARA	-8.6	-10.99	147.4
FRANA-RARA	-8.8	14.3	126.45
FRANA-RARA	-9	35.35	105.27
FRANA-RARA	-9.2	52.14	83.92
FRANA-RARA	-9.4	64.62	62.41
FRANA-RARA	-9.6	72.77	40.74
FRANA-RARA	-9.8	76.55	18.9
FRANA-RARA	-10	75.93	-3.1
FRANA-RARA	-10.2	70.88	-25.26
FRANA-RARA	-10.4	61.38	-47.49
FRANA-RARA	-10.6	48.54	-64.22
FRANA-RARA	-10.8	33.62	-74.61
FRANA-RARA	-11	19.11	-72.55
FRANA-RARA	-11.2	7.49	-58.08
FRANA-RARA	-11.4	0.89	-32.99
FRANA-RARA	-11.5	0	-8.91

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 N.3

OS 140– Opere di sostegno dx dal km 16+147,61 al km 16+367,90– Relazione Geotecnica e di Calcolo

Tabella Risultati Paratia Nominal - Stage: sisma

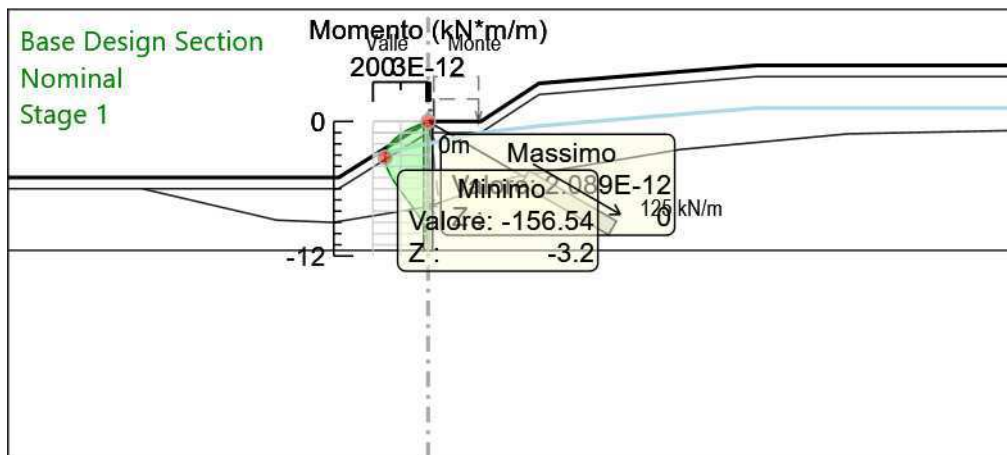
Design Assumption: Nominal Risultati Paratia Muro: RIGHT			
Stage	Z (m)	Momento (kN*m/m)	Taglio (kN/m)
sisma	0	0	-217.38
sisma	-0.2	-43.48	-217.38
sisma	-0.4	-86.97	-217.48
sisma	-0.6	-130.55	-217.89
sisma	-0.8	-174.27	-218.6
sisma	-1	-218.19	-219.59
sisma	-1.2	-261.56	-216.85
sisma	-1.4	-303.69	-210.68
sisma	-1.6	-344.5	-204.03
sisma	-1.8	-383.89	-196.93
sisma	-2	-421.76	-189.37
sisma	-2.2	-458.02	-181.29
sisma	-2.4	-492.54	-172.63
sisma	-2.6	-525.22	-163.39
sisma	-2.8	-555.94	-153.58
sisma	-3	-584.58	-143.2
sisma	-3.2	-611.03	-132.25
sisma	-3.4	-635.18	-120.74
sisma	-3.6	-656.91	-108.67
sisma	-3.8	-676.12	-96.04
sisma	-4	-692.69	-82.84
sisma	-4.2	-706.5	-69.08
sisma	-4.4	-717.46	-54.77
sisma	-4.6	-725.43	-39.89
sisma	-4.8	-730.33	-24.48
sisma	-5	-732.03	-8.53
sisma	-5.2	-730.45	7.94
sisma	-5.4	-725.46	24.95
sisma	-5.6	-716.96	42.49
sisma	-5.8	-704.85	60.56
sisma	-6	-689.01	79.16
sisma	-6.2	-669.35	98.3
sisma	-6.4	-645.76	117.98
sisma	-6.6	-618.12	138.19
sisma	-6.8	-586.33	158.95
sisma	-7	-550.28	180.24
sisma	-7.2	-509.87	202.06
sisma	-7.4	-464.98	224.43
sisma	-7.6	-415.52	247.34
sisma	-7.8	-363.9	258.1
sisma	-8	-315.53	241.82
sisma	-8.2	-270.44	225.47
sisma	-8.4	-228.63	209.07
sisma	-8.6	-190.11	192.6
sisma	-8.8	-154.89	176.06
sisma	-9	-123	159.47
sisma	-9.2	-94.44	142.82
sisma	-9.4	-69.21	126.1
sisma	-9.6	-47.35	109.33
sisma	-9.8	-28.85	92.5
sisma	-10	-13.73	75.6
sisma	-10.2	-2	58.65
sisma	-10.4	6.33	41.64
sisma	-10.6	11.24	24.57
sisma	-10.8	12.73	7.45
sisma	-11	10.79	-9.74
sisma	-11.2	5.6	-25.92
sisma	-11.4	0.78	-24.11
sisma	-11.5	0	-7.81

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 N.3

OS 140– Opere di sostegno dx dal km 16+147,61 al km 16+367,90– Relazione Geotecnica e di Calcolo

Grafico Momento Nominal - Stage: Stage 1



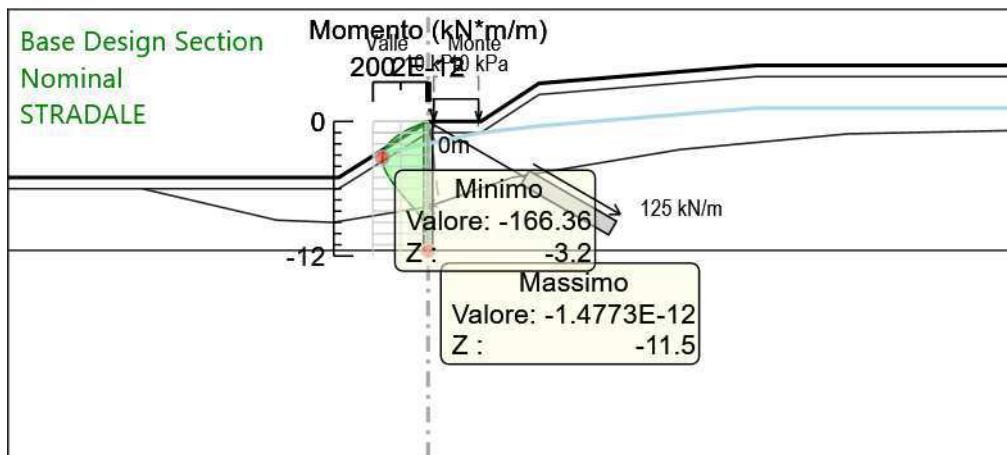
Design Assumption: Nominal
Stage: Stage 1
Momento

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 N.3

OS 140– Opere di sostegno dx dal km 16+147,61 al km 16+367,90– Relazione Geotecnica e di Calcolo

Grafico Momento Nominal - Stage: STRADALE



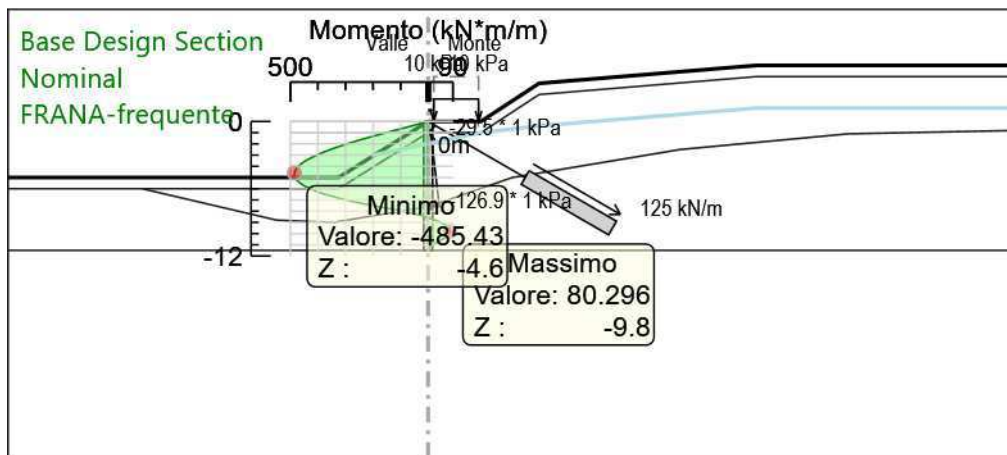
Design Assumption: Nominal
Stage: STRADALE
Momento

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 N.3

OS 140– Opere di sostegno dx dal km 16+147,61 al km 16+367,90– Relazione Geotecnica e di Calcolo

Grafico Momento Nominal - Stage: FRANA-frequente



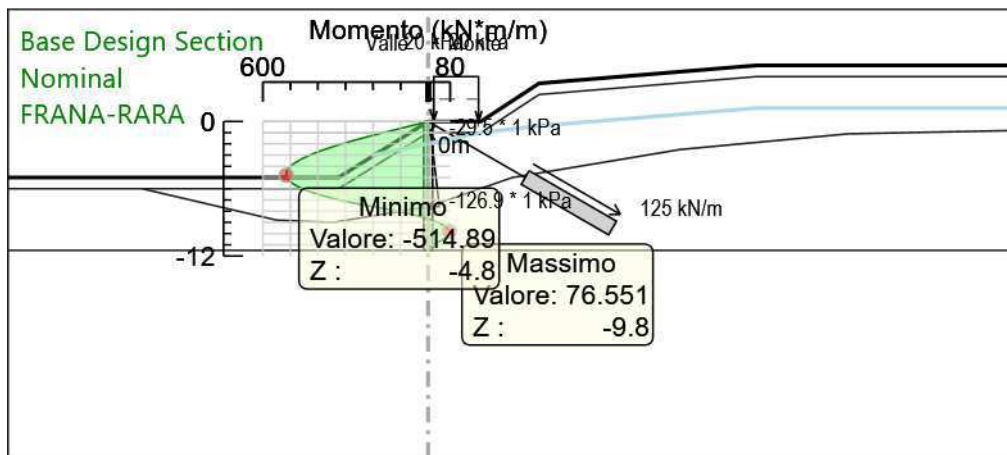
Design Assumption: Nominal
Stage: FRANA-frequente
Momento

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 N.3

OS 140– Opere di sostegno dx dal km 16+147,61 al km 16+367,90– Relazione Geotecnica e di Calcolo

Grafico Momento Nominal - Stage: FRANA-RARA



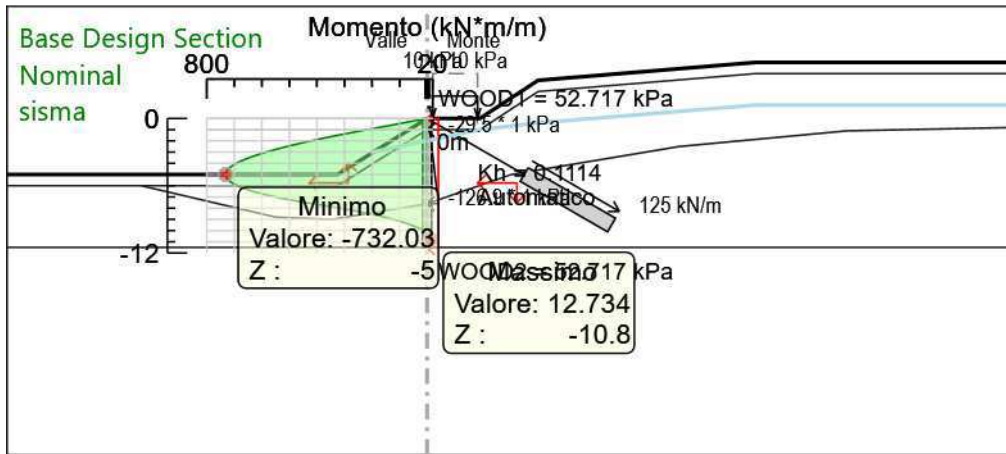
Design Assumption: Nominal
Stage: FRANA-RARA
Momento

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 N.3

OS 140– Opere di sostegno dx dal km 16+147,61 al km 16+367,90– Relazione Geotecnica e di Calcolo

Grafico Momento Nominal - Stage: sisma



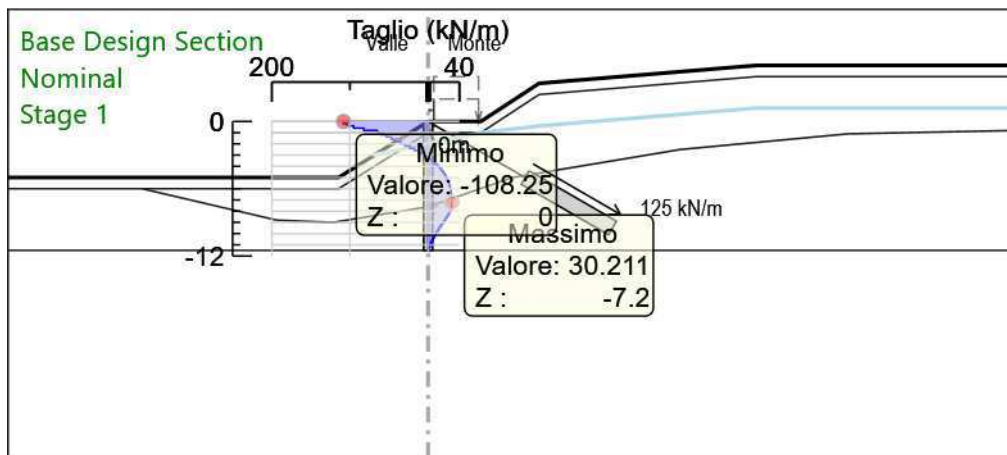
Design Assumption: Nominal
Stage: sisma
Momento

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 N.3

OS 140– Opere di sostegno dx dal km 16+147,61 al km 16+367,90– Relazione Geotecnica e di Calcolo

Grafico Taglio Nominal - Stage: Stage 1



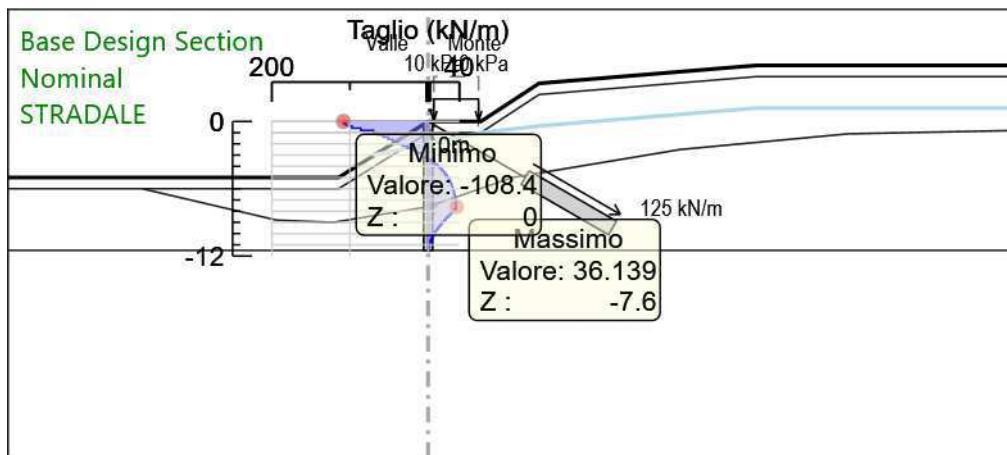
Design Assumption: Nominal
Stage: Stage 1
Taglio

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 N.3

OS 140– Opere di sostegno dx dal km 16+147,61 al km 16+367,90– Relazione Geotecnica e di Calcolo

Grafico Taglio Nominal - Stage: STRADALE



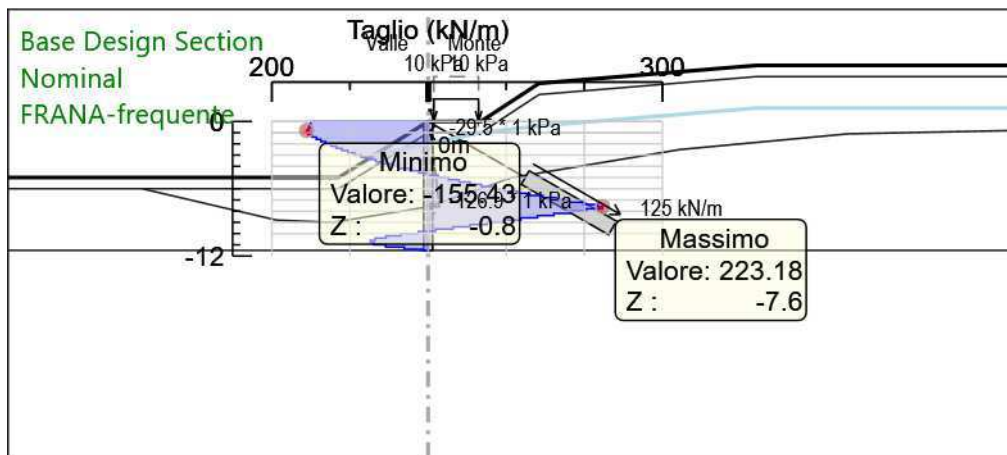
Design Assumption: Nominal
Stage: STRADALE
Taglio

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 N.3

OS 140– Opere di sostegno dx dal km 16+147,61 al km 16+367,90– Relazione Geotecnica e di Calcolo

Grafico Taglio Nominal - Stage: FRANA-frequente



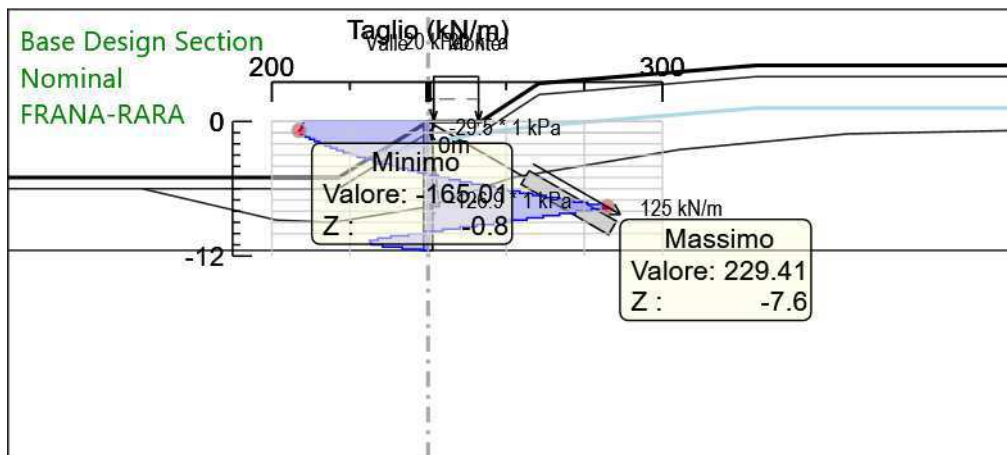
Design Assumption: Nominal
Stage: FRANA-frequente
Taglio

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 N.3

OS 140– Opere di sostegno dx dal km 16+147,61 al km 16+367,90– Relazione Geotecnica e di Calcolo

Grafico Taglio Nominal - Stage: FRANA-RARA



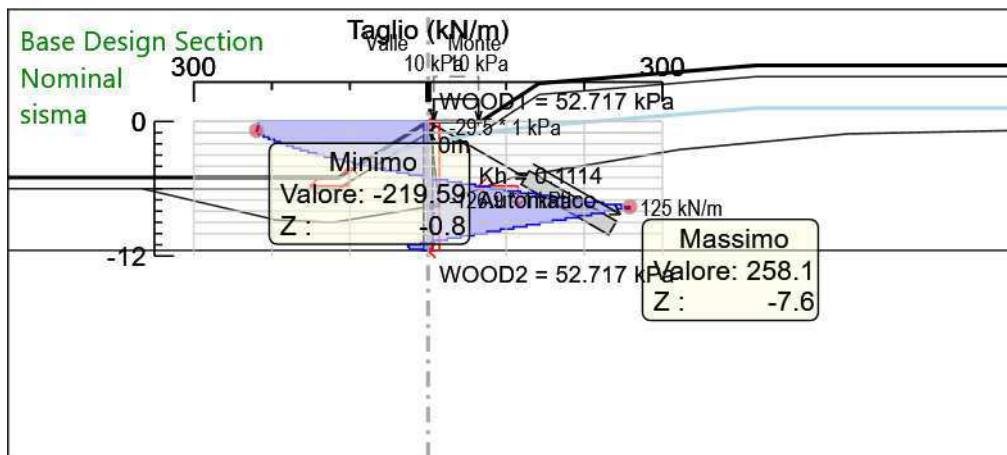
Design Assumption: Nominal
Stage: FRANA-RARA
Taglio

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 N.3

OS 140– Opere di sostegno dx dal km 16+147,61 al km 16+367,90– Relazione Geotecnica e di Calcolo

Grafico Taglio Nominal - Stage: sisma



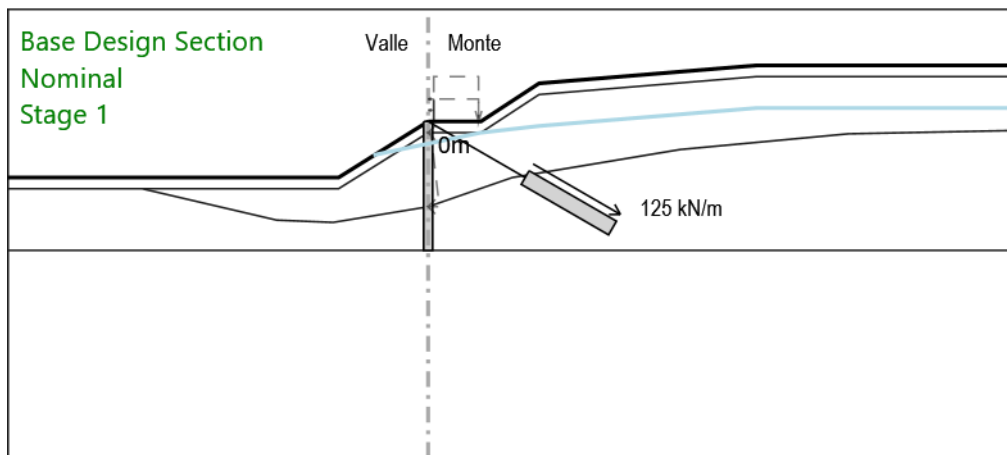
Design Assumption: Nominal
Stage: sisma
Taglio

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 N.3

OS 140– Opere di sostegno dx dal km 16+147,61 al km 16+367,90– Relazione Geotecnica e di Calcolo

Grafico Momento Nominal - Stage: Stage 1



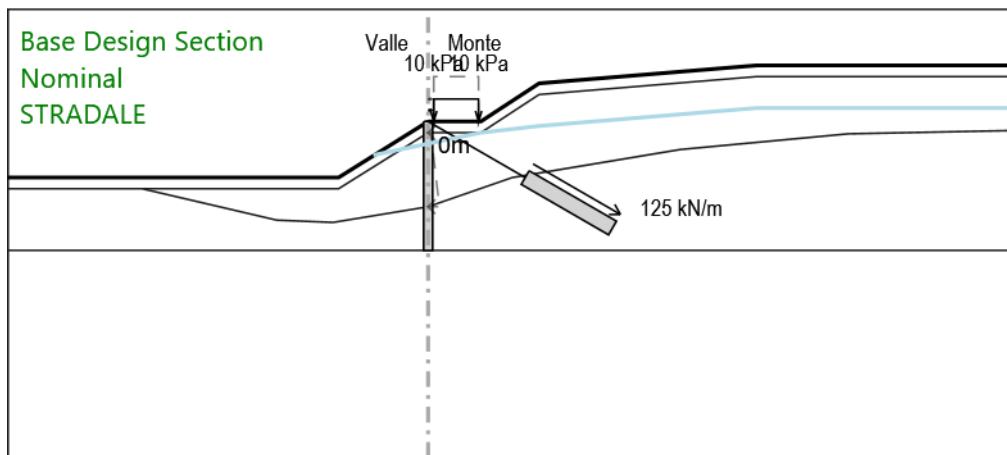
Design Assumption: Nominal
Stage: Stage 1
Momento

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 N.3

OS 140– Opere di sostegno dx dal km 16+147,61 al km 16+367,90– Relazione Geotecnica e di Calcolo

Grafico Momento Nominal - Stage: STRADALE



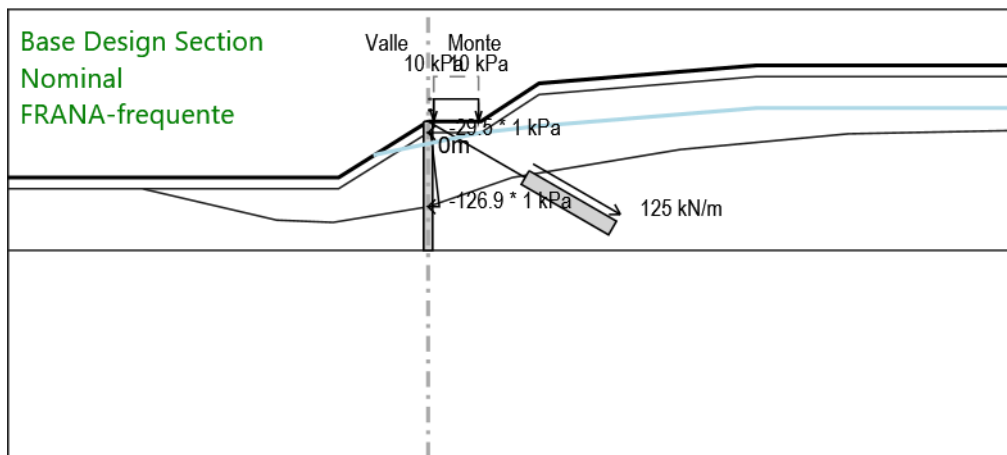
Design Assumption: Nominal
Stage: STRADALE
Momento

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 N.3

OS 140– Opere di sostegno dx dal km 16+147,61 al km 16+367,90– Relazione Geotecnica e di Calcolo

Grafico Momento Nominal - Stage: FRANA-frequente



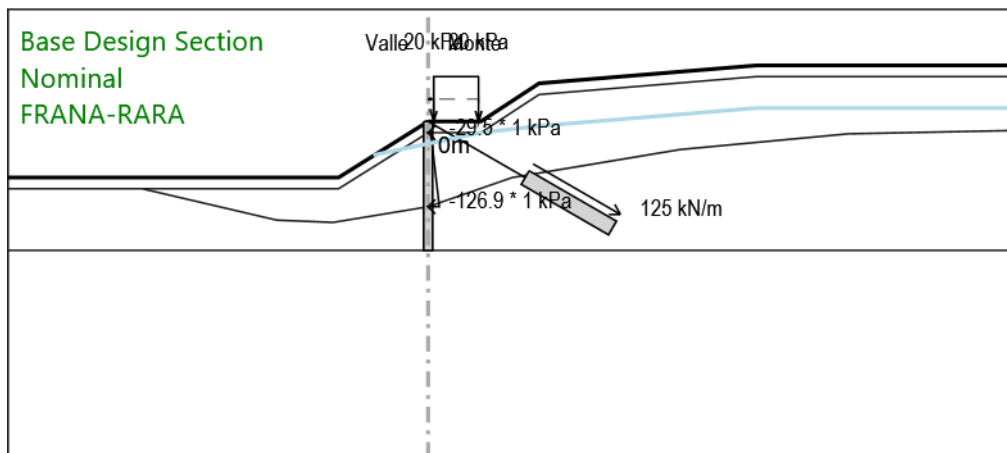
Design Assumption: Nominal
Stage: FRANA-frequente
Momento

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 N.3

OS 140– Opere di sostegno dx dal km 16+147,61 al km 16+367,90– Relazione Geotecnica e di Calcolo

Grafico Momento Nominal - Stage: FRANA-RARA



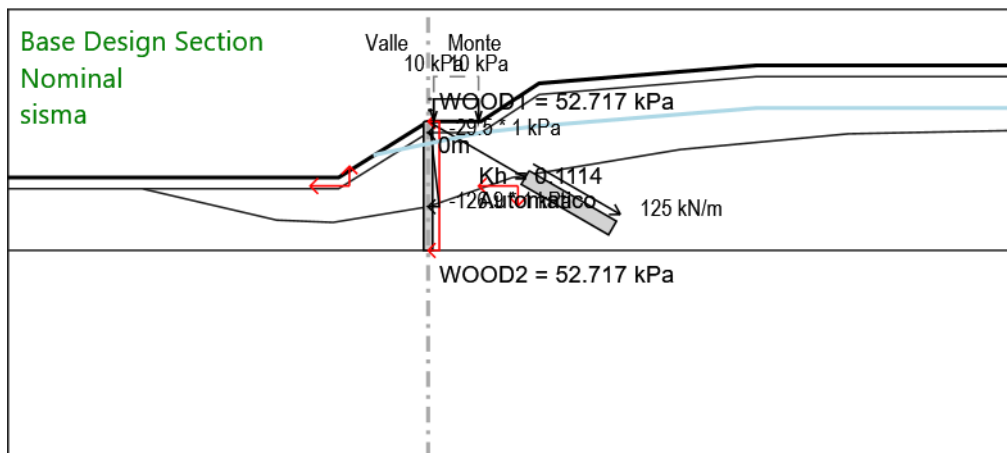
Design Assumption: Nominal
Stage: FRANA-RARA
Momento

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 N.3

OS 140– Opere di sostegno dx dal km 16+147,61 al km 16+367,90– Relazione Geotecnica e di Calcolo

Grafico Momento Nominal - Stage: sisma



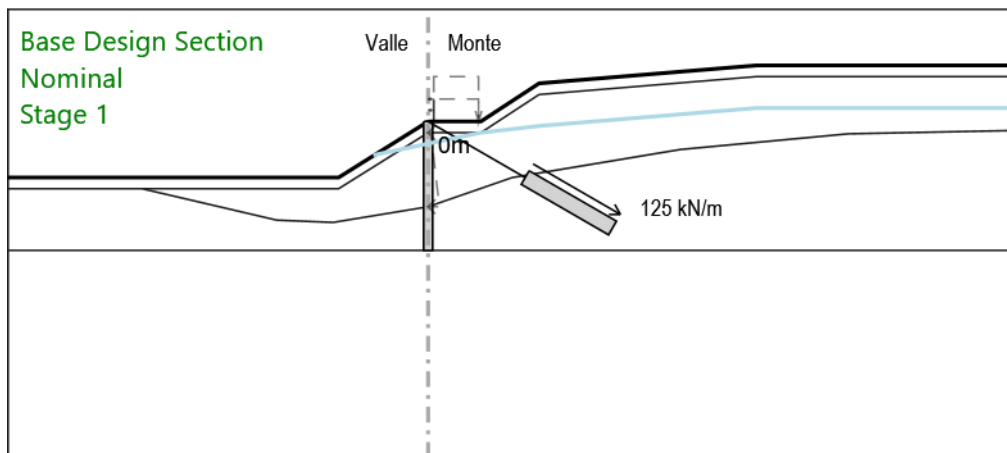
Design Assumption: Nominal
Stage: sisma
Momento

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 N.3

OS 140– Opere di sostegno dx dal km 16+147,61 al km 16+367,90– Relazione Geotecnica e di Calcolo

Grafico Taglio Nominal - Stage: Stage 1



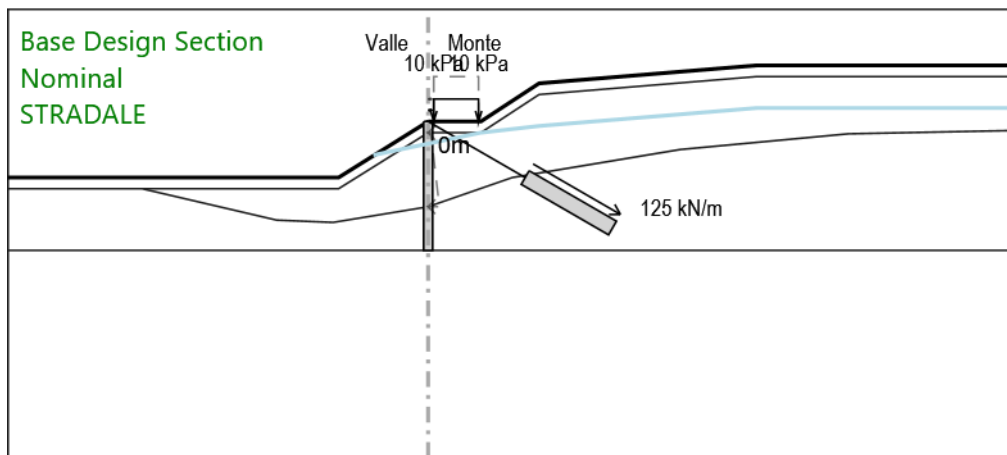
Design Assumption: Nominal
Stage: Stage 1
Taglio

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 N.3

OS 140– Opere di sostegno dx dal km 16+147,61 al km 16+367,90– Relazione Geotecnica e di Calcolo

Grafico Taglio Nominal - Stage: STRADALE



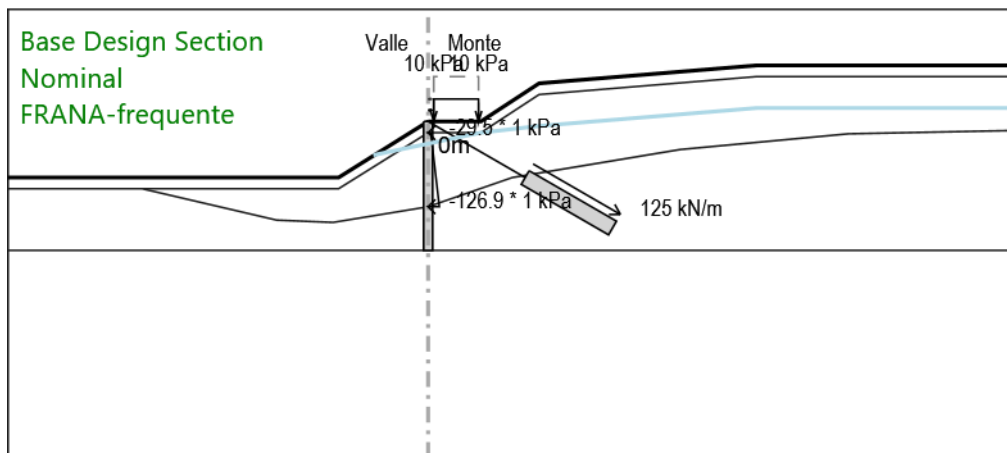
Design Assumption: Nominal
Stage: STRADALE
Taglio

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 N.3

OS 140– Opere di sostegno dx dal km 16+147,61 al km 16+367,90– Relazione Geotecnica e di Calcolo

Grafico Taglio Nominal - Stage: FRANA-frequente



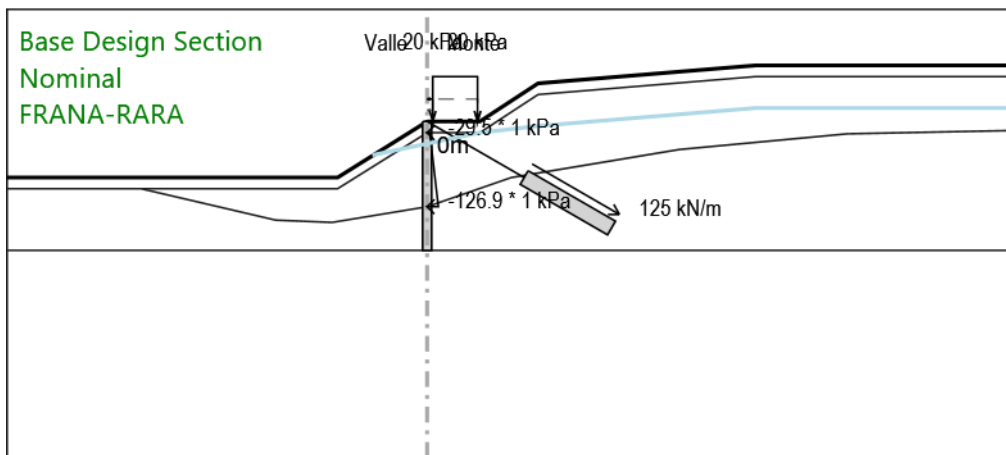
Design Assumption: Nominal
Stage: FRANA-frequente
Taglio

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 N.3

OS 140– Opere di sostegno dx dal km 16+147,61 al km 16+367,90– Relazione Geotecnica e di Calcolo

Grafico Taglio Nominal - Stage: FRANA-RARA



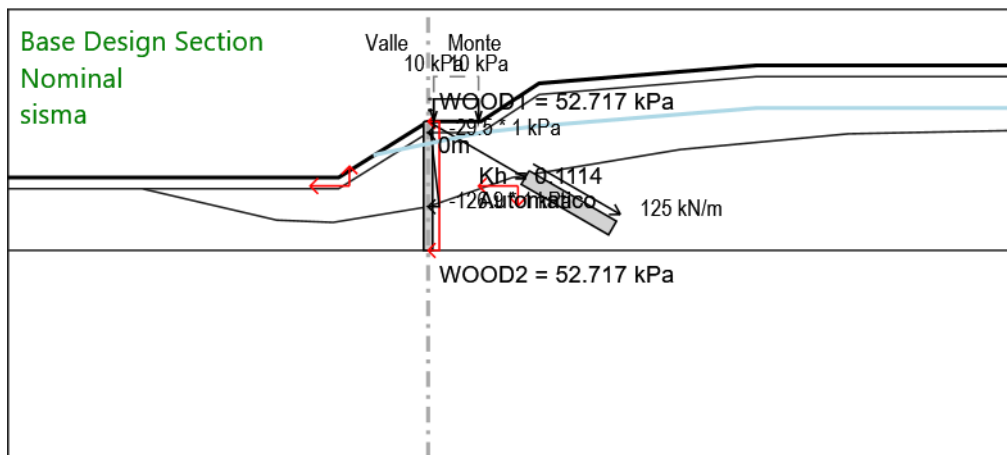
Design Assumption: Nominal
Stage: FRANA-RARA
Taglio

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 N.3

OS 140– Opere di sostegno dx dal km 16+147,61 al km 16+367,90– Relazione Geotecnica e di Calcolo

Grafico Taglio Nominal - Stage: sisma



Design Assumption: Nominal
Stage: sisma
Taglio

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 N.3

OS 140– Opere di sostegno dx dal km 16+147,61 al km 16+367,90– Relazione Geotecnica e di Calcolo

Risultati Elementi strutturali

Design Assumption: Nominal Sollecitazione Tieback

Stage	Forza (kN/m)
Stage 1	125
STRADALE	125.1717
FRANA-frequente	173.313
FRANA-RARA	184.6386
sisma	251.14

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 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 N.3

OS 140– Opere di sostegno dx dal km 16+147,61 al km 16+367,90– Relazione Geotecnica e di Calcolo

Descrizione Coefficienti Design Assumption

Nome	Carichi Permanenti Sfavorevoli (F_dead_load_unfavour)	Carichi Permanenti Favorevoli (F_dead_load_d_favour)	Carichi Variabili Sfavorevoli (F_live_load_unfavour)	Carichi Variabili Favorevoli (F_live_load_d_favour)	Carico Sismico (F_seis_m_load)	Pressioni Acqua Lato Monte (F_Wa)	Pressioni Acqua Lato Valle (F_Wat)	Carichi Permanenti Destabili (F_UPL_zzanti)	Carichi Permanenti Stabilizzanti (F_UPL_anti)	Carichi Variabili Destabili (F_UPL_QDStab)	Carichi Permanenti Destabili (F_HYD_zzanti)	Carichi Permanenti Stabilizzanti (F_HYD_anti)	Carichi Variabili Destabili (F_HYD_QDStab)
Simbolo	γ_G	γ_G	γ_Q	γ_Q	γ_{QE}	γ_G	γ_G	γ_{Gdst}	γ_{Gstb}	γ_{Qdst}	γ_{Gdst}	γ_{Gstb}	γ_{Qdst}
Nominal	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
NTC2018: SLE (Rara/Frequente/Quasi Permanente)	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1
NTC2018: A1+M1+R1 (R3 per tiranti)	1.3	1	1.5	1	0	1.3	1	1	1	1	1.3	0.9	1
NTC2018: A2+M2+R1	1	1	1.3	1	0	1	1	1	1	1	1.3	0.9	1
NTC2018: SISMICA STR	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
NTC2018: SISMICA GEO	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1.3	0.9	1

Nome	Parziale su $\tan(\phi')$ (F_Fr)	Parziale su c' (F_eff_cohe)	Parziale su Su (F_Su)	Parziale su qu (F_qu)	Parziale su peso specifico (F_gamma)
Simbolo	γ_ϕ	γ_c	γ_{cu}	γ_{qu}	γ_γ
Nominal	1	1	1	1	1
NTC2018: SLE (Rara/Frequente/Quasi Permanente)	1	1	1	1	1
NTC2018: A1+M1+R1 (R3 per tiranti)	1	1	1	1	1
NTC2018: A2+M2+R1	1.25	1.25	1.4	1	1
NTC2018: SISMICA STR	1	1	1	1	1
NTC2018: SISMICA GEO	1	1	1	1	1

Nome	Parziale resistenza terreno (es. Kp) (F_Soil_Res_walls)	Parziale resistenza Tiranti permanenti (F_Anch_P)	Parziale resistenza Tiranti temporanei (F_Anch_T)	Parziale elementi strutturali (F_wall)
Simbolo	γ_{Re}	γ_{ap}	γ_{at}	
Nominal	1	1	1	1
NTC2018: SLE (Rara/Frequente/Quasi Permanente)	1	1	1	1
NTC2018: A1+M1+R1 (R3 per tiranti)	1	1.2	1.1	1
NTC2018: A2+M2+R1	1	1.2	1.1	1
NTC2018: SISMICA STR	1	1.2	1.1	1
NTC2018: SISMICA GEO	1	1.2	1.1	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 N.3

OS 140– Opere di sostegno dx dal km 16+147,61 al km 16+367,90– Relazione Geotecnica e di Calcolo

Descrizione sintetica dei risultati delle Design Assumption (Inviluppi)

Tabella Inviluppi Momento WallElement

Design Assumption: Nominal	Inviluppi: Momento	Muro: WallElement
Z (m)	Lato sinistro (kN*m/m)	Lato destro (kN*m/m)
0	0	0
-0.2	43.475	0
-0.4	86.971	0
-0.6	130.549	0
-0.8	174.269	0
-1	218.187	0
-1.2	261.557	0
-1.4	303.693	0
-1.6	344.5	0
-1.8	383.886	0
-2	421.76	0
-2.2	458.018	0
-2.4	492.543	0
-2.6	525.22	0
-2.8	555.936	0
-3	584.576	0
-3.2	611.027	0
-3.4	635.176	0
-3.6	656.91	0
-3.8	676.117	0
-4	692.685	0
-4.2	706.502	0
-4.4	717.455	0
-4.6	725.433	0
-4.8	730.328	0
-5	732.034	0
-5.2	730.446	0
-5.4	725.456	0
-5.6	716.959	0
-5.8	704.847	0
-6	689.015	0
-6.2	669.354	0
-6.4	645.758	0
-6.6	618.119	0
-6.8	586.33	0
-7	550.283	0
-7.2	509.87	0
-7.4	464.984	0
-7.6	415.516	0
-7.8	363.896	0
-8	315.533	0
-8.2	270.438	0
-8.4	228.625	0
-8.6	190.106	3.07
-8.8	154.893	32.204
-9	122.999	57.769
-9.2	94.436	77.724
-9.4	69.215	92.025
-9.6	47.349	100.629
-9.8	28.85	103.494
-10	13.729	100.578
-10.2	6.543	91.837
-10.4	4.545	79.816
-10.6	2.947	63.598
-10.8	1.723	44.278
-11	0.848	25.258
-11.2	0.293	9.927

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 N.3

OS 140– Opere di sostegno dx dal km 16+147,61 al km 16+367,90– Relazione Geotecnica e di Calcolo

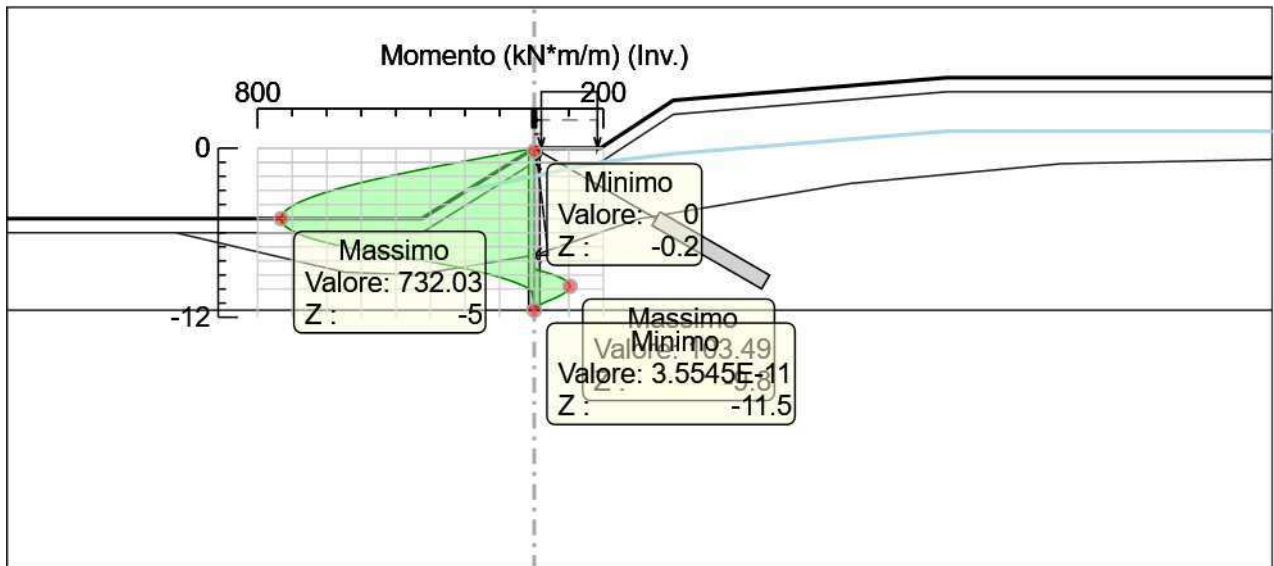
Design Assumption: Nominal	Inviluppi: Momento	Muro: WallElement
Z (m)	Lato sinistro (kN*m/m)	Lato destro (kN*m/m)
-11.4	0.031	1.183
-11.5	0	0

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 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 N.3

OS 140– Opere di sostegno dx dal km 16+147,61 al km 16+367,90– Relazione Geotecnica e di Calcolo

Grafico Involuppi Momento



Momento

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".

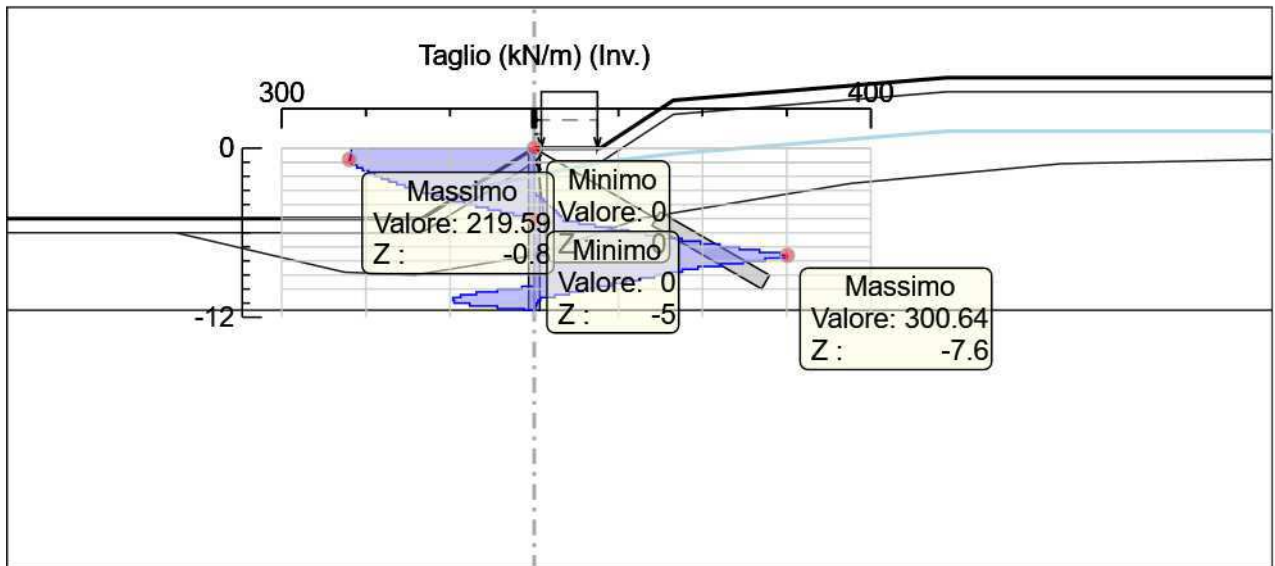
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE N.3

OS 140– Opere di sostegno dx dal km 16+147,61 al km 16+367,90– Relazione Geotecnica e di Calcolo

Tabella Involuppi Taglio WallElement

Design Assumption: Nominal	Involuppi: Taglio	Muro: WallElement
Z (m)	Lato sinistro (kN/m)	Lato destro (kN/m)
0	217.377	0
-0.2	217.479	0
-0.4	217.89	0
-0.6	218.6	0
-0.8	219.588	0
-1	219.588	0
-1.2	216.853	0
-1.4	210.68	0
-1.6	204.035	0
-1.8	196.929	0
-2	189.369	0
-2.2	181.291	0
-2.4	172.626	0
-2.6	163.387	0
-2.8	153.577	0
-3	143.199	0
-3.2	132.254	2.063
-3.4	120.745	7.02
-3.6	108.672	11.496
-3.8	96.036	15.521
-4	82.84	19.321
-4.2	69.083	23.095
-4.4	54.767	26.511
-4.6	39.891	29.57
-4.8	24.475	32.286
-5	8.531	34.894
-5.2	0	53.379
-5.4	0	72.395
-5.6	0	91.945
-5.8	0	112.03
-6	0	132.652
-6.2	0	153.812
-6.4	0	175.514
-6.6	0	197.756
-6.8	0	220.542
-7	0	243.872
-7.2	0	267.748
-7.4	0	292.17
-7.6	0	300.642
-7.8	0	300.642
-8	0	274.484
-8.2	0	248.084
-8.4	0	221.443
-8.6	0	194.562
-8.8	0	176.064
-9	0	159.471
-9.2	0	142.818
-9.4	0	126.103
-9.6	0	109.329
-9.8	14.582	92.496
-10	43.701	75.603
-10.2	68.666	58.652
-10.4	87.435	41.642
-10.6	96.599	24.574
-10.8	96.599	7.448
-11	95.1	4.377
-11.2	76.654	2.774
-11.4	43.721	1.309
-11.5	11.829	0.314

Grafico Involuppi Taglio



Taglio

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 N.3

OS 140– Opere di sostegno dx dal km 16+147,61 al km 16+367,90– Relazione Geotecnica e di Calcolo

Allegati

Design Assumption : Nominal - File di Paratie - File di input (.d)

```
* PARATIE ANALYSIS FOR DESIGN SECTION:Base Design Section USING ASSUMPTION: Nominal
* Time:lunedì 3 febbraio 2020 16:53:31
* 1: Defining general settings
UNIT m kN
TITLE New Project
DELTA 0.2
option param itemax 40
option control hinges 0 0.0001 0.001

* 2: Defining wall(s)
WALL Rightwall_10547 7.5 -11.5 0 -1

* 3: Defining surfaces for wall(s)
SOIL 1_L Rightwall_10547 -11.5 0 2 0
SOIL 1_R Rightwall_10547 -11.5 0 1 180

* 4: Defining soil layers
*
* Soil Profile (RILEVATO_2_8_R_0)
*
LDATA RILEVATO_2_8_R_0 5 Rightwall_10547
ATREST 0.5 0.5 1
WEIGHT 19 9 10
PERMEABILITY 0.0001
RESISTANCE 0 35 0 0 0
YOUNG 2E+04 4E+04
ENDDL
*
* Soil Profile (LSA_c_8207_159_R_0)
*
LDATA LSA_c_8207_159_R_0 -1 Rightwall_10547
ATREST 0.642 0.5 1
WEIGHT 20 10 10
PERMEABILITY 1E-07
RESISTANCE 0 21 0 0 0
YOUNG 5000 5000
ENDDL
*
* Soil Profile (AG_6342_8208_R_0)
*
LDATA AG_6342_8208_R_0 -7.6 Rightwall_10547
ATREST 0.5 0.5 1
WEIGHT 20 10 10
PERMEABILITY 1E-05
RESISTANCE 20 26 0 0 0
YOUNG 5E+04 5E+04
ENDDL

* 5: Defining structural materials
* Steel material: 108 Name=Fe360 E=206000200 kPa
MATERIAL Fe360_108 2.06E+08
* Concrete material: 104 Name=C25/30 E=31475800 kPa
MATERIAL C2530_104 3.148E+07
* Rebar material: 124 Name=acciaio armonico E=200100000 kPa
MATERIAL acciaioarmonico_124 2.001E+08

* 6: Defining structural elements
* 6.1: Beams and combined Wall Elements
BEAM WallElement_10821 Rightwall_10547 -11.5 0 C2530_104 0.5858 00 00 0

* 6.2: Supports
WIRE Tieback_11767 Rightwall_10547 0 acciaioarmonico_124 1.598E-05 125 150 0 0

* 6.3: Strips
STRIP Rightwall_10547 2 3 0.5 4 0 10 45
STRIP Rightwall_10547 5 5 0.5 4 0 10 45
STRIP Rightwall_10547 4 4 0.5 4 0 20 45

* 7: Defining Steps
```

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 N.3

OS 140– Opere di sostegno dx dal km 16+147,61 al km 16+367,90– Relazione Geotecnica e di Calcolo

```
STEP Stage1_31
CHANGE RILEVATO_2_8_R_0 U-FRICT=35 Rightwall_10547
CHANGE RILEVATO_2_8_R_0 D-FRICT=35 Rightwall_10547
CHANGE RILEVATO_2_8_R_0 U-KA=0.271 Rightwall_10547
CHANGE RILEVATO_2_8_R_0 U-KP=5.879 Rightwall_10547
CHANGE RILEVATO_2_8_R_0 D-KA=0.21 Rightwall_10547
CHANGE RILEVATO_2_8_R_0 D-KP=1.002 Rightwall_10547
CHANGE LSA_c_8207_159_R_0 U-FRICT=21 Rightwall_10547
CHANGE LSA_c_8207_159_R_0 D-FRICT=21 Rightwall_10547
CHANGE LSA_c_8207_159_R_0 U-KA=0.476 Rightwall_10547
CHANGE LSA_c_8207_159_R_0 U-KP=3.342 Rightwall_10547
CHANGE LSA_c_8207_159_R_0 D-KA=0.349 Rightwall_10547
CHANGE LSA_c_8207_159_R_0 D-KP=0.848 Rightwall_10547
CHANGE AG_6342_8208_R_0 U-FRICT=26 Rightwall_10547
CHANGE AG_6342_8208_R_0 D-FRICT=26 Rightwall_10547
CHANGE AG_6342_8208_R_0 U-KA=0.428 Rightwall_10547
CHANGE AG_6342_8208_R_0 U-KP=4.476 Rightwall_10547
CHANGE AG_6342_8208_R_0 D-KA=0.292 Rightwall_10547
CHANGE AG_6342_8208_R_0 D-KP=0.855 Rightwall_10547
CHANGE RILEVATO_2_8_R_0 U-COHE=0 Rightwall_10547
CHANGE RILEVATO_2_8_R_0 U-ADHES=0 Rightwall_10547
CHANGE RILEVATO_2_8_R_0 D-COHE=0 Rightwall_10547
CHANGE RILEVATO_2_8_R_0 D-ADHES=0 Rightwall_10547
CHANGE LSA_c_8207_159_R_0 U-COHE=0 Rightwall_10547
CHANGE LSA_c_8207_159_R_0 U-ADHES=0 Rightwall_10547
CHANGE LSA_c_8207_159_R_0 D-COHE=0 Rightwall_10547
CHANGE LSA_c_8207_159_R_0 D-ADHES=0 Rightwall_10547
CHANGE AG_6342_8208_R_0 U-COHE=20 Rightwall_10547
CHANGE AG_6342_8208_R_0 U-ADHES=0 Rightwall_10547
CHANGE AG_6342_8208_R_0 D-COHE=20 Rightwall_10547
CHANGE AG_6342_8208_R_0 D-ADHES=0 Rightwall_10547
SETWALL Rightwall_10547
GEOM 0 0
WATER -1.936 0.08727 -11.5 0 0
ADD WallElement_10821 Tieback_11767
ENDSTEP

STEP STRADALE_11522
SETWALL Rightwall_10547
GEOM 0 0
WATER -1.936 0.08727 -11.5 0 0
ENDSTEP

STEP FRANA-frequente_11769
SETWALL Rightwall_10547
GEOM 0 0
WATER -1.936 0.08727 -11.5 0 0
LOAD constant Rightwall_10547 -7.6 -126.9 -1 -29.5
ENDSTEP

STEP FRANA-RARA_13900
SETWALL Rightwall_10547
GEOM 0 0
WATER -1.936 0.08727 -11.5 0 0
ENDSTEP

STEP sisma_12479
SETWALL Rightwall_10547
GEOM 0 0
WATER -1.936 0.08727 -11.5 0 0
CHANGE RILEVATO_2_8_R_0 U-KAED=0.3494 Rightwall_10547
CHANGE RILEVATO_2_8_R_0 U-KAEW=0.436 Rightwall_10547
CHANGE RILEVATO_2_8_R_0 U-KPED=5.816 Rightwall_10547
CHANGE RILEVATO_2_8_R_0 U-KPEW=5.277 Rightwall_10547
CHANGE RILEVATO_2_8_R_0 D-KAED=0.237 Rightwall_10547
CHANGE RILEVATO_2_8_R_0 D-KAEW=0.2861 Rightwall_10547
CHANGE RILEVATO_2_8_R_0 D-KPED=0.8008 Rightwall_10547
CHANGE RILEVATO_2_8_R_0 D-KPEW=0.8008 Rightwall_10547
CHANGE LSA_c_8207_159_R_0 U-KAED=0.5912 Rightwall_10547
CHANGE LSA_c_8207_159_R_0 U-KAEW=0.7094 Rightwall_10547
CHANGE LSA_c_8207_159_R_0 U-KPED=3.439 Rightwall_10547
CHANGE LSA_c_8207_159_R_0 U-KPEW=3.274 Rightwall_10547
CHANGE LSA_c_8207_159_R_0 D-KAED=0.3721 Rightwall_10547
CHANGE LSA_c_8207_159_R_0 D-KAEW=0.4202 Rightwall_10547
CHANGE LSA_c_8207_159_R_0 D-KPED=0.8008 Rightwall_10547
CHANGE LSA_c_8207_159_R_0 D-KPEW=0.8008 Rightwall_10547
CHANGE AG_6342_8208_R_0 U-KAED=0.55 Rightwall_10547
CHANGE AG_6342_8208_R_0 U-KAEW=0.6883 Rightwall_10547
CHANGE AG_6342_8208_R_0 U-KPED=4.58 Rightwall_10547
CHANGE AG_6342_8208_R_0 U-KPEW=4.351 Rightwall_10547
CHANGE AG_6342_8208_R_0 D-KAED=0.3182 Rightwall_10547
CHANGE AG_6342_8208_R_0 D-KAEW=0.3654 Rightwall_10547
CHANGE AG_6342_8208_R_0 D-KPED=0.8074 Rightwall_10547
CHANGE AG_6342_8208_R_0 D-KPEW=0.8074 Rightwall_10547
EQK 0.1114 0.0557 -0.0557 0 0.5 -32.01 0.5 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 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 N.3

OS 140– Opere di sostegno dx dal km 16+147,61 al km 16+367,90– Relazione Geotecnica e di Calcolo

```
WOOD 52.72 52.72 -11.5 0
* Include pressure contribution from wall: Rightwall_10547
* Include wall contribution
DLOAD step Rightwall_10547 -11.5 -1.167 0 -1.167
ENDSTEP
```

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 N.3

OS 140– Opere di sostegno dx dal km 16+147,61 al km 16+367,90– Relazione Geotecnica e di Calcolo

Design Assumption : NTC2018: SLE (Rara/Frequente/Quasi Permanente) - File di Paratie - File di input (.d)

```
* PARATIE ANALYSIS FOR DESIGN SECTION:Base Design Section USING ASSUMPTION: NTC2018: SLE (Rara/Frequente/Quasi Permanente)
* Time:lunedì 3 febbraio 2020 16:53:35
* 1: Defining general settings
UNIT m kN
TITLE New Project
DELTA 0.2
option param itemax 40
option control hinges 0 0.0001 0.001

* 2: Defining wall(s)
WALL Rightwall_10547 7.5 -11.5 0 -1

* 3: Defining surfaces for wall(s)
SOIL 1_L Rightwall_10547 -11.5 0 2 0
SOIL 1_R Rightwall_10547 -11.5 0 1 180

* 4: Defining soil layers
*
* Soil Profile (RILEVATO_2_8_R_0)
*
LDATA RILEVATO_2_8_R_0 5 Rightwall_10547
ATREST 0.5 0.5 1
WEIGHT 19 9 10
PERMEABILITY 0.0001
RESISTANCE 0 35 0 0 0
YOUNG 2E+04 4E+04
ENDDL
*
* Soil Profile (LSA_c_8207_159_R_0)
*
LDATA LSA_c_8207_159_R_0 -1 Rightwall_10547
ATREST 0.642 0.5 1
WEIGHT 20 10 10
PERMEABILITY 1E-07
RESISTANCE 0 21 0 0 0
YOUNG 5000 5000
ENDDL
*
* Soil Profile (AG_6342_8208_R_0)
*
LDATA AG_6342_8208_R_0 -7.6 Rightwall_10547
ATREST 0.5 0.5 1
WEIGHT 20 10 10
PERMEABILITY 1E-05
RESISTANCE 20 26 0 0 0
YOUNG 5E+04 5E+04
ENDDL

* 5: Defining structural materials
* Steel material: 108 Name=Fe360 E=206000200 kPa
MATERIAL Fe360_108 2.06E+08
* Concrete material: 104 Name=C25/30 E=31475800 kPa
MATERIAL C2530_104 3.148E+07
* Rebar material: 124 Name=acciaio armonico E=200100000 kPa
MATERIAL acciaioarmonico_124 2.001E+08

* 6: Defining structural elements
* 6.1: Beams and combined Wall Elements
BEAM WallElement_10821 Rightwall_10547 -11.5 0 C2530_104 0.5858 00 00 0

* 6.2: Supports
WIRE Tieback_11767 Rightwall_10547 0 acciaioarmonico_124 1.598E-05 125 150 0 0

* 6.3: Strips
STRIP Rightwall_10547 2 3 0.5 4 0 10 45
STRIP Rightwall_10547 5 5 0.5 4 0 10 45
STRIP Rightwall_10547 4 4 0.5 4 0 20 45

* 7: Defining Steps
STEP Stagel_31
CHANGE RILEVATO_2_8_R_0 U-FRICT=35 Rightwall_10547
```

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 N.3

OS 140– Opere di sostegno dx dal km 16+147,61 al km 16+367,90– Relazione Geotecnica e di Calcolo

```
CHANGE RILEVATO_2_8_R_0 D-FRICT=35 Rightwall_10547
CHANGE RILEVATO_2_8_R_0 U-KA=0.271 Rightwall_10547
CHANGE RILEVATO_2_8_R_0 U-KP=5.879 Rightwall_10547
CHANGE RILEVATO_2_8_R_0 D-KA=0.21 Rightwall_10547
CHANGE RILEVATO_2_8_R_0 D-KP=1.002 Rightwall_10547
CHANGE LSA_c_8207_159_R_0 U-FRICT=21 Rightwall_10547
CHANGE LSA_c_8207_159_R_0 D-FRICT=21 Rightwall_10547
CHANGE LSA_c_8207_159_R_0 U-KA=0.476 Rightwall_10547
CHANGE LSA_c_8207_159_R_0 U-KP=3.342 Rightwall_10547
CHANGE LSA_c_8207_159_R_0 D-KA=0.349 Rightwall_10547
CHANGE LSA_c_8207_159_R_0 D-KP=0.848 Rightwall_10547
CHANGE AG_6342_8208_R_0 U-FRICT=26 Rightwall_10547
CHANGE AG_6342_8208_R_0 D-FRICT=26 Rightwall_10547
CHANGE AG_6342_8208_R_0 U-KA=0.428 Rightwall_10547
CHANGE AG_6342_8208_R_0 U-KP=4.476 Rightwall_10547
CHANGE AG_6342_8208_R_0 D-KA=0.292 Rightwall_10547
CHANGE AG_6342_8208_R_0 D-KP=0.855 Rightwall_10547
CHANGE RILEVATO_2_8_R_0 U-COHE=0 Rightwall_10547
CHANGE RILEVATO_2_8_R_0 U-ADHES=0 Rightwall_10547
CHANGE RILEVATO_2_8_R_0 D-COHE=0 Rightwall_10547
CHANGE RILEVATO_2_8_R_0 D-ADHES=0 Rightwall_10547
CHANGE LSA_c_8207_159_R_0 U-COHE=0 Rightwall_10547
CHANGE LSA_c_8207_159_R_0 U-ADHES=0 Rightwall_10547
CHANGE LSA_c_8207_159_R_0 D-COHE=0 Rightwall_10547
CHANGE LSA_c_8207_159_R_0 D-ADHES=0 Rightwall_10547
CHANGE AG_6342_8208_R_0 U-COHE=20 Rightwall_10547
CHANGE AG_6342_8208_R_0 U-ADHES=0 Rightwall_10547
CHANGE AG_6342_8208_R_0 D-COHE=20 Rightwall_10547
CHANGE AG_6342_8208_R_0 D-ADHES=0 Rightwall_10547
SETWALL Rightwall_10547
GEOM 0 0
WATER -1.936 0.08727 -11.5 0 0
ADD WallElement_10821 Tieback_11767
ENDSTEP

STEP STRADALE_11522
SETWALL Rightwall_10547
GEOM 0 0
WATER -1.936 0.08727 -11.5 0 0
ENDSTEP

STEP FRANA-frequente_11769
SETWALL Rightwall_10547
GEOM 0 0
WATER -1.936 0.08727 -11.5 0 0
DLOAD constant Rightwall_10547 -7.6 -126.9 -1 -29.5
ENDSTEP

STEP FRANA-RARA_13900
SETWALL Rightwall_10547
GEOM 0 0
WATER -1.936 0.08727 -11.5 0 0
ENDSTEP

STEP sisma_12479
SETWALL Rightwall_10547
GEOM 0 0
WATER -1.936 0.08727 -11.5 0 0
ENDSTEP
```

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 N.3

OS 140– Opere di sostegno dx dal km 16+147,61 al km 16+367,90– Relazione Geotecnica e di Calcolo

Design Assumption : NTC2018: A1+M1+R1 (R3 per tiranti) - File di Paratie - File di input (.d)

```
* PARATIE ANALYSIS FOR DESIGN SECTION:Base Design Section USING ASSUMPTION: NTC2018: A1+M1+R1 (R3 per tiranti)
* Time:lunedì 3 febbraio 2020 16:53:38
* 1: Defining general settings
UNIT m kN
TITLE New Project
DELTA 0.2
option param itemax 40
option control hinges 0 0.0001 0.001

* 2: Defining wall(s)
WALL Rightwall_10547 7.5 -11.5 0 -1

* 3: Defining surfaces for wall(s)
SOIL 1_L Rightwall_10547 -11.5 0 2 0
SOIL 1_R Rightwall_10547 -11.5 0 1 180

* 4: Defining soil layers
*
* Soil Profile (RILEVATO_2_8_R_0)
*
LDATA RILEVATO_2_8_R_0 5 Rightwall_10547
ATREST 0.5 0.5 1
WEIGHT 19 9 10
PERMEABILITY 0.0001
RESISTANCE 0 35 0 0 0
YOUNG 2E+04 4E+04
ENDDL
*
* Soil Profile (LSA_c_8207_159_R_0)
*
LDATA LSA_c_8207_159_R_0 -1 Rightwall_10547
ATREST 0.642 0.5 1
WEIGHT 20 10 10
PERMEABILITY 1E-07
RESISTANCE 0 21 0 0 0
YOUNG 5000 5000
ENDDL
*
* Soil Profile (AG_6342_8208_R_0)
*
LDATA AG_6342_8208_R_0 -7.6 Rightwall_10547
ATREST 0.5 0.5 1
WEIGHT 20 10 10
PERMEABILITY 1E-05
RESISTANCE 20 26 0 0 0
YOUNG 5E+04 5E+04
ENDDL

* 5: Defining structural materials
* Steel material: 108 Name=Fe360 E=206000200 kPa
MATERIAL Fe360_108 2.06E+08
* Concrete material: 104 Name=C25/30 E=31475800 kPa
MATERIAL C2530_104 3.148E+07
* Rebar material: 124 Name=acciaio armonico E=200100000 kPa
MATERIAL acciaioarmonico_124 2.001E+08

* 6: Defining structural elements
* 6.1: Beams and combined Wall Elements
BEAM WallElement_10821 Rightwall_10547 -11.5 0 C2530_104 0.5858 00 00 0

* 6.2: Supports
WIRE Tieback_11767 Rightwall_10547 0 acciaioarmonico_124 1.598E-05 125 150 0 0

* 6.3: Strips
STRIP Rightwall_10547 2 3 0.5 4 0 11.54 45
STRIP Rightwall_10547 5 5 0.5 4 0 11.54 45
STRIP Rightwall_10547 4 4 0.5 4 0 23.08 45

* 7: Defining Steps
STEP Stagel_31
CHANGE RILEVATO_2_8_R_0 U-FRICT=35 Rightwall_10547
```


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 N.3

OS 140– Opere di sostegno dx dal km 16+147,61 al km 16+367,90– Relazione Geotecnica e di Calcolo

```
CHANGE RILEVATO_2_8_R_0 D-FRICT=35 Rightwall_10547
CHANGE RILEVATO_2_8_R_0 U-KA=0.271 Rightwall_10547
CHANGE RILEVATO_2_8_R_0 U-KP=5.879 Rightwall_10547
CHANGE RILEVATO_2_8_R_0 D-KA=0.21 Rightwall_10547
CHANGE RILEVATO_2_8_R_0 D-KP=1.002 Rightwall_10547
CHANGE LSA_c_8207_159_R_0 U-FRICT=21 Rightwall_10547
CHANGE LSA_c_8207_159_R_0 D-FRICT=21 Rightwall_10547
CHANGE LSA_c_8207_159_R_0 U-KA=0.476 Rightwall_10547
CHANGE LSA_c_8207_159_R_0 U-KP=3.342 Rightwall_10547
CHANGE LSA_c_8207_159_R_0 D-KA=0.349 Rightwall_10547
CHANGE LSA_c_8207_159_R_0 D-KP=0.848 Rightwall_10547
CHANGE AG_6342_8208_R_0 U-FRICT=26 Rightwall_10547
CHANGE AG_6342_8208_R_0 D-FRICT=26 Rightwall_10547
CHANGE AG_6342_8208_R_0 U-KA=0.428 Rightwall_10547
CHANGE AG_6342_8208_R_0 U-KP=4.476 Rightwall_10547
CHANGE AG_6342_8208_R_0 D-KA=0.292 Rightwall_10547
CHANGE AG_6342_8208_R_0 D-KP=0.855 Rightwall_10547
CHANGE RILEVATO_2_8_R_0 U-COHE=0 Rightwall_10547
CHANGE RILEVATO_2_8_R_0 U-ADHES=0 Rightwall_10547
CHANGE RILEVATO_2_8_R_0 D-COHE=0 Rightwall_10547
CHANGE RILEVATO_2_8_R_0 D-ADHES=0 Rightwall_10547
CHANGE LSA_c_8207_159_R_0 U-COHE=0 Rightwall_10547
CHANGE LSA_c_8207_159_R_0 U-ADHES=0 Rightwall_10547
CHANGE LSA_c_8207_159_R_0 D-COHE=0 Rightwall_10547
CHANGE LSA_c_8207_159_R_0 D-ADHES=0 Rightwall_10547
CHANGE AG_6342_8208_R_0 U-COHE=20 Rightwall_10547
CHANGE AG_6342_8208_R_0 U-ADHES=0 Rightwall_10547
CHANGE AG_6342_8208_R_0 D-COHE=20 Rightwall_10547
CHANGE AG_6342_8208_R_0 D-ADHES=0 Rightwall_10547
SETWALL Rightwall_10547
GEOM 0 0
WATER -1.936 0.08727 -11.5 0 0
ADD WallElement_10821 Tieback_11767
ENDSTEP

STEP STRADALE_11522
SETWALL Rightwall_10547
GEOM 0 0
WATER -1.936 0.08727 -11.5 0 0
ENDSTEP

STEP FRANA-frequente_11769
SETWALL Rightwall_10547
GEOM 0 0
WATER -1.936 0.08727 -11.5 0 0
DLOAD constant Rightwall_10547 -7.6 -126.9 -1 -29.5
ENDSTEP

STEP FRANA-RARA_13900
SETWALL Rightwall_10547
GEOM 0 0
WATER -1.936 0.08727 -11.5 0 0
ENDSTEP

STEP sisma_12479
SETWALL Rightwall_10547
GEOM 0 0
WATER -1.936 0.08727 -11.5 0 0
ENDSTEP
```

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 N.3

OS 140– Opere di sostegno dx dal km 16+147,61 al km 16+367,90– Relazione Geotecnica e di Calcolo

Design Assumption : NTC2018: A2+M2+R1 - File di Paratie - File di input (.d)

```
* PARATIE ANALYSIS FOR DESIGN SECTION:Base Design Section USING ASSUMPTION: NTC2018: A2+M2+R1
* Time:lunedì 3 febbraio 2020 16:53:42
* 1: Defining general settings
UNIT m kN
TITLE New Project
DELTA 0.2
option param itemax 40
option control hinges 0 0.0001 0.001

* 2: Defining wall(s)
WALL Rightwall_10547 7.5 -11.5 0 -1

* 3: Defining surfaces for wall(s)
SOIL 1_L Rightwall_10547 -11.5 0 2 0
SOIL 1_R Rightwall_10547 -11.5 0 1 180

* 4: Defining soil layers
*
* Soil Profile (RILEVATO_2_8_R_0)
*
LDATA RILEVATO_2_8_R_0 5 Rightwall_10547
ATREST 0.5 0.5 1
WEIGHT 19 9 10
PERMEABILITY 0.0001
RESISTANCE 0 35 0 0 0
YOUNG 2E+04 4E+04
ENDDL
*
* Soil Profile (LSA_c_8207_159_R_0)
*
LDATA LSA_c_8207_159_R_0 -1 Rightwall_10547
ATREST 0.642 0.5 1
WEIGHT 20 10 10
PERMEABILITY 1E-07
RESISTANCE 0 21 0 0 0
YOUNG 5000 5000
ENDDL
*
* Soil Profile (AG_6342_8208_R_0)
*
LDATA AG_6342_8208_R_0 -7.6 Rightwall_10547
ATREST 0.5 0.5 1
WEIGHT 20 10 10
PERMEABILITY 1E-05
RESISTANCE 20 26 0 0 0
YOUNG 5E+04 5E+04
ENDDL

* 5: Defining structural materials
* Steel material: 108 Name=Fe360 E=206000200 kPa
MATERIAL Fe360_108 2.06E+08
* Concrete material: 104 Name=C25/30 E=31475800 kPa
MATERIAL C2530_104 3.148E+07
* Rebar material: 124 Name=acciaio armonico E=200100000 kPa
MATERIAL acciaioarmonico_124 2.001E+08

* 6: Defining structural elements
* 6.1: Beams and combined Wall Elements
BEAM WallElement_10821 Rightwall_10547 -11.5 0 C2530_104 0.5858 00 00 0

* 6.2: Supports
WIRE Tieback_11767 Rightwall_10547 0 acciaioarmonico_124 1.598E-05 125 150 0 0

* 6.3: Strips
STRIP Rightwall_10547 2 3 0.5 4 0 13 45
STRIP Rightwall_10547 5 5 0.5 4 0 13 45
STRIP Rightwall_10547 4 4 0.5 4 0 26 45

* 7: Defining Steps
STEP Stage1_31
CHANGE RILEVATO_2_8_R_0 U-FRICT=29.26 Rightwall_10547
CHANGE RILEVATO_2_8_R_0 D-FRICT=29.26 Rightwall_10547
CHANGE RILEVATO_2_8_R_0 U-KA=0.343 Rightwall_10547
```

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 N.3

OS 140– Opere di sostegno dx dal km 16+147,61 al km 16+367,90– Relazione Geotecnica e di Calcolo

```
CHANGE RILEVATO_2_8_R_0 U-KP=4.102 Rightwall_10547
CHANGE RILEVATO_2_8_R_0 D-KA=0.26 Rightwall_10547
CHANGE RILEVATO_2_8_R_0 D-KP=0.848 Rightwall_10547
CHANGE LSA_c_8207_159_R_0 U-FRICT=17.07 Rightwall_10547
CHANGE LSA_c_8207_159_R_0 D-FRICT=17.07 Rightwall_10547
CHANGE LSA_c_8207_159_R_0 U-KA=0.551 Rightwall_10547
CHANGE LSA_c_8207_159_R_0 U-KP=2.644 Rightwall_10547
CHANGE LSA_c_8207_159_R_0 D-KA=0.4 Rightwall_10547
CHANGE LSA_c_8207_159_R_0 D-KP=0.848 Rightwall_10547
CHANGE AG_6342_8208_R_0 U-FRICT=21.32 Rightwall_10547
CHANGE AG_6342_8208_R_0 D-FRICT=21.32 Rightwall_10547
CHANGE AG_6342_8208_R_0 U-KA=0.517 Rightwall_10547
CHANGE AG_6342_8208_R_0 U-KP=3.353 Rightwall_10547
CHANGE AG_6342_8208_R_0 D-KA=0.345 Rightwall_10547
CHANGE AG_6342_8208_R_0 D-KP=0.855 Rightwall_10547
CHANGE RILEVATO_2_8_R_0 U-COHE=0 Rightwall_10547
CHANGE RILEVATO_2_8_R_0 U-ADHES=0 Rightwall_10547
CHANGE RILEVATO_2_8_R_0 D-COHE=0 Rightwall_10547
CHANGE RILEVATO_2_8_R_0 D-ADHES=0 Rightwall_10547
CHANGE LSA_c_8207_159_R_0 U-COHE=0 Rightwall_10547
CHANGE LSA_c_8207_159_R_0 U-ADHES=0 Rightwall_10547
CHANGE LSA_c_8207_159_R_0 D-COHE=0 Rightwall_10547
CHANGE LSA_c_8207_159_R_0 D-ADHES=0 Rightwall_10547
CHANGE AG_6342_8208_R_0 U-COHE=16 Rightwall_10547
CHANGE AG_6342_8208_R_0 U-ADHES=0 Rightwall_10547
CHANGE AG_6342_8208_R_0 D-COHE=16 Rightwall_10547
CHANGE AG_6342_8208_R_0 D-ADHES=0 Rightwall_10547
SETWALL Rightwall_10547
GEOM 0 0
WATER -1.936 0.08727 -11.5 0 0
ADD WallElement_10821 Tieback_11767
ENDSTEP

STEP STRADALE_11522
SETWALL Rightwall_10547
GEOM 0 0
WATER -1.936 0.08727 -11.5 0 0
ENDSTEP

STEP FRANA-frequente_11769
SETWALL Rightwall_10547
GEOM 0 0
WATER -1.936 0.08727 -11.5 0 0
DLOAD constant Rightwall_10547 -7.6 -126.9 -1 -29.5
ENDSTEP

STEP FRANA-RARA_13900
SETWALL Rightwall_10547
GEOM 0 0
WATER -1.936 0.08727 -11.5 0 0
ENDSTEP

STEP sisma_12479
SETWALL Rightwall_10547
GEOM 0 0
WATER -1.936 0.08727 -11.5 0 0
ENDSTEP
```

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 N.3

OS 140– Opere di sostegno dx dal km 16+147,61 al km 16+367,90– Relazione Geotecnica e di Calcolo

Design Assumption : NTC2018: SISMICA STR - File di Paratie - File di input (.d)

```
* PARATIE ANALYSIS FOR DESIGN SECTION:Base Design Section USING ASSUMPTION: NTC2018: SISMICA STR
* Time:lunedì 3 febbraio 2020 16:53:45
* 1: Defining general settings
UNIT m kN
TITLE New Project
DELTA 0.2
option param itemax 40
option control hinges 0 0.0001 0.001

* 2: Defining wall(s)
WALL Rightwall_10547 7.5 -11.5 0 -1

* 3: Defining surfaces for wall(s)
SOIL 1_L Rightwall_10547 -11.5 0 2 0
SOIL 1_R Rightwall_10547 -11.5 0 1 180

* 4: Defining soil layers
*
* Soil Profile (RILEVATO_2_8_R_0)
*
LDATA RILEVATO_2_8_R_0 5 Rightwall_10547
ATREST 0.5 0.5 1
WEIGHT 19 9 10
PERMEABILITY 0.0001
RESISTANCE 0 35 0 0 0
YOUNG 2E+04 4E+04
ENDDL
*
* Soil Profile (LSA_c_8207_159_R_0)
*
LDATA LSA_c_8207_159_R_0 -1 Rightwall_10547
ATREST 0.642 0.5 1
WEIGHT 20 10 10
PERMEABILITY 1E-07
RESISTANCE 0 21 0 0 0
YOUNG 5000 5000
ENDDL
*
* Soil Profile (AG_6342_8208_R_0)
*
LDATA AG_6342_8208_R_0 -7.6 Rightwall_10547
ATREST 0.5 0.5 1
WEIGHT 20 10 10
PERMEABILITY 1E-05
RESISTANCE 20 26 0 0 0
YOUNG 5E+04 5E+04
ENDDL

* 5: Defining structural materials
* Steel material: 108 Name=Fe360 E=206000200 kPa
MATERIAL Fe360_108 2.06E+08
* Concrete material: 104 Name=C25/30 E=31475800 kPa
MATERIAL C2530_104 3.148E+07
* Rebar material: 124 Name=acciaio armonico E=200100000 kPa
MATERIAL acciaioarmonico_124 2.001E+08

* 6: Defining structural elements
* 6.1: Beams and combined Wall Elements
BEAM WallElement_10821 Rightwall_10547 -11.5 0 C2530_104 0.5858 00 00 0

* 6.2: Supports
WIRE Tieback_11767 Rightwall_10547 0 acciaioarmonico_124 1.598E-05 125 150 0 0

* 6.3: Strips
STRIP Rightwall_10547 2 3 0.5 4 0 10 45
STRIP Rightwall_10547 5 5 0.5 4 0 10 45
STRIP Rightwall_10547 4 4 0.5 4 0 20 45

* 7: Defining Steps
STEP Stage1_31
CHANGE RILEVATO_2_8_R_0 U-FRICT=35 Rightwall_10547
CHANGE RILEVATO_2_8_R_0 D-FRICT=35 Rightwall_10547
CHANGE RILEVATO_2_8_R_0 U-KA=0.271 Rightwall_10547
```

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 N.3

OS 140– Opere di sostegno dx dal km 16+147,61 al km 16+367,90– Relazione Geotecnica e di Calcolo

```
CHANGE RILEVATO_2_8_R_0 U-KP=5.879 Rightwall_10547
CHANGE RILEVATO_2_8_R_0 D-KA=0.21 Rightwall_10547
CHANGE RILEVATO_2_8_R_0 D-KP=1.002 Rightwall_10547
CHANGE LSA_c_8207_159_R_0 U-FRICT=21 Rightwall_10547
CHANGE LSA_c_8207_159_R_0 D-FRICT=21 Rightwall_10547
CHANGE LSA_c_8207_159_R_0 U-KA=0.476 Rightwall_10547
CHANGE LSA_c_8207_159_R_0 U-KP=3.342 Rightwall_10547
CHANGE LSA_c_8207_159_R_0 D-KA=0.349 Rightwall_10547
CHANGE LSA_c_8207_159_R_0 D-KP=0.848 Rightwall_10547
CHANGE AG_6342_8208_R_0 U-FRICT=26 Rightwall_10547
CHANGE AG_6342_8208_R_0 D-FRICT=26 Rightwall_10547
CHANGE AG_6342_8208_R_0 U-KA=0.428 Rightwall_10547
CHANGE AG_6342_8208_R_0 U-KP=4.476 Rightwall_10547
CHANGE AG_6342_8208_R_0 D-KA=0.292 Rightwall_10547
CHANGE AG_6342_8208_R_0 D-KP=0.855 Rightwall_10547
CHANGE RILEVATO_2_8_R_0 U-COHE=0 Rightwall_10547
CHANGE RILEVATO_2_8_R_0 U-ADHES=0 Rightwall_10547
CHANGE RILEVATO_2_8_R_0 D-COHE=0 Rightwall_10547
CHANGE RILEVATO_2_8_R_0 D-ADHES=0 Rightwall_10547
CHANGE LSA_c_8207_159_R_0 U-COHE=0 Rightwall_10547
CHANGE LSA_c_8207_159_R_0 U-ADHES=0 Rightwall_10547
CHANGE LSA_c_8207_159_R_0 D-COHE=0 Rightwall_10547
CHANGE LSA_c_8207_159_R_0 D-ADHES=0 Rightwall_10547
CHANGE AG_6342_8208_R_0 U-COHE=20 Rightwall_10547
CHANGE AG_6342_8208_R_0 U-ADHES=0 Rightwall_10547
CHANGE AG_6342_8208_R_0 D-COHE=20 Rightwall_10547
CHANGE AG_6342_8208_R_0 D-ADHES=0 Rightwall_10547
SETWALL Rightwall_10547
GEOM 0 0
WATER -1.936 0.08727 -11.5 0 0
ADD WallElement_10821 Tieback_11767
ENDSTEP

STEP STRADALE_11522
SETWALL Rightwall_10547
GEOM 0 0
WATER -1.936 0.08727 -11.5 0 0
ENDSTEP

STEP FRANA-frequente_11769
SETWALL Rightwall_10547
GEOM 0 0
WATER -1.936 0.08727 -11.5 0 0
DLOAD constant Rightwall_10547 -7.6 -126.9 -1 -29.5
ENDSTEP

STEP FRANA-RARA_13900
SETWALL Rightwall_10547
GEOM 0 0
WATER -1.936 0.08727 -11.5 0 0
ENDSTEP

STEP sisma_12479
SETWALL Rightwall_10547
GEOM 0 0
WATER -1.936 0.08727 -11.5 0 0
CHANGE RILEVATO_2_8_R_0 U-KAED=0.3494 Rightwall_10547
CHANGE RILEVATO_2_8_R_0 U-KAEW=0.436 Rightwall_10547
CHANGE RILEVATO_2_8_R_0 U-KPED=5.816 Rightwall_10547
CHANGE RILEVATO_2_8_R_0 U-KPEW=5.277 Rightwall_10547
CHANGE RILEVATO_2_8_R_0 D-KAED=0.237 Rightwall_10547
CHANGE RILEVATO_2_8_R_0 D-KAEW=0.2861 Rightwall_10547
CHANGE RILEVATO_2_8_R_0 D-KPED=0.8008 Rightwall_10547
CHANGE RILEVATO_2_8_R_0 D-KPEW=0.8008 Rightwall_10547
CHANGE LSA_c_8207_159_R_0 U-KAED=0.5912 Rightwall_10547
CHANGE LSA_c_8207_159_R_0 U-KAEW=0.7094 Rightwall_10547
CHANGE LSA_c_8207_159_R_0 U-KPED=3.439 Rightwall_10547
CHANGE LSA_c_8207_159_R_0 U-KPEW=3.274 Rightwall_10547
CHANGE LSA_c_8207_159_R_0 D-KAED=0.3721 Rightwall_10547
CHANGE LSA_c_8207_159_R_0 D-KAEW=0.4202 Rightwall_10547
CHANGE LSA_c_8207_159_R_0 D-KPED=0.8008 Rightwall_10547
CHANGE LSA_c_8207_159_R_0 D-KPEW=0.8008 Rightwall_10547
CHANGE AG_6342_8208_R_0 U-KAED=0.55 Rightwall_10547
CHANGE AG_6342_8208_R_0 U-KAEW=0.6883 Rightwall_10547
CHANGE AG_6342_8208_R_0 U-KPED=4.58 Rightwall_10547
CHANGE AG_6342_8208_R_0 U-KPEW=4.351 Rightwall_10547
CHANGE AG_6342_8208_R_0 D-KAED=0.3182 Rightwall_10547
CHANGE AG_6342_8208_R_0 D-KAEW=0.3654 Rightwall_10547
CHANGE AG_6342_8208_R_0 D-KPED=0.8074 Rightwall_10547
CHANGE AG_6342_8208_R_0 D-KPEW=0.8074 Rightwall_10547
EQK 0.1114 0.0557 -0.0557 0 0.5 -32.01 0.5 0 0
WOOD 52.72 52.72 -11.5 0
* Include pressure contribution from wall: Rightwall_10547
* Include wall contribution
DLOAD step Rightwall_10547 -11.5 -1.167 0 -1.167
```

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 N.3

OS 140– Opere di sostegno dx dal km 16+147,61 al km 16+367,90– Relazione Geotecnica e di Calcolo

ENDSTEP

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 N.3

OS 140– Opere di sostegno dx dal km 16+147,61 al km 16+367,90– Relazione Geotecnica e di Calcolo

Design Assumption : NTC2018: SISMICA GEO - File di Paratie - File di input (.d)

```
* PARATIE ANALYSIS FOR DESIGN SECTION:Base Design Section USING ASSUMPTION: NTC2018: SISMICA GEO
* Time:lunedì 3 febbraio 2020 16:53:49
* 1: Defining general settings
UNIT m kN
TITLE New Project
DELTA 0.2
option param itemax 40
option control hinges 0 0.0001 0.001

* 2: Defining wall(s)
WALL Rightwall_10547 7.5 -11.5 0 -1

* 3: Defining surfaces for wall(s)
SOIL 1_L Rightwall_10547 -11.5 0 2 0
SOIL 1_R Rightwall_10547 -11.5 0 1 180

* 4: Defining soil layers
*
* Soil Profile (RILEVATO_2_8_R_0)
*
LDATA RILEVATO_2_8_R_0 5 Rightwall_10547
ATREST 0.5 0.5 1
WEIGHT 19 9 10
PERMEABILITY 0.0001
RESISTANCE 0 35 0 0 0
YOUNG 2E+04 4E+04
ENDL
*
* Soil Profile (LSA_c_8207_159_R_0)
*
LDATA LSA_c_8207_159_R_0 -1 Rightwall_10547
ATREST 0.642 0.5 1
WEIGHT 20 10 10
PERMEABILITY 1E-07
RESISTANCE 0 21 0 0 0
YOUNG 5000 5000
ENDL
*
* Soil Profile (AG_6342_8208_R_0)
*
LDATA AG_6342_8208_R_0 -7.6 Rightwall_10547
ATREST 0.5 0.5 1
WEIGHT 20 10 10
PERMEABILITY 1E-05
RESISTANCE 20 26 0 0 0
YOUNG 5E+04 5E+04
ENDL

* 5: Defining structural materials
* Steel material: 108 Name=Fe360 E=206000200 kPa
MATERIAL Fe360_108 2.06E+08
* Concrete material: 104 Name=C25/30 E=31475800 kPa
MATERIAL C2530_104 3.148E+07
* Rebar material: 124 Name=acciaio armonico E=200100000 kPa
MATERIAL acciaioarmonico_124 2.001E+08

* 6: Defining structural elements
* 6.1: Beams and combined Wall Elements
BEAM WallElement_10821 Rightwall_10547 -11.5 0 C2530_104 0.5858 00 00 0

* 6.2: Supports
WIRE Tieback_11767 Rightwall_10547 0 acciaioarmonico_124 1.598E-05 125 150 0 0

* 6.3: Strips
STRIP Rightwall_10547 2 3 0.5 4 0 10 45
STRIP Rightwall_10547 5 5 0.5 4 0 10 45
STRIP Rightwall_10547 4 4 0.5 4 0 20 45

* 7: Defining Steps
STEP Stage1_31
CHANGE RILEVATO_2_8_R_0 U-FRICT=35 Rightwall_10547
CHANGE RILEVATO_2_8_R_0 D-FRICT=35 Rightwall_10547
CHANGE RILEVATO_2_8_R_0 U-KA=0.271 Rightwall_10547
```

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 N.3

OS 140– Opere di sostegno dx dal km 16+147,61 al km 16+367,90– Relazione Geotecnica e di Calcolo

```
CHANGE RILEVATO_2_8_R_0 U-KP=5.879 Rightwall_10547
CHANGE RILEVATO_2_8_R_0 D-KA=0.21 Rightwall_10547
CHANGE RILEVATO_2_8_R_0 D-KP=1.002 Rightwall_10547
CHANGE LSA_c_8207_159_R_0 U-FRICT=21 Rightwall_10547
CHANGE LSA_c_8207_159_R_0 D-FRICT=21 Rightwall_10547
CHANGE LSA_c_8207_159_R_0 U-KA=0.476 Rightwall_10547
CHANGE LSA_c_8207_159_R_0 U-KP=3.342 Rightwall_10547
CHANGE LSA_c_8207_159_R_0 D-KA=0.349 Rightwall_10547
CHANGE LSA_c_8207_159_R_0 D-KP=0.848 Rightwall_10547
CHANGE AG_6342_8208_R_0 U-FRICT=26 Rightwall_10547
CHANGE AG_6342_8208_R_0 D-FRICT=26 Rightwall_10547
CHANGE AG_6342_8208_R_0 U-KA=0.428 Rightwall_10547
CHANGE AG_6342_8208_R_0 U-KP=4.476 Rightwall_10547
CHANGE AG_6342_8208_R_0 D-KA=0.292 Rightwall_10547
CHANGE AG_6342_8208_R_0 D-KP=0.855 Rightwall_10547
CHANGE RILEVATO_2_8_R_0 U-COHE=0 Rightwall_10547
CHANGE RILEVATO_2_8_R_0 U-ADHES=0 Rightwall_10547
CHANGE RILEVATO_2_8_R_0 D-COHE=0 Rightwall_10547
CHANGE RILEVATO_2_8_R_0 D-ADHES=0 Rightwall_10547
CHANGE LSA_c_8207_159_R_0 U-COHE=0 Rightwall_10547
CHANGE LSA_c_8207_159_R_0 U-ADHES=0 Rightwall_10547
CHANGE LSA_c_8207_159_R_0 D-COHE=0 Rightwall_10547
CHANGE LSA_c_8207_159_R_0 D-ADHES=0 Rightwall_10547
CHANGE AG_6342_8208_R_0 U-COHE=20 Rightwall_10547
CHANGE AG_6342_8208_R_0 U-ADHES=0 Rightwall_10547
CHANGE AG_6342_8208_R_0 D-COHE=20 Rightwall_10547
CHANGE AG_6342_8208_R_0 D-ADHES=0 Rightwall_10547
SETWALL Rightwall_10547
GEOM 0 0
WATER -1.936 0.08727 -11.5 0 0
ADD WallElement_10821 Tieback_11767
ENDSTEP

STEP STRADALE_11522
SETWALL Rightwall_10547
GEOM 0 0
WATER -1.936 0.08727 -11.5 0 0
ENDSTEP

STEP FRANA-frequente_11769
SETWALL Rightwall_10547
GEOM 0 0
WATER -1.936 0.08727 -11.5 0 0
DLOAD constant Rightwall_10547 -7.6 -126.9 -1 -29.5
ENDSTEP

STEP FRANA-RARA_13900
SETWALL Rightwall_10547
GEOM 0 0
WATER -1.936 0.08727 -11.5 0 0
ENDSTEP

STEP sisma_12479
SETWALL Rightwall_10547
GEOM 0 0
WATER -1.936 0.08727 -11.5 0 0
CHANGE RILEVATO_2_8_R_0 U-KAED=0.3494 Rightwall_10547
CHANGE RILEVATO_2_8_R_0 U-KAEW=0.436 Rightwall_10547
CHANGE RILEVATO_2_8_R_0 U-KPED=5.816 Rightwall_10547
CHANGE RILEVATO_2_8_R_0 U-KPEW=5.277 Rightwall_10547
CHANGE RILEVATO_2_8_R_0 D-KAED=0.237 Rightwall_10547
CHANGE RILEVATO_2_8_R_0 D-KAEW=0.2861 Rightwall_10547
CHANGE RILEVATO_2_8_R_0 D-KPED=0.8008 Rightwall_10547
CHANGE RILEVATO_2_8_R_0 D-KPEW=0.8008 Rightwall_10547
CHANGE LSA_c_8207_159_R_0 U-KAED=0.5912 Rightwall_10547
CHANGE LSA_c_8207_159_R_0 U-KAEW=0.7094 Rightwall_10547
CHANGE LSA_c_8207_159_R_0 U-KPED=3.439 Rightwall_10547
CHANGE LSA_c_8207_159_R_0 U-KPEW=3.274 Rightwall_10547
CHANGE LSA_c_8207_159_R_0 D-KAED=0.3721 Rightwall_10547
CHANGE LSA_c_8207_159_R_0 D-KAEW=0.4202 Rightwall_10547
CHANGE LSA_c_8207_159_R_0 D-KPED=0.8008 Rightwall_10547
CHANGE LSA_c_8207_159_R_0 D-KPEW=0.8008 Rightwall_10547
CHANGE AG_6342_8208_R_0 U-KAED=0.55 Rightwall_10547
CHANGE AG_6342_8208_R_0 U-KAEW=0.6883 Rightwall_10547
CHANGE AG_6342_8208_R_0 U-KPED=4.58 Rightwall_10547
CHANGE AG_6342_8208_R_0 U-KPEW=4.351 Rightwall_10547
CHANGE AG_6342_8208_R_0 D-KAED=0.3182 Rightwall_10547
CHANGE AG_6342_8208_R_0 D-KAEW=0.3654 Rightwall_10547
CHANGE AG_6342_8208_R_0 D-KPED=0.8074 Rightwall_10547
CHANGE AG_6342_8208_R_0 D-KPEW=0.8074 Rightwall_10547
EQK 0.1114 0.0557 -0.0557 0 0.5 -32.01 0.5 0 0
WOOD 52.72 52.72 -11.5 0
* Include pressure contribution from wall: Rightwall_10547
* Include wall contribution
DLOAD step Rightwall_10547 -11.5 -1.167 0 -1.167
```


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 N.3

OS 140– Opere di sostegno dx dal km 16+147,61 al km 16+367,90– Relazione Geotecnica e di Calcolo

ENDSTEP

ALLEGATI FILE DI INPUT E OUTPUT MODELLI DI CALCOLO

FILE INPUT E OUTPUT VERIFICHE DI STABILITA' CONFIGURAZIONE DI PROGETTO

GLOBALE_sismica

Report generated using GeoStudio 2007, version 7.23. Copyright © 1991-2013 GEO-SLOPE International Ltd.

File Information

Created By: [Francesca Lupino](#)
Revision Number: 75
Last Edited By: [Claudio Gravina](#)
Date: [30/01/2020](#)
Time: [20:28:22](#)
File Name: [OS140_dreni.gsz](#)
Directory: [W:\public\CMC-BLG-Dissesto idrologico Bolognetta\Calcoli\OS140\Stabilità\Dreni\](#)
Last Solved Date: [14/02/2020](#)
Last Solved Time: [19:24:19](#)

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/m³](#)
View: [2D](#)

Analysis Settings

GLOBALE_sismica

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: [1 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

LSA_sismico

Model: [Mohr-Coulomb](#)
Unit Weight: 20 kN/m³
Cohesion: 0 kPa
Phi: 21 °
Phi-B: 0 °
Pore Water Pressure
Piezometric Line: 1

AG_sismico

Model: [Mohr-Coulomb](#)
Unit Weight: 20.5 kN/m³
Cohesion: 30 kPa
Phi: 25 °
Phi-B: 0 °
Pore Water Pressure
Piezometric Line: 1

RILEVATO_sismico

Model: [Mohr-Coulomb](#)
Unit Weight: 20 kN/m³
Cohesion: 0 kPa
Phi: 38 °
Phi-B: 0 °
Pore Water Pressure
Piezometric Line: 1

GABBIONI_ssmico

Model: [Mohr-Coulomb](#)
Unit Weight: 16 kN/m³
Cohesion: 50 kPa
Phi: 45 °
Phi-B: 0 °
Pore Water Pressure
Piezometric Line: 1

Slip Surface Entry and Exit

Left Projection: [Range](#)
Left-Zone Left Coordinate: (4.106685, 13.353773) m
Left-Zone Right Coordinate: (13.780671, 14.25) m
Left-Zone Increment: 15
Right Projection: [Range](#)
Right-Zone Left Coordinate: (35.384413, 22.673869) m
Right-Zone Right Coordinate: (48.516772, 23.830905) m
Right-Zone Increment: 15
Radius Increments: 4

Slip Surface Limits

Left Coordinate: (0, 13.32) m
Right Coordinate: (53.16, 24.24) m

Piezometric Lines

Piezometric Line 1

Coordinates

	X (m)	Y (m)
	19.57	16.54
	53.16	18.36

Surcharge Loads**Surcharge Load 1**Surcharge (Unit Weight): 20 kN/m³

Direction: Vertical

Coordinates

	X (m)	Y (m)
	24.74	20.24
	27.74	20.31

Seismic Loads

Horz Seismic Load: 0.089

Vert Seismic Load: 0.044

Ignore seismic load in strength: No

Reinforcements**Reinforcement 1**

Type: Pile

Outside Point: (23.61, 19.21) m

Inside Point: (23.61, 7.71) m

Slip Surface Intersection: (23.61, 11.583) m

Total Length: 11.5 m

Reinforcement Direction: 90 °

Applied Load Option: Variable

F of S Dependent: No

Pile Spacing: 1.2 m

Shear Capacity: 667 kN

Shear Safety Factor: 1

Shear Load Used: 555.83333 kN

Shear Option: Parallel to Slip

Resisting Force Used: 0 kN/m

Regions

	Material	Points	Area (m ²)
Region 1	GABBIONI_ssmico	8,9,25,26,27,28,29	3.15115
Region 2	GABBIONI_ssmico	13,14,15,16,17,18,19,20,21	4.4899
Region 3	RILEVATO_ssmico	7,8,29,30,6	7.89305
Region 4	RILEVATO_ssmico	21,23,24,25,9,10,11,12,13	12.73795
Region 5	RILEVATO_ssmico	15,14,31,32	9.0788216
Region 6	AG_ssmico	3,2,1,31,47,46,45,44,38,39,40,41,42,43,33,34,35,36,37,4	706.39381

Region 7	LSA_sismico	6,5,37,36,35,34,33,43,42,41,40,39,38,44,45,46,47,31,14,13,12,11,10,9,8,7	266.72221
-------------	-------------	--	-----------

Points

	X (m)	Y (m)
Point 1	0	13.32
Point 2	0	11
Point 3	0	0
Point 4	53.16	0
Point 5	53.16	24.24
Point 6	35	22.64
Point 7	31.34	18.31
Point 8	30.48	18.33
Point 9	28.49	18.5
Point 10	23.95	18.2
Point 11	18.89	14.87
Point 12	18.33	13.28
Point 13	17.77	13.28
Point 14	15.78	13.45
Point 15	15.85	14.25
Point 16	15.87	14.45
Point 17	16.37	14.41
Point 18	16.45	15.4
Point 19	16.95	15.36
Point 20	17.04	16.35
Point 21	18.03	16.27
Point 22	18.02	16.03
Point 23	18.84	16.03
Point 24	23.61	19.21
Point 25	28.56	19.33
Point 26	28.57	19.5
Point 27	29.57	19.41
Point 28	29.66	20.41
Point 29	30.65	20.7
Point 30	33.74	22.54
Point 31	4.172395	13.354313
Point 32	5.937768	14.25
Point 33	35	14.64
Point 34	39.828704	15.244792
Point 35	45.671875	15.896991
Point 36	49.877894	16.336227
Point 37	53.16	16.655671
Point 38	17.77	10.28
Point 39	20.233893	10.306713
Point 40	23.151042	10.850212
Point 41	26.046007	11.648823
Point 42	28.841146	12.979842
Point 43	31.804487	14.127757
Point 44	15.120563	10.373264
Point 45	12.835648	11
Point 46	9.574653	11.704282
Point 47	6.502218	12.591628

Critical Slip Surfaces

	Slip Surface	FOS	Center (m)	Radius (m)	Entry (m)	Exit (m)
1	438	1.85	(19.413, 37.638)	26.39	(41.5129, 23.2138)	(7.18853, 14.25)

Slices of Slip Surface: 438

	Slip Surface	X (m)	Y (m)	PWP (kPa)	Base Normal Stress (kPa)	Frictional Strength (kPa)	Cohesive Strength (kPa)
1	438	7.6385525	14.02558	0	6.1936863	4.8390381	0
2	438	8.538596	13.59759	0	18.52507	14.473371	0
3	438	9.554569	13.166015	0	27.575164	10.585114	0
4	438	10.686465	12.73964	0	39.10493	15.010976	0
5	438	11.81836	12.371145	0	49.222035	18.894569	0
6	438	12.95026	12.05802	0	57.683759	22.14272	0
7	438	14.082155	11.79825	0	64.310423	24.686459	0
8	438	15.21405	11.59024	0	69.009248	26.490168	0
9	438	15.815	11.49418	0	68.97681	26.477717	0
10	438	15.86	11.488	0	69.065256	26.511668	0
11	438	16.12	11.455195	0	70.998503	27.253772	0
12	438	16.41	11.419165	0	80.340821	30.839952	0
13	438	16.7	11.38874	0	89.441367	34.333324	0
14	438	16.995	11.358755	0	98.397516	37.771268	0
15	438	17.405	11.32675	0	106.79888	40.996248	0
16	438	17.9	11.29142	0	112.46461	43.171118	0
17	438	18.18	11.276935	0	117.66794	45.168489	0
18	438	18.585	11.26191	0	114.15155	43.818675	0
19	438	18.865	11.25338	0	112.20776	43.072525	0
20	438	19.23	11.250495	0	116.54131	44.736016	0
21	438	20.08559	11.26127	52.042051	120.8905	26.428443	0
22	438	21.09772	11.30617	52.139933	130.50811	30.082723	0
23	438	22.098195	11.389475	51.854206	138.56083	33.283556	0
24	438	23.106065	11.512245	51.186378	325.91012	105.45656	0
25	438	23.78	11.611995	50.566755	148.50377	37.594496	0
26	438	24.345	11.715665	49.84895	143.16635	35.821195	0
27	438	25.24	11.90402	48.477927	153.66054	40.375824	0
28	438	26.24	12.151155	46.585804	143.69462	37.276582	0
29	438	27.24	12.440385	44.280122	133.82305	34.372311	0
30	438	28.115	12.72668	41.937765	107.68604	25.238398	0
31	438	28.525	12.870545	40.744513	102.44852	23.685949	0
32	438	28.565	12.88527	40.621483	101.80461	23.486001	0
33	438	29.07	13.08376	38.943563	97.230947	22.37443	0
34	438	29.615	13.29926	37.119938	98.119235	23.415436	0
35	438	30.07	13.499125	35.401176	101.92174	25.534852	0
36	438	30.565	13.71976	33.500613	102.90042	26.640088	0
37	438	30.995	13.927915	31.688217	106.30151	28.641358	0
38	438	31.94	14.42016	27.362349	105.93202	30.16007	0
39	438	33.14	15.109465	21.240287	105.09484	32.188746	0
40	438	34.37	15.908695	14.055622	98.323981	32.347592	0
41	438	35.706655	16.89748	5.0687488	84.567243	30.516613	0
42	438	37.050755	18.025885	-5.283316	69.707017	26.758017	0
43	438	38.32564	19.254955	-16.659459	54.092945	20.764336	0
44	438	39.60052	20.669115	-29.85046	35.651576	13.685358	0
45	438	40.875405	22.320645	-45.369897	12.83316	4.9261887	0

GLOBALE_statica

Report generated using GeoStudio 2007, version 7.23. Copyright © 1991-2013 GEO-SLOPE International Ltd.

File Information

Created By: [Francesca Lupino](#)

Revision Number: [76](#)

Last Edited By: [Francesca Lupino](#)

Date: [14/02/2020](#)

Time: [19:28:35](#)

File Name: [OS140_dreni.gsz](#)

Directory: [W:\public\CMC-BLG-Dissesto idrologico Bolognetta\Calcoli\OS140\Stabilità\Dreni\](#)

Last Solved Date: [14/02/2020](#)

Last Solved Time: [19:28:45](#)

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/m³](#)

View: [2D](#)

Analysis Settings

GLOBALE_statica

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: [1 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

LSA

Model: [Mohr-Coulomb](#)
Unit Weight: 20 kN/m³
Cohesion: 0 kPa
Phi: 17.1 °
Phi-B: 0 °
Pore Water Pressure
Piezometric Line: 1

AG

Model: [Mohr-Coulomb](#)
Unit Weight: 20.5 kN/m³
Cohesion: 24 kPa
Phi: 20.5 °
Phi-B: 0 °
Pore Water Pressure
Piezometric Line: 1

RILEVATO

Model: [Mohr-Coulomb](#)
Unit Weight: 20 kN/m³
Cohesion: 0 kPa
Phi: 32 °
Phi-B: 0 °
Pore Water Pressure
Piezometric Line: 1

GABBIONI

Model: [Mohr-Coulomb](#)
Unit Weight: 16 kN/m³
Cohesion: 40 kPa
Phi: 38.7 °
Phi-B: 0 °
Pore Water Pressure
Piezometric Line: 1

Slip Surface Entry and Exit

Left Projection: [Range](#)
Left-Zone Left Coordinate: (7.330408, 14.25) m
Left-Zone Right Coordinate: (15, 14.25) m
Left-Zone Increment: 15
Right Projection: [Range](#)
Right-Zone Left Coordinate: (33.835989, 22.547618) m
Right-Zone Right Coordinate: (43.785797, 23.414079) m
Right-Zone Increment: 15
Radius Increments: 4

Slip Surface Limits

Left Coordinate: (0, 13.32) m

Right Coordinate: (53.16, 24.24) m

Piezometric Lines

Piezometric Line 1

Coordinates

	X (m)	Y (m)
	19.57	16.54
	53.16	18.36

Surcharge Loads

Surcharge Load 1

Surcharge (Unit Weight): 30 kN/m³

Direction: Vertical

Coordinates

	X (m)	Y (m)
	24.74	20.24
	27.74	20.31

Reinforcements

Reinforcement 1

Type: Pile

Outside Point: (23.61, 19.21) m

Inside Point: (23.61, 7.71) m

Slip Surface Intersection: (23.61, 7.5573) m

Total Length: 11.5 m

Reinforcement Direction: 90 °

Applied Load Option: Variable

F of S Dependent: No

Pile Spacing: 1.2 m

Shear Capacity: 667 kN

Shear Safety Factor: 1

Shear Load Used: 555.83333 kN

Shear Option: Parallel to Slip

Resisting Force Used: 0 kN/m

Regions

	Material	Points	Area (m ²)
Region 1	GABBIONI	8,9,25,26,27,28,29	3.15115
Region 2	GABBIONI	13,14,15,16,17,18,19,20,21	4.4899
Region 3	RILEVATO	7,8,29,30,6	7.89305

Region 4	RILEVATO	21,23,24,25,9,10,11,12,13	12.73795
Region 5	RILEVATO	15,14,31,32	9.0788216
Region 6	AG	3,2,1,31,47,46,45,44,38,39,40,41,42,43,33,34,35,36,37,4	706.39381
Region 7	LSA	6,5,37,36,35,34,33,43,42,41,40,39,38,44,45,46,47,31,14,13,12,11,10,9,8,7	266.72221

Points

	X (m)	Y (m)
Point 1	0	13.32
Point 2	0	11
Point 3	0	0
Point 4	53.16	0
Point 5	53.16	24.24
Point 6	35	22.64
Point 7	31.34	18.31
Point 8	30.48	18.33
Point 9	28.49	18.5
Point 10	23.95	18.2
Point 11	18.89	14.87
Point 12	18.33	13.28
Point 13	17.77	13.28
Point 14	15.78	13.45
Point 15	15.85	14.25
Point 16	15.87	14.45
Point 17	16.37	14.41
Point 18	16.45	15.4
Point 19	16.95	15.36
Point 20	17.04	16.35
Point 21	18.03	16.27
Point 22	18.02	16.03
Point 23	18.84	16.03
Point 24	23.61	19.21
Point 25	28.56	19.33
Point 26	28.57	19.5
Point 27	29.57	19.41
Point 28	29.66	20.41
Point 29	30.65	20.7
Point 30	33.74	22.54
Point 31	4.172395	13.354313
Point 32	5.937768	14.25
Point 33	35	14.64
Point 34	39.828704	15.244792
Point 35	45.671875	15.896991
Point 36	49.877894	16.336227
Point 37	53.16	16.655671
Point 38	17.77	10.28
Point 39	20.233893	10.306713
Point 40	23.151042	10.850212
Point 41	26.046007	11.648823

Point 42	28.841146	12.979842
Point 43	31.804487	14.127757
Point 44	15.120563	10.373264
Point 45	12.835648	11
Point 46	9.574653	11.704282
Point 47	6.502218	12.591628

Critical Slip Surfaces

	Slip Surface	FOS	Center (m)	Radius (m)	Entry (m)	Exit (m)
1	615	2.12	(24.119, 23.92)	16.37	(40.4695, 23.1219)	(10.9095, 14.25)

Slices of Slip Surface: 615

	Slip Surface	X (m)	Y (m)	PWP (kPa)	Base Normal Stress (kPa)	Frictional Strength (kPa)	Cohesive Strength (kPa)
1	615	11.23636	13.83262	0	14.116031	8.8206754	0
2	615	12.102405	12.8309	0	37.186489	11.440058	0
3	615	13.180875	11.761445	0	66.551731	20.473986	0
4	615	14.25934	10.868955	0	91.755812	28.227774	0
5	615	14.959565	10.35289	0	121.54629	45.444295	24
6	615	15.45028	10.038301	0	130.43857	48.768982	24
7	615	15.815	9.811802	0	134.62549	50.334409	24
8	615	15.86	9.785358	0	135.32275	50.595104	24
9	615	16.12	9.6394825	0	140.75706	52.626909	24
10	615	16.41	9.4780985	0	154.49276	57.762477	24
11	615	16.7	9.3296265	0	167.77783	62.729562	24
12	615	16.995	9.1807565	0	180.86034	67.620909	24
13	615	17.405	8.994816	0	194.26359	72.63218	24
14	615	17.9	8.7772365	0	205.2605	76.743757	24
15	615	18.18	8.66545	0	213.35766	79.771161	24
16	615	18.585	8.515447	0	212.72921	79.536192	24
17	615	18.865	8.4153705	0	212.64336	79.504094	24
18	615	19.23	8.30048	0	219.58358	82.098937	24
19	615	19.58905	8.1885765	81.913787	217.1747	50.571984	24
20	615	19.920995	8.100064	82.957296	222.44065	52.150689	24
21	615	20.914075	7.8811285	85.629535	236.16422	56.282614	24
22	615	21.983455	7.6940035	88.035583	247.71272	59.700836	24
23	615	22.761845	7.610406	89.268591	253.58446	61.435184	24
24	615	23.38052	7.567666	90.016771	257.10371	62.471246	24
25	615	23.78	7.5537875	90.365945	256.50978	62.118635	24
26	615	24.345	7.555731	90.645767	250.62162	59.81252	24
27	615	25.393005	7.6122195	90.649685	269.15514	66.740454	24
28	615	26.469505	7.724719	90.117321	255.17799	61.713654	24
29	615	27.3165	7.8705745	89.137206	243.62988	57.762446	24
30	615	28.115	8.0493855	87.808241	204.40577	43.594031	24
31	615	28.525	8.153596	87.004545	197.50308	41.31371	24
32	615	28.565	8.164789	86.915096	196.67777	41.038581	24
33	615	28.705575	8.2057735	86.588822	195.7648	40.819226	24
34	615	29.205575	8.3645225	85.297103	187.96686	38.38665	24
35	615	29.615	8.499738	84.188442	188.95537	39.170751	24
36	615	30.07	8.675845	82.703607	191.11052	40.531682	24
37	615	30.565	8.872326	81.041142	190.15038	40.794271	24

38	615	30.995	9.06848	79.343943	191.82688	42.055647	24
39	615	31.572245	9.347007	76.918993	189.17894	41.972273	24
40	615	32.288365	9.744672	73.399506	185.3654	41.862332	24
41	615	33.25612	10.34937	67.98355	179.71293	41.773904	24
42	615	34.37	11.182225	60.40793	166.65152	39.72285	24
43	615	35.473825	12.14625	51.54012	148.58885	36.285034	24
44	615	36.421475	13.144225	42.25686	130.89073	33.138844	24
45	615	37.36912	14.340645	31.026955	109.88366	29.483312	24
46	615	38.532435	16.30044	12.425596	92.555691	24.651236	0
47	615	39.845705	20.363345	-26.722	29.861813	9.1866932	0

LOCALE_1_sismica

Report generated using GeoStudio 2007, version 7.23. Copyright © 1991-2013 GEO-SLOPE International Ltd.

File Information

Created By: [Francesca Lupino](#)
Revision Number: [81](#)
Last Edited By: [Claudio Gravina](#)
Date: [30/01/2020](#)
Time: [20:28:16](#)
File Name: [OS140_locali_dreni.gsz](#)
Directory: [W:\public\CMC-BLG-Dissesto idrologico Bolognetta\Calcoli\OS140\Stabilità\Dreni\](#)
Last Solved Date: [14/02/2020](#)
Last Solved Time: [19:30:44](#)

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/m³](#)
View: [2D](#)

Analysis Settings

LOCALE_1_sismica

Description: [LOCALE](#)

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: [1 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

LSA_sismico

Model: [Mohr-Coulomb](#)
Unit Weight: 20 kN/m³
Cohesion: 5 kPa
Phi: 24 °
Phi-B: 0 °
Pore Water Pressure
Piezometric Line: 1

AG_sismico

Model: [Mohr-Coulomb](#)
Unit Weight: 20.5 kN/m³
Cohesion: 30 kPa
Phi: 25 °
Phi-B: 0 °
Pore Water Pressure
Piezometric Line: 1

RILEVATO_sismico

Model: [Mohr-Coulomb](#)
Unit Weight: 20 kN/m³
Cohesion: 0 kPa
Phi: 38 °
Phi-B: 0 °
Pore Water Pressure
Piezometric Line: 1

GABBIONI_ssmico

Model: [Mohr-Coulomb](#)
Unit Weight: 16 kN/m³
Cohesion: 50 kPa
Phi: 45 °
Phi-B: 0 °
Pore Water Pressure
Piezometric Line: 1

Slip Surface Entry and Exit

Left Projection: [Range](#)
Left-Zone Left Coordinate: (18.629641, 16.092329) m
Left-Zone Right Coordinate: (28.57, 19.5) m
Left-Zone Increment: 15
Right Projection: [Range](#)
Right-Zone Left Coordinate: (34.140592, 22.571793) m
Right-Zone Right Coordinate: (45.104551, 23.530269) m
Right-Zone Increment: 15
Radius Increments: 4

Slip Surface Limits

Left Coordinate: (0, 13.32) m
Right Coordinate: (53.16, 24.24) m

Piezometric Lines

Piezometric Line 1

Coordinates

	X (m)	Y (m)
	19.57	16.54
	53.16	18.36

Surcharge Loads**Surcharge Load 1**Surcharge (Unit Weight): 20 kN/m³

Direction: Vertical

Coordinates

	X (m)	Y (m)
	24.74	20.24
	27.74	20.31

Seismic Loads

Horz Seismic Load: 0.089

Vert Seismic Load: -0.044

Ignore seismic load in strength: No

Reinforcements**Reinforcement 1**

Type: Pile

Outside Point: (23.61, 19.21) m

Inside Point: (23.61, 7.21) m

Slip Surface Intersection: (0, 0) m

Total Length: 12 m

Reinforcement Direction: 90 °

Applied Load Option: Variable

F of S Dependent: No

Pile Spacing: 1.2 m

Shear Capacity: 667 kN

Shear Safety Factor: 1

Shear Load Used: 555.83333 kN

Shear Option: Parallel to Slip

Resisting Force Used: 0 kN/m

Regions

	Material	Points	Area (m ²)
Region 1	GABBIONI_ssmico	7,8,24,25,26,27,28	3.15115
Region 2	GABBIONI_ssmico	12,13,14,15,16,17,18,19,20	4.4899
Region 3	RILEVATO_sismico	6,7,28,29,5	7.89305
Region 4	RILEVATO_sismico	20,22,23,24,8,9,10,11,12	12.73795
Region 5	RILEVATO_sismico	14,13,30,31	9.0788216
Region 6	AG_sismico	2,1,30,46,45,44,43,37,38,39,40,41,42,32,33,34,35,36,3	706.39381

Region 7	LSA_sismico	5,4,36,35,34,33,32,42,41,40,39,38,37,43,44,45,46,30,13,12,11,10,9,8,7,6	266.72221
-------------	-------------	---	-----------

Points

	X (m)	Y (m)
Point 1	0	13.32
Point 2	0	0
Point 3	53.16	0
Point 4	53.16	24.24
Point 5	35	22.64
Point 6	31.34	18.31
Point 7	30.48	18.33
Point 8	28.49	18.5
Point 9	23.95	18.2
Point 10	18.89	14.87
Point 11	18.33	13.28
Point 12	17.77	13.28
Point 13	15.78	13.45
Point 14	15.85	14.25
Point 15	15.87	14.45
Point 16	16.37	14.41
Point 17	16.45	15.4
Point 18	16.95	15.36
Point 19	17.04	16.35
Point 20	18.03	16.27
Point 21	18.02	16.03
Point 22	18.84	16.03
Point 23	23.61	19.21
Point 24	28.56	19.33
Point 25	28.57	19.5
Point 26	29.57	19.41
Point 27	29.66	20.41
Point 28	30.65	20.7
Point 29	33.74	22.54
Point 30	4.172395	13.354313
Point 31	5.937768	14.25
Point 32	35	14.64
Point 33	39.828704	15.244792
Point 34	45.671875	15.896991
Point 35	49.877894	16.336227
Point 36	53.16	16.655671
Point 37	17.77	10.28
Point 38	20.233893	10.306713
Point 39	23.151042	10.850212
Point 40	26.046007	11.648823
Point 41	28.841146	12.979842
Point 42	31.804487	14.127757
Point 43	15.120563	10.373264
Point 44	12.835648	11
Point 45	9.574653	11.704282
Point 46	6.502218	12.591628

Critical Slip Surfaces

	Slip Surface	FOS	Center (m)	Radius (m)	Entry (m)	Exit (m)
1	1055	1.94	(30.643, 22.927)	4.965	(35.603, 22.6931)	(27.2541, 19.2983)

Slices of Slip Surface: 1055

	Slip Surface	X (m)	Y (m)	PWP (kPa)	Base Normal Stress (kPa)	Frictional Strength (kPa)	Cohesive Strength (kPa)
1	1055	27.37561	19.19206	-21.861101	36.471827	28.494914	0
2	1055	27.618535	18.99239	-19.773834	44.793235	34.996311	0
3	1055	27.90643	18.78891	-17.625405	21.163967	16.535103	0
4	1055	28.239285	18.586625	-15.464547	28.111864	21.963395	0
5	1055	28.447855	18.47365	-14.24608	29.316832	13.052695	5
6	1055	28.525	18.43636	-13.838614	28.284468	12.593056	5
7	1055	28.565	18.417545	-13.633342	28.394622	12.6421	5
8	1055	28.695	18.36188	-13.018422	31.103753	13.848283	5
9	1055	28.945	18.263	-11.915957	32.689953	14.554505	5
10	1055	29.195	18.17934	-10.96268	33.562159	14.942836	5
11	1055	29.445	18.110095	-10.150503	33.754789	15.028601	5
12	1055	29.615	18.069465	-9.6618982	42.652142	18.989957	5
13	1055	29.796665	18.036275	-9.239706	51.816759	23.070307	5
14	1055	30.07	17.99671	-8.7064184	51.85403	23.086901	5
15	1055	30.343335	17.972535	-8.3243741	51.176916	22.785431	5
16	1055	30.565	17.962915	-8.1119296	55.056664	24.512806	5
17	1055	30.8225	17.9678	-8.0231779	59.274421	26.390672	5
18	1055	31.1675	17.99235	-8.080641	58.68733	26.129283	5
19	1055	31.473335	18.03328	-8.3194534	57.67272	25.677549	5
20	1055	31.74	18.086095	-8.6956649	56.483786	25.148202	5
21	1055	32.006665	18.15439	-9.2239161	55.114169	24.538409	5
22	1055	32.273335	18.23884	-9.9101993	53.626083	23.87587	5
23	1055	32.54	18.340335	-10.763837	52.063967	23.180372	5
24	1055	32.806665	18.460045	-11.796336	50.456403	22.464638	5
25	1055	33.073335	18.599495	-13.02205	48.807347	21.730431	5
26	1055	33.34	18.760675	-14.461246	47.113874	20.976448	5
27	1055	33.606665	18.94624	-16.139322	45.342307	20.187696	5
28	1055	33.866	19.153105	-18.030224	42.578488	18.957164	5
29	1055	34.118	19.3843	-20.16375	38.782979	17.267295	5
30	1055	34.37	19.651245	-22.647597	34.71147	15.454542	5
31	1055	34.622	19.963795	-25.578472	30.157569	13.427015	5
32	1055	34.874	20.338995	-29.124638	24.778511	11.032104	5
33	1055	35.15075	20.876415	-34.248268	16.949041	7.5461992	5
34	1055	35.452245	21.95048	-44.620966	0.55599543	0.24754511	5

LOCALE_1_statica

Report generated using GeoStudio 2007, version 7.23. Copyright © 1991-2013 GEO-SLOPE International Ltd.

File Information

Created By: [Francesca Lupino](#)

Revision Number: 81

Last Edited By: [Claudio Gravina](#)

Date: 30/01/2020

Time: 20:28:16

File Name: OS140_locali_dreni.gsz

Directory: W:\public\CMC-BLG-Dissesto idrologico Bolognetta\Calcoli\OS140\Stabilità\Dreni\

Last Solved Date: 14/02/2020

Last Solved Time: 19:30:47

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/m³](#)

View: [2D](#)

Analysis Settings

LOCALE_1_statica

Description: [LOCALE](#)

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: [1 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

LSA

Model: [Mohr-Coulomb](#)
Unit Weight: 20 kN/m³
Cohesion: 4 kPa
Phi: 19.6 °
Phi-B: 0 °
Pore Water Pressure
Piezometric Line: 1

AG

Model: [Mohr-Coulomb](#)
Unit Weight: 20.5 kN/m³
Cohesion: 24 kPa
Phi: 20.5 °
Phi-B: 0 °
Pore Water Pressure
Piezometric Line: 1

RILEVATO

Model: [Mohr-Coulomb](#)
Unit Weight: 20 kN/m³
Cohesion: 0 kPa
Phi: 32 °
Phi-B: 0 °
Pore Water Pressure
Piezometric Line: 1

GABBIONI

Model: [Mohr-Coulomb](#)
Unit Weight: 16 kN/m³
Cohesion: 40 kPa
Phi: 38.7 °
Phi-B: 0 °
Pore Water Pressure
Piezometric Line: 1

Slip Surface Entry and Exit

Left Projection: [Range](#)
Left-Zone Left Coordinate: (18.629641, 16.092329) m
Left-Zone Right Coordinate: (28.57, 19.5) m
Left-Zone Increment: 15
Right Projection: [Range](#)
Right-Zone Left Coordinate: (33.012968, 22.107075) m
Right-Zone Right Coordinate: (41.437534, 23.207184) m
Right-Zone Increment: 15
Radius Increments: 4

Slip Surface Limits

Left Coordinate: (0, 13.32) m

Right Coordinate: (53.16, 24.24) m

Piezometric Lines

Piezometric Line 1

Coordinates

	X (m)	Y (m)
	19.57	16.54
	53.16	18.36

Surcharge Loads

Surcharge Load 1

Surcharge (Unit Weight): 30 kN/m³

Direction: Vertical

Coordinates

	X (m)	Y (m)
	24.74	20.24
	27.74	20.31

Seismic Loads

Horz Seismic Load: 0

Vert Seismic Load: 0

Reinforcements

Reinforcement 1

Type: Pile

Outside Point: (23.61, 19.21) m

Inside Point: (23.61, 7.21) m

Slip Surface Intersection: (0, 0) m

Total Length: 12 m

Reinforcement Direction: 90 °

Applied Load Option: Variable

F of S Dependent: No

Pile Spacing: 1.2 m

Shear Capacity: 667 kN

Shear Safety Factor: 1

Shear Load Used: 555.83333 kN

Shear Option: Parallel to Slip

Resisting Force Used: 0 kN/m

Regions

	Material	Points	Area (m ²)
--	----------	--------	------------------------

Region 1	GABBIONI	7,8,24,25,26,27,28	3.15115
Region 2	GABBIONI	12,13,14,15,16,17,18,19,20	4.4899
Region 3	RILEVATO	6,7,28,29,5	7.89305
Region 4	RILEVATO	20,22,23,24,8,9,10,11,12	12.73795
Region 5	RILEVATO	14,13,30,31	9.0788216
Region 6	AG	2,1,30,46,45,44,43,37,38,39,40,41,42,32,33,34,35,36,3	706.39381
Region 7	LSA	5,4,36,35,34,33,32,42,41,40,39,38,37,43,44,45,46,30,13,12,11,10,9,8,7,6	266.72221

Points

	X (m)	Y (m)
Point 1	0	13.32
Point 2	0	0
Point 3	53.16	0
Point 4	53.16	24.24
Point 5	35	22.64
Point 6	31.34	18.31
Point 7	30.48	18.33
Point 8	28.49	18.5
Point 9	23.95	18.2
Point 10	18.89	14.87
Point 11	18.33	13.28
Point 12	17.77	13.28
Point 13	15.78	13.45
Point 14	15.85	14.25
Point 15	15.87	14.45
Point 16	16.37	14.41
Point 17	16.45	15.4
Point 18	16.95	15.36
Point 19	17.04	16.35
Point 20	18.03	16.27
Point 21	18.02	16.03
Point 22	18.84	16.03
Point 23	23.61	19.21
Point 24	28.56	19.33
Point 25	28.57	19.5
Point 26	29.57	19.41
Point 27	29.66	20.41
Point 28	30.65	20.7
Point 29	33.74	22.54
Point 30	4.172395	13.354313
Point 31	5.937768	14.25
Point 32	35	14.64
Point 33	39.828704	15.244792
Point 34	45.671875	15.896991
Point 35	49.877894	16.336227

Point 36	53.16	16.655671
Point 37	17.77	10.28
Point 38	20.233893	10.306713
Point 39	23.151042	10.850212
Point 40	26.046007	11.648823
Point 41	28.841146	12.979842
Point 42	31.804487	14.127757
Point 43	15.120563	10.373264
Point 44	12.835648	11
Point 45	9.574653	11.704282
Point 46	6.502218	12.591628

Critical Slip Surfaces

	Slip Surface	FOS	Center (m)	Radius (m)	Entry (m)	Exit (m)
1	1065	1.87	(30.409, 22.878)	4.772	(35.1752, 22.6554)	(27.2541, 19.2983)

Slices of Slip Surface: 1065

	Slip Surface	X (m)	Y (m)	PWP (kPa)	Base Normal Stress (kPa)	Frictional Strength (kPa)	Cohesive Strength (kPa)
1	1065	27.37561	19.19823	-21.921618	46.08273	28.795685	0
2	1065	27.618535	19.0105	-19.951299	52.757667	32.966649	0
3	1065	27.86513	18.843985	-18.187368	16.81876	10.509528	0
4	1065	28.11539	18.69647	-16.607701	21.195998	13.24473	0
5	1065	28.36565	18.56853	-15.220107	24.862072	15.535547	0
6	1065	28.50403	18.50344	-14.508242	44.716592	35.824746	40
7	1065	28.53864	18.48857	-14.343842	23.222686	8.2692265	4
8	1065	28.565	18.477375	-14.220453	23.888295	8.5062392	4
9	1065	28.695	18.427155	-13.658612	26.331369	9.3761789	4
10	1065	28.945	18.33872	-12.658604	27.554572	9.8117418	4
11	1065	29.195	18.26552	-11.807667	28.198522	10.041042	4
12	1065	29.445	18.20684	-11.099441	28.294898	10.07536	4
13	1065	29.615	18.17346	-10.681706	37.16038	13.232216	4
14	1065	29.796665	18.148185	-10.33734	46.402104	16.523046	4
15	1065	30.07	18.120765	-9.9231641	46.710981	16.633032	4
16	1065	30.343335	18.109155	-9.6642109	46.415137	16.527687	4
17	1065	30.565	18.110065	-9.555462	50.759828	18.074762	4
18	1065	30.765	18.12146	-9.5606257	55.561842	19.784682	4
19	1065	30.995	18.14431	-9.6627237	55.860329	19.890969	4
20	1065	31.225	18.178525	-9.8760895	55.838138	19.883066	4
21	1065	31.473335	18.229025	-10.239162	55.500054	19.76268	4
22	1065	31.74	18.298305	-10.777016	54.857345	19.533822	4
23	1065	32.006665	18.38447	-11.480388	53.956974	19.213214	4
24	1065	32.273335	18.48851	-12.358688	52.843523	18.816732	4
25	1065	32.54	18.61174	-13.425782	51.546011	18.354709	4
26	1065	32.806665	18.755895	-14.697764	50.068737	17.828675	4
27	1065	33.073335	18.923275	-16.197519	48.40502	17.236252	4
28	1065	33.34	19.117005	-17.955646	46.521877	16.565695	4
29	1065	33.606665	19.341465	-20.015421	44.350141	15.792375	4
30	1065	33.866	19.594675	-22.360772	40.864391	14.551155	4
31	1065	34.118	19.883375	-25.05917	35.958364	12.804197	4

32	1065	34.37	20.22772	-28.300929	30.298148	10.788685	4
33	1065	34.622	20.654755	-32.354457	23.336032	8.3095872	4
34	1065	34.874	21.236065	-37.92215	13.702329	4.8791798	4
35	1065	35.08761	22.11704	-46.44804	-1.0859233	-0.3866799	4

LOCALE_2_sismica

Report generated using GeoStudio 2007, version 7.23. Copyright © 1991-2013 GEO-SLOPE International Ltd.

File Information

Created By: [Francesca Lupino](#)
Revision Number: [81](#)
Last Edited By: [Claudio Gravina](#)
Date: [30/01/2020](#)
Time: [20:28:16](#)
File Name: [OS140_locali_dreni.gsz](#)
Directory: [W:\public\CMC-BLG-Dissesto idrologico Bolognetta\Calcoli\OS140\Stabilità\Dreni\](#)
Last Solved Date: [14/02/2020](#)
Last Solved Time: [19:30:59](#)

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/m³](#)
View: [2D](#)

Analysis Settings

LOCALE_2_sismica

Description: [LOCALE](#)
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: [1 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

LSA_sismico

Model: [Mohr-Coulomb](#)
Unit Weight: 20 kN/m³
Cohesion: 5 kPa
Phi: 24 °
Phi-B: 0 °
Pore Water Pressure
Piezometric Line: 1

AG_sismico

Model: [Mohr-Coulomb](#)
Unit Weight: 20.5 kN/m³
Cohesion: 30 kPa
Phi: 25 °
Phi-B: 0 °
Pore Water Pressure
Piezometric Line: 1

RILEVATO_sismico

Model: [Mohr-Coulomb](#)
Unit Weight: 20 kN/m³
Cohesion: 0 kPa
Phi: 38 °
Phi-B: 0 °
Pore Water Pressure
Piezometric Line: 1

GABBIONI_ssmico

Model: [Mohr-Coulomb](#)
Unit Weight: 16 kN/m³
Cohesion: 50 kPa
Phi: 45 °
Phi-B: 0 °
Pore Water Pressure
Piezometric Line: 1

Slip Surface Entry and Exit

Left Projection: [Range](#)
Left-Zone Left Coordinate: (9.785397, 14.25) m
Left-Zone Right Coordinate: (15.85089, 14.258902) m
Left-Zone Increment: 15
Right Projection: [Range](#)
Right-Zone Left Coordinate: (18.910161, 16.076774) m
Right-Zone Right Coordinate: (29.157772, 19.447101) m
Right-Zone Increment: 15
Radius Increments: 4

Slip Surface Limits

Left Coordinate: (0, 13.32) m
Right Coordinate: (53.16, 24.24) m

Piezometric Lines

Piezometric Line 1

Coordinates

	X (m)	Y (m)
	19.57	16.54
	53.16	18.36

Surcharge Loads**Surcharge Load 1**Surcharge (Unit Weight): 20 kN/m³

Direction: Vertical

Coordinates

	X (m)	Y (m)
	24.74	20.24
	27.74	20.31

Seismic Loads

Horz Seismic Load: 0.089

Vert Seismic Load: -0.044

Ignore seismic load in strength: No

Reinforcements**Reinforcement 1**

Type: Pile

Outside Point: (23.61, 19.21) m

Inside Point: (23.61, 7.21) m

Slip Surface Intersection: (0, 0) m

Total Length: 12 m

Reinforcement Direction: 90 °

Applied Load Option: Variable

F of S Dependent: No

Pile Spacing: 1.2 m

Shear Capacity: 667 kN

Shear Safety Factor: 1

Shear Load Used: 555.83333 kN

Shear Option: Parallel to Slip

Resisting Force Used: 0 kN/m

Regions

	Material	Points	Area (m ²)
Region 1	GABBIONI_ssmico	7,8,24,25,26,27,28	3.15115
Region 2	GABBIONI_ssmico	12,13,14,15,16,17,18,19,20	4.4899
Region 3	RILEVATO_sismico	6,7,28,29,5	7.89305
Region 4	RILEVATO_sismico	20,22,23,24,8,9,10,11,12	12.73795
Region 5	RILEVATO_sismico	14,13,30,31	9.0788216
Region 6	AG_sismico	2,1,30,46,45,44,43,37,38,39,40,41,42,32,33,34,35,36,3	706.39381

Region 7	LSA_sismico	5,4,36,35,34,33,32,42,41,40,39,38,37,43,44,45,46,30,13,12,11,10,9,8,7,6	266.72221
-------------	-------------	---	-----------

Points

	X (m)	Y (m)
Point 1	0	13.32
Point 2	0	0
Point 3	53.16	0
Point 4	53.16	24.24
Point 5	35	22.64
Point 6	31.34	18.31
Point 7	30.48	18.33
Point 8	28.49	18.5
Point 9	23.95	18.2
Point 10	18.89	14.87
Point 11	18.33	13.28
Point 12	17.77	13.28
Point 13	15.78	13.45
Point 14	15.85	14.25
Point 15	15.87	14.45
Point 16	16.37	14.41
Point 17	16.45	15.4
Point 18	16.95	15.36
Point 19	17.04	16.35
Point 20	18.03	16.27
Point 21	18.02	16.03
Point 22	18.84	16.03
Point 23	23.61	19.21
Point 24	28.56	19.33
Point 25	28.57	19.5
Point 26	29.57	19.41
Point 27	29.66	20.41
Point 28	30.65	20.7
Point 29	33.74	22.54
Point 30	4.172395	13.354313
Point 31	5.937768	14.25
Point 32	35	14.64
Point 33	39.828704	15.244792
Point 34	45.671875	15.896991
Point 35	49.877894	16.336227
Point 36	53.16	16.655671
Point 37	17.77	10.28
Point 38	20.233893	10.306713
Point 39	23.151042	10.850212
Point 40	26.046007	11.648823
Point 41	28.841146	12.979842
Point 42	31.804487	14.127757
Point 43	15.120563	10.373264
Point 44	12.835648	11
Point 45	9.574653	11.704282
Point 46	6.502218	12.591628

Critical Slip Surfaces

	Slip Surface	FOS	Center (m)	Radius (m)	Entry (m)	Exit (m)
1	840	1.31	(17.241, 19.293)	6.086	(23.3213, 19.0175)	(13.8344, 14.25)

Slices of Slip Surface: 840

	Slip Surface	X (m)	Y (m)	PWP (kPa)	Base Normal Stress (kPa)	Frictional Strength (kPa)	Cohesive Strength (kPa)
1	840	14.005535	14.1425	0	3.715718	2.9030371	0
2	840	14.34775	13.942465	0	11.253699	8.7923533	0
3	840	14.689965	13.77087	0	18.651015	14.57177	0
4	840	15.03218	13.625115	0	25.522221	19.940145	0
5	840	15.374395	13.503245	0	31.409967	24.540155	0
6	840	15.66275	13.41657	0	30.954762	13.781948	5
7	840	15.815	13.37663	0	30.017047	13.36445	5
8	840	15.86	13.36586	0	30.269741	13.476957	5
9	840	15.995	13.33737	0	32.668223	14.54483	5
10	840	16.245	13.29046	0	32.887541	14.642476	5
11	840	16.41	13.264195	0	42.390034	18.873259	5
12	840	16.575	13.244905	0	51.317407	22.847981	5
13	840	16.825	13.222555	0	49.751065	22.150601	5
14	840	16.995	13.212155	0	57.400658	25.55642	5
15	840	17.2225	13.209765	0	63.572289	28.304207	5
16	840	17.5875	13.219595	0	58.368345	25.987262	5
17	840	17.9	13.244145	0	59.38755	26.441041	5
18	840	18.105635	13.26915	0	61.25849	27.274037	5
19	840	18.260365	13.293435	0	62.300415	48.674419	0
20	840	18.464595	13.332545	0	53.052246	23.620382	5
21	840	18.714865	13.38945	0	47.405326	21.106211	5
22	840	18.865	13.4276	0	44.521905	19.822429	5
23	840	19.06	13.487775	0	43.36614	19.307849	5
24	840	19.4	13.60555	0	41.293714	18.385146	5
25	840	19.58905	13.678035	28.078194	39.55504	5.1098213	5
26	840	19.77361	13.76177	27.354196	38.729369	5.0645532	5
27	840	20.104635	13.925835	25.921217	37.520357	5.1642697	5
28	840	20.435665	14.116255	24.229663	36.270196	5.3607906	5
29	840	20.76669	14.336085	22.249592	34.931008	5.6461301	5
30	840	21.097715	14.58949	19.940508	33.413673	5.9986394	5
31	840	21.428745	14.882315	17.244628	31.583712	6.3841716	5
32	840	21.739145	15.198595	14.307688	29.418263	6.7276613	5
33	840	22.028915	15.5427	11.087195	26.723594	6.9617734	5
34	840	22.318685	15.947525	7.270979	22.998563	7.0023715	5
35	840	22.608455	16.43994	2.5957486	17.520979	6.6451407	5
36	840	22.925995	17.176105	-4.4549755	9.0371927	4.0236174	5
37	840	23.20997	18.32863	-15.606785	2.3788489	1.8585605	0

LOCALE_2_statica

Report generated using GeoStudio 2007, version 7.23. Copyright © 1991-2013 GEO-SLOPE International Ltd.

File Information

Created By: [Francesca Lupino](#)

Revision Number: 81

Last Edited By: [Claudio Gravina](#)

Date: 30/01/2020

Time: 20:28:16

File Name: OS140_locali_dreni.gsz

Directory: W:\public\CMC-BLG-Dissesto idrologico Bolognetta\Calcoli\OS140\Stabilità\Dreni\

Last Solved Date: 14/02/2020

Last Solved Time: 19:31:01

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/m³](#)

View: [2D](#)

Analysis Settings

LOCALE_2_statica

Description: [LOCALE](#)

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: [1 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

LSA

Model: [Mohr-Coulomb](#)
Unit Weight: 20 kN/m³
Cohesion: 4 kPa
Phi: 19.6 °
Phi-B: 0 °
Pore Water Pressure
Piezometric Line: 1

AG

Model: [Mohr-Coulomb](#)
Unit Weight: 20.5 kN/m³
Cohesion: 24 kPa
Phi: 20.5 °
Phi-B: 0 °
Pore Water Pressure
Piezometric Line: 1

RILEVATO

Model: [Mohr-Coulomb](#)
Unit Weight: 20 kN/m³
Cohesion: 0 kPa
Phi: 32 °
Phi-B: 0 °
Pore Water Pressure
Piezometric Line: 1

GABBIONI

Model: [Mohr-Coulomb](#)
Unit Weight: 16 kN/m³
Cohesion: 40 kPa
Phi: 38.7 °
Phi-B: 0 °
Pore Water Pressure
Piezometric Line: 1

Slip Surface Entry and Exit

Left Projection: [Range](#)
Left-Zone Left Coordinate: (9.086613, 14.25) m
Left-Zone Right Coordinate: (15.854624, 14.296241) m
Left-Zone Increment: 15
Right Projection: [Range](#)
Right-Zone Left Coordinate: (18.994987, 16.133324) m
Right-Zone Right Coordinate: (28.564983, 19.414712) m
Right-Zone Increment: 15
Radius Increments: 4

Slip Surface Limits

Left Coordinate: (0, 13.32) m

Right Coordinate: (53.16, 24.24) m

Piezometric Lines

Piezometric Line 1

Coordinates

	X (m)	Y (m)
	19.57	16.54
	53.16	18.36

Surcharge Loads

Surcharge Load 1

Surcharge (Unit Weight): 30 kN/m³

Direction: Vertical

Coordinates

	X (m)	Y (m)
	24.74	20.24
	27.74	20.31

Seismic Loads

Horz Seismic Load: 0

Vert Seismic Load: 0

Reinforcements

Reinforcement 1

Type: Pile

Outside Point: (23.61, 19.21) m

Inside Point: (23.61, 7.21) m

Slip Surface Intersection: (0, 0) m

Total Length: 12 m

Reinforcement Direction: 90 °

Applied Load Option: Variable

F of S Dependent: No

Pile Spacing: 1.2 m

Shear Capacity: 667 kN

Shear Safety Factor: 1

Shear Load Used: 555.83333 kN

Shear Option: Parallel to Slip

Resisting Force Used: 0 kN/m

Regions

	Material	Points	Area (m ²)
--	----------	--------	------------------------

Region 1	GABBIONI	7,8,24,25,26,27,28	3.15115
Region 2	GABBIONI	12,13,14,15,16,17,18,19,20	4.4899
Region 3	RILEVATO	6,7,28,29,5	7.89305
Region 4	RILEVATO	20,22,23,24,8,9,10,11,12	12.73795
Region 5	RILEVATO	14,13,30,31	9.0788216
Region 6	AG	2,1,30,46,45,44,43,37,38,39,40,41,42,32,33,34,35,36,3	706.39381
Region 7	LSA	5,4,36,35,34,33,32,42,41,40,39,38,37,43,44,45,46,30,13,12,11,10,9,8,7,6	266.72221

Points

	X (m)	Y (m)
Point 1	0	13.32
Point 2	0	0
Point 3	53.16	0
Point 4	53.16	24.24
Point 5	35	22.64
Point 6	31.34	18.31
Point 7	30.48	18.33
Point 8	28.49	18.5
Point 9	23.95	18.2
Point 10	18.89	14.87
Point 11	18.33	13.28
Point 12	17.77	13.28
Point 13	15.78	13.45
Point 14	15.85	14.25
Point 15	15.87	14.45
Point 16	16.37	14.41
Point 17	16.45	15.4
Point 18	16.95	15.36
Point 19	17.04	16.35
Point 20	18.03	16.27
Point 21	18.02	16.03
Point 22	18.84	16.03
Point 23	23.61	19.21
Point 24	28.56	19.33
Point 25	28.57	19.5
Point 26	29.57	19.41
Point 27	29.66	20.41
Point 28	30.65	20.7
Point 29	33.74	22.54
Point 30	4.172395	13.354313
Point 31	5.937768	14.25
Point 32	35	14.64
Point 33	39.828704	15.244792
Point 34	45.671875	15.896991
Point 35	49.877894	16.336227

Point 36	53.16	16.655671
Point 37	17.77	10.28
Point 38	20.233893	10.306713
Point 39	23.151042	10.850212
Point 40	26.046007	11.648823
Point 41	28.841146	12.979842
Point 42	31.804487	14.127757
Point 43	15.120563	10.373264
Point 44	12.835648	11
Point 45	9.574653	11.704282
Point 46	6.502218	12.591628

Critical Slip Surfaces

	Slip Surface	FOS	Center (m)	Radius (m)	Entry (m)	Exit (m)
1	840	1.24	(17.105, 19.146)	6.006	(23.1042, 18.8728)	(13.6265, 14.25)

Slices of Slip Surface: 840

	Slip Surface	X (m)	Y (m)	PWP (kPa)	Base Normal Stress (kPa)	Frictional Strength (kPa)	Cohesive Strength (kPa)
1	840	13.7854	14.14457	0	3.4603174	2.1622463	0
2	840	14.103155	13.94742	0	10.283861	6.4260695	0
3	840	14.42091	13.776305	0	16.728313	10.45301	0
4	840	14.738665	13.628785	0	22.586966	14.113902	0
5	840	15.05642	13.503	0	27.633825	17.26753	0
6	840	15.356475	13.40238	0	28.784842	10.249821	4
7	840	15.638825	13.32388	0	30.937863	11.016477	4
8	840	15.815	13.28065	0	29.89332	10.644533	4
9	840	15.86	13.27084	0	30.072805	10.708444	4
10	840	15.995	13.24522	0	32.268222	11.490197	4
11	840	16.245	13.20364	0	32.192642	11.463284	4
12	840	16.41	13.180905	0	41.594068	14.810982	4
13	840	16.575	13.16518	0	50.486537	17.977447	4
14	840	16.825	13.148285	0	48.894939	17.410705	4
15	840	16.995	13.14164	0	56.722787	20.198076	4
16	840	17.2225	13.14441	0	63.231622	22.515768	4
17	840	17.5875	13.16273	0	58.47011	20.82027	4
18	840	17.9	13.194835	0	60.153512	21.419702	4
19	840	18.18	13.23952	0	60.938156	21.699101	4
20	840	18.4575	13.29632	0	54.976292	19.576177	4
21	840	18.7125	13.36125	0	49.511273	17.630171	4
22	840	18.865	13.404355	0	46.740507	16.643546	4
23	840	19.06	13.47059	0	45.924318	16.352914	4
24	840	19.4	13.59951	0	44.360342	15.796007	4
25	840	19.58905	13.678515	28.072891	43.871808	5.6257413	4
26	840	19.77361	13.76933	27.280663	43.11005	5.6365911	4
27	840	20.104635	13.94699	25.713726	41.906834	5.7661065	4
28	840	20.435665	14.152905	23.87013	40.517777	5.9279605	4
29	840	20.76669	14.390775	21.713276	38.896201	6.1185644	4
30	840	21.097715	14.66574	19.192638	36.943269	6.3207152	4
31	840	21.428745	14.98525	16.235093	34.494886	6.5020198	4

32	840	21.760425	15.361665	12.719933	31.267913	6.6046386	4
33	840	22.09276	15.81488	8.4517601	26.759256	6.5190059	4
34	840	22.425095	16.38369	3.0500699	19.930285	6.0107742	4
35	840	22.735125	17.099435	-3.8045637	10.802634	3.8466448	4
36	840	22.9916	18.18399	-14.304473	2.8684881	1.7924303	0

ALLEGATI FILE DI INPUT E OUTPUT MODELLI DI CALCOLO

FILE INPUT E OUTPUT VERIFICHE DI STABILITA' FASI TRANSITORIE

globale residuo

Report generated using GeoStudio 2007, version 7.23. Copyright © 1991-2013 GEO-SLOPE International Ltd.

File Information

Created By: [Francesca Lupino](#)
Revision Number: [93](#)
Last Edited By: [Francesca Lupino](#)
Date: [22-Apr-21](#)
Time: [2:28:23 PM](#)
File Name: [OS140_fase 3-4_rev01.gsz](#)
Directory: [W:\public\CMC-BLG-Dissesto idrologico Bolognetta\CALCOLI\ISTRUTTORIA_PV3\OS140 fasi intermedie\](#)
Last Solved Date: [22-Apr-21](#)
Last Solved Time: [2:28:37 PM](#)

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/m³](#)
View: [2D](#)

Analysis Settings

globale residuo

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: [1 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

AG

Model: [Mohr-Coulomb](#)
Unit Weight: 20.5 kN/m³
Cohesion: 24 kPa
Phi: 20.5 °
Phi-B: 0 °
Pore Water Pressure
Piezometric Line: 1

RILEVATO

Model: [Mohr-Coulomb](#)
Unit Weight: 20 kN/m³
Cohesion: 0 kPa
Phi: 32 °
Phi-B: 0 °
Pore Water Pressure
Piezometric Line: 1

GABBIONI

Model: [Mohr-Coulomb](#)
Unit Weight: 16 kN/m³
Cohesion: 40 kPa
Phi: 38.7 °
Phi-B: 0 °
Pore Water Pressure
Piezometric Line: 1

LSA res

Model: [Mohr-Coulomb](#)
Unit Weight: 20 kN/m³
Cohesion: 0 kPa
Phi: 17.1 °
Phi-B: 0 °
Pore Water Pressure
Piezometric Line: 1

Slip Surface Entry and Exit

Left Projection: [Range](#)
Left-Zone Left Coordinate: (11.10806, 13.411487) m
Left-Zone Right Coordinate: (22.38755, 15.96) m
Left-Zone Increment: 30
Right Projection: [Range](#)
Right-Zone Left Coordinate: (33.83599, 22.547618) m
Right-Zone Right Coordinate: (43.7858, 23.414079) m
Right-Zone Increment: 15
Radius Increments: 4

Slip Surface Limits

Left Coordinate: (0, 13.32) m
Right Coordinate: (53.16, 24.24) m

Piezometric Lines

Piezometric Line 1

Coordinates

	X (m)	Y (m)
	0	11.786806
	19.501389	12.122222
	21.993056	14.374306
	24.852083	16.578472
	31.288889	17.361111
	35.170139	20.795139
	53.090972	22.440278

Reinforcements

Reinforcement 1

Type: **Pile**

Outside Point: (23.61, 19.21) m

Inside Point: (23.61, 7.71) m

Slip Surface Intersection: (23.61, 7.549) m

Total Length: 11.5 m

Reinforcement Direction: 90 °

Applied Load Option: **Variable**

F of S Dependent: **No**

Pile Spacing: 1.2 m

Shear Capacity: 667 kN

Shear Safety Factor: 1

Shear Load Used: 555.83333 kN

Shear Option: **Parallel to Slip**

Resisting Force Used: 0 kN/m

Regions

	Material	Points	Area (m ²)
Region 1	GABBIONI	8,9,14,15,16,17,18	3.15115
Region 2	RILEVATO	7,8,18,19,6	7.89305
Region 3	AG	3,2,1,20,35,34,33,32,26,27,28,29,30,31,21,22,23,24,25,4	706.3938
Region 4	LSA res	6,5,25,24,23,22,21,31,30,29,28,27,26,32,33,34,35,20,13,12,11,45,44,43,42,41,40,39,38,37,10,9,8,7	260.65487
Region 5	RILEVATO	36,14,9,10,37	4.646122

Points

	X (m)	Y (m)
Point 1	0	13.32
Point 2	0	11
Point 3	0	0
Point 4	53.16	0
Point 5	53.16	24.24
Point 6	35	22.64
Point 7	31.34	18.31
Point 8	30.48	18.33
Point 9	28.49	18.5
Point 10	23.95	18.2
Point 11	18.33	13.28
Point 12	17.77	13.28
Point 13	15.78	13.45
Point 14	28.56	19.33

Point 15	28.57	19.5
Point 16	29.57	19.41
Point 17	29.66	20.41
Point 18	30.65	20.7
Point 19	33.74	22.54
Point 20	4.17239	13.354313
Point 21	35	14.64
Point 22	39.8287	15.244792
Point 23	45.67188	15.896991
Point 24	49.87789	16.336227
Point 25	53.16	16.655671
Point 26	17.77	10.28
Point 27	20.23389	10.306713
Point 28	23.15104	10.850212
Point 29	26.04601	11.648823
Point 30	28.84115	12.979842
Point 31	31.80449	14.127757
Point 32	15.12056	10.373264
Point 33	12.83565	11
Point 34	9.57465	11.704282
Point 35	6.50222	12.591628
Point 36	23.6175	19.225915
Point 37	23.59663	17.967449
Point 38	23.59663	16.96
Point 39	22.59663	16.96
Point 40	22.59663	15.96
Point 41	21.59663	15.96
Point 42	21.59663	14.96
Point 43	20.59663	14.96
Point 44	20.59663	13.96
Point 45	19.59663	13.96

Critical Slip Surfaces

	Slip Surface	FOS	Center (m)	Radius (m)	Entry (m)	Exit (m)
1	135	1.54	(24.119, 23.911)	16.37	(40.4695, 23.1219)	(11.5566, 13.4152)

Slices of Slip Surface: 135

	Slip Surface	X (m)	Y (m)	PWP (kPa)	Base Normal Stress (kPa)	Frictional Strength (kPa)	Cohesive Strength (kPa)
1	135	12.218615	12.711765	-7.0098755	19.536754	6.0102903	0
2	135	13.35526	11.59355	4.1479476	50.509858	14.262786	0
3	135	14.3046	10.822815	11.866668	72.111013	18.533581	0
4	135	14.949915	10.35149	16.59798	106.48319	33.606704	24
5	135	15.45028	10.030186	19.83355	116.09701	35.991433	24
6	135	16.2775	9.5525775	24.657121	128.75438	38.920371	24
7	135	17.2725	9.051661	29.737096	139.6853	41.10795	24
8	135	18.05	8.710646	33.213115	146.36358	42.305226	24
9	135	18.915695	8.4023515	36.381942	159.93583	46.194907	24
10	135	19.54901	8.1920055	38.965872	171.19657	49.439032	24
11	135	19.91526	8.093483	43.178453	171.81297	48.094474	24
12	135	20.41526	7.9666755	48.853725	171.31967	45.788141	24
13	135	21.09663	7.830574	56.228551	193.42354	51.295105	24
14	135	21.794845	7.708172	63.618181	213.57211	56.065477	24
15	135	22.294845	7.645899	68.267888	209.77767	52.90834	24
16	135	22.873835	7.590909	73.184299	227.59936	57.733425	24
17	135	23.373835	7.5596115	77.271225	222.39325	54.258903	24

18	135	23.607065	7.5491345	79.137135	256.18995	66.197336	24
19	135	23.78375	7.545404	80.509439	267.89272	70.059736	24
20	135	24.40104	7.5497805	85.13471	259.56056	65.215152	24
21	135	25.449045	7.606265	88.705678	244.77959	58.353644	24
22	135	26.45334	7.7136785	88.846587	230.19586	52.848328	24
23	135	27.268005	7.8522685	88.459065	217.91644	48.402129	24
24	135	28.08267	8.0338435	87.648855	205.48581	44.057431	24
25	135	28.525	8.14532	87.082896	197.26903	41.196905	24
26	135	28.565	8.156513	87.02184	196.36961	40.883455	24
27	135	28.705575	8.1974985	86.785728	195.18823	40.530035	24
28	135	29.205575	8.35625	85.826897	186.48099	37.633023	24
29	135	29.615	8.491467	84.988949	186.70482	38.030008	24
30	135	30.07	8.667577	83.804198	188.00877	38.960492	24
31	135	30.565	8.864062	82.46834	186.16476	38.770504	24
32	135	30.969445	9.0477135	81.148633	187.21031	39.654836	24
33	135	31.314445	9.2074565	80.185142	185.12104	39.233925	24
34	135	31.572245	9.3387535	81.132983	183.53584	38.286861	24
35	135	32.288365	9.736432	83.447629	178.98133	35.718588	24
36	135	33.25612	10.341145	85.917251	172.73447	32.459629	24
37	135	34.37	11.174025	87.411301	159.88515	27.096862	24
38	135	35.08507	11.75784	87.892466	149.41981	23.004131	24
39	135	35.61655	12.27574	83.954548	140.33587	21.080111	24
40	135	36.509365	13.23499	75.347383	123.97298	18.180367	24
41	135	37.40218	14.37494	64.972491	104.90728	14.931005	24
42	135	38.252665	15.691635	52.825198	102.01517	15.132812	0
43	135	39.060815	17.29976	37.781825	79.020255	12.686597	0
44	135	39.86896	19.73831	14.594775	40.842427	8.0748322	0
45	135	40.371255	22.19274	-9.0235784	6.230668	1.9168037	0

monte

Report generated using GeoStudio 2007, version 7.23. Copyright © 1991-2013 GEO-SLOPE International Ltd.

File Information

Created By: [Francesca Lupino](#)
Revision Number: [93](#)
Last Edited By: [Francesca Lupino](#)
Date: [22-Apr-21](#)
Time: [2:28:23 PM](#)
File Name: [OS140_fase 3-4_rev01.gsz](#)
Directory: [W:\public\CMC-BLG-Dissesto idrologico Bolognetta\CALCOLI\ISTRUTTORIA_PV3\OS140 fasi intermedie\](#)
Last Solved Date: [22-Apr-21](#)
Last Solved Time: [2:28:40 PM](#)

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/m³](#)
View: [2D](#)

Analysis Settings

monte

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: [1 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

LSA

Model: [Mohr-Coulomb](#)
Unit Weight: 20 kN/m³
Cohesion: 4 kPa
Phi: 19.6 °
Phi-B: 0 °
Pore Water Pressure
Piezometric Line: 1

AG

Model: [Mohr-Coulomb](#)
Unit Weight: 20.5 kN/m³
Cohesion: 24 kPa
Phi: 20.5 °
Phi-B: 0 °
Pore Water Pressure
Piezometric Line: 1

RILEVATO

Model: [Mohr-Coulomb](#)
Unit Weight: 20 kN/m³
Cohesion: 0 kPa
Phi: 32 °
Phi-B: 0 °
Pore Water Pressure
Piezometric Line: 1

GABBIONI

Model: [Mohr-Coulomb](#)
Unit Weight: 16 kN/m³
Cohesion: 40 kPa
Phi: 38.7 °
Phi-B: 0 °
Pore Water Pressure
Piezometric Line: 1

Slip Surface Entry and Exit

Left Projection: [Range](#)
Left-Zone Left Coordinate: (23.6175, 19.225915) m
Left-Zone Right Coordinate: (29.57, 19.41) m
Left-Zone Increment: 15
Right Projection: [Range](#)
Right-Zone Left Coordinate: (33.83599, 22.547618) m
Right-Zone Right Coordinate: (43.7858, 23.414079) m
Right-Zone Increment: 15
Radius Increments: 4

Slip Surface Limits

Left Coordinate: (0, 13.32) m
Right Coordinate: (53.16, 24.24) m

Piezometric Lines

Piezometric Line 1

Coordinates

	X (m)	Y (m)
	0	11.786806
	19.501389	12.122222
	21.993056	14.374306
	24.852083	16.578472
	31.288889	17.361111
	35.457639	20.683333
	53.027083	22.823611

Reinforcements

Reinforcement 1

Type: Pile

Outside Point: (23.61, 19.21) m

Inside Point: (23.61, 7.71) m

Slip Surface Intersection: (0, 0) m

Total Length: 11.5 m

Reinforcement Direction: 90 °

Applied Load Option: Variable

F of S Dependent: No

Pile Spacing: 1.2 m

Shear Capacity: 667 kN

Shear Safety Factor: 1

Shear Load Used: 555.83333 kN

Shear Option: Parallel to Slip

Resisting Force Used: 0 kN/m

Regions

	Material	Points	Area (m ²)
Region 1	GABBIONI	8,9,14,15,16,17,18	3.15115
Region 2	RILEVATO	7,8,18,19,6	7.89305
Region 3	AG	3,2,1,20,35,34,33,32,26,27,28,29,30,31,21,22,23,24,25,4	706.3938
Region 4	LSA	6,5,25,24,23,22,21,31,30,29,28,27,26,32,33,34,35,20,13,12,11,45,44,43,42,41,40,39,38,37,10,9,8,7	260.65487
Region 5	RILEVATO	36,14,9,10,37	4.646122

Points

	X (m)	Y (m)
Point 1	0	13.32
Point 2	0	11
Point 3	0	0
Point 4	53.16	0
Point 5	53.16	24.24
Point 6	35	22.64
Point 7	31.34	18.31
Point 8	30.48	18.33
Point 9	28.49	18.5
Point 10	23.95	18.2
Point 11	18.33	13.28
Point 12	17.77	13.28
Point 13	15.78	13.45
Point 14	28.56	19.33

Point 15	28.57	19.5
Point 16	29.57	19.41
Point 17	29.66	20.41
Point 18	30.65	20.7
Point 19	33.74	22.54
Point 20	4.17239	13.354313
Point 21	35	14.64
Point 22	39.8287	15.244792
Point 23	45.67188	15.896991
Point 24	49.87789	16.336227
Point 25	53.16	16.655671
Point 26	17.77	10.28
Point 27	20.23389	10.306713
Point 28	23.15104	10.850212
Point 29	26.04601	11.648823
Point 30	28.84115	12.979842
Point 31	31.80449	14.127757
Point 32	15.12056	10.373264
Point 33	12.83565	11
Point 34	9.57465	11.704282
Point 35	6.50222	12.591628
Point 36	23.6175	19.225915
Point 37	23.59663	17.967449
Point 38	23.59663	16.96
Point 39	22.59663	16.96
Point 40	22.59663	15.96
Point 41	21.59663	15.96
Point 42	21.59663	14.96
Point 43	20.59663	14.96
Point 44	20.59663	13.96
Point 45	19.59663	13.96

Critical Slip Surfaces

	Slip Surface	FOS	Center (m)	Radius (m)	Entry (m)	Exit (m)
1	584	1.50	(30.239, 24.597)	6.512	(36.4899, 22.7713)	(26.4719, 19.286)

Slices of Slip Surface: 584

	Slip Surface	X (m)	Y (m)	PWP (kPa)	Base Normal Stress (kPa)	Frictional Strength (kPa)	Cohesive Strength (kPa)
1	584	26.628215	19.181795	-23.41286	3.1349856	1.9589564	0
2	584	26.94084	18.985675	-21.116697	9.1717011	5.7311149	0
3	584	27.253465	18.813095	-19.051495	14.703884	9.1880067	0
4	584	27.566095	18.661995	-17.196943	19.659648	12.284712	0
5	584	27.87872	18.530765	-15.537052	23.960942	14.972458	0
6	584	28.262515	18.397405	-13.771568	26.65566	9.4916536	4
7	584	28.525	18.315315	-12.653526	26.773701	9.533686	4
8	584	28.565	18.30443	-12.499094	26.661319	9.4936688	4
9	584	28.736665	18.263555	-11.893618	28.798224	10.254586	4
10	584	29.07	18.193575	-10.809932	29.330451	10.444104	4
11	584	29.403335	18.141555	-9.9022037	29.159778	10.38333	4
12	584	29.615	18.115635	-9.3956146	37.910053	13.499163	4
13	584	29.865	18.09949	-8.9390745	47.260629	16.828753	4
14	584	30.275	18.0888	-8.3454856	47.406612	16.880735	4
15	584	30.565	18.094175	-8.0522639	52.008953	18.519555	4
16	584	30.80972	18.11248	-7.9400619	57.291186	20.400474	4
17	584	31.129165	18.148565	-7.9129621	58.048649	20.670194	4

18	584	31.314445	18.17488	-7.7808473	58.29364	20.757431	4
19	584	31.498525	18.21041	-6.6906388	58.291274	20.756589	4
20	584	31.815575	18.28122	-4.9070642	58.04933	20.670436	4
21	584	32.132625	18.36897	-3.2899313	57.460633	20.460811	4
22	584	32.449675	18.474385	-1.8456965	56.592579	20.151711	4
23	584	32.766725	18.5984	-0.58397347	55.490705	19.759351	4
24	584	33.12894	18.766125	0.60204805	53.991208	19.011025	4
25	584	33.536315	18.98675	1.6221877	52.115972	17.980028	4
26	584	33.8975	19.21346	2.2217239	48.97923	16.649599	4
27	584	34.2125	19.44186	2.4437026	44.63006	15.021886	4
28	584	34.5275	19.701185	2.3624027	40.094599	13.435831	4
29	584	34.8425	19.99672	1.9260176	35.237613	11.861725	4
30	584	35.21122	20.404795	0.80573305	28.812041	9.9725976	4
31	584	35.44004	20.678635	-0.091509924	24.628344	8.7697586	4
32	584	35.62968	20.956725	-2.4756876	20.535845	7.3124854	4
33	584	35.973765	21.53347	-7.7207529	12.185026	4.3388925	4
34	584	36.31785	22.313375	-14.9577	1.0729924	0.38207541	4

valle

Report generated using GeoStudio 2007, version 7.23. Copyright © 1991-2013 GEO-SLOPE International Ltd.

File Information

Created By: [Francesca Lupino](#)
Revision Number: [99](#)
Last Edited By: [Francesca Lupino](#)
Date: [22-Apr-21](#)
Time: [2:39:46 PM](#)
File Name: [OS140_fase 3-4_rev01.gsz](#)
Directory: [W:\public\CMC-BLG-Dissesto idrologico Bolognetta\CALCOLI\ISTRUTTORIA_PV3\OS140 fasi intermedie\](#)
Last Solved Date: [22-Apr-21](#)
Last Solved Time: [2:39:49 PM](#)

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/m³](#)
View: [2D](#)

Analysis Settings

valle

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: [1 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

LSA

Model: [Mohr-Coulomb](#)
Unit Weight: 20 kN/m³
Cohesion: 4 kPa
Phi: 19.6 °
Phi-B: 0 °
Pore Water Pressure
Piezometric Line: 1

AG

Model: [Mohr-Coulomb](#)
Unit Weight: 20.5 kN/m³
Cohesion: 24 kPa
Phi: 20.5 °
Phi-B: 0 °
Pore Water Pressure
Piezometric Line: 1

RILEVATO

Model: [Mohr-Coulomb](#)
Unit Weight: 20 kN/m³
Cohesion: 0 kPa
Phi: 32 °
Phi-B: 0 °
Pore Water Pressure
Piezometric Line: 1

GABBIONI

Model: [Mohr-Coulomb](#)
Unit Weight: 16 kN/m³
Cohesion: 40 kPa
Phi: 38.7 °
Phi-B: 0 °
Pore Water Pressure
Piezometric Line: 1

Slip Surface Entry and Exit

Left Projection: [Range](#)
Left-Zone Left Coordinate: (10.19241, 13.403939) m
Left-Zone Right Coordinate: (20.320513, 13.96) m
Left-Zone Increment: 10
Right Projection: [Range](#)
Right-Zone Left Coordinate: (22.288462, 15.96) m
Right-Zone Right Coordinate: (28.20287, 19.322479) m
Right-Zone Increment: 10
Radius Increments: 4

Slip Surface Limits

Left Coordinate: (0, 13.32) m
Right Coordinate: (53.16, 24.24) m

Piezometric Lines

Piezometric Line 1

Coordinates

	X (m)	Y (m)
	0	11.786806
	19.50139	12.122222
	21.99306	14.374306
	24.85208	16.578472
	31.28889	17.361111
	35.39375	20.571528
	53.16	22.328472

Reinforcements

Reinforcement 1

Type: [Pile](#)

Outside Point: (23.61, 19.21) m

Inside Point: (23.61, 7.71) m

Slip Surface Intersection: (0, 0) m

Total Length: 11.5 m

Reinforcement Direction: 90 °

Applied Load Option: [Variable](#)

F of S Dependent: [No](#)

Pile Spacing: 1.2 m

Shear Capacity: 667 kN

Shear Safety Factor: 1

Shear Load Used: 555.83333 kN

Shear Option: [Parallel to Slip](#)

Resisting Force Used: 0 kN/m

Regions

	Material	Points	Area (m ²)
Region 1	GABBIONI	8,9,14,15,16,17,18	3.15115
Region 2	RILEVATO	7,8,18,19,6	7.89305
Region 3	AG	3,2,1,20,35,34,33,32,26,27,28,29,30,31,21,22,23,24,25,4	706.3938
Region 4	LSA	6,5,25,24,23,22,21,31,30,29,28,27,26,32,33,34,35,20,13,12,11,45,44,43,42,41,40,39,38,37,10,9,8,7	260.65487
Region 5	RILEVATO	36,14,9,10,37	4.646122

Points

	X (m)	Y (m)
Point 1	0	13.32
Point 2	0	11
Point 3	0	0
Point 4	53.16	0
Point 5	53.16	24.24
Point 6	35	22.64
Point 7	31.34	18.31
Point 8	30.48	18.33
Point 9	28.49	18.5
Point 10	23.95	18.2
Point 11	18.33	13.28
Point 12	17.77	13.28
Point 13	15.78	13.45
Point 14	28.56	19.33

Point 15	28.57	19.5
Point 16	29.57	19.41
Point 17	29.66	20.41
Point 18	30.65	20.7
Point 19	33.74	22.54
Point 20	4.17239	13.354313
Point 21	35	14.64
Point 22	39.8287	15.244792
Point 23	45.67188	15.896991
Point 24	49.87789	16.336227
Point 25	53.16	16.655671
Point 26	17.77	10.28
Point 27	20.23389	10.306713
Point 28	23.15104	10.850212
Point 29	26.04601	11.648823
Point 30	28.84115	12.979842
Point 31	31.80449	14.127757
Point 32	15.12056	10.373264
Point 33	12.83565	11
Point 34	9.57465	11.704282
Point 35	6.50222	12.591628
Point 36	23.6175	19.225915
Point 37	23.59663	17.967449
Point 38	23.59663	16.96
Point 39	22.59663	16.96
Point 40	22.59663	15.96
Point 41	21.59663	15.96
Point 42	21.59663	14.96
Point 43	20.59663	14.96
Point 44	20.59663	13.96
Point 45	19.59663	13.96

Critical Slip Surfaces

	Slip Surface	FOS	Center (m)	Radius (m)	Entry (m)	Exit (m)
1	510	1.17	(19.813, 17.089)	3.31	(23.1206, 16.96)	(19.3264, 13.8149)

Slices of Slip Surface: 510

	Slip Surface	X (m)	Y (m)	PWP (kPa)	Base Normal Stress (kPa)	Frictional Strength (kPa)	Cohesive Strength (kPa)
1	510	19.41387	13.80425	-16.510183	1.9251578	0.68551785	4
2	510	19.54901	13.789785	-15.93168	4.0650798	1.4475098	4
3	510	19.65913	13.78305	-14.889388	5.0005554	1.7806177	4
4	510	19.78413	13.77958	-13.747461	5.3160316	1.8929537	4
5	510	19.90913	13.780835	-12.651507	5.4657931	1.9462814	4
6	510	20.03413	13.78682	-11.602104	5.4400179	1.9371032	4
7	510	20.15913	13.797565	-10.600074	5.2360691	1.8644803	4
8	510	20.28413	13.81311	-9.6441202	4.857694	1.729747	4
9	510	20.40913	13.83353	-8.7364973	4.3146587	1.5363809	4
10	510	20.53413	13.858915	-7.8774402	3.6207023	1.2892741	4
11	510	20.65913	13.889385	-7.0683149	21.574877	7.6824682	4
12	510	20.78413	13.925085	-6.3104721	20.099042	7.156947	4
13	510	20.90913	13.966195	-5.6056537	18.497298	6.5865917	4
14	510	21.03413	14.012935	-4.9559916	16.803274	5.9833766	4
15	510	21.15913	14.065565	-4.3641527	15.044644	5.3571568	4
16	510	21.28413	14.1244	-3.8331469	13.242731	4.7155245	4
17	510	21.40913	14.189815	-3.366639	11.411587	4.0634835	4

18	510	21.53413	14.26227	-2.9692227	9.557572	3.4032983	4
19	510	21.6627	14.344855	-2.6394775	22.256276	7.9251033	4
20	510	21.794845	14.438795	-2.389463	19.87593	7.0775003	4
21	510	21.92699	14.543065	-2.2407095	17.520571	6.2387947	4
22	510	22.053415	14.65345	-2.2811894	15.271946	5.4380954	4
23	510	22.17413	14.770435	-2.5158452	13.091148	4.661548	4
24	510	22.294845	14.90035	-2.8772118	10.840294	3.8600551	4
25	510	22.41556	15.04568	-3.3897481	8.4665693	3.0148097	4
26	510	22.536275	15.210045	-4.0890058	5.8967451	2.0997365	4
27	510	22.662125	15.408595	-5.0847109	14.465367	5.1508854	4
28	510	22.793115	15.65588	-6.5194552	10.67268	3.8003705	4
29	510	22.924105	15.975075	-8.6593407	5.643056	2.0094019	4
30	510	23.055095	16.559025	-13.395657	-4.0200508	-1.4314757	4