

ITINERARIO RAGUSA-CATANIA

Collegamento viario compreso tra lo Svincolo della S.S. 514 "di Chiaramonte" con la S.S. 115 e lo Svincolo della S.S. 194 "Ragusana"

LOTTO 3 - Dallo svincolo n. 5 "Grammichele" (compreso) allo svincolo n. 8 "Francofonte" (escluso)

PROGETTO ESECUTIVO

COD. **PA897**

PROGETTAZIONE: ATI SINTAGMA - GP INGEGNERIA - COOPROGETTI -GDG - ICARIA - OMNISERVICE

PROGETTISTA RESPONSABILE DELL'INTEGRAZIONE DELLE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE:

Dott. Ing. Nando Granieri

Ordine degli Ingegneri della Prov. di Perugia n° A351



IL GEOLOGO:

Dott. Geol. Giorgio Cerquiglini

Ordine dei Geologi della Regione Umbria n° 108

IL COORDINATORE PER LA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE:

Dott. Ing. Filippo Pambianco

Ordine degli Ingegneri della Provincia di Perugia n° A1373

VISTO IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO

Dott. Ing. Luigi Mupo

IL GRUPPO DI PROGETTAZIONE:

MANDATARIA:



Dott. Ing. N. Granieri
Dott. Ing. F. Durastanti
Dott. Ing. V. Truffini
Dott. Arch. A. Bracchini
Dott. Ing. L. Nani

Dott. Ing. M. Abram
Dott. Ing. F. Pambianco
Dott. Ing. M. Briganti Botta
Dott. Ing. L. Gagliardini
Dott. Geol. G. Cerquiglini

MANDANTI:



Dott. Ing. G. Guiducci
Dott. Ing. A. Signorelli
Dott. Ing. E. Moscatelli
Dott. Ing. A. Bela

Dott. Ing. G. Lucibello
Dott. Arch. G. Guastella
Dott. Geol. M. Leonardi
Dott. Ing. G. Parente



Dott. Arch. E. A. E. Crimi
Dott. Ing. M. Panfili
Dott. Arch. P. Ghirelli
Dott. Ing. D. Pelle

Dott. Ing. L. Ragnacci
Dott. Arch. A. Strati
Archeol. M. G. Liseno



Dott. Ing. D. Carlacchini
Dott. Ing. S. Sacconi
Dott. Ing. C. Consorti

Dott. Ing. F. Aloe
Dott. Ing. A. Salvemini



Dott. Ing. V. Rotisciani
Dott. Ing. G. Pulli
Dott. Ing. F. Macchioni

Dott. Ing. G. Verini Supplizi
Dott. Ing. V. Piunno
Geom. C. Sugaroni



Dott. Ing. P. Agnello



IL RESPONSABILE DI PROGETTO: **INGEGNERE Vladimiro ROTISCIANI**

OPERE D'ARTE MINORI
TOMBINO SCATOLARE 2X2 AL KM 3+710
Relazione di calcolo opere provvisionali

CODICE PROGETTO			NOME FILE	REVISIONE	SCALA:
PROGETTO	LIV. PROG.	N. PROG.	T04TM06STRRE02B		
L O 4 0 8 Z	E	2 1 0 1	CODICE ELAB. T 0 4 T M 0 6 S T R R E 0 2	B	Varie
B	Revisione a seguito istruttoria Anas		Settembre 2021	F. Macchioni	V. Rotisciani N. Granieri
A	Emissione		Giugno 2021	F. Macchioni	V. Rotisciani N. Granieri
REV.	DESCRIZIONE		DATA	REDATTO	VERIFICATO APPROVATO

INDICE

1	PREMESSA	3
2	NORMATIVA DI RIFERIMENTO	4
3	INQUADRAMENTO STRATIGRAFICO E GEOTECNICO DEL SITO	5
3.1	STRATIGRAFIE DI CALCOLO.....	5
4	MATERIALI	6
4.1	CALCESTRUZZO	6
4.1.1	Scelta della classe di esposizione.....	7
4.1.2	Copriferri.....	7
4.2	ACCIAIO PER CALCESTRUZZO ARMATO	8
4.3	ACCIAIO DA CARPENTERIA	8
5	GEOMETRIA DELL'OPERA	10
6	ANALISI DEI CARICHI	11
6.1	SPINTA STATICA DELLE TERRE.....	11
6.2	SPINTA STATICA DELL'ACQUA.....	12
6.3	SPINTA DA SOVRACCARICO ACCIDENTALE	12
6.4	AZIONE SISMICA	12
7	COMBINAZIONI DI CARICO	13
8	ANALISI SVOLTE CON CODICI DI CALCOLO	15
8.1	ORIGINE E CARATTERISTICHE DEL CODICE DI CALCOLO.....	15
8.2	AFFIDABILITÀ DEI CODICI UTILIZZATI	15
9	RISULTATI DELL'ANALISI	16
9.1	RAPPRESENTAZIONE GRAFICA MODELLO.....	17
9.2	TABULATI DI CALCOLO E VERIFICA	20
10	VERIFICHE STRUTTURALI	35

TOMBINO SCATOLARE TM06
RELAZIONE DI CALCOLO OPERE PROVVISORIALI

10.1 VERIFICHE SLU	35
10.2 VERIFICHE SLE	36
10.3 VERIFICHE TIRANTI.....	37
10.3.1 Verifica sfilamento	37
10.3.2 Verifica di resistenza	39
10.3.3 Travi di ripartizione	40
11 VERIFICHE GEOTECNICHE	41
12 STABILITA' FRONTI DI SCAVO	42
12.1 STRATIGRAFIE DEGLI SCAVI	42
12.2 CRITERI DI CALCOLO PER LE VERIFICHE DI STABILITA'	42
12.3 GEOMETRIA DEGLI SCAVI	43
12.4 RISULTATI DELLE VERIFICHE DI STABILITA'	44
12.4.1 Verifiche di stabilità in condizioni drenate	44

1 PREMESSA

Nella presente relazione vengono presentati i calcoli di verifica strutturale delle opere provvisoriali del tombino scatolare di sezione 2.50x2.00 m denominato TM06, ubicato alla progressiva km 3+709.86, da realizzarsi nell'ambito della progettazione esecutiva relativa al LOTTO 4 del "Collegamento viario compreso tra lo Svincolo della S.S. 514 di "Chiamonte" con la S.S. 115 e lo Svincolo della "Ragusana".

2 **NORMATIVA DI RIFERIMENTO**

Le normative rilevanti per la redazione del progetto sono le normative elencate nel seguito:

- D.M del 14.01.2008 "Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni".
- Circ. 02/02/2009 n. 617 C.S.LL.PP. Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti "Istruzioni per l'applicazione delle << Norme Tecniche per le Costruzioni >> di cui al D.M. 14 gennaio 2008.

3 INQUADRAMENTO STRATIGRAFICO E GEOTECNICO DEL SITO

La campagna di indagini effettuata ha permesso il riconoscimento dei litotipi, la successione stratigrafica e la caratterizzazione meccanica dei terreni lungo tutto lo sviluppo del tracciato di progetto. I risultati di dette indagini sono descritti nella relazione geotecnica alla quale si rimanda per ulteriori approfondimenti.

3.1 STRATIGRAFIE DI CALCOLO

Facendo riferimento a quanto riportato nella relazione geotecnica, nella tabella che segue sono riportati i valori dei parametri meccanici degli strati interessati dal calcolo delle strutture in esame:

Litotipo	Unità geotecnica	γ'	c'	ϕ'	c_u	E'
		[kN/m ³]	[kPa]	[°]	[KPa]	[MPa]
Rilevato stradale esistente	R	18	0	35	-	-
Alluvioni (grana grossa)	a_gross	19-21	0	38-42	-	40
Sabbia/calcareniti	Qc(a)	17.5-18.5	0	38-42	-	80-100
Argille	Qa	17-19	10-20	20-25	150	20-60

La stratigrafia assunta nei calcoli è specificata di seguito, assumendo come quota 0.00 la quota del piano campagna attuale, tenendo conto che il tracciato stradale è tutto realizzato in rilevato:

Da 0.00 a -4.90 m	R	Rilevato stradale esistente
Da -4.90 m a -9.10 m	a_gross	Alluvioni (grana grossa)
Da -9.10 m a -14.30 m	Qc(a)	Sabbia/calcareniti
Da -14.30 m a -	Qa	Argille

Dal punto di vista sismico il sottosuolo è individuato nella **categoria "B"**, come riportato nella Relazione geologica allegata al progetto esecutivo. Per quanto riguarda la falda idrica, il livello piezometrico non è stato intercettato nella zona in oggetto. Per l'andamento lungo il tracciato si faccia riferimento al "Profilo geotecnico". Per quanto riguarda il materiale con cui si effettua il riempimento a tergo delle opere, si assumono le seguenti caratteristiche:

Cod.	Descrizione	γ (KN/m ³)	c' (KPa)	ϕ' (deg)
R	Riempimento	18	0	35

Per maggiori dettagli sulle caratteristiche dei terreni si faccia riferimento agli elaborati di carattere geotecnico (relazione geotecnica, profili geotecnici).

4 MATERIALI

4.1 CALCESTRUZZO

Il calcestruzzo può essere preconfezionato in centrale di betonaggio o impastato in cantiere con inerti di caratteristiche meccaniche appropriate, granulometria e rapporto acqua-cemento controllati.

Gli impasti devono essere preparati e trasportati in modo da escludere pericoli di segregazione dei componenti e di prematuro inizio della presa al momento del getto.

I componenti dovranno soddisfare i seguenti requisiti normativi:

Leganti	-	L. 26/05/1965 n. 595
	-	Norme serie EN 197 armonizzata
Aggregati	-	UNI EN 12620 armonizzata
	-	UNI EN 13055-1 armonizzata
	-	UNI 8520-1 : 2005
	-	UNI 8520-2: 2005
Aggiunte	-	EN 450-1
	-	UNI EN 206-1 :2006
	-	UNI 11104:2004
Additivi	-	EN 934-2 armonizzata
Acqua di impasto	-	UNI EN 1008: 2003

Le miscele di calcestruzzo da utilizzare nel confezionamento degli elementi saranno progettate in funzione della resistenza caratteristica richiesta, della carpenteria, delle armature e del tipo di getto.

CALCESTRUZZO TIPO 2 (Micropali)

Classe di resistenza	C25/30 ($R_{ck} = 30 \text{ N/mm}^2$)
Classe di esposizione (UNI EN 206-1)	XC2
Classe di consistenza	S4
Rapporto acqua – cemento (a/c)	0.60
Contenuto minimo di cemento	300 kg/m ³
Resistenza cilindrica caratteristica a compressione	$f_{ck} = 0.83 \cdot R_{ck} = 25 \text{ N/mm}^2$
Resistenza media a compressione	$f_{cm} = f_{ck} + 8 = 33 \text{ N/mm}^2$
Resistenza media a trazione semplice	$f_{ctm} = 0.30 \cdot f_{ck}^{2/3} = 2.56 \text{ N/mm}^2$
Resistenza caratteristica a trazione semplice	$f_{ctk} = 0.7 \cdot f_{ctm} = 1.80 \text{ N/mm}^2$
Fattore parz. di sicurezza resistenza	$\gamma_c = 1.5$
Coeff. Riduttivo per resistenze di lunga durata	$\alpha_{cc} = 0.85$
Resistenza di calcolo a compressione	$f_{cd} = \frac{\alpha_{cc} \cdot f_{ck}}{\gamma_c} = 14.17 \text{ N/mm}^2$
Resistenza di calcolo a trazione	$f_{ctd} = \frac{f_{ctk}}{\gamma_c} = 1.20 \text{ N/mm}^2$

TOMBINO SCATOLARE TM06
RELAZIONE DI CALCOLO OPERE PROVVISORIALI

Modulo di elasticità	$E_{cm} = 22000 \cdot \left[\frac{f_{cm}}{10} \right]^{-0.3} = 31476 \text{ N/mm}^2$
Copriferro di calcolo (cordolo di coronamento)	4 cm

Calcestruzzo magro per fondazione:

Si prevede un calcestruzzo di classe C 12/15.

4.1.1 Scelta della classe di esposizione

Per quanto riguarda la classe di esposizione, si precisa che le strutture dell'opera provvisoria risultano completamente ed in contatto con acqua per lungo tempo e possono essere equiparate a fondazioni. Il calcestruzzo in questione, inoltre, non sarà soggetto ad attacco chimico visto che le opere sono a carattere provvisoria.

Pertanto si impiega sia per le strutture di fondazione che in elevazione **la Classe di Esposizione XC2 - Calcestruzzo a contatto con acqua per molto tempo.** Calcestruzzo di molte fondazioni.

4.1.2 Copriferrì

Con riferimento al §4.1.6.1.3 delle NTC, al fine della protezione delle armature dalla corrosione il valore minimo dello strato di ricoprimento di calcestruzzo (copriferro) deve rispettare quanto indicato in Tabella C4.1.IV, nella quale sono distinte le tre condizioni ambientali di Tabella 4.1.IV delle NTC. I valori sono espressi in mm e sono distinti in funzione dell'armatura, barre da c.a. o cavi aderenti da c.a.p. (fili, trecce e trefoli), e del tipo di elemento, a piastra (solette, pareti) o monodimensionale (travi, pilastri).

A tali valori di tabella vanno aggiunte le tolleranze di posa, pari a 10 mm o minore, secondo indicazioni di norme di comprovata validità.

Tabella C4.1.IV Copriferrì minimi in mm

C _{min}	C _o	ambiente	barre da c.a. elementi a piastra		barre da c.a. altri elementi		cavi da c.a.p. elementi a piastra		cavi da c.a.p. altri elementi	
			C ≥ C _o	C _{min} ≤ C < C _o	C ≥ C _o	C _{min} ≤ C < C _o	C ≥ C _o	C _{min} ≤ C < C _o	C ≥ C _o	C _{min} ≤ C < C _o
C25/30	C35/45	ordinario	15	20	20	25	25	30	30	35
C28/35	C40/50	aggressivo	25	30	30	35	35	40	40	45
C35/45	C45/55	molto ag.	35	40	40	45	45	50	50	50

Per le strutture in esame sono previsti i seguenti valori di copriferro:

CORDOLO DI CORONAMENTO

Ambiente ordinario – altri elementi - C_{min} < C < C_o

copriferro minimo: 25+10 mm = **35 mm**

Si impiega pertanto un **copriferro netto per le strutture del cordolo di coronamento pari a 40 mm.**

4.2 ACCIAIO PER CALCESTRUZZO ARMATO

Si prevede l'impiego di acciaio del tipo B450C saldabile controllato in stabilimento.

L'accertamento delle proprietà meccaniche dovrà essere conforme alle seguenti normative sull'acciaio: EN 10002/1° (marzo 1990)-UNI 564 (febbraio 1960)-UNI 6407 (marzo 1969).

CORDOLO DI CORONAMENTO

Acciaio	B450C
Tensione di rottura nominale	$f_{tk} = 540 \text{ N/mm}^2$
Tensione di snervamento nominale	$f_{yk} = 450 \text{ N/mm}^2$
Allungamento a rottura caratteristico	$(A_{gt})_k \geq 7.5 \%$
Coefficiente parziale di sicurezza:	$\phi_s = 1.15$
Tensione di snervamento di calcolo:	$f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s} = 391 \text{ N/mm}^2$

Le caratteristiche degli acciai impiegati saranno comprovate mediante prove su campioni da prelevare in cantiere in fase di esecuzione dell'opera con le modalità prescritte nel D.M. 14.01.08.

4.3 ACCIAIO DA CARPENTERIA

TUBOLARE MICROPALI

Tipo di acciaio	S355 J0 S 355
Fattori parziali sicurezza	
Resistenza sezioni Classe 1-2-3-4:	$\gamma_{M0} = 1.05$
Resistenza instabilità membrature:	$\gamma_{M1} = 1.05$
Resistenza frattura sezioni tese (forate):	$\gamma_{M2} = 1.25$
Tensione di rottura caratteristica ($t \leq 40 \text{ mm}$)	$f_{tk} = 510 \text{ N/mm}^2$
Tensione di snervamento caratteristica ($t \leq 40 \text{ mm}$)	$f_{yk} = 355 \text{ N/mm}^2$
Tensione di rottura caratteristica ($t > 40 \text{ mm}$)	$f_{tk} = 470 \text{ N/mm}^2$
Tensione di snervamento caratteristica ($t > 40 \text{ mm}$)	$f_{yk} = 335 \text{ N/mm}^2$
bulloni	classe 8.8(UNI EN ISO 4016)
dadi	classe 8 (UNI EN ISO 4016)
saldature per spessori $\leq 30 \text{ mm}$	elettrodi E44 di classe 2,3,4;
saldature per spessori $> 30 \text{ mm}$	elettrodi E44 di classe 4B
saldature per strutture a temperature di eserc. < a 0° C	elettrodi di classe 4B

Le caratteristiche degli acciai impiegati saranno comprovate mediante prove su campioni da prelevare in cantiere in fase di esecuzione dell'opera con le modalità prescritte dalla normativa.

Per i valori nominali delle proprietà del materiale possono utilizzarsi i seguenti valori:

Modulo elastico:	$E = 210000 \text{ N/mm}^2$
Coefficiente di Poisson:	$\nu = 0,3$
Modulo di elasticità trasversale:	$G = \frac{E}{2 \cdot (1 + \nu)} = 80769 \text{ N/mm}^2$

TOMBINO SCATOLARE TM06
RELAZIONE DI CALCOLO OPERE PROVVISORIALI

Coefficiente d'espansione termica lineare

per C°-1 (per T fino a 100°):

$$\alpha = 12 \cdot 10^{-6}$$

Densità materiale:

$$\rho = 7850 \text{ kg/m}^3$$

5 GEOMETRIA DELL'OPERA

Nei successivi paragrafi sono riportate le analisi e le verifiche statiche della paratia di micropali provvisoriali, da realizzare a protezione della sede stradale esistente per l'esecuzione degli scavi dei tombini idraulici.

La paratia è costituita da pali di diametro $D=300$ mm, di lunghezza pari a 15 m, armati con tubolare in acciaio $\Phi 193.7 \times 12.5$, ad interasse 0.40 m, con trave di coronamento 60x80 cm.

Vista l'altezza di scavo e la necessità di limitare gli spostamenti in testa e lungo la parete, si prevede l'inserimento di n. 1 ordine di tiranti a 3 trefoli, con bulbi realizzati mediante iniezioni multiple ripetute (tecnologia IRS) utilizzando una tubazione a manchettes, di lunghezza totale pari a 16.00 m (10.00 m lunghezza libera e 6.00 m lunghezza bulbo) con diametro della perforazione $\phi 160$, posti ad interasse di 3.60 m.

Per ulteriori dettagli si vedano gli elaborati grafici di progetto.

6 ANALISI DEI CARICHI

I valori dei carichi sono riepilogati di seguito.

Il peso proprio della struttura è calcolato in base alla geometria degli elementi strutturali e al peso specifico assunto per i materiali:

$$\gamma_{cls}=25.0 \quad \text{kN/m}^3$$

6.1 SPINTA STATICA DELLE TERRE

Nel modello di calcolo impiegato dal software di calcolo, la spinta del terreno viene determinata investigando l'interazione statica tra terreno e la struttura deformabile a partire da uno stato di spinta a riposo del terreno sulla paratia.

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:

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

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

$$K_0 = K_0^{NC} \cdot (\text{OCR})^m$$

dove

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

è il coefficiente di spinta a riposo per un terreno normalconsolidato ($\text{OCR}=1$). OCR è il grado di sovraconsolidazione e m è un parametro empirico, di solito compreso tra 0.4 e 0.7.

I coefficienti di spinta attiva e passiva sono forniti dalla teoria di Rankine per una parete liscia dalle seguenti espressioni:

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

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

Per tener conto dell'angolo di attrito δ tra paratia e terreno il software PARATIE impiega per K_a e K_p la formulazione rispettivamente di Coulomb e Lancellotta.

Formulazione di Coulomb per k_a

$$k_a = \frac{\cos^2(\phi' - \beta)}{\cos^2 \beta \cdot \cos(\beta + \delta) \cdot \left[1 + \sqrt{\frac{\text{sen}(\delta + \phi') \cdot \text{sen}(\phi' - i)}{\cos(\beta + \delta) \cdot \cos(\beta - i)}} \right]^2}$$

dove:

ϕ' è l'angolo di attrito del terreno

β è l'angolo d'inclinazione del diaframma rispetto alla verticale

δ è l'angolo di attrito paratia-terreno

i è l'angolo d'inclinazione del terreno a monte della paratia rispetto all'orizzontale

Il valore limite della tensione orizzontale sarà pari a

$$\sigma'_h = K_a \cdot \sigma'_v - 2 \cdot c' \cdot \sqrt{K_a}$$

$$\sigma'_h = K_p \cdot \sigma'_v + 2 \cdot c' \cdot \sqrt{K_p}$$

a seconda che il collasso avvenga in spinta attiva o passiva rispettivamente. c' è la coesione drenata del terreno.

Formulazione di Lancellotta per k_p

$$K_p = \left[\frac{\cos \delta}{1 - \sin \Phi'} (\cos \delta + \sqrt{\sin^2 \Phi' - \sin^2 \delta}) \right] e^{2\theta \tan \Phi'}$$

dove:

$$2\theta = \sin^{-1} \left(\frac{\sin \delta}{\sin \Phi'} \right) + \delta$$

6.2 SPINTA STATICA DELL'ACQUA

La spinta dell'acqua è proporzionale alla profondità a partire dalla quota di falda. In accordo con i profili geotecnici dell'area in oggetto, il livello di falda risulta inferiore al limite investigato, pertanto si può considerare trascurabile ai fini della paratia in oggetto.

6.3 SPINTA DA SOVRACCARICO ACCIDENTALE

Si considera un sovraccarico accidentale pari a 20 kPa per tenere conto della circolazione dei veicoli sul piazzale adiacente alla paratia.

6.4 AZIONE SISMICA

Le strutture oggetto della presente relazione di calcolo sono opere provvisionali, che restano in esercizio per una durata inferiore a 2 anni, quindi come previsto al §2.4.1 delle NTC2008 l'azione sismica è stata trascurata.

7 COMBINAZIONI DI CARICO

Le verifiche di resistenza allo stato limite ultimo sono state effettuate considerando le seguenti combinazioni di carico:

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

tenendo conto dei coefficienti parziali riportati nelle tabelle 6.2.I, 6.2.II e 6.5.I delle NTC2008 e riportate nelle tabelle seguenti.

		Coefficiente γ_F	EQU	A1 STR	A2 GEO
Carichi permanenti	favorevoli	γ_{G1}	0,9	1,0	1,0
	sfavorevoli		1,1	1,3	1,0
Carichi permanenti non strutturali ⁽¹⁾	favorevoli	γ_{G2}	0,0	0,0	0,0
	sfavorevoli		1,5	1,5	1,3
Carichi variabili	favorevoli	γ_{Q1}	0,0	0,0	0,0
	sfavorevoli		1,5	1,5	1,3

⁽¹⁾Nel caso in cui i carichi permanenti non strutturali (ad es. carichi permanenti portati) siano compiutamente definiti si potranno adottare per essi gli stessi coefficienti validi per le azioni permanenti.

Tabella 5: Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni (Tab.6.2.I NTC2008)

PARAMETRO	GRANDEZZA ALLA QUALE APPLICARE IL COEFFICIENTE PARZIALE	COEFFICIENTE PARZIALE γ_M	(M1)	(M2)
Tangente dell'angolo di resistenza al taglio	$\tan \phi'_k$	$\gamma_{\phi'}$	1,0	1,25
Coesione efficace	c'_k	$\gamma_{c'}$	1,0	1,25
Resistenza non drenata	c_{tk}	γ_{ct}	1,0	1,4
Peso dell'unità di volume	γ	γ_r	1,0	1,0

Tabella 6: Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno (Tab.6.2.II NTC2008)

Nelle verifiche per il dimensionamento geotecnico delle paratie (GEO) si considera lo sviluppo di meccanismi di collasso determinati dalla mobilitazione della resistenza del terreno e in particolare dal raggiungimento delle condizioni di equilibrio limite nel terreno interagente con la paratia. L'analisi è stata condotta con la Combinazione 2 (A2+M2+R1), in cui i parametri di resistenza del terreno sono ridotti tramite i coefficienti parziali M2 e le azioni sono amplificate tramite i coefficienti parziali A2.

Nelle verifiche strutturali delle paratie (STR) si considerano gli stati limite ultimi per raggiungimento della resistenza degli elementi strutturali. Le analisi sono condotte in accordo sia con la Combinazione 1 (A1+M1+R1), in cui i parametri di resistenza del terreno (M1) sono unitari e le azioni sono amplificate mediante i coefficienti parziali A, che con la Combinazione 2 (A2+M2+R1), in cui i parametri di resistenza del terreno sono ridotti tramite i coefficienti parziali M2 e le azioni sono amplificate tramite i coefficienti parziali A2.

TOMBINO SCATOLARE TM06
RELAZIONE DI CALCOLO OPERE PROVVISORIALI

Per gli spostamenti si considera, inoltre, la combinazione SLE (rara, frequente e quasi permanente), in cui tutti i fattori parziali di sicurezza sono unitari (azioni e resistenze caratteristiche).

Le combinazioni di carico impiegate nelle analisi sono riepilogate di seguito.

Coefficienti A

Nome	Carichi Permanenti Sfavorevoli (F_dead_load_unfavour)	Carichi Permanenti Favorevoli (F_dead_load_favour)	Carichi Variabili Sfavorevoli (F_live_load_unfavour)	Carichi Variabili Favorevoli (F_live_load_favour)	Carico Sismico (F_seism_load)	Pressioni Acqua Lato Monte (F_WaterDR)	Pressioni Acqua Lato Valle (F_WaterRes)	Carichi Permanenti Destabilizzanti (F_UPL_GDStab)	Carichi Permanenti Stabilizzanti (F_UPL_GStab)	Carichi Variabili Destabilizzanti (F_UPL_QDStab)	Carichi Permanenti Destabilizzanti (F_HYD_GDStab)	Carichi Permanenti Stabilizzanti (F_HYD_GStab)	Carichi Variabili Destabilizzanti (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}
SLE (Rara/Frequente/Quasi Permanente)	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1
A1+M1+R1	1.3	1	1.5	1	0	1.3	1	1	1	1	1.3	0.9	1
A2+M2+R1	1	1	1.3	1	0	1	1	1	1	1	1.3	0.9	1

Coefficienti M

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

Coefficienti R

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}	
SLE (Rara/Frequente/Quasi Permanente)	1	1	1	1
A1+M1+R1	1	1.2	1.1	1
A2+M2+R1	1	1.2	1.1	1

8 ANALISI SVOLTE CON CODICI DI CALCOLO

8.1 ORIGINE E CARATTERISTICHE DEL CODICE DI CALCOLO

L'analisi stato tenso-deformativo e le verifiche strutturali della paratia sono state eseguite mediante il software di calcolo PARATIEPLUS, programma non lineare agli elementi finiti per l'analisi di strutture di sostegno flessibili.

Si è considerato un comportamento piano nelle deformazioni, analizzando una striscia di parete di larghezza unitaria.

Nelle modellazioni è implementata la seguente successione di step:

Stage 1: Condizione Geostatica, in cui viene definita la palificata ed i carichi superficiali.

Stage 2-3: Scavo per il raggiungimento del fondo scavo provvisorio e realizzazione del tirante del primo ordine di tiranti.

Stage 4: Scavo per il raggiungimento del fondo scavo definitivo.

Si riporta di seguito il modello di calcolo adottato per la paratia analizzata.

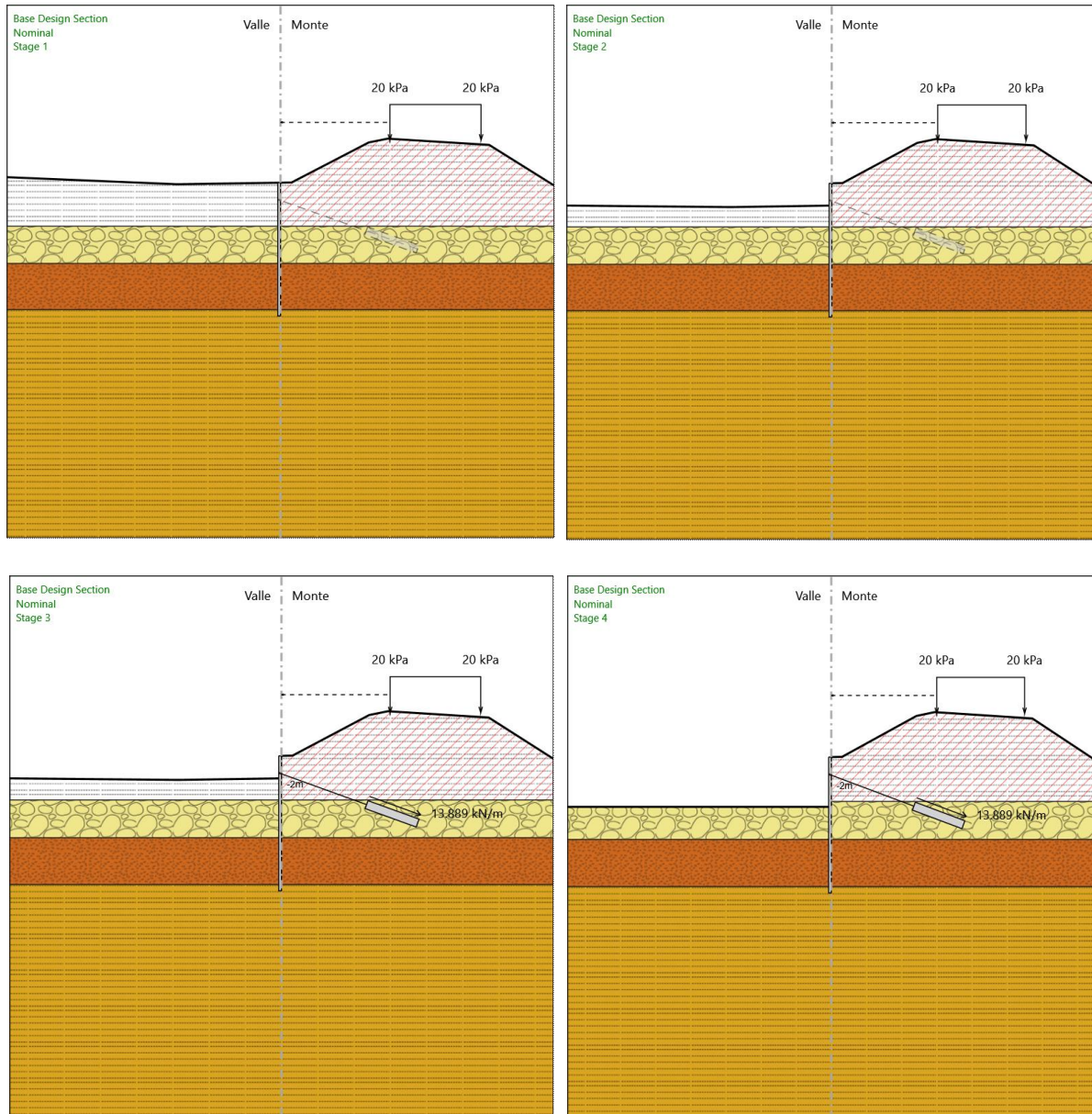
8.2 AFFIDABILITÀ DEI CODICI UTILIZZATI

L'analisi preliminare della documentazione a corredo del software impiegato ha consentito di accertarne l'affidabilità e l'idoneità al caso in oggetto.

Il produttore del software fornisce, infatti, un'esauriente documentazione, atta a testimoniare la validità, all'interno della quale sono descritte le basi teoriche e gli algoritmi impiegati, campi di impiego ed esempi risolti.

9 RISULTATI DELL'ANALISI

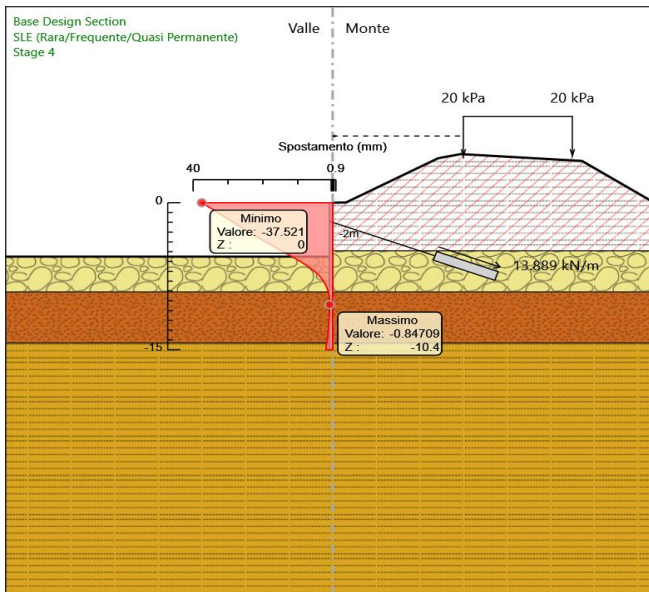
Nei paragrafi seguenti si riportano i risultati delle analisi condotte il modello implementato, con le indicazioni dei valori massimi delle sollecitazioni flettenti e taglianti e delle rispettive profondità. I valori riportati sono relativi all'analisi al metro lineare. Di seguito la rappresentazione grafica del modello di calcolo adottato nelle due fasi di verifica:



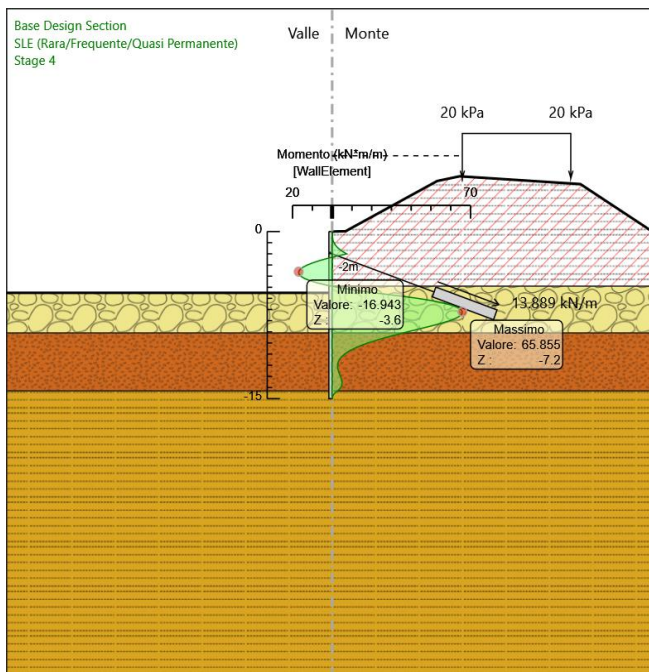
9.1 RAPPRESENTAZIONE GRAFICA MODELLO

Nei paragrafi seguenti si riportano i risultati delle analisi, con le indicazioni dei valori massimi delle sollecitazioni flettenti e taglianti e delle rispettive profondità. I valori riportati sono relativi all'analisi al metro lineare.

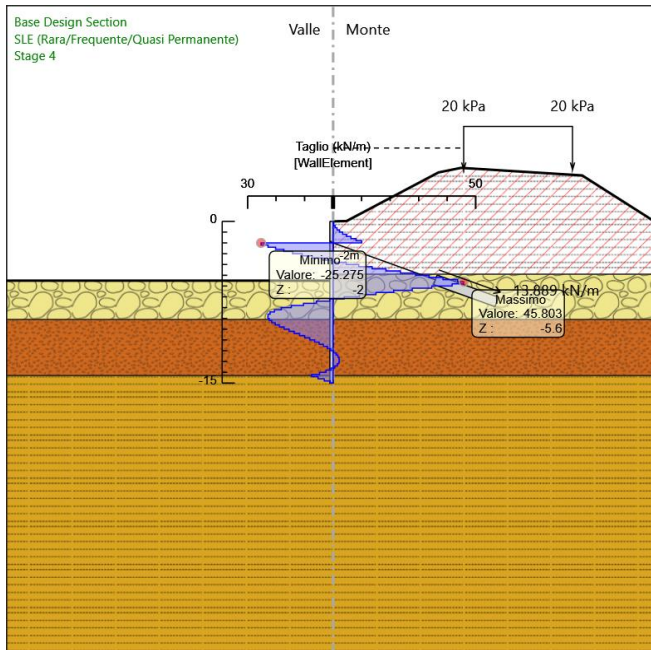
Comb: SLE Spostamenti



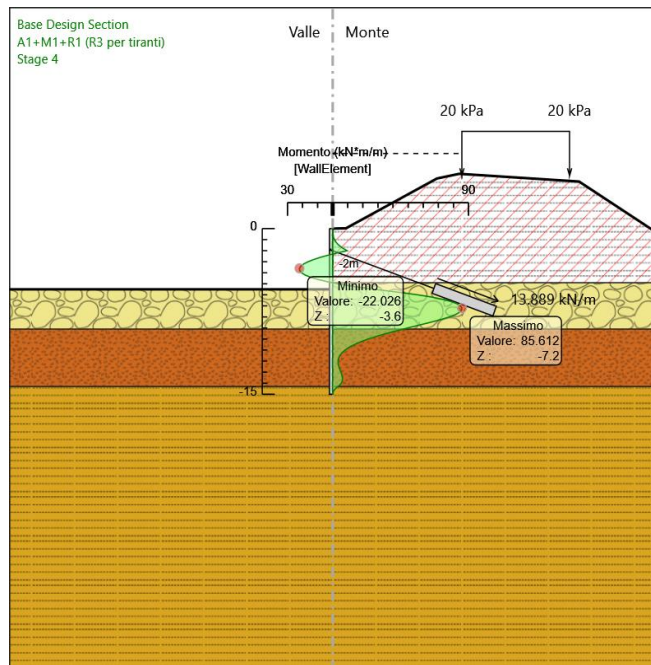
Comb: SLE Momento



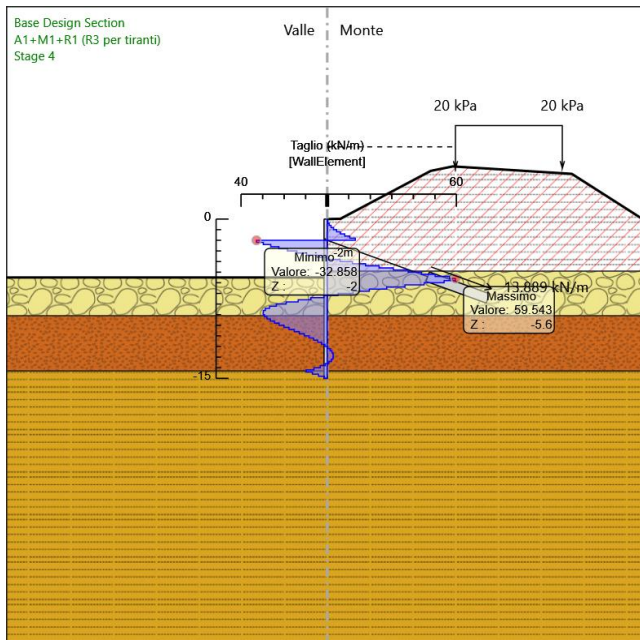
Comb: SLE Taglio



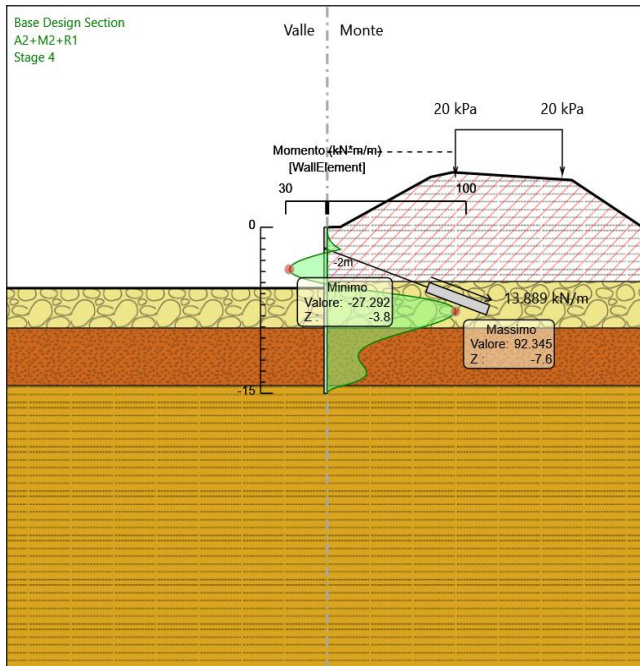
Comb: A1+M1+R1 Momento



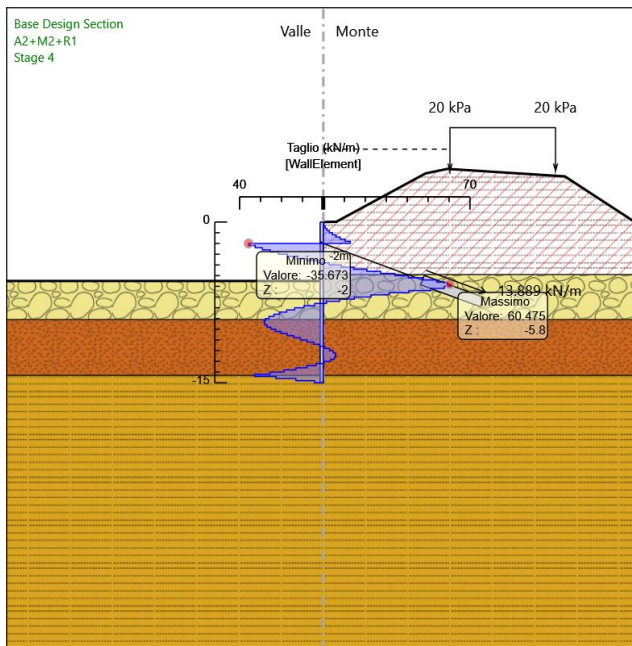
Comb: A1+M1+R1 Taglio



Comb: A2+M2+R1 Momento



Comb: A2+M2+R1 Taglio



9.2 TABULATI DI CALCOLO E VERIFICA

2. Descrizione della Stratigrafia e degli Strati di Terreno

Tipo : POLYLINE

Punti

(-30;0.62)
(-11.37;-0.173)
(0;0)
(1.22;0.03)
(9.7;4.54)
(11.74;4.96)
(22.88;4.26)
(30;-0.31)
(30;-40)
(-30;-40)

OCR : 1

Tipo : POLYLINE

Punti

(-30;-4.9)
(30;-4.9)
(30;-40)

TOMBINO SCATOLARE TM06
RELAZIONE DI CALCOLO OPERE PROVVISORIALI

(-30;-40)

OCR : 1

Tipo : POLYLINE

Punti

(-30;-9.1)

(30;-9.1)

(30;-40)

(-30;-40)

OCR : 1

Tipo : POLYLINE

Punti

(-30;-14.3)

(30;-14.3)

(30;-40)

(-30;-40)

OCR : 1

Strato di Terreno	Terreno	γ dry	γ sat	ϕ'	c'	Modulo Elastico	Evc	Eur
		kN/m3	kN/m3	°	kPa		kPa	kPa
1	Ril	18	18	35	0	Constant	30000	40000
2	a_gross	19	21	40	0	Constant	30000	40000
3	Qc(a)	17.5	18.5	40	0	Constant	30000	40000
4	Qa	17	19	25	10	Constant	30000	200000

3. Descrizione Pareti

X : 0 m

Quota in alto : 0 m

Quota di fondo : -15 m

Muro di sinistra

Sezione : pali 300

Area equivalente : 0.0416097519044999 m

Inerzia equivalente : 0.0002 m⁴/m

Materiale calcestruzzo : C25/30

Tipo sezione : Tangent

Spaziatura : 0.4 m

Diametro : 0.3 m

Efficacia : 1

Materiale acciaio : S355

Sezione : CHS193.7*12.5

Tipo sezione : O

Spaziatura : 0.4 m

Spessore : 0.0125 m

Diametro : 0.1937 m

4. Fasi di Calcolo

4.1. Stage 1

Muro di sinistra

Lato monte : 0 m

Lato valle : 0 m

Linea di scavo di sinistra (Irregolare)

(-30;0.62)

(-11.37;-0.17)

(0;0)

Linea di scavo di destra (Irregolare)

(0;0)

(1.22;0.03)

(9.69;4.54)

(11.74;4.96)

(22.88;4.26)

(30;-0.31)

Falda acquifera

Falda di sinistra : -50 m

Falda di destra : -50 m

Carichi

Carico lineare in superficie : SurfaceSurcharge

X iniziale : 12 m

X finale : 22 m

Pressione iniziale : 20 kPa

Pressione finale : 20 kPa

Elementi strutturali

Paratia : WallElement

X : 0 m

Quota in alto : 0 m

Quota di fondo : -15 m

Sezione : pali 300

4.2. Stage 2

Muro di sinistra

Lato monte : 0 m

Lato valle : -2.5 m

Linea di scavo di sinistra (Irregolare)

(-30;-2.5)

(-11.37;-2.67)

(0;-2.5)

Linea di scavo di destra (Irregolare)

(0;0)

(1.22;0.03)

(9.69;4.54)

(11.74;4.96)

(22.88;4.26)

(30;-0.31)

Falda acquifera

Falda di sinistra : -50 m

Falda di destra : -50 m

Carichi

Carico lineare in superficie : SurfaceSurcharge

X iniziale : 12 m

X finale : 22 m

Pressione iniziale : 20 kPa

Pressione finale : 20 kPa

Elementi strutturali

Paratia : WallElement

X : 0 m

Quota in alto : 0 m

Quota di fondo : -15 m

Sezione : pali 300

Stage 3

Scavo

Muro di sinistra

Lato monte : 0 m

Lato valle : -2.5 m

Linea di scavo di sinistra (Irregolare)

(-30;-2.5)

(-11.37;-2.67)

(0;-2.5)

Linea di scavo di destra (Irregolare)

(0;0)

(1.22;0.03)

(9.69;4.54)

(11.74;4.96)

(22.88;4.26)

(30;-0.31)

TOMBINO SCATOLARE TM06
RELAZIONE DI CALCOLO OPERE PROVVISORIALI

Falda acquifera

Falda di sinistra : -50 m

Falda di destra : -50 m

Carichi

Carico lineare in superficie : SurfaceSurcharge

X iniziale : 12 m

X finale : 22 m

Pressione iniziale : 20 kPa

Pressione finale : 20 kPa

Elementi strutturali

Paratia : WallElement

X : 0 m

Quota in alto : 0 m

Quota di fondo : -15 m

Sezione : pali 300

Stage 4

Scavo

Muro di sinistra

Lato monte : 0 m

Lato valle : -5.5 m

Linea di scavo di sinistra (Orizzontale)

-5.5 m

Linea di scavo di destra (Irregolare)

(0;0)

(1.23;0.03)

(9.69;4.54)

(11.74;4.96)

(22.88;4.26)

(30;-0.31)

Falda acquifera

Falda di sinistra : -50 m

Falda di destra : -50 m

Carichi

Carico lineare in superficie : SurfaceSurcharge

X iniziale : 12 m

X finale : 22 m

TOMBINO SCATOLARE TM06
RELAZIONE DI CALCOLO OPERE PROVVISORIALI

Pressione iniziale : 20 kPa

Pressione finale : 20 kPa

Elementi strutturali

Paratia : WallElement

X : 0 m

Quota in alto : 0 m

Quota di fondo : -15 m

Sezione : pali 300

5.1. Risultati SLE (Rara/Frequente/Quasi Permanente)

5.1.5. Tabella Spostamento SLE (Rara/Frequente/Quasi Permanente) - LEFT Stage: Stage 4

Design Assumption: SLE (Rara/Frequente/Quasi Permanente)	Tipo Risultato: Spostamento	Muro: LEFT
Stage	Z (m)	Spostamento (mm)
Stage 4	0	-37.52
Stage 4	-0.2	-36.61
Stage 4	-0.4	-35.7
Stage 4	-0.6	-34.78
Stage 4	-0.8	-33.87
Stage 4	-1	-32.96
Stage 4	-1.2	-32.05
Stage 4	-1.4	-31.14
Stage 4	-1.6	-30.23
Stage 4	-1.8	-29.33
Stage 4	-2	-28.43
Stage 4	-2.2	-27.53
Stage 4	-2.4	-26.64
Stage 4	-2.6	-25.75
Stage 4	-2.8	-24.85
Stage 4	-3	-23.94
Stage 4	-3.2	-23.02
Stage 4	-3.4	-22.09
Stage 4	-3.6	-21.14
Stage 4	-3.8	-20.18
Stage 4	-4	-19.21
Stage 4	-4.2	-18.22
Stage 4	-4.4	-17.21
Stage 4	-4.6	-16.2
Stage 4	-4.8	-15.18
Stage 4	-5	-14.15
Stage 4	-5.2	-13.13
Stage 4	-5.4	-12.12
Stage 4	-5.6	-11.13
Stage 4	-5.8	-10.15
Stage 4	-6	-9.21
Stage 4	-6.2	-8.31
Stage 4	-6.4	-7.46
Stage 4	-6.6	-6.65
Stage 4	-6.8	-5.9
Stage 4	-7	-5.2
Stage 4	-7.2	-4.56
Stage 4	-7.4	-3.99
Stage 4	-7.6	-3.47
Stage 4	-7.8	-3.01

TOMBINO SCATOLARE TM06
RELAZIONE DI CALCOLO OPERE PROVVISORIALI

Design Assumption: SLE (Rara/Frequente/Quasi Permanente)	Tipo Risultato: Spostamento	Muro: LEFT
Stage	Z (m)	Spostamento (mm)
Stage 4	-8	-2.6
Stage 4	-8.2	-2.25
Stage 4	-8.4	-1.95
Stage 4	-8.6	-1.7
Stage 4	-8.8	-1.48
Stage 4	-9	-1.31
Stage 4	-9.2	-1.17
Stage 4	-9.4	-1.06
Stage 4	-9.6	-0.98
Stage 4	-9.8	-0.92
Stage 4	-10	-0.88
Stage 4	-10.2	-0.86
Stage 4	-10.4	-0.85
Stage 4	-10.6	-0.85
Stage 4	-10.8	-0.86
Stage 4	-11	-0.87
Stage 4	-11.2	-0.9
Stage 4	-11.4	-0.92
Stage 4	-11.6	-0.96
Stage 4	-11.8	-0.99
Stage 4	-12	-1.03
Stage 4	-12.2	-1.06
Stage 4	-12.4	-1.11
Stage 4	-12.6	-1.15
Stage 4	-12.8	-1.2
Stage 4	-13	-1.25
Stage 4	-13.2	-1.3
Stage 4	-13.4	-1.36
Stage 4	-13.6	-1.42
Stage 4	-13.8	-1.49
Stage 4	-14	-1.56
Stage 4	-14.2	-1.64
Stage 4	-14.4	-1.72
Stage 4	-14.6	-1.8
Stage 4	-14.8	-1.88
Stage 4	-15	-1.96

5.1.7. Tabella Risultati Paratia SLE (Rara/Frequente/Quasi Permanente) - Left Wall - Stage: Stage 4

Design Assumption: SLE (Rara/Frequente/Quasi Permanente)	Risultati Paratia	Muro: LEFT	
Stage	Z (m)	Momento (kN*m/m)	Taglio (kN/m)
Stage 4	0	0	0.01
Stage 4	-0.2	0	0.01
Stage 4	-0.4	0.05	0.24
Stage 4	-0.6	0.19	0.69
Stage 4	-0.8	0.46	1.36
Stage 4	-1	0.91	2.25
Stage 4	-1.2	1.58	3.37
Stage 4	-1.4	2.52	4.7
Stage 4	-1.6	3.77	6.25
Stage 4	-1.8	5.38	8.03
Stage 4	-2	7.38	10.02
Stage 4	-2.2	2.33	-25.28
Stage 4	-2.4	-2.24	-22.84
Stage 4	-2.6	-6.28	-20.18
Stage 4	-2.8	-9.74	-17.3
Stage 4	-3	-12.58	-14.21
Stage 4	-3.2	-14.76	-10.89
Stage 4	-3.4	-16.23	-7.35

TOMBINO SCATOLARE TM06
RELAZIONE DI CALCOLO OPERE PROVVISORIALI

Design Assumption: SLE (Rara/Frequente/Quasi Permanente)	Risultati Paratia	Muro: LEFT	
Stage	Z (m)	Momento (kN*m/m)	Taglio (kN/m)
Stage 4	-3.6	-16.94	-3.58
Stage 4	-3.8	-16.86	0.4
Stage 4	-4	-15.94	4.6
Stage 4	-4.2	-14.14	9.02
Stage 4	-4.4	-11.4	13.67
Stage 4	-4.6	-7.7	18.54
Stage 4	-4.8	-2.97	23.62
Stage 4	-5	2.81	28.93
Stage 4	-5.2	9.54	33.65
Stage 4	-5.4	17.26	38.56
Stage 4	-5.6	25.99	43.67
Stage 4	-5.8	35.15	45.8
Stage 4	-6	43.5	41.76
Stage 4	-6.2	50.43	34.62
Stage 4	-6.4	55.98	27.78
Stage 4	-6.6	60.23	21.25
Stage 4	-6.8	63.24	15.03
Stage 4	-7	65.08	9.24
Stage 4	-7.2	65.86	3.85
Stage 4	-7.4	65.62	-1.18
Stage 4	-7.6	64.44	-5.91
Stage 4	-7.8	62.36	-10.39
Stage 4	-8	59.43	-14.65
Stage 4	-8.2	55.79	-18.17
Stage 4	-8.4	51.67	-20.6
Stage 4	-8.6	47.25	-22.1
Stage 4	-8.8	42.69	-22.82
Stage 4	-9	38.11	-22.88
Stage 4	-9.2	33.63	-22.41
Stage 4	-9.4	29.32	-21.53
Stage 4	-9.6	25.26	-20.31
Stage 4	-9.8	21.49	-18.84
Stage 4	-10	18.05	-17.2
Stage 4	-10.2	14.97	-15.45
Stage 4	-10.4	12.24	-13.63
Stage 4	-10.6	9.88	-11.79
Stage 4	-10.8	7.89	-9.97
Stage 4	-11	6.25	-8.2
Stage 4	-11.2	4.95	-6.5
Stage 4	-11.4	3.97	-4.89
Stage 4	-11.6	3.29	-3.4
Stage 4	-11.8	2.88	-2.04
Stage 4	-12	2.71	-0.83
Stage 4	-12.2	2.75	0.2
Stage 4	-12.4	2.96	1.05
Stage 4	-12.6	3.3	1.68
Stage 4	-12.8	3.72	2.07
Stage 4	-13	4.15	2.2
Stage 4	-13.2	4.56	2.01
Stage 4	-13.4	4.86	1.49
Stage 4	-13.6	4.97	0.6
Stage 4	-13.8	4.83	-0.72
Stage 4	-14	4.33	-2.48
Stage 4	-14.2	3.39	-4.74
Stage 4	-14.4	1.88	-7.52
Stage 4	-14.6	0.83	-5.28
Stage 4	-14.8	0.2	-3.11
Stage 4	-15	0	-1.01

5.2. Risultati A1+M1+R1

5.2.3. Tabella Risultati Paratia A1+M1+R1 (R3 per tiranti) - Left Wall - Stage: Stage 4

Design Assumption: A1+M1+R1 (R3 per tiranti)	Risultati Paratia	Muro: LEFT	
Stage	Z (m)	Momento (kN*m/m)	Taglio (kN/m)
Stage 4	0	0	0.01
Stage 4	-0.2	0	0.01
Stage 4	-0.4	0.06	0.31
Stage 4	-0.6	0.24	0.9
Stage 4	-0.8	0.6	1.77
Stage 4	-1	1.18	2.93
Stage 4	-1.2	2.06	4.37
Stage 4	-1.4	3.28	6.11
Stage 4	-1.6	4.9	8.13
Stage 4	-1.8	6.99	10.43
Stage 4	-2	9.6	13.03
Stage 4	-2.2	3.02	-32.86
Stage 4	-2.4	-2.91	-29.69
Stage 4	-2.6	-8.16	-26.24
Stage 4	-2.8	-12.66	-22.5
Stage 4	-3	-16.35	-18.47
Stage 4	-3.2	-19.18	-14.15
Stage 4	-3.4	-21.09	-9.55
Stage 4	-3.6	-22.03	-4.66
Stage 4	-3.8	-21.92	0.52
Stage 4	-4	-20.73	5.98
Stage 4	-4.2	-18.38	11.73
Stage 4	-4.4	-14.83	17.77
Stage 4	-4.6	-10.01	24.1
Stage 4	-4.8	-3.86	30.71
Stage 4	-5	3.66	37.61
Stage 4	-5.2	12.41	43.74
Stage 4	-5.4	22.43	50.13
Stage 4	-5.6	33.79	56.78
Stage 4	-5.8	45.7	59.54
Stage 4	-6	56.55	54.29
Stage 4	-6.2	65.55	45
Stage 4	-6.4	72.78	36.11
Stage 4	-6.6	78.3	27.62
Stage 4	-6.8	82.21	19.54
Stage 4	-7	84.61	12.01
Stage 4	-7.2	85.61	5.01
Stage 4	-7.4	85.3	-1.54
Stage 4	-7.6	83.77	-7.69
Stage 4	-7.8	81.07	-13.5
Stage 4	-8	77.26	-19.05
Stage 4	-8.2	72.53	-23.63
Stage 4	-8.4	67.17	-26.79
Stage 4	-8.6	61.43	-28.73
Stage 4	-8.8	55.49	-29.66
Stage 4	-9	49.55	-29.74
Stage 4	-9.2	43.72	-29.14
Stage 4	-9.4	38.12	-27.98
Stage 4	-9.6	32.84	-26.4
Stage 4	-9.8	27.94	-24.49
Stage 4	-10	23.47	-22.36
Stage 4	-10.2	19.45	-20.08
Stage 4	-10.4	15.91	-17.72
Stage 4	-10.6	12.85	-15.33
Stage 4	-10.8	10.25	-12.96
Stage 4	-11	8.12	-10.66

TOMBINO SCATOLARE TM06
RELAZIONE DI CALCOLO OPERE PROVVISORIALI

Design Assumption: A1+M1+R1 (R3 per tiranti)	Risultati Paratia	Muro: LEFT	
Stage	Z (m)	Momento (kN*m/m)	Taglio (kN/m)
Stage 4	-11.2	6.43	-8.45
Stage 4	-11.4	5.16	-6.36
Stage 4	-11.6	4.27	-4.42
Stage 4	-11.8	3.74	-2.65
Stage 4	-12	3.53	-1.08
Stage 4	-12.2	3.58	0.27
Stage 4	-12.4	3.85	1.37
Stage 4	-12.6	4.29	2.19
Stage 4	-12.8	4.83	2.7
Stage 4	-13	5.4	2.85
Stage 4	-13.2	5.92	2.62
Stage 4	-13.4	6.31	1.94
Stage 4	-13.6	6.47	0.77
Stage 4	-13.8	6.28	-0.93
Stage 4	-14	5.64	-3.23
Stage 4	-14.2	4.4	-6.16
Stage 4	-14.4	2.45	-9.78
Stage 4	-14.6	1.07	-6.86
Stage 4	-14.8	0.26	-4.05
Stage 4	-15	0	-1.32

5.3. Risultati A2+M2+R1

5.3.3. Tabella Risultati Paratia A2+M2+R1 - Left Wall - Stage: Stage 4

Design Assumption: A2+M2+R1	Risultati Paratia	Muro: LEFT	
Stage	Z (m)	Momento (kN*m/m)	Taglio (kN/m)
Stage 4	0	0	0.01
Stage 4	-0.2	0	0.01
Stage 4	-0.2	0	0.01
Stage 4	-0.4	0.06	0.31
Stage 4	-0.6	0.24	0.89
Stage 4	-0.8	0.59	1.75
Stage 4	-1	1.17	2.9
Stage 4	-1.2	2.04	4.34
Stage 4	-1.4	3.25	6.06
Stage 4	-1.6	4.86	8.06
Stage 4	-1.8	6.93	10.35
Stage 4	-2	9.52	12.92
Stage 4	-2.2	2.38	-35.67
Stage 4	-2.4	-4.12	-32.53
Stage 4	-2.6	-9.94	-29.11
Stage 4	-2.8	-15.02	-25.4
Stage 4	-3	-19.3	-21.4
Stage 4	-3.2	-22.73	-17.12
Stage 4	-3.4	-25.24	-12.55
Stage 4	-3.6	-26.78	-7.7
Stage 4	-3.8	-27.29	-2.57
Stage 4	-4	-26.72	2.85
Stage 4	-4.2	-25.01	8.56
Stage 4	-4.4	-22.1	14.55
Stage 4	-4.6	-17.94	20.82
Stage 4	-4.8	-12.46	27.38
Stage 4	-5	-5.62	34.22
Stage 4	-5.2	2.5	40.6
Stage 4	-5.4	11.95	47.24
Stage 4	-5.6	22.78	54.15
Stage 4	-5.8	34.63	59.25
Stage 4	-6	46.72	60.47
Stage 4	-6.2	58.29	57.82

Design Assumption: A2+M2+R1	Risultati Paratia	Muro: LEFT	
Stage	Z (m)	Momento (kN*m/m)	Taglio (kN/m)
Stage 4	-6.4	68.54	51.28
Stage 4	-6.6	76.72	40.86
Stage 4	-6.8	82.98	31.31
Stage 4	-7	87.51	22.66
Stage 4	-7.2	90.48	14.85
Stage 4	-7.4	92.04	7.82
Stage 4	-7.6	92.34	1.51
Stage 4	-7.8	91.52	-4.15
Stage 4	-8	89.67	-9.21
Stage 4	-8.2	86.94	-13.69
Stage 4	-8.4	83.43	-17.52
Stage 4	-8.6	79.28	-20.78
Stage 4	-8.8	74.56	-23.56
Stage 4	-9	69.37	-25.94
Stage 4	-9.2	63.84	-27.66
Stage 4	-9.4	58.19	-28.27
Stage 4	-9.6	52.6	-27.93
Stage 4	-9.8	47.24	-26.82
Stage 4	-10	42.23	-25.06
Stage 4	-10.2	37.67	-22.8
Stage 4	-10.4	33.64	-20.14
Stage 4	-10.6	30.2	-17.21
Stage 4	-10.8	27.38	-14.1
Stage 4	-11	25.19	-10.91
Stage 4	-11.2	23.65	-7.72
Stage 4	-11.4	22.72	-4.64
Stage 4	-11.6	22.37	-1.75
Stage 4	-11.8	22.54	0.83
Stage 4	-12	23.14	3.02
Stage 4	-12.2	24.08	4.68
Stage 4	-12.4	25.22	5.71
Stage 4	-12.6	26.41	5.95
Stage 4	-12.8	27.46	5.26
Stage 4	-13	28.16	3.49
Stage 4	-13.2	28.25	0.45
Stage 4	-13.4	27.56	-3.44
Stage 4	-13.6	25.98	-7.93
Stage 4	-13.8	23.37	-13.05
Stage 4	-14	19.59	-18.86
Stage 4	-14.2	14.51	-25.4
Stage 4	-14.4	7.97	-32.7
Stage 4	-14.6	3.45	-22.61
Stage 4	-14.8	0.83	-13.09
Stage 4	-15	0	-4.17

6.2 Risultati SteelWorld

6.2.1 Tabella Involuppi Tasso di Sfruttamento a Momento - SteelWorld : LEFT

Involuppi Tasso di Sfruttamento a Momento - SteelWorld	LEFT
Z (m)	Tasso di Sfruttamento a Momento - SteelWorld
0	0
-0.2	0
-0.4	0.001
-0.6	0.002
-0.8	0.004
-1	0.008
-1.2	0.012

TOMBINO SCATOLARE TM06
RELAZIONE DI CALCOLO OPERE PROVVISORIALI

Inviluppi Tasso di Sfruttamento a Momento - SteelWorld	LEFT
Z (m)	Tasso di Sfruttamento a Momento - SteelWorld
-1.4	0.018
-1.6	0.026
-1.8	0.036
-2	0.047
-2.2	0.052
-2.4	0.058
-2.6	0.067
-2.8	0.078
-3	0.089
-3.2	0.101
-3.4	0.11
-3.6	0.116
-3.8	0.119
-4	0.119
-4.2	0.118
-4.4	0.114
-4.6	0.109
-4.8	0.103
-5	0.095
-5.2	0.086
-5.4	0.077
-5.6	0.097
-5.8	0.132
-6	0.163
-6.2	0.189
-6.4	0.209
-6.6	0.225
-6.8	0.239
-7	0.252
-7.2	0.26
-7.4	0.265
-7.6	0.266
-7.8	0.263
-8	0.258
-8.2	0.25
-8.4	0.24
-8.6	0.228
-8.8	0.215
-9	0.2
-9.2	0.184
-9.4	0.167
-9.6	0.151
-9.8	0.136
-10	0.122
-10.2	0.108
-10.4	0.097
-10.6	0.087
-10.8	0.079
-11	0.073
-11.2	0.068
-11.4	0.065
-11.6	0.064
-11.8	0.065
-12	0.067
-12.2	0.069
-12.4	0.073
-12.6	0.076
-12.8	0.079
-13	0.082

TOMBINO SCATOLARE TM06
RELAZIONE DI CALCOLO OPERE PROVVISORIALI

Involuppi Tasso di Sfruttamento a Momento - SteelWorld	LEFT
Z (m)	Tasso di Sfruttamento a Momento - SteelWorld
-13.2	0.085
-13.4	0.085
-13.6	0.082
-13.8	0.075
-14	0.064
-14.2	0.048
-14.4	0.026
-14.6	0.011
-14.8	0.003
-15	0

6.2.2 Tabella Inviluppi Tasso di Sfruttamento a Taglio - SteelWorld : LEFT

Inviluppi Tasso di Sfruttamento a Taglio - SteelWorld	LEFT
Z (m)	Tasso di Sfruttamento a Taglio - SteelWorld
0	0
-0.2	0
-0.4	0.001
-0.6	0.002
-0.8	0.003
-1	0.004
-1.2	0.005
-1.4	0.006
-1.6	0.008
-1.8	0.009
-2	0.016
-2.2	0.015
-2.4	0.013
-2.6	0.011
-2.8	0.011
-3	0.01
-3.2	0.007
-3.4	0.005
-3.6	0.002
-3.8	0.003
-4	0.005
-4.2	0.008
-4.4	0.011
-4.6	0.014
-4.8	0.017
-5	0.02
-5.2	0.023
-5.4	0.026
-5.6	0.027
-5.8	0.027
-6	0.026
-6.2	0.023
-6.4	0.018
-6.6	0.014
-6.8	0.01
-7	0.007
-7.2	0.004
-7.4	0.003
-7.6	0.006
-7.8	0.009
-8	0.011
-8.2	0.012
-8.4	0.013
-8.6	0.013
-8.8	0.013
-9	0.013
-9.2	0.013
-9.4	0.013
-9.6	0.012
-9.8	0.011
-10	0.01
-10.2	0.009
-10.4	0.008
-10.6	0.006
-10.8	0.005

TOMBINO SCATOLARE TM06
RELAZIONE DI CALCOLO OPERE PROVVISORIALI

Inviluppi Tasso di Sfruttamento a Taglio - SteelWorld	LEFT
Z (m)	Tasso di Sfruttamento a Taglio - SteelWorld
-11	0.004
-11.2	0.005
-11.4	0.005
-11.6	0.005
-11.8	0.006
-12	0.006
-12.2	0.006
-12.4	0.005
-12.6	0.005
-12.8	0.004
-13	0.002
-13.2	0.002
-13.4	0.004
-13.6	0.006
-13.8	0.009
-14	0.013
-14.2	0.017
-14.4	0.012
-14.6	0.007
-14.8	0.002
-15	0.002

10 VERIFICHE STRUTTURALI

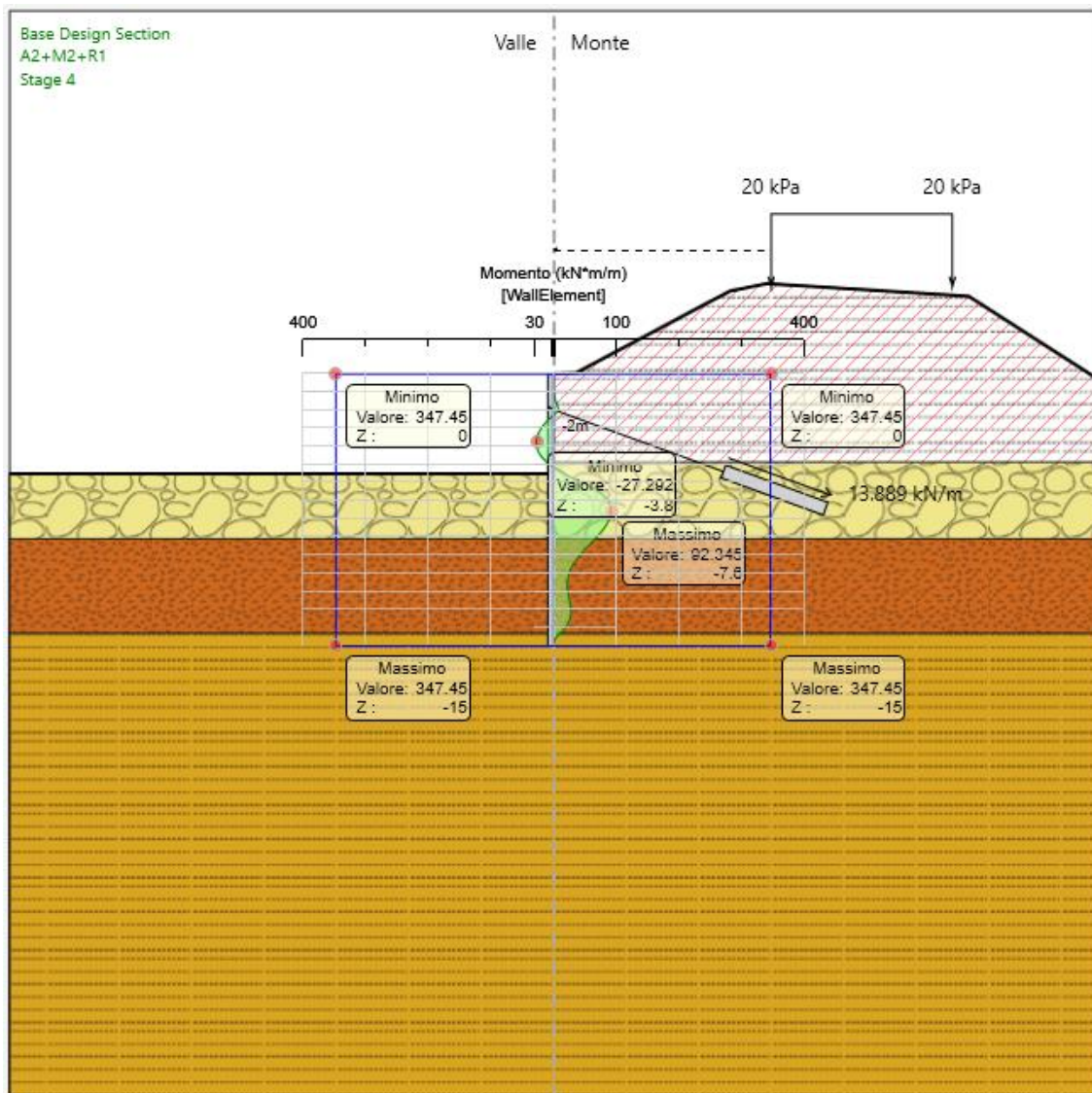
10.1 VERIFICHE SLU

I micropali, di diametro $D=300$, risultano armati con tubolare $\Phi 193.7$ spesso 12.5 mm.

Si riporta di seguito il confronto tra le sollecitazioni massime agenti, di momento flettente e taglio, e le capacità resistenti nell'involucro allo SLU per entrambe le combinazioni considerate, per ciascuna paratia analizzata.

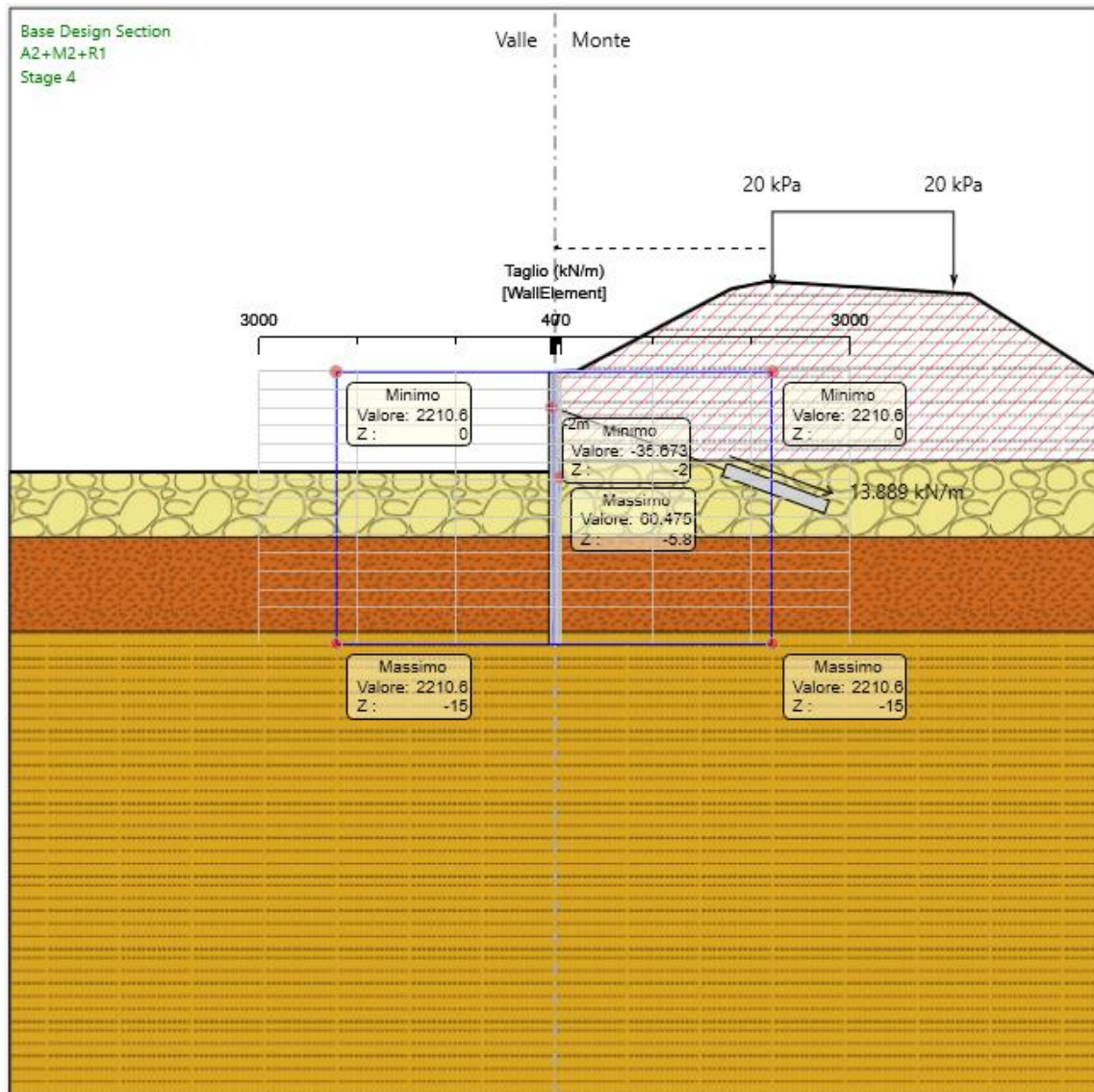
Il momento massimo sollecitante è pari a 92.34 kNm/m, mentre il momento resistente è pari a 347.4 kNm/m.

Essendo le sollecitazioni inferiori alle resistenze, le verifiche risultano soddisfatte.



TOMBINO SCATOLARE TM06
RELAZIONE DI CALCOLO OPERE PROVVISORIALI

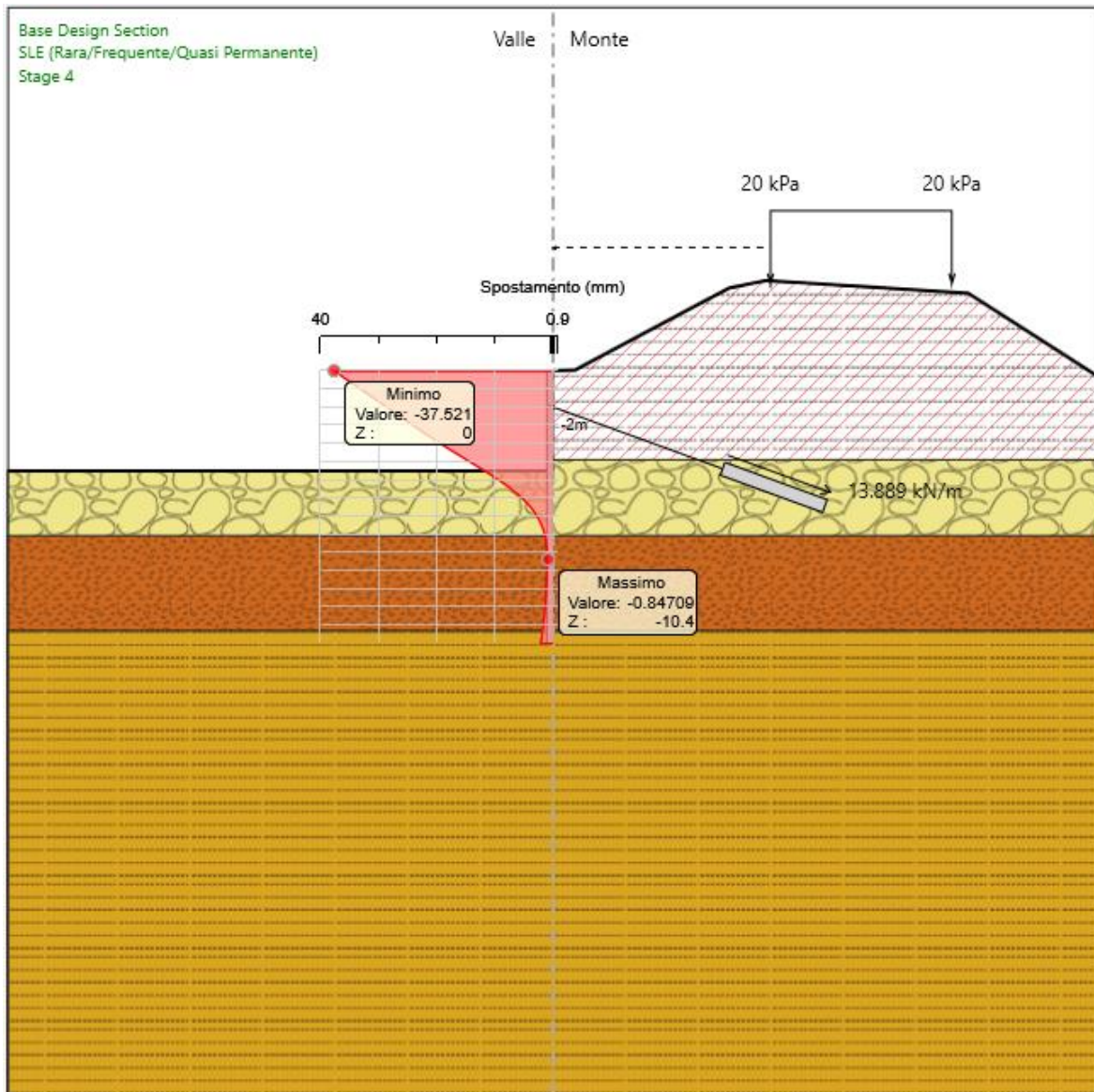
Il valore del taglio sollecitante è di 35.67 kN/m e il taglio resistente è di 2210.6 kN/m.



10.2 VERIFICHE SLE

Lo spostamento massimo che si registra, nella combinazione SLE, è pari a circa 37.52 mm, e risulta compatibile con la tipologia di opera.

TOMBINO SCATOLARE TM06
RELAZIONE DI CALCOLO OPERE PROVVISORIALI



10.3 VERIFICHE TIRANTI

10.3.1 Verifica sfilamento

Il dimensionamento geotecnico ed in particolare la verifica allo sfilamento della fondazione dell'ancoraggio è stata svolta confrontando la massima azione di progetto sviluppata in tutti gli stage di analisi, con la resistenza di progetto, in accordo a quanto previsto dalle NTC2018 paragrafo 6.6.2.

La resistenza allo sfilamento T_{lim} è calcolata in base alla seguente relazione:

$$T_{lim} = \pi \Phi_{perf} \alpha L_{fond} \tau_{lim}$$

in cui:

Φ_{perf} = diametro della perforazione, pari a 160 mm;

$\alpha =$ coefficiente moltiplicativo per il calcolo del diametro del bulbo;

$L_{fond} =$ lunghezza di ancoraggio di progetto;

$\tau_{lim} =$ tensione limite allo sfilamento (dipendente dai terreni interessati).

La tensione limite τ_{lim} di progetto è stata calcolata nel rispetto delle NTC2018 (§ 6.6.2), considerando valori di aderenza limite associabili alle caratteristiche dei terreni attraversati dall'opera in esame.

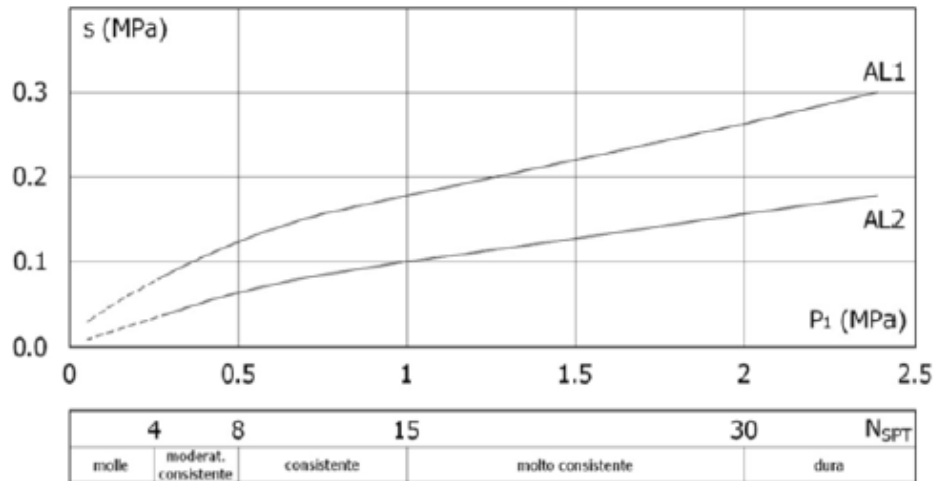


Figura 1 – Abaco per il calcolo della tensione limite per terreni a grana fine (AGI).

Il valore di aderenza limite assunto cautelativamente nelle verifiche geotecniche è pari a 70 kPa per le unità geotecniche interessate dalla presenza dei tiranti.

Il coefficiente α per la determinazione del diametro del bulbo nei terreni in esame è assunto pari a 1.4, considerando tiranti IRS, iniettati con iniezioni ripetute e selettive.

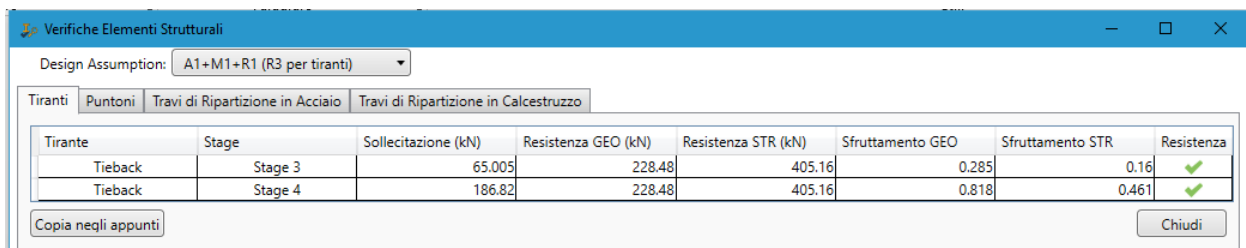
TOMBINO SCATOLARE TM06
RELAZIONE DI CALCOLO OPERE PROVVISORIALI

TERRENO	Valori di α	
	IRS	IGU
Ghiala	1.8	1.3 - 1.4
Ghiala sabbiosa	1.6 - 1.8	1.2 - 1.4
sabbia ghialosa	1.5 - 1.6	1.2 - 1.3
Sabbia grossa	1.4 - 1.5	1.1 - 1.2
Sabbia media	1.4 - 1.5	1.1 - 1.2
Sabbia fine	1.4 - 1.5	1.1 - 1.2
Sabbia limosa	1.4 - 1.5	1.1 - 1.2
Limo	1.4 - 1.6	1.1 - 1.2
Argilla	1.8 - 2.0	1.2
Mame	1.8	1.1 - 1.2
Calcani mamosi	1.8	1.1 - 1.2
Calcani alterati o fratturati	1.8	1.1 - 1.2
Rocchia alterata e/o fratturata	1.2	1.1

Figura 2 – Tabella per il calcolo di α .

I valori caratteristici delle resistenze sono stati quindi dedotte ricorrendo al fattore di correlazione ξ_3 funzione del numero di profili di indagine come esposto in tabella 6.6.III delle NTC2018. Il fattore ξ_3 utilizzato nelle verifiche geotecniche relative per tutte le opere è pari a 1.80.

Infine la resistenza unitaria di progetto R_{ad} , è ottenuta applicando alla resistenza caratteristica i coefficienti parziali γ_r riportati nella tabella 6.6.1 delle NTC 2018. In particolare per i tiranti provvisoriali in esame è assunto γ_r pari a 1.1. Si riportano di seguito i risultati delle verifiche.



Verifiche Elementi Strutturali

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

Tiranti | Puntoni | Travi di Ripartizione in Acciaio | Travi di Ripartizione in Calcestruzzo

Tirante	Stage	Sollecitazione (kN)	Resistenza GEO (kN)	Resistenza STR (kN)	Sfruttamento GEO	Sfruttamento STR	Resistenza
Tieback	Stage 3	65.005	228.48	405.16	0.285	0.16	✓
Tieback	Stage 4	186.82	228.48	405.16	0.818	0.461	✓

Copia negli appunti | Chiudi

10.3.2 Verifica di resistenza

La verifica strutturale dell'ancoraggio allo SLV è stata effettuata controllando la resistenza a trazione del tratto libero costituito dai trefoli in acciaio armonico.

Nello specifico, il tiro di progetto deve risultare inferiore alla resistenza di progetto, calcolata come segue:

$$R_d = A_{\text{trefoli}} \times f_{p(1)k} / \gamma_r$$

Dove:

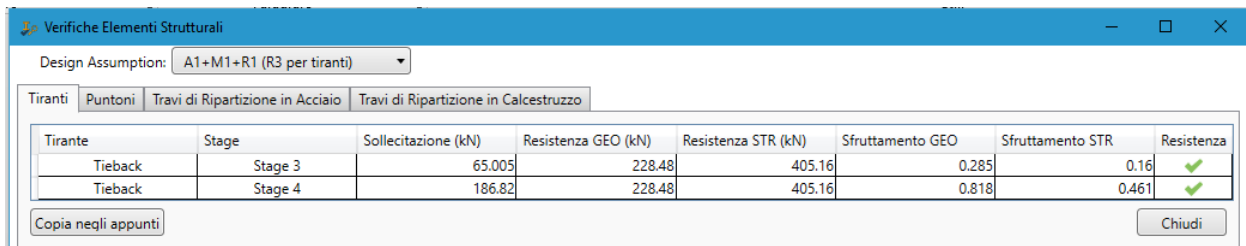
A_{trefoli} = area complessiva degli n trefoli aventi ognuno area trasversale di 139 mm²

$f_{p(1)k}$ = resistenza caratteristica allo 0.1% di deformazione (tensione di snervamento)

γ_r = fattore parziale di resistenza dell'acciaio pari a 1.15

La verifica suddetta è stata condotta considerando le azioni sollecitanti sul tirante ottenute dall'approccio A1+M1+R3.

Si riportano di seguito i risultati delle verifiche.



Tirante	Stage	Sollecitazione (kN)	Resistenza GEO (kN)	Resistenza STR (kN)	Sfruttamento GEO	Sfruttamento STR	Resistenza
Tieback	Stage 3	65.005	228.48	405.16	0.285	0.16	✓
Tieback	Stage 4	186.82	228.48	405.16	0.818	0.461	✓

10.3.3 Travi di ripartizione

La verifica delle travi di ripartizione in acciaio, costituite da profili IPE240, è stata effettuata considerando tutte le azioni sui tiranti di ogni ordine per tutte le fasi di calcolo.

Il comportamento globale delle travi è in schematizzabile come quello di trave semplicemente appoggiata in corrispondenza delle testate dei tiranti. Si considera quindi un carico uniformemente distribuito sulla trave che equilibra le reazioni dei tiranti ricavate dal programma di calcolo.

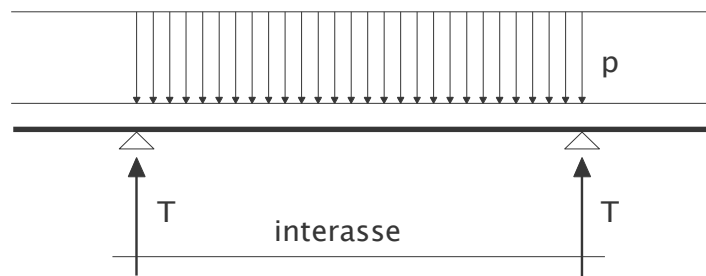
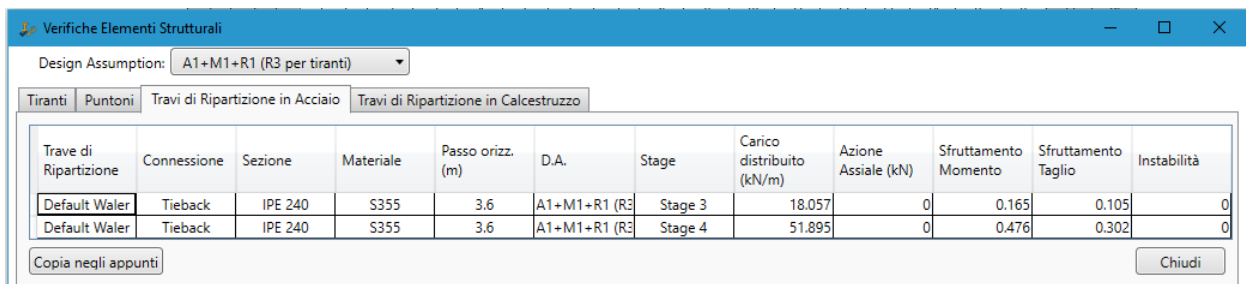


Figura 3: Modello di calcolo delle travi di ripartizione

Si riportano di seguito le verifiche di resistenza della travedi ripartizione.



Trave di Ripartizione	Connessione	Sezione	Materiale	Passo orizz. (m)	D.A.	Stage	Carico distribuito (kN/m)	Azione Assiale (kN)	Sfruttamento Momento	Sfruttamento Taglio	Instabilità
Default Waler	Tieback	IPE 240	S355	3.6	A1+M1+R1 (R3)	Stage 3	18.057	0	0.165	0.105	0
Default Waler	Tieback	IPE 240	S355	3.6	A1+M1+R1 (R3)	Stage 4	51.895	0	0.476	0.302	0

11 VERIFICHE GEOTECNICHE

Le verifiche geotecniche sono svolte valutando il coefficiente di sicurezza in termini di rapporto di mobilitazione della spinta passiva, cioè come rapporto tra spinta passiva mobilitata al piede della paratia e la spinta passiva mobilitabile. La verifica è soddisfatta se tale rapporto è inferiore all'unità.

Max. Rapporto Spinte (Efficace/Passiva)= **0.08** D.A. A2+M2+R1 (Stage 1)

Max. Rapporto Spinte (Efficace/Passiva)= **0.20** D.A. A2+M2+R1 (Stage 4)

12 STABILITA' FRONTI DI SCAVO

E' stata eseguita la verifica di stabilità globale dei fronti di scavo per la realizzazione del tombino idraulico TM06.

I fronti di scavo sono caratterizzati principalmente da scarpate con pendenze di circa 1/1 ed al fine della presente verifica, si analizzano le sezioni che presentano altezza maggiore e che quindi corrispondono alla situazione più gravosa.

12.1 STRATIGRAFIE DEGLI SCAVI

In considerazione della stratigrafia generale della zona presa in esame (cfr. capitolo 3), si considera che gli scavi interessino le seguenti unità geotecniche:

- **Unità geotecnica R:** terreni di riporto di origine antropica (rilevati stradali, di piazzali e aree di servizio);
- **Unità geotecnica a_gross:** parte più granulare dei depositi alluvionali, costituita da sabbia e ghiaia;
- **Unità geotecnica Qc(a):** tale unità è costituita prevalentemente da calcareniti e sabbie giallastre e talvolta passano a calciruditi piuttosto friabili. Quando le calcareniti si sovrappongono direttamente ai terreni lavici, presentano uno scarso livello di cementazione;

Di seguito si riporta la stratigrafia riguardante i fronti di scavo assunta nei calcoli, in accordo con il profilo geologico allegato al progetto:

Da 0.00 a -4.90 m	Unità R – rilevato stradale esistente
Da -4.90 m a -9.10 m	Unità a_gross – alluvioni (grana grossa)
Da -9.10 m a -14.30 m	Unità Qc(a) – sabbia/calcareniti

I valori dei parametri meccanici degli strati interessati dalle verifiche in esame sono quelli riportati nel cap. 3.

12.2 CRITERI DI CALCOLO PER LE VERIFICHE DI STABILITA'

Le verifiche di stabilità sono condotte, in accordo con il D.M. 17 gennaio 2018, considerando la

TOMBINO SCATOLARE TM06
RELAZIONE DI CALCOLO OPERE PROVVISORIALI

combinazione 2 (A2+M2+R2) dell'approccio 1. I valori assunti per i coefficienti parziali di sicurezza, per l'approccio considerato, sono quelli riportati nelle tabelle di seguito.

Tabella 6.2.I – Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni.

CARICHI	EFFETTO	Coefficiente Parziale γ_F (o γ_E)	EQU	(A1) STR	(A2) GEO
Permanenti	Favorevole	γ_{G1}	0,9	1,0	1,0
	Sfavorevole		1,1	1,3	1,0
Permanenti non strutturali ⁽¹⁾	Favorevole	γ_{G2}	0,0	0,0	0,0
	Sfavorevole		1,5	1,5	1,3
Variabili	Favorevole	γ_{Qi}	0,0	0,0	0,0
	Sfavorevole		1,5	1,5	1,3

Tabella 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	$\tan \phi'_k$	$\gamma_{\phi'}$	1,0	1,25
Coesione efficace	c'_k	$\gamma_{c'}$	1,0	1,25
Resistenza non drenata	c_{uk}	γ_{cu}	1,0	1,4
Peso dell'unità di volume	γ	γ_γ	1,0	1,0

Tabella 6.8.I – Coefficienti parziali per le verifiche di sicurezza di opere di materiali sciolti e di fronti di scavo.

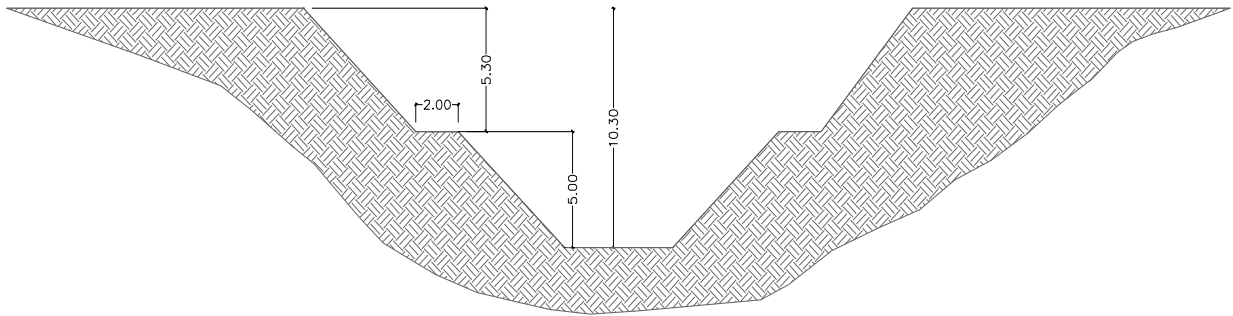
Coefficiente	R2
γ_R	1.1

Per tenere conto della circolazione di veicoli al tetto del fronte di scavo dove presente, si considera un carico pari a 20 kN/m². Quest'ultimo verrà moltiplicato per il relativo coefficiente parziale (A2), in quanto può essere considerato un carico variabile sfavorevole alla formazione di una superficie di scorrimento.

12.3 GEOMETRIA DEGLI SCAVI

Si riporta di seguito la geometria dei fronti di scavo interessata dalla realizzazione delle opere idrauliche in esame e le relative sezioni assunte per il modello di calcolo, rappresentate queste come scarpate che terminano sul piano di posa dell'opera da realizzare.

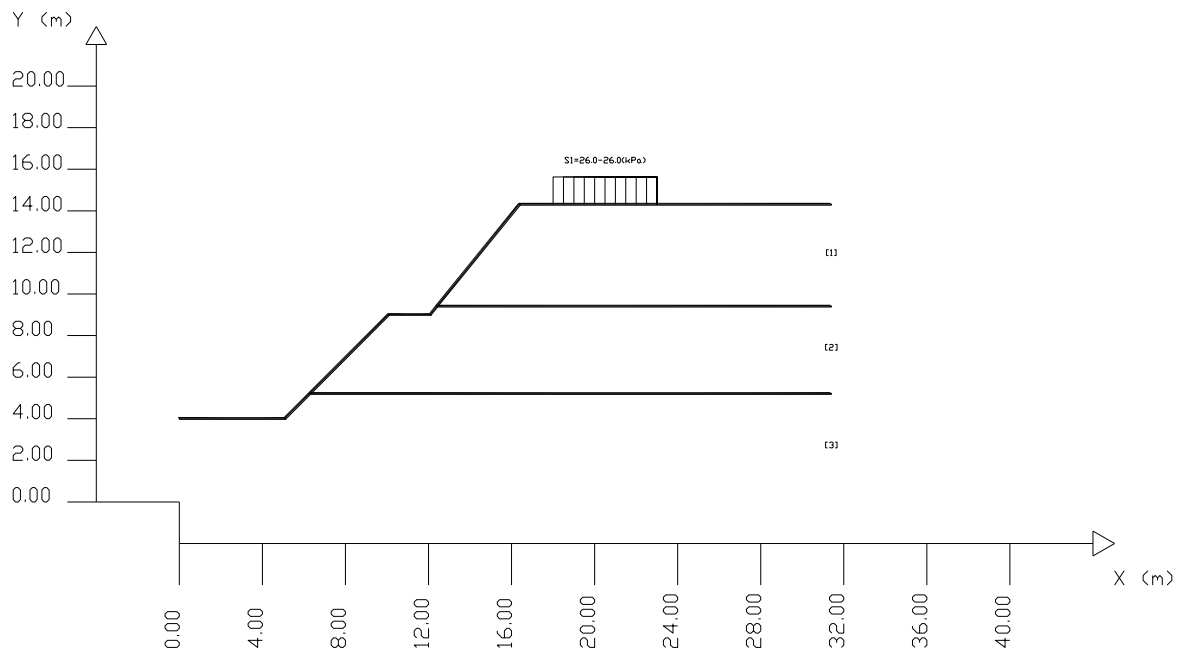
TOMBINO SCATOLARE TM06
RELAZIONE DI CALCOLO OPERE PROVVISORIALI



Dall'analisi della geometria del fronte di scavo risulta che la sezione che presenta la profondità di scavo maggiore ha un'altezza pari a ≈ 10.30 m.

Come già accennato, si considera un sovraccarico applicato al tetto del fronte di scavo per tenere conto dell'eventuale presenza di traffico veicolare e di mezzi da lavoro a monte dello scavo stesso.

$S_n \rightarrow$ Sovraccarico



12.4 RISULTATI DELLE VERIFICHE DI STABILITA'

12.4.1 Verifiche di stabilità in condizioni drenate

TOMBINO SCATOLARE TM06
RELAZIONE DI CALCOLO OPERE PROVVISORIALI

L'analisi del fronte di scavo è eseguita mediante il software SSAP. Le verifiche di stabilità risultano soddisfatte, in quanto il fattore di sicurezza minimo FS assume un valore pari a 1.114.

Nelle figure di seguito sono graficizzate le superfici di scorrimento con il minor valore di FS.

SSAP 5.0.2 (2021) - Slope Stability Analysis Program
Software by Dr.Geol. L.Borselli - www.lorenzo-borselli.eu
SSAP/DXF generator rel. 2.0 (2020)

Data : 26/5/2021
Localita' :
Descrizione :
[n] = N. strato o lente

Modello di calcolo : Spencer (1973)

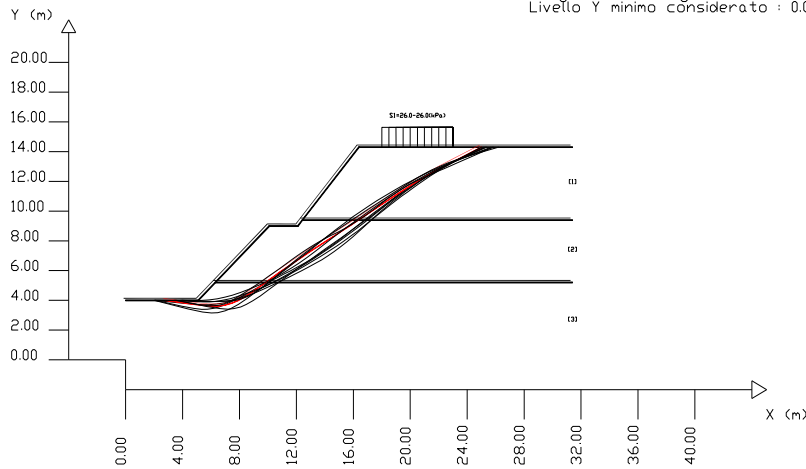
DATI 10 SUP. CON MINOR FS

Fs minimo : 1.1143
Range Fs : 1.1143 - 1.1438
Differenza % Range Fs : 2.58
Coefficiente Sismico orizzontale - Kh: 0.0000
Coefficiente Sismico verticale - Kv: 0.0000

Sn --> Sovraccarico

GENERAZIONE SUPERFICI RANDOM

Campione Superfici - N: 2000
Lunghezza media segmenti (m) : 1.3
Range X inizio generazione : 0.0 - 4.0
Range X termine generazione : 25.0 - 30.8
Livello Y minimo considerato : 0.0



Parametri Geotecnici degli strati #												
N.	phi°	C'	Cu	Gamm	GammSat	sgci	GSI	mi	D			
..	deg	kPa	kPa	kN/m3	kN/m3	MPa						
1	29.26	0	0	19.00	19.00	0	0	0	0	0	0	0
2	33.90	0	0	20.00	20.00	0	0	0	0	0	0	0
3	33.90	0	0	18.00	18.00	0	0	0	0	0	0	0

Di seguito si riportano i tabulati di calcolo della verifica di stabilità.

----- PARAMETRI DEL MODELLO DEL PENDIO -----

__ PARAMETRI GEOMETRICI - Coordinate X Y (in m) __

SUP T.	SUP 2	SUP 3	SUP 4				
X	Y	X	Y	X	Y	X	Y

0.00	4.00	12.42	9.40	6.30	5.20	-	-
5.10	4.00	31.40	9.40	31.40	5.20	-	-
6.30	5.20	-	-	-	-	-	-
10.10	9.00	-	-	-	-	-	-
12.10	9.00	-	-	-	-	-	-
12.42	9.40	-	-	-	-	-	-
16.40	14.30	-	-	-	-	-	-
31.40	14.30	-	-	-	-	-	-

ASSENZA DI FALDA

----- PARAMETRI GEOMECCANICI -----

	fi'	C'	Cu	Gamm	Gamm_sat	STR_IDX	sgci	GSI	mi	D
STRATO 1	29.26	0.00	0.00	19.00	19.00	1.785	0.00	0.00	0.00	0.00
STRATO 2	33.90	0.00	0.00	20.00	20.00	2.276	0.00	0.00	0.00	0.00
STRATO 3	33.90	0.00	0.00	18.00	18.00	2.276	0.00	0.00	0.00	0.00

LEGENDA: fi' _____ Angolo di attrito interno efficace(in gradi)
 C' _____ Coesione efficace (in Kpa)
 Cu _____ Resistenza al taglio Non drenata (in Kpa)
 Gamm _____ Peso di volume terreno fuori falda (in KN/m^3)
 Gamm_sat _____ Peso di volume terreno immerso (in KN/m^3)
 STR_IDX _____ Indice di resistenza (usato in solo in "SNIFF SEARCH") (adimensionale)
 ---- SOLO Per AMMASSI ROCCIOSI FRATTURATI - Parametri Criterio di Rottura di Hoek (2002) -
 sigci _____ Resistenza Compressione Uniassiale Roccia Intatta (in MPa)
 GSI _____ Geological Strenght Index ammasso(adimensionale)
 mi _____ Indice litologico ammasso(adimensionale)
 D _____ Fattore di disturbo ammasso(adimensionale)
 Fattore di riduzione NTC2018: gammaPHI=1.25 e gammaC=1.25 - DISATTIVATO (solo per ROCCE)
 Uso CRITERIO DI ROTTURA Hoek et al.(2002,2006) - non-lineare - Generalizzato, secondo Lei et al.(2016)

----- SOVRACCARICHI PRESENTI -----

Nota Bene:

##Nota: la distribuzione del carico e delle forze unitarie puo' variare in modo lineare tra gli estremi di coordinate X1 e X2

TABELLA SOVRACCARICHI IN SUPERFICIE

N.	da X1	a X2	SX1	SX2	Alpha	WsH1	WsH2	Wsv1	Wsv2
(-)	(m)	(m)	(kPa)	(kPa)	(°)	(kN/m)	(kN/m)	(kN/m)	(kN/m)
1	18.0000	23.0000	26.00	26.00	90.00	0.00	0.00	26.00	26.00

LEGENDA SIMBOLI

N.(-) : NUMERO SOVRACCARICO
 X1(m) : Posizione carico da X1
 X2(m) : a X2
 SX1(kPa) : Carico in X1 (Kpa)
 SX2(kPa) : Carico in X2 (Kpa)
 Alpha(°) : Inclinazione carico (gradi);
 Componenti distribuzione forza unitaria applicata:
 WsH1,WsH2(kN/m) : forza unitaria Orizzontale (per metro di proiezione Verticale) : da X1 a X2 (vedasi cap.2 manuale)
 Wsv1,Wsv2(kN/m) : forza unitaria Verticale (per metro di proiezione Orizzontale) : da X1 a X2 (vedasi Cap.2 manuale)

----- INFORMAZIONI GENERAZIONE SUPERFICI RANDOM -----

*** PARAMETRI PER LA GENERAZIONE DELLE SUPERFICI
 MOTORE DI RICERCA: RANDOM SEARCH - Siegel (1981)
 FILTRAGGIO SUPERFICI : ATTIVATO
 COORDINATE X1,X2,Y OSTACOLO : 0.00 0.00 0.00
 LUNGHEZZA MEDIA SEGMENTI (m)*: 1.3 (+/-) 50%
 INTERVALLO ASCISSE RANDOM STARTING POINT (Xmin .. Xmax): 0.01 4.00
 LIVELLO MINIMO CONSIDERATO (Ymin): 0.00
 INTERVALLO ASCISSE AMMESSO PER LA TERMINAZIONE (Xmin .. Xmax): 25.00 30.77
 TOTALE SUPERFICI GENERATE : 2000
 *NOTA IMPORTANTE: La lunghezza media dei segmenti non viene cosiderata nel caso di uso del motore di ricerca NEW RANOM SEARCH

----- INFORMAZIONI PARAMETRI DI CALCOLO -----

METODO DI CALCOLO : SPENCER (Spencer, 1973)
 METODO DI ESPLOAZIONE CAMPO VALORI (lambda0,Fs0) ADOTTATO : B (piu' accurato)
 COEFFICIENTE SISMICO UTILIZZATO Kh : 0.0000
 COEFFICIENTE SISMICO UTILIZZATO Kv (assunto Positivo): 0.0000
 COEFFICIENTE c=Kv/Kh UTILIZZATO : 0.5000
 FORZA ORIZZONTALE ADDIZIONALE IN TESTA (kN/m): 0.00
 FORZA ORIZZONTALE ADDIZIONALE ALLA BASE (kN/m): 0.00

N.B. Le forze orizzontali addizionali in testa e alla base sono poste uguali a 0 durante le tutte le verifiche globali.
 I valori >0 impostati dall'utente sono utilizzati solo in caso di verifica singola

----- RISULTATO FINALE ELABORAZIONI -----

* DATI RELATIVI ALLE 10 SUPERFICI GENERATE CON MINOR Fs *

TOMBINO SCATOLARE TM06
RELAZIONE DI CALCOLO OPERE PROVVISORIALI

Fattore di sicurezza (FS) 1.1143 - Min. - X Y Lambda= 0.5694

2.78	4.00
4.97	3.71
5.92	3.62
6.51	3.62
6.97	3.67
7.47	3.81
7.88	3.98
8.37	4.24
8.91	4.58
9.60	5.06
10.24	5.49
10.83	5.89
11.39	6.26
11.95	6.62
12.49	6.98
13.05	7.33
13.60	7.68
14.17	8.03
14.73	8.38
15.28	8.73
15.84	9.08
16.39	9.43
16.95	9.78
17.51	10.14
18.08	10.50
18.65	10.87
19.20	11.22
19.75	11.55
20.29	11.87
20.83	12.18
21.44	12.51
22.12	12.87
23.09	13.35
25.00	14.30

Fattore di sicurezza (FS) 1.1221 - N.2 -- X Y Lambda= 0.5445

2.09	4.00
3.97	3.60
4.81	3.45
5.34	3.40
5.75	3.41
6.19	3.47
6.56	3.56
6.99	3.72
7.45	3.93
8.05	4.22
8.60	4.50
9.11	4.76
9.61	5.01
10.10	5.25
10.59	5.50
11.08	5.75
11.59	6.00
12.10	6.26
12.58	6.51
13.05	6.77
13.50	7.04
13.97	7.34
14.43	7.65
14.90	7.98
15.39	8.34
15.91	8.74
16.41	9.12
16.90	9.49
17.38	9.84
17.86	10.19
18.34	10.53
18.83	10.87
19.33	11.22
19.86	11.57
20.34	11.89
20.81	12.18
21.27	12.44
21.74	12.70
22.25	12.96
22.84	13.23
23.68	13.59
25.39	14.30

Fattore di sicurezza (FS) 1.1240 - N.3 -- X Y Lambda= 0.5580

2.03	4.00
4.20	3.79

TOMBINO SCATOLARE TM06
RELAZIONE DI CALCOLO OPERE PROVVISORIALI

5.20	3.72
5.86	3.71
6.39	3.75
6.93	3.85
7.41	3.97
7.94	4.14
8.52	4.37
9.23	4.68
9.86	4.97
10.45	5.26
11.02	5.55
11.58	5.85
12.14	6.16
12.71	6.50
13.29	6.86
13.92	7.26
14.51	7.64
15.09	8.03
15.65	8.42
16.22	8.83
16.79	9.25
17.37	9.69
17.98	10.16
18.62	10.67
19.20	11.11
19.76	11.51
20.30	11.86
20.86	12.21
21.46	12.55
22.15	12.90
23.15	13.37
25.21	14.30

Fattore di sicurezza (FS) 1.1260 - N.4 -- X Y Lambda= 0.5670

2.06	4.00
4.19	3.98
5.19	3.99
5.87	4.04
6.43	4.11
6.99	4.21
7.50	4.35
8.05	4.52
8.65	4.74
9.36	5.02
9.97	5.29
10.54	5.56
11.08	5.85
11.64	6.17
12.18	6.50
12.74	6.88
13.31	7.29
13.95	7.76
14.56	8.21
15.15	8.63
15.73	9.04
16.30	9.45
16.88	9.84
17.46	10.23
18.06	10.63
18.68	11.04
19.26	11.40
19.83	11.74
20.38	12.05
20.95	12.36
21.57	12.66
22.27	12.99
23.28	13.44
25.32	14.30

Fattore di sicurezza (FS) 1.1304 - N.5 -- X Y Lambda= 0.5628

3.38	4.00
4.78	3.92
5.45	3.90
5.90	3.91
6.28	3.93
6.65	3.98
6.99	4.04
7.36	4.12
7.75	4.23
8.20	4.37
8.61	4.50
9.00	4.64
9.37	4.77
9.75	4.93

TOMBINO SCATOLARE TM06
RELAZIONE DI CALCOLO OPERE PROVVISORIALI

10.12	5.08
10.49	5.25
10.88	5.44
11.30	5.64
11.69	5.84
12.08	6.04
12.46	6.25
12.84	6.46
13.22	6.67
13.60	6.90
13.99	7.13
14.40	7.39
14.79	7.63
15.17	7.88
15.55	8.13
15.93	8.40
16.30	8.67
16.68	8.95
17.07	9.25
17.48	9.57
17.87	9.87
18.26	10.16
18.64	10.45
19.02	10.73
19.40	11.00
19.79	11.28
20.19	11.55
20.59	11.83
20.98	12.09
21.36	12.33
21.73	12.56
22.11	12.79
22.53	13.02
23.00	13.28
23.67	13.62
25.01	14.30

Fattore di sicurezza (FS) 1.1327 - N.6 -- X Y Lambda= 0.5885

3.56	4.00
5.71	3.59
6.62	3.44
7.19	3.41
7.61	3.44
8.09	3.57
8.48	3.72
8.94	3.97
9.46	4.30
10.14	4.78
10.76	5.21
11.33	5.62
11.89	6.00
12.42	6.37
12.96	6.73
13.49	7.10
14.03	7.46
14.57	7.83
15.11	8.19
15.65	8.56
16.18	8.92
16.71	9.29
17.25	9.67
17.79	10.05
18.35	10.45
18.91	10.85
19.45	11.22
19.97	11.57
20.48	11.90
21.01	12.22
21.58	12.54
22.23	12.89
23.16	13.37
25.04	14.30

Fattore di sicurezza (FS) 1.1346 - N.7 -- X Y Lambda= 0.5514

3.96	4.00
6.14	3.93
7.09	3.94
7.69	4.00
8.15	4.10
8.65	4.30
9.08	4.52
9.57	4.84
10.12	5.25
10.82	5.82

TOMBINO SCATOLARE TM06
RELAZIONE DI CALCOLO OPERE PROVVISORIALI

11.45 6.31
12.03 6.76
12.59 7.18
13.14 7.58
13.67 7.95
14.22 8.32
14.77 8.68
15.35 9.05
15.91 9.41
16.48 9.76
17.03 10.12
17.59 10.46
18.15 10.81
18.72 11.17
19.31 11.53
19.91 11.90
20.46 12.22
20.99 12.51
21.50 12.76
22.03 13.00
22.60 13.22
23.26 13.45
24.22 13.74
26.21 14.30

Fattore di sicurezza (FS) 1.1396 - N.8 -- X Y Lambda= 0.5619

3.86 4.00
5.55 3.93
6.34 3.92
6.87 3.94
7.31 3.99
7.74 4.07
8.14 4.17
8.56 4.31
9.01 4.48
9.55 4.70
10.04 4.91
10.51 5.12
10.97 5.33
11.42 5.54
11.88 5.76
12.34 5.98
12.82 6.22
13.33 6.48
13.78 6.73
14.22 7.00
14.64 7.27
15.08 7.58
15.51 7.90
15.95 8.26
16.41 8.65
16.92 9.11
17.40 9.53
17.86 9.92
18.30 10.28
18.76 10.64
19.20 10.97
19.66 11.31
20.14 11.65
20.65 12.00
21.11 12.30
21.56 12.56
21.98 12.80
22.42 13.03
22.89 13.24
23.43 13.46
24.23 13.74
25.86 14.30

Fattore di sicurezza (FS) 1.1417 - N.9 -- X Y Lambda= 0.5313

2.00 4.00
4.39 3.42
5.40 3.22
6.02 3.15
6.48 3.17
6.99 3.29
7.41 3.46
7.91 3.72
8.49 4.10
9.25 4.64
9.94 5.13
10.58 5.60
11.19 6.04
11.78 6.48

TOMBINO SCATOLARE TM06
RELAZIONE DI CALCOLO OPERE PROVVISORIALI

12.37	6.92
12.96	7.38
13.57	7.84
14.20	8.33
14.79	8.77
15.36	9.19
15.93	9.58
16.51	9.98
17.08	10.34
17.67	10.70
18.27	11.06
18.92	11.42
19.53	11.75
20.11	12.05
20.67	12.33
21.25	12.60
21.88	12.87
22.60	13.16
23.63	13.55
25.70	14.30

Fattore di sicurezza (FS) 1.1438 - N.10 -- X Y Lambda= 0.5116

3.48	4.00
5.04	3.74
5.72	3.65
6.15	3.64
6.48	3.66
6.84	3.74
7.15	3.85
7.49	4.01
7.88	4.23
8.38	4.54
8.83	4.82
9.26	5.09
9.66	5.36
10.06	5.62
10.45	5.89
10.85	6.16
11.26	6.45
11.69	6.75
12.09	7.02
12.48	7.27
12.85	7.51
13.24	7.74
13.62	7.95
14.02	8.16
14.43	8.36
14.88	8.57
15.28	8.77
15.67	8.98
16.04	9.20
16.43	9.43
16.81	9.68
17.20	9.95
17.61	10.25
18.07	10.60
18.48	10.89
18.87	11.15
19.24	11.39
19.62	11.61
19.99	11.81
20.37	12.00
20.76	12.18
21.19	12.36
21.61	12.53
22.02	12.70
22.42	12.87
22.82	13.04
23.27	13.23
23.77	13.44
24.47	13.73
25.81	14.30

----- ANALISI DEFICIT DI RESISTENZA -----

DATI RELATIVI ALLE 10 SUPERFICI GENERATE CON MINOR FS *

Analisi Deficit in riferimento a FS(progetto) = 1.200

Sup N.	FS	FTR(kN/m)	FTA(kN/m)	Bilancio(kN/m)	ESITO
1	1.114	635.5	570.4	-48.9	Deficit
2	1.122	688.5	613.6	-47.8	Deficit
3	1.124	693.5	617.0	-46.9	Deficit
4	1.126	617.2	548.2	-40.6	Deficit
5	1.130	707.8	626.2	-43.6	Deficit
6	1.133	718.2	634.1	-42.7	Deficit

7	1.135	605.5	533.7	-34.9	Deficit
8	1.140	730.1	640.7	-38.7	Deficit
9	1.142	634.0	555.3	-32.4	Deficit
10	1.144	616.4	538.9	-30.3	Deficit

Esito analisi: DEFICIT di RESISTENZA!

Valore massimo di DEFICIT di RESISTENZA(kN/m): -48.9

Note: FTR --> Forza totale Resistente lungo la superficie di scivolamento

FTA --> Forza totale Agente lungo la superficie di scivolamento

IMPORTANTE! : Il Deficit o il Surplus di resistenza viene espresso in kN per metro di LARGHEZZA rispetto al fronte della scarpatata

TABELLA PARAMETRI CONCI DELLA SUPERFICIE INDIVIDUATA CON MINOR FS

X (m)	dx (m)	alpha (°)	W (kN/m)	ru (-)	U (kPa)	phi' (°)	(c',Cu) (kPa)
2.781	0.252	-7.49	0.07	0.00	0.00	33.90	0.00
3.032	0.252	-7.49	0.22	0.00	0.00	33.90	0.00
3.284	0.252	-7.49	0.37	0.00	0.00	33.90	0.00
3.535	0.252	-7.49	0.52	0.00	0.00	33.90	0.00
3.787	0.252	-7.49	0.67	0.00	0.00	33.90	0.00
4.039	0.252	-7.49	0.82	0.00	0.00	33.90	0.00
4.290	0.252	-7.49	0.97	0.00	0.00	33.90	0.00
4.542	0.252	-7.49	1.12	0.00	0.00	33.90	0.00
4.793	0.173	-7.49	0.86	0.00	0.00	33.90	0.00
4.966	0.134	-5.50	0.71	0.00	0.00	33.90	0.00
5.100	0.252	-5.50	1.98	0.00	0.00	33.90	0.00
5.352	0.252	-5.50	3.23	0.00	0.00	33.90	0.00
5.603	0.252	-5.50	4.48	0.00	0.00	33.90	0.00
5.855	0.062	-5.50	1.30	0.00	0.00	33.90	0.00
5.917	0.252	-0.34	5.99	0.00	0.00	33.90	0.00
6.168	0.132	-0.34	3.59	0.00	0.00	33.90	0.00
6.300	0.215	-0.34	6.57	0.00	0.00	33.90	0.00
6.515	0.252	6.99	8.81	0.00	0.00	33.90	0.00
6.766	0.202	6.99	7.88	0.00	0.00	33.90	0.00
6.968	0.252	15.61	10.75	0.00	0.00	33.90	0.00
7.220	0.247	15.61	11.45	0.00	0.00	33.90	0.00
7.466	0.252	22.06	12.55	0.00	0.00	33.90	0.00
7.718	0.167	22.06	8.78	0.00	0.00	33.90	0.00
7.885	0.252	27.99	13.82	0.00	0.00	33.90	0.00
8.136	0.231	27.99	13.25	0.00	0.00	33.90	0.00
8.367	0.252	32.07	15.03	0.00	0.00	33.90	0.00
8.619	0.252	32.07	15.58	0.00	0.00	33.90	0.00
8.870	0.040	32.07	2.54	0.00	0.00	33.90	0.00
8.910	0.252	34.61	16.19	0.00	0.00	33.90	0.00
9.162	0.252	34.61	16.66	0.00	0.00	33.90	0.00
9.414	0.191	34.61	12.99	0.00	0.00	33.90	0.00
9.605	0.208	34.31	14.46	0.00	0.00	33.90	0.00
9.813	0.252	34.31	17.87	0.00	0.00	33.90	0.00
10.064	0.036	34.31	2.56	0.00	0.00	33.90	0.00
10.100	0.137	34.31	9.77	0.00	0.00	33.90	0.00
10.237	0.252	33.97	17.23	0.00	0.00	33.90	0.00
10.489	0.252	33.97	16.38	0.00	0.00	33.90	0.00
10.740	0.086	33.97	5.41	0.00	0.00	33.90	0.00
10.827	0.252	33.61	15.24	0.00	0.00	33.90	0.00
11.078	0.252	33.61	14.40	0.00	0.00	33.90	0.00
11.330	0.064	33.61	3.55	0.00	0.00	33.90	0.00
11.394	0.252	33.21	13.35	0.00	0.00	33.90	0.00
11.646	0.252	33.21	12.52	0.00	0.00	33.90	0.00
11.897	0.049	33.21	2.32	0.00	0.00	33.90	0.00
11.946	0.154	32.85	7.18	0.00	0.00	33.90	0.00
12.100	0.252	32.85	11.83	0.00	0.00	33.90	0.00
12.352	0.068	32.85	3.35	0.00	0.00	33.90	0.00
12.420	0.074	32.85	3.70	0.00	0.00	33.90	0.00
12.494	0.252	32.49	12.95	0.00	0.00	33.90	0.00
12.746	0.252	32.49	13.63	0.00	0.00	33.90	0.00
12.998	0.048	32.49	2.69	0.00	0.00	33.90	0.00
13.046	0.252	32.13	14.44	0.00	0.00	33.90	0.00
13.297	0.252	32.13	15.12	0.00	0.00	33.90	0.00
13.549	0.052	32.13	3.24	0.00	0.00	33.90	0.00
13.601	0.252	31.77	15.96	0.00	0.00	33.90	0.00
13.853	0.252	31.77	16.65	0.00	0.00	33.90	0.00
14.104	0.061	31.77	4.17	0.00	0.00	33.90	0.00
14.166	0.252	31.91	17.52	0.00	0.00	33.90	0.00
14.417	0.252	31.91	18.21	0.00	0.00	33.90	0.00
14.669	0.057	31.91	4.25	0.00	0.00	33.90	0.00
14.726	0.252	32.04	19.06	0.00	0.00	33.90	0.00
14.978	0.252	32.04	19.75	0.00	0.00	33.90	0.00
15.229	0.053	32.04	4.25	0.00	0.00	33.90	0.00

15.282	0.252	32.18	20.58	0.00	0.00	33.90	0.00
15.534	0.252	32.18	21.26	0.00	0.00	33.90	0.00
15.785	0.052	32.18	4.50	0.00	0.00	33.90	0.00
15.838	0.252	32.32	22.08	0.00	0.00	33.90	0.00
16.089	0.252	32.32	22.76	0.00	0.00	33.90	0.00
16.341	0.010	32.32	0.95	0.00	0.00	33.90	0.00
16.351	0.040	32.32	3.67	0.00	0.00	29.26	0.00
16.391	0.009	32.46	0.84	0.00	0.00	29.26	0.00
16.400	0.252	32.46	22.89	0.00	0.00	29.26	0.00
16.652	0.252	32.46	22.12	0.00	0.00	29.26	0.00
16.903	0.045	32.46	3.87	0.00	0.00	29.26	0.00
16.948	0.252	32.59	21.22	0.00	0.00	29.26	0.00
17.200	0.252	32.59	20.45	0.00	0.00	29.26	0.00
17.451	0.057	32.59	4.49	0.00	0.00	29.26	0.00
17.508	0.252	32.73	19.51	0.00	0.00	29.26	0.00
17.759	0.241	32.73	17.95	0.00	0.00	29.26	0.00
18.000	0.075	32.73	7.41	0.00	0.00	29.26	0.00
18.075	0.252	32.86	24.30	0.00	0.00	29.26	0.00
18.327	0.252	32.86	23.53	0.00	0.00	29.26	0.00
18.578	0.073	32.86	6.70	0.00	0.00	29.26	0.00
18.651	0.252	32.13	22.54	0.00	0.00	29.26	0.00
18.903	0.252	32.13	21.78	0.00	0.00	29.26	0.00
19.154	0.050	32.13	4.22	0.00	0.00	29.26	0.00
19.204	0.252	31.34	20.89	0.00	0.00	29.26	0.00
19.456	0.252	31.34	20.16	0.00	0.00	29.26	0.00
19.707	0.041	31.34	3.25	0.00	0.00	29.26	0.00
19.749	0.252	30.51	19.31	0.00	0.00	29.26	0.00
20.000	0.252	30.51	18.61	0.00	0.00	29.26	0.00
20.252	0.034	30.51	2.43	0.00	0.00	29.26	0.00
20.285	0.252	29.67	17.81	0.00	0.00	29.26	0.00
20.537	0.252	29.67	17.13	0.00	0.00	29.26	0.00
20.788	0.045	29.67	3.01	0.00	0.00	29.26	0.00
20.834	0.252	28.54	16.34	0.00	0.00	29.26	0.00
21.085	0.252	28.54	15.68	0.00	0.00	29.26	0.00
21.337	0.099	28.54	5.98	0.00	0.00	29.26	0.00
21.436	0.252	27.61	14.79	0.00	0.00	29.26	0.00
21.687	0.252	27.61	14.16	0.00	0.00	29.26	0.00
21.939	0.178	27.61	9.62	0.00	0.00	29.26	0.00
22.116	0.252	26.74	13.09	0.00	0.00	29.26	0.00
22.368	0.252	26.74	12.49	0.00	0.00	29.26	0.00
22.619	0.252	26.74	11.88	0.00	0.00	29.26	0.00
22.871	0.129	26.74	5.86	0.00	0.00	29.26	0.00
23.000	0.085	26.74	1.57	0.00	0.00	29.26	0.00
23.085	0.252	26.27	4.23	0.00	0.00	29.26	0.00
23.337	0.252	26.27	3.63	0.00	0.00	29.26	0.00
23.588	0.252	26.27	3.04	0.00	0.00	29.26	0.00
23.840	0.252	26.27	2.45	0.00	0.00	29.26	0.00
24.091	0.252	26.27	1.85	0.00	0.00	29.26	0.00
24.343	0.252	26.27	1.26	0.00	0.00	29.26	0.00
24.595	0.252	26.27	0.67	0.00	0.00	29.26	0.00
24.846	0.157	26.27	0.12	0.00	0.00	29.26	0.00

LEGENDA SIMBOLI

X(m) : Ascissa sinistra concio
dx(m) : Larghezza concio
alpha(°) : Angolo pendenza base concio
W(kN/m) : Forza peso concio
ru(-) : Coefficiente locale pressione interstiziale
U(kPa) : Pressione totale dei pori base concio
phi'(°) : Angolo di attrito efficace base concio
c'/Cu (kPa) : Coesione efficace o Resistenza al taglio in condizioni non drenate

TABELLA DIAGRAMMA DELLE FORZE DELLA SUPERFICIE INDIVIDUATA CON MINOR FS

X (m)	ht (m)	yt (m)	yt' (m)	E(x) (--)	T(x) (kN/m)	E' (kN)	rho(x) (--)	FS_qFEM (--)	FS_srmFEM (--)
2.781	0.000	4.000	-0.098	0.000000000E+000	0.000000000E+000	1.7269220591E-001	0.941	0.612	0.641
3.032	0.008	3.975	-0.098	5.1388540717E-002	2.9164331969E-002	2.3589056711E-001	0.941	0.612	0.641
3.284	0.017	3.950	-0.098	1.1867433297E-001	7.1949176928E-002	3.3191196722E-001	1.005	0.548	0.577
3.535	0.025	3.926	-0.098	2.1837033993E-001	1.6047729031E-001	5.7353366450E-001	1.219	0.467	0.498
3.787	0.033	3.901	-0.104	4.0721374301E-001	3.4477286271E-001	1.1295216137E+000	1.404	0.449	0.480
4.039	0.039	3.873	-0.094	7.8662207513E-001	7.6947080712E-001	1.8519296870E+000	1.622	0.469	0.504
4.290	0.052	3.854	-0.064	1.3389022077E+000	1.3107198319E+000	2.6297994866E+000	1.623	0.500	0.536
4.542	0.073	3.841	-0.031	2.1096495439E+000	1.9429025610E+000	4.0307308833E+000	1.527	0.534	0.569
4.793	0.103	3.839	-0.032	3.3667251292E+000	2.8274635329E+000	6.2659920741E+000	1.393	0.582	0.618
4.966	0.115	3.828	-0.061	4.6032544743E+000	3.6077258034E+000	7.5698885469E+000	1.300	0.622	0.660
5.100	0.120	3.820	0.144	5.6594534782E+000	4.2351261573E+000	8.6868839977E+000	1.241	0.656	0.695
5.352	0.207	3.883	0.211	8.2161281225E+000	5.6424011597E+000	1.1397459200E+001	1.139	0.728	0.772
5.603	0.275	3.926	0.191	1.1393408357E+001	7.2800325454E+000	1.3396153083E+001	1.060	0.806	0.859
5.855	0.352	3.979	0.219	1.4955607157E+001	9.0393861853E+000	1.5274111090E+001	1.002	0.880	0.950
5.917	0.374	3.995	0.272	1.5924379183E+001	9.5127237002E+000	1.5677869044E+001	0.991	0.897	0.973
6.168	0.445	4.065	0.286	1.9998208563E+001	1.1480558361E+001	1.6443661967E+001	0.952	0.968	1.065
6.300	0.485	4.104	0.351	2.2177917634E+001	1.2526615852E+001	1.7268481494E+001	0.937	1.002	1.111

TOMBINO SCATOLARE TM06
RELAZIONE DI CALCOLO OPERE PROVVISORIALI

22.619	0.383	13.502	0.295	-4.9640225535E-002	-5.6025620260E-007	-2.1760628567E-001	0.037	1.101	0.671
22.871	0.330	13.575	0.282	-8.8252361905E-002	-5.6025620260E-007	-7.6272793241E-002	0.037	1.027	0.592
23.000	0.299	13.609	0.267	-9.2982538774E-002	-5.6025620260E-007	-3.0512948812E-002	0.037	0.997	0.561
23.085	0.279	13.633	0.285	-9.5237662785E-002	-5.6025620260E-007	-1.4067769457E-002	0.037	0.977	0.540
23.337	0.227	13.705	0.297	-8.9587831582E-002	-5.6025620260E-007	3.8007922568E-002	0.037	0.925	0.487
23.588	0.180	13.782	0.323	-7.6116233245E-002	-5.6025620260E-007	6.2329075231E-002	0.037	0.867	0.429
23.840	0.141	13.867	0.372	-5.8230658133E-002	-5.6025620260E-007	8.4222017528E-002	0.037	0.810	0.372
24.091	0.119	13.969	0.379	-3.3744925761E-002	-5.6025620260E-007	8.0565535557E-002	0.037	0.761	0.326
24.343	0.084	14.058	0.358	-1.7698892452E-002	-5.6025620260E-007	5.3630996613E-002	0.037	0.755	0.319
24.595	0.051	14.149	0.366	-6.7636741264E-003	-5.6025620260E-007	3.3471703387E-002	0.037	0.755	0.319
24.846	0.020	14.242	0.366	-8.5959225687E-004	-5.6025620260E-007	1.2392477097E-002	0.037	0.755	0.319

LEGENDA SIMBOLI

X(m) : Ascissa sinistra concio
ht(m) : Altezza linea di thrust da nodo sinistro base concio
yt(m) : coordinata Y linea di thrust
yt'(-) : gradiente pendenza locale linea di thrust
E(x)(kN/m) : Forza Normale interconcio
T(x)(kN/m) : Forza Tangenziale interconcio
E' (kN) : derivata Forza normale interconcio
Rho(x) (-) : fattore mobilizzazione resistenza al taglio verticale interconcio ZhU et al.(2003)
FS_qFEM(x)(-) : fattore di sicurezza locale stimato (locale in X) by qFEM
FS_srmFEM(x)(-) : fattore di sicurezza locale stimato (locale in X) by SRM Procedure

TABELLA SFORZI DI TAGLIO DISTRIBUITI LUNGO SUPERFICIE INDIVIDUATA CON MINOR FS

X (m)	dx (m)	dl (m)	alpha (°)	TauStress (kPa)	TauF (kN/m)	TauStrength (kPa)	TauS (kN/m)
2.781	0.252	0.254	-7.487	-0.038	-0.010	0.290	0.074
3.032	0.252	0.254	-7.487	-0.115	-0.029	0.726	0.184
3.284	0.252	0.254	-7.487	-0.192	-0.049	1.266	0.321
3.535	0.252	0.254	-7.487	-0.269	-0.068	1.965	0.499
3.787	0.252	0.254	-7.487	-0.346	-0.088	3.127	0.793
4.039	0.252	0.254	-7.487	-0.423	-0.107	3.893	0.988
4.290	0.252	0.254	-7.487	-0.500	-0.127	4.577	1.161
4.542	0.252	0.254	-7.487	-0.577	-0.146	5.777	1.466
4.793	0.173	0.175	-7.487	-0.641	-0.112	6.904	1.206
4.966	0.134	0.134	-5.505	-0.505	-0.068	7.144	0.959
5.100	0.252	0.253	-5.505	-0.753	-0.190	9.569	2.418
5.352	0.252	0.253	-5.505	-1.227	-0.310	13.581	3.432
5.603	0.252	0.253	-5.505	-1.701	-0.430	17.260	4.362
5.855	0.062	0.063	-5.505	-1.996	-0.125	19.788	1.239
5.917	0.252	0.252	-0.340	-0.141	-0.035	21.301	5.358
6.168	0.132	0.132	-0.340	-0.162	-0.021	23.720	3.120
6.300	0.215	0.215	-0.340	-0.181	-0.039	26.644	5.719
6.515	0.252	0.253	6.989	4.229	1.072	27.842	7.056
6.766	0.202	0.203	6.989	4.716	0.959	30.476	6.198
6.968	0.252	0.261	15.607	11.071	2.891	29.617	7.735
7.220	0.247	0.256	15.607	12.037	3.082	31.549	8.077
7.466	0.252	0.271	22.059	17.369	4.714	30.086	8.166
7.718	0.167	0.180	22.059	18.294	3.299	31.220	5.630
7.885	0.252	0.285	27.994	22.767	6.486	29.000	8.261
8.136	0.231	0.261	27.994	23.810	6.221	30.243	7.902
8.367	0.252	0.297	32.069	26.882	7.980	28.811	8.552
8.619	0.252	0.297	32.069	27.869	8.273	29.889	8.872
8.870	0.040	0.047	32.069	28.442	1.350	30.513	1.448
8.910	0.252	0.306	34.609	30.078	9.193	29.340	8.967
9.162	0.252	0.306	34.609	30.970	9.465	30.234	9.240
9.414	0.191	0.232	34.609	31.754	7.379	31.020	7.208
9.605	0.208	0.252	34.314	32.339	8.150	31.936	8.048
9.813	0.252	0.305	34.314	33.085	10.076	32.675	9.951
10.064	0.036	0.043	34.314	33.510	1.442	33.092	1.424
10.100	0.137	0.166	34.314	33.126	5.506	32.716	5.438
10.237	0.252	0.303	33.970	31.748	9.630	31.752	9.631
10.489	0.252	0.303	33.970	30.178	9.153	30.191	9.157
10.740	0.086	0.104	33.970	29.123	3.024	29.141	3.026
10.827	0.252	0.302	33.605	27.933	8.436	28.322	8.554
11.078	0.252	0.302	33.605	26.392	7.971	26.761	8.083
11.330	0.064	0.077	33.605	25.424	1.968	25.778	1.995
11.394	0.252	0.301	33.212	24.324	7.313	25.017	7.522
11.646	0.252	0.301	33.212	22.814	6.859	23.457	7.053
11.897	0.049	0.058	33.212	21.914	1.272	22.529	1.307
11.946	0.154	0.184	32.851	21.193	3.893	22.083	4.056
12.100	0.252	0.299	32.851	21.432	6.417	22.330	6.686
12.352	0.068	0.081	32.851	22.313	1.818	23.243	1.894
12.420	0.074	0.089	32.851	22.679	2.009	23.626	2.093
12.494	0.252	0.298	32.487	23.331	6.958	24.640	7.348
12.746	0.252	0.298	32.487	24.545	7.320	25.921	7.730
12.998	0.048	0.057	32.487	25.269	1.443	26.686	1.524
13.046	0.252	0.297	32.126	25.847	7.677	27.674	8.220
13.297	0.252	0.297	32.126	27.075	8.042	28.987	8.610
13.549	0.052	0.062	32.126	27.816	1.724	29.780	1.846
13.601	0.252	0.296	31.770	28.395	8.401	30.818	9.118

13.853	0.252	0.296	31.770	29.634	8.768	32.162	9.516
14.104	0.061	0.072	31.770	30.404	2.193	32.999	2.380
14.166	0.252	0.296	31.906	31.244	9.258	33.733	9.996
14.417	0.252	0.296	31.906	32.479	9.624	35.067	10.391
14.669	0.057	0.068	31.906	33.238	2.248	35.887	2.428
14.726	0.252	0.297	32.043	34.072	10.111	36.595	10.860
14.978	0.252	0.297	32.043	35.302	10.476	37.925	11.254
15.229	0.053	0.063	32.043	36.047	2.257	38.727	2.425
15.282	0.252	0.297	32.180	36.873	10.959	39.407	11.712
15.534	0.252	0.297	32.180	38.098	11.323	40.719	12.102
15.785	0.052	0.062	32.180	38.838	2.397	41.514	2.562
15.838	0.252	0.298	32.318	39.665	11.806	42.176	12.554
16.089	0.252	0.298	32.318	40.886	12.170	43.478	12.941
16.341	0.010	0.012	32.318	41.521	0.508	44.160	0.540
16.351	0.040	0.047	32.318	41.648	1.962	37.130	1.749
16.391	0.009	0.011	32.456	41.869	0.450	37.131	0.399
16.400	0.252	0.298	32.456	41.204	12.283	36.563	10.900
16.652	0.252	0.298	32.456	39.828	11.873	35.419	10.559
16.903	0.045	0.053	32.456	39.017	2.077	34.762	1.851
16.948	0.252	0.299	32.593	38.287	11.431	33.965	10.141
17.200	0.252	0.299	32.593	36.900	11.017	32.832	9.802
17.451	0.057	0.067	32.593	36.051	2.420	32.132	2.157
17.508	0.252	0.299	32.728	35.274	10.547	31.344	9.372
17.759	0.241	0.286	32.728	33.907	9.705	30.107	8.618
18.000	0.075	0.089	32.728	44.855	4.005	39.648	3.540
18.075	0.252	0.299	32.859	44.036	13.187	38.741	11.601
18.327	0.252	0.299	32.859	42.629	12.765	37.505	11.231
18.578	0.073	0.087	32.859	41.721	3.633	36.715	3.197
18.651	0.252	0.297	32.131	40.351	11.986	36.446	10.826
18.903	0.252	0.297	32.131	38.999	11.584	35.195	10.454
19.154	0.050	0.059	32.131	38.189	2.243	34.455	2.024
19.204	0.252	0.295	31.345	36.891	10.866	34.255	10.089
19.456	0.252	0.295	31.345	35.598	10.485	33.024	9.726
19.707	0.041	0.049	31.345	34.845	1.690	32.331	1.568
19.749	0.252	0.292	30.513	33.587	9.807	32.133	9.382
20.000	0.252	0.292	30.513	32.355	9.447	30.931	9.031
20.252	0.034	0.039	30.513	31.656	1.236	30.260	1.181
20.285	0.252	0.290	29.672	30.462	8.819	30.073	8.707
20.537	0.252	0.290	29.672	29.290	8.480	28.902	8.367
20.788	0.045	0.052	29.672	28.599	1.490	28.215	1.470
20.834	0.252	0.286	28.540	27.259	7.805	28.133	8.056
21.085	0.252	0.286	28.540	26.168	7.493	26.999	7.731
21.337	0.099	0.112	28.540	25.408	2.857	26.211	2.947
21.436	0.252	0.284	27.611	24.139	6.852	25.874	7.345
21.687	0.252	0.284	27.611	23.112	6.561	24.769	7.031
21.939	0.178	0.200	27.611	22.236	4.458	23.829	4.777
22.116	0.252	0.282	26.737	20.917	5.891	23.263	6.552
22.368	0.252	0.282	26.737	19.949	5.619	22.187	6.249
22.619	0.252	0.282	26.737	18.982	5.346	21.111	5.946
22.871	0.129	0.144	26.737	18.250	2.637	20.297	2.932
23.000	0.085	0.095	26.737	7.391	0.706	8.220	0.785
23.085	0.252	0.281	26.270	6.671	1.871	7.572	2.124
23.337	0.252	0.281	26.270	5.735	1.609	6.510	1.826
23.588	0.252	0.281	26.270	4.799	1.346	5.447	1.528
23.840	0.252	0.281	26.270	3.862	1.083	4.384	1.230
24.091	0.252	0.281	26.270	2.926	0.821	3.321	0.932
24.343	0.252	0.281	26.270	1.990	0.558	2.259	0.634
24.595	0.252	0.281	26.270	1.054	0.296	1.196	0.335
24.846	0.157	0.175	26.270	0.293	0.051	0.332	0.058

LEGENDA SIMBOLI

X(m)	: Ascissa sinistra concio
dx(m)	: Larghezza concio
dl(m)	: lunghezza base concio
alpha(°)	: Angolo pendenza base concio
TauStress(kPa)	: Sforzo di taglio su base concio
TauF (kN/m)	: Forza di taglio su base concio
TauStrength(kPa)	: Resistenza al taglio su base concio
TauS (kN/m)	: Forza resistente al taglio su base concio
