

**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 DOPPIO AL KM 8+841  
Relazione di calcolo opere provvisionali**

CODICE PROGETTO			NOME FILE	REVISIONE	SCALA:
PROGETTO	LIV. PROG.	N. PROG.	T04TM10STRRE02B		
L O 4 0 8 Z	E	2 1 0 1	CODICE ELAB. T 0 4 T M 1 0 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

**TOMBINO SCATOLARE TM10**  
**RELAZIONE DI CALCOLO OPERE PROVVISORIALI**

**INDICE**

<b>1</b>	<b>PREMESSA</b> .....	<b>2</b>
<b>2</b>	<b>NORMATIVA DI RIFERIMENTO</b> .....	<b>3</b>
<b>3</b>	<b>INQUADRAMENTO STRATIGRAFICO E GEOTECNICO DEL SITO</b> .....	<b>4</b>
3.1	STRATIGRAFIE DI CALCOLO .....	4
<b>4</b>	<b>STABILITA' FRONTI DI SCAVO</b> .....	<b>5</b>
4.1	STRATIGRAFIE DEGLI SCAVI .....	5
4.2	CRITERI DI CALCOLO PER LE VERIFICHE DI STABILITA' .....	6
4.3	GEOMETRIA DEGLI SCAVI .....	7
4.4	RISULTATI DELLE VERIFICHE DI STABILITA' .....	8
4.4.1	Verifiche di stabilità in condizioni drenate .....	8

## 1 PREMESSA

Nella presente relazione vengono presentati i calcoli di verifica strutturale delle opere provvisoriali del tombino scatolare di sezione 2.00x1.00 m denominato TM10, ubicato alla progressiva km 8+840.71, da realizzarsi nell'ambito della progettazione esecutiva relativa al LOTTO 4 del "Collegamento viario compreso tra lo Svincolo della S.S. 514 di "Chiaromonte" 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	$\gamma'$	$c'$	$\phi'$	$c_u$	$E'$
		[kN/m <sup>3</sup> ]	[kPa]	[°]	[KPa]	[MPa]
Rilevato stradale esistente	R	18	0	35	-	-
Depositi alluvionali (grana grossa)	a_gross	19-21	0	38-42	-	40
Argille	Qa	17-19	10-20	20-25	150	15-60

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 m a -4.50 m	R	Rilevato stradale esistente
Da -4.50 m a -9.70 m	a_gross	Depositi alluvionali (grana grossa)
Da -9.70 m a -	Qa	Argille

Dal punto di vista sismico il sottosuolo è individuato nella **categoria "C"**, come riportato nella Relazione geologica allegata al progetto esecutivo.

Per quanto riguarda la falda idrica, il livello piezometrico misurato si attesta ad una profondità compresa tra circa 3.80 e 6.00 m dal p.c.. Per l'andamento lungo il tracciato si faccia riferimento al "Profilo geologico". Considerata la natura dei terreni e la variabilità marcatamente stagionale dei livelli idrici in progetto si assume, cautelativamente, di considerare il livello di falda medio a **3.80 m dal p.c.**

Per quanto riguarda il materiale con cui si effettua il riempimento a tergo delle opere, si assumono le seguenti caratteristiche:

Cod.	Descrizione	$\gamma$ (KN/m <sup>3</sup> )	$c'$ (KPa)	$\phi'$ (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 STABILITA' FRONTI DI SCAVO

E' stata eseguita la verifica di stabilità globale dei fronti di scavo per la realizzazione del tombino idraulico TM10.

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.

### 4.1 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);

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 m a -4.50 m	Unità R –Rilevato stradale esistente
---------------------	--------------------------------------

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

#### 4.2 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 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 $\gamma_F$ (o $\gamma_E$ )	EQU	(A1) STR	(A2) GEO
Permanenti	Favorevole	$\gamma_{G1}$	0,9	1,0	1,0
	Sfavorevole		1,1	1,3	1,0
Permanenti non strutturali <sup>(1)</sup>	Favorevole	$\gamma_{G2}$	0,0	0,0	0,0
	Sfavorevole		1,5	1,5	1,3
Variabili	Favorevole	$\gamma_{Qi}$	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 $\gamma_M$	(M1)	(M2)
Tangente dell'angolo di resistenza al taglio	$\tan \varphi'_k$	$\gamma_{\varphi'}$	1,0	1,25
Coesione efficace	$c'_k$	$\gamma_{c'}$	1,0	1,25
Resistenza non drenata	$c_{uk}$	$\gamma_{cu}$	1,0	1,4
Peso dell'unità di volume	$\gamma$	$\gamma_T$	1,0	1,0

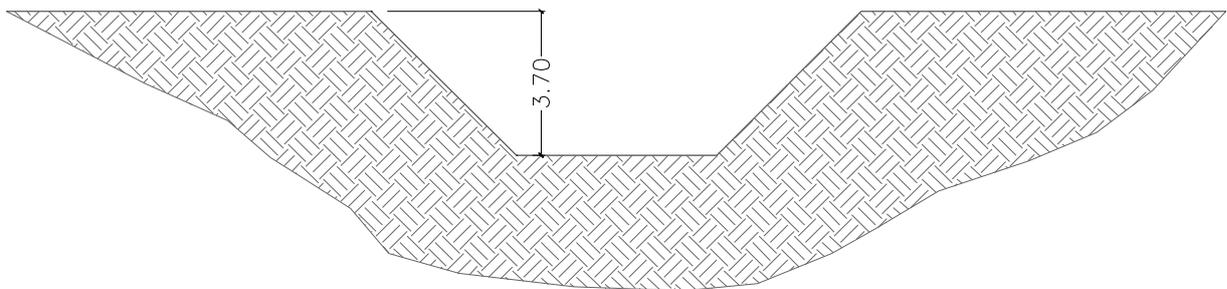
**Tabella 6.8.I** – Coefficienti parziali per le verifiche di sicurezza di opere di materiali sciolti e di fronti di scavo.

Coefficiente	R2
$\gamma_R$	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/m<sup>2</sup>. 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.

### 4.3 GEOMETRIA DEGLI SCAVI

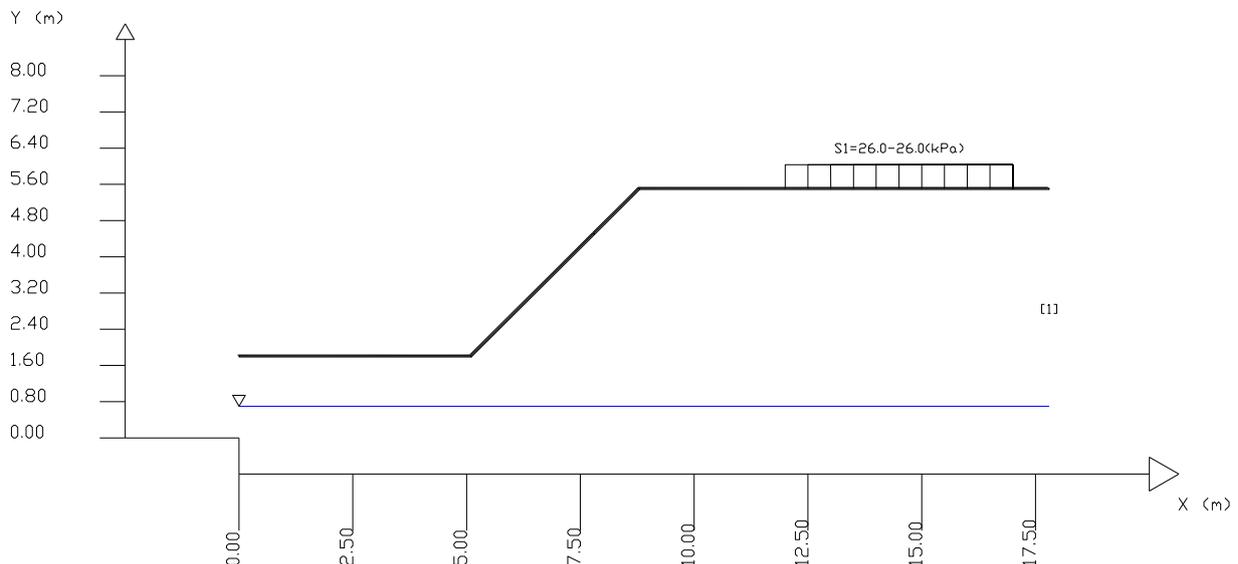
Si riporta di seguito la geometria dei fronti di scavo interessata dalla realizzazione delle opere idrauliche in esame e le relative sezioni assunte per il modello di calcolo, rappresentate queste come scarpate che terminano sul piano di posa dell'opera da realizzare.



Dall'analisi della geometria del fronte di scavo risulta che la sezione che presenta la profondità di scavo maggiore ha un'altezza pari a  $\approx 3.70$  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.

Sn --> Sovraccarico



## 4.4 RISULTATI DELLE VERIFICHE DI STABILITA'

### 4.4.1 Verifiche di stabilità in condizioni drenate

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 1.13.

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

SSAP 5.0 (2020) - Slope Stability Analysis Program  
Software by Dr.Geol. L.Borselli - www.lorenzo-borselli.eu  
SSAP/DXF generator rel. 2.0 (2020)

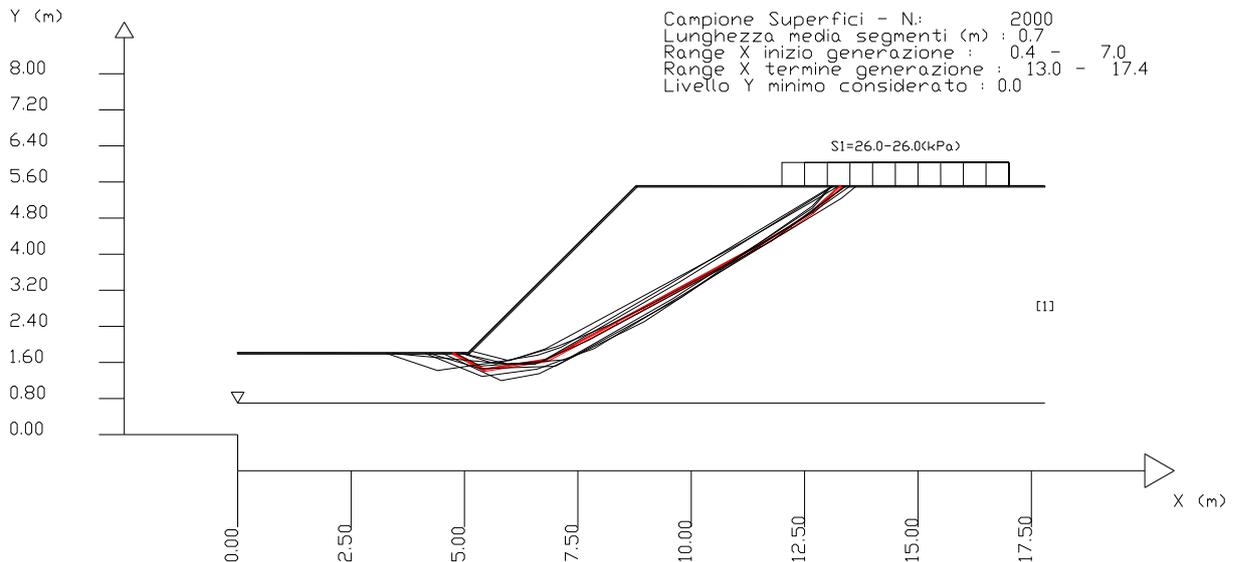
Data : 3/9/2021  
Località :  
Descrizione :  
[n] = N. strato o lente

Modello di calcolo : Sarma I (1973)

DATI 10 SUP. CON MINOR FS

FS minimo : 1.1298  
Range FS : 1.1298 - 1.1681  
Differenza % Range FS : 3.28  
Coefficiente Sismico orizzontale - Kh: 0.0000  
Coefficiente Sismico verticale - Kv: 0.0000

Sn --> Sovraccarico



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	1.80	-	-	-	-	-	-
5.10	1.80	-	-	-	-	-	-
7.80	4.50	-	-	-	-	-	-
8.80	5.50	-	-	-	-	-	-
17.80	5.50	-	-	-	-	-	-

---- SUP FALDA -----

X	Y (in m)
0.00	0.70
17.80	0.70

----- GESTIONE ACQUIFERI -----

Strati esclusi da acquifero:

Esclusione sovraccarico pendio sommerso: NON ATTIVATA

Peso unitario fluido (kN/m<sup>3</sup>): 9.81

Parametri funzione dissipazione superficiale pressione dei fluidi:

Coefficiente A 0  
Coefficiente K 0.000800

Pressione minima fluidi U<sub>0\_Min</sub> (kPa) 0.01

Coefficiente di soprappressione oltre pressione idrostatica 1.00

Limitazione dissipazione a Pressione Idrostatica = ATTIVA

STABILITE CONDIZIONI PER LA VERIFICA CON SOVRAPPRESSIONE ACQUIFERI CON DISSIPAZIONE IN DIREZIONE DELLA SUPERFICIE

CALCOLO EFFETTO DI FILTRAZIONE NON ATTIVATO

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

fi'	C'	Cu	Gamm	Gamm_sat	STR_IDX	sgci	GSI	mi	D
STRATO 1	29.26	0.00	0.00	18.00	18.00	1.785	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<sup>3</sup>)

Gamm\_sat \_\_\_\_\_ Peso di volume terreno immerso (in KN/m<sup>3</sup>)

STR\_IDX \_\_\_\_\_ Indice di resistenza (usato in solo in 'SNIFF SEARCH) (adimensionale)

----- SOLO Per AMMASSI ROCCIOSI FRATTURATI - Parametri Criterio di Rottura di Hoek (2002)-

sgci \_\_\_\_\_ 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)

Usò CRITERIO DI ROTTURA Hoek et al.(2002,2006) - non-lineare - Generalizzato, secondo Lei et al.(2016)

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

SOVRACCARICO N.1

Carico in X1 (Kpa): 26.00

Carico in X2 (Kpa): 26.00

Posizione carico da X1 m.: 12.0000

a X2 m.: 17.0000

Inclinazione carico (gradi): 90.00

Componenti distribuzione forza unitaria applicata:

#Orizzontale (per metro di proiezione Verticale) (kN/m): da 0.00 a 0.00

#Verticale (per metro di proiezione Orizzontale) (kN/m): da 26.00 a 26.00

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

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

\*\*\* PARAMETRI PER LA GENERAZIONE DELLE SUPERFICI

METODO DI RICERCA: CONVEX RANDOM - Chen (1992)

FILTRAGGIO SUPERFICI : ATTIVATO

COORDINATE X1,X2,Y OSTACOLO : 0.00 0.00 0.00

LUNGHEZZA MEDIA SEGMENTI (m): 0.7 (+/-) 50%

INTERVALLO ASCISSE RANDOM STARTING POINT (Xmin .. Xmax): 0.36 7.00

LIVELLO MINIMO CONSIDERATO (Ymin): 0.00

INTERVALLO ASCISSE AMMESSO PER LA TERMINAZIONE (Xmin .. Xmax): 13.00 17.44

\*\*\* TOTALE SUPERFICI GENERATE : 2000

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

METODO DI CALCOLO : SARMA I (Sarma, 1973)

METODO DI ESPLORAZIONE 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 \*

Fattore di sicurezza (FS)	1.1298	- Min.	X	Y	Lambda=	0.9908
	4.75		1.80			
	5.44		1.43			
	6.82		1.65			

**TOMBINO SCATOLARE TM10**  
**RELAZIONE DI CALCOLO OPERE PROVVISORIALI**

7.39 1.95  
8.36 2.47  
8.95 2.80  
9.41 3.05  
10.55 3.66  
11.51 4.18  
12.21 4.60  
12.68 4.93  
13.30 5.50

Fattore di sicurezza (FS) 1.1324 - N.2 -- X Y Lambda= 0.9933  
3.41 1.80  
4.95 1.66  
5.93 1.57  
6.66 1.60  
7.64 2.17  
8.86 2.87  
9.74 3.38  
10.99 4.16  
11.71 4.62  
12.71 5.24  
13.13 5.50

Fattore di sicurezza (FS) 1.1341 - N.3 -- X Y Lambda= 0.9857  
5.15 1.85  
5.99 1.64  
6.78 1.90  
7.38 2.22  
7.89 2.50  
8.68 2.93  
9.40 3.32  
10.07 3.68  
10.65 4.00  
11.11 4.25  
11.89 4.71  
12.50 5.07  
12.89 5.30  
13.23 5.50

Fattore di sicurezza (FS) 1.1430 - N.4 -- X Y Lambda= 1.0033  
4.52 1.80  
5.81 1.20  
6.65 1.35  
8.22 2.13  
8.96 2.50  
10.23 3.34  
10.99 3.84  
12.41 4.78  
13.38 5.50

Fattore di sicurezza (FS) 1.1453 - N.5 -- X Y Lambda= 0.9237  
3.28 1.80  
3.81 1.62  
4.40 1.42  
5.67 1.60  
6.61 1.76  
7.13 1.94  
8.03 2.46  
8.76 2.88  
9.48 3.31  
10.25 3.78  
11.36 4.45  
12.28 5.00  
13.09 5.50

Fattore di sicurezza (FS) 1.1529 - N.6 -- X Y Lambda= 1.0372  
4.81 1.80  
5.36 1.52  
6.46 1.60  
7.24 1.66  
8.27 2.25  
9.09 2.73  
9.58 3.01  
9.96 3.25  
10.88 3.84  
11.81 4.45  
12.67 5.02  
13.09 5.50

Fattore di sicurezza (FS) 1.1594 - N.7 -- X Y Lambda= 1.0312

MANDATARIA:

MANDANTI:

**TOMBINO SCATOLARE TM10**  
**RELAZIONE DI CALCOLO OPERE PROVVISORIALI**

4.22 1.80  
5.36 1.46  
7.01 1.52  
7.82 1.96  
8.39 2.28  
9.77 3.04  
11.22 4.05  
12.66 5.06  
13.08 5.50

Fattore di sicurezza (FS) 1.1616 - N.8 -- X Y Lambda= 1.0054  
4.94 1.80  
5.96 1.56  
6.56 1.56  
7.75 2.10  
8.25 2.37  
9.42 3.00  
10.40 3.53  
10.96 3.84  
11.77 4.29  
12.46 4.80  
13.40 5.50

Fattore di sicurezza (FS) 1.1662 - N.9 -- X Y Lambda= 0.9724  
4.14 1.80  
5.39 1.29  
6.60 1.45  
7.86 1.91  
9.09 2.66  
9.71 3.04  
10.87 3.75  
11.86 4.35  
12.40 4.68  
13.32 5.24  
13.63 5.50

Fattore di sicurezza (FS) 1.1681 - N.10 -- X Y Lambda= 0.9964  
4.94 1.80  
5.69 1.57  
6.31 1.74  
7.02 1.94  
7.54 2.15  
8.18 2.42  
8.55 2.61  
9.10 2.88  
9.83 3.27  
10.84 3.81  
11.79 4.39  
12.67 4.92  
13.49 5.50

----- 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	1.130	140.3	124.2	-8.7	Deficit
2	1.132	127.4	112.5	-7.6	Deficit
3	1.134	119.1	105.0	-6.9	Deficit
4	1.143	154.9	135.5	-7.7	Deficit
5	1.145	124.8	109.0	-6.0	Deficit
6	1.153	141.4	122.6	-5.8	Deficit
7	1.159	145.8	125.8	-5.1	Deficit
8	1.162	143.0	123.1	-4.7	Deficit
9	1.166	159.4	136.7	-4.6	Deficit
10	1.168	138.3	118.4	-3.8	Deficit

Esito analisi: DEFICIT di RESISTENZA!

Valore massimo di DEFICIT di RESISTENZA(kN/m): -8.7

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 scarpata

TABELLA PARAMETRI CONCI DELLA SUPERFICIE INDIVIDUATA CON MINOR FS

**TOMBINO SCATOLARE TM10**  
**RELAZIONE DI CALCOLO OPERE PROVVISORIALI**

X	dx	alpha	W	ru	U	phi <sup>i</sup>	(c',Cu)
(m)	(m)	(°)	(kN/m)	(-)	(kPa)	(°)	(kPa)
4.755	0.130	-28.72	0.08	0.00	0.00	0.00	29.26
4.884	0.130	-28.72	0.25	0.00	0.00	0.00	29.26
5.014	0.086	-28.72	0.26	0.00	0.00	0.00	29.26
5.100	0.130	-28.72	0.67	0.00	0.00	0.00	29.26
5.230	0.130	-28.72	1.14	0.00	0.00	0.00	29.26
5.359	0.078	-28.72	0.91	0.00	0.00	0.00	29.26
5.437	0.130	8.97	1.78	0.00	0.00	0.00	29.26
5.566	0.130	8.97	2.04	0.00	0.00	0.00	29.26
5.696	0.130	8.97	2.29	0.00	0.00	0.00	29.26
5.826	0.130	8.97	2.55	0.00	0.00	0.00	29.26
5.955	0.130	8.97	2.80	0.00	0.00	0.00	29.26
6.085	0.130	8.97	3.06	0.00	0.00	0.00	29.26
6.214	0.130	8.97	3.31	0.00	0.00	0.00	29.26
6.344	0.130	8.97	3.56	0.00	0.00	0.00	29.26
6.473	0.130	8.97	3.82	0.00	0.00	0.00	29.26
6.603	0.130	8.97	4.07	0.00	0.00	0.00	29.26
6.732	0.092	8.97	3.05	0.00	0.00	0.00	29.26
6.824	0.130	28.41	4.45	0.00	0.00	0.00	29.26
6.954	0.130	28.41	4.59	0.00	0.00	0.00	29.26
7.083	0.130	28.41	4.73	0.00	0.00	0.00	29.26
7.213	0.130	28.41	4.87	0.00	0.00	0.00	29.26
7.342	0.052	28.41	1.98	0.00	0.00	0.00	29.26
7.394	0.130	28.42	5.06	0.00	0.00	0.00	29.26
7.524	0.130	28.42	5.20	0.00	0.00	0.00	29.26
7.653	0.130	28.42	5.34	0.00	0.00	0.00	29.26
7.783	0.017	28.42	0.73	0.00	0.00	0.00	29.26
7.800	0.130	28.42	5.49	0.00	0.00	0.00	29.26
7.930	0.130	28.42	5.63	0.00	0.00	0.00	29.26
8.059	0.130	28.42	5.77	0.00	0.00	0.00	29.26
8.189	0.130	28.42	5.91	0.00	0.00	0.00	29.26
8.318	0.037	28.42	1.73	0.00	0.00	0.00	29.26
8.355	0.130	28.43	6.09	0.00	0.00	0.00	29.26
8.485	0.130	28.43	6.23	0.00	0.00	0.00	29.26
8.614	0.130	28.43	6.36	0.00	0.00	0.00	29.26
8.744	0.056	28.43	2.81	0.00	0.00	0.00	29.26
8.800	0.130	28.43	6.41	0.00	0.00	0.00	29.26
8.930	0.023	28.43	1.14	0.00	0.00	0.00	29.26
8.953	0.130	28.44	6.22	0.00	0.00	0.00	29.26
9.082	0.130	28.44	6.06	0.00	0.00	0.00	29.26
9.212	0.130	28.44	5.89	0.00	0.00	0.00	29.26
9.341	0.072	28.44	3.19	0.00	0.00	0.00	29.26
9.413	0.130	28.45	5.64	0.00	0.00	0.00	29.26
9.543	0.130	28.45	5.47	0.00	0.00	0.00	29.26
9.672	0.130	28.45	5.31	0.00	0.00	0.00	29.26
9.802	0.130	28.45	5.15	0.00	0.00	0.00	29.26
9.931	0.130	28.45	4.98	0.00	0.00	0.00	29.26
10.061	0.130	28.45	4.82	0.00	0.00	0.00	29.26
10.190	0.130	28.45	4.66	0.00	0.00	0.00	29.26
10.320	0.130	28.45	4.49	0.00	0.00	0.00	29.26
10.449	0.100	28.45	3.35	0.00	0.00	0.00	29.26
10.549	0.130	28.46	4.20	0.00	0.00	0.00	29.26
10.678	0.130	28.46	4.04	0.00	0.00	0.00	29.26
10.808	0.130	28.46	3.88	0.00	0.00	0.00	29.26
10.937	0.130	28.46	3.71	0.00	0.00	0.00	29.26
11.067	0.130	28.46	3.55	0.00	0.00	0.00	29.26
11.196	0.130	28.46	3.39	0.00	0.00	0.00	29.26
11.326	0.130	28.46	3.22	0.00	0.00	0.00	29.26
11.455	0.053	28.46	1.27	0.00	0.00	0.00	29.26
11.509	0.130	30.94	2.98	0.00	0.00	0.00	29.26
11.638	0.130	30.94	2.80	0.00	0.00	0.00	29.26
11.768	0.130	30.94	2.62	0.00	0.00	0.00	29.26
11.897	0.103	30.94	1.95	0.00	0.00	0.00	29.26
12.000	0.130	30.94	5.66	0.00	0.00	0.00	29.26
12.130	0.078	30.94	3.34	0.00	0.00	0.00	29.26
12.208	0.130	34.54	5.36	0.00	0.00	0.00	29.26
12.337	0.130	34.54	5.15	0.00	0.00	0.00	29.26
12.467	0.130	34.54	4.94	0.00	0.00	0.00	29.26
12.596	0.083	34.54	3.06	0.00	0.00	0.00	29.26
12.680	0.130	42.64	4.57	0.00	0.00	0.00	29.26
12.809	0.130	42.64	4.29	0.00	0.00	0.00	29.26
12.939	0.130	42.64	4.01	0.00	0.00	0.00	29.26
13.068	0.130	42.64	3.73	0.00	0.00	0.00	29.26
13.198	0.105	42.64	2.83	0.00	0.00	0.00	29.26

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 <sup>i</sup> (°)	: 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' (--)	E(x) (kN/m)	T(x) (kN/m)	E' (kN)	rho(x) (kN)	FS_qFEM (--)	FS_srmFEM (--)			
4.755	0.000	1.800	-0.438	0.0000000000E+000	0.0000000000E+000	0.0000000000E+000	0.0000000000E+000	0.988	8.383	0.594		
4.884	0.014	1.743	-0.438	1.0034545484E-001	4.9144063317E-002	1.5728831457E+000	0.988	8.383	0.594			
5.014	0.028	1.686	-0.397	4.0739631476E-001	2.5413227825E-001	3.1484116177E+000	1.258	4.735	0.734			
5.100	0.047	1.658	-0.271	7.2442037948E-001	4.5266663988E-001	4.9823669249E+000	1.260	3.712	0.835			
5.230	0.088	1.628	-0.136	1.6248018082E+000	8.5946739009E-001	7.0179299071E+000	1.067	2.269	0.979			
5.359	0.154	1.622	-0.030	2.5421515881E+000	1.2669305452E+000	7.1854533243E+000	1.005	1.715	1.068			
5.437	0.196	1.622	0.053	3.1072002051E+000	1.5184079247E+000	7.3104330019E+000	0.985	1.517	1.109			
5.566	0.187	1.633	0.143	4.0676191063E+000	1.9723916670E+000	7.6800229093E+000	0.978	1.325	1.166			
5.696	0.192	1.659	0.238	5.0964217433E+000	2.4777544195E+000	7.9034438597E+000	0.980	1.223	1.206			
5.826	0.208	1.695	0.303	6.1147094519E+000	2.9907493540E+000	8.0574826917E+000	0.986	1.181	1.227			
5.955	0.229	1.737	0.326	7.1834100640E+000	3.5399068497E+000	8.1614502843E+000	0.994	1.180	1.242			
6.085	0.251	1.780	0.326	8.2286266733E+000	4.0767667597E+000	8.3768108332E+000	0.999	1.210	1.252			
6.214	0.273	1.822	0.333	9.3531083485E+000	4.6258185772E+000	9.1842436385E+000	0.997	1.242	1.260			
6.344	0.297	1.866	0.342	1.0607460106E+001	5.1986530870E+000	9.5647394690E+000	0.988	1.266	1.267			
6.473	0.321	1.910	0.352	1.1830494938E+001	5.7345776210E+000	9.0096721746E+000	0.977	1.275	1.272			
6.603	0.347	1.957	0.375	1.2941077356E+001	6.2081224904E+000	7.8375979734E+000	0.967	1.267	1.274			
6.732	0.377	2.007	0.426	1.3860530379E+001	6.5963571437E+000	6.1601319747E+000	0.960	1.239	1.271			
6.824	0.406	2.051	0.514	1.4366836314E+001	6.8202251593E+000	4.5218942186E+000	0.957	1.203	1.265			
6.954	0.406	2.121	0.558	1.4776129308E+001	7.0380927546E+000	2.1999526588E+000	0.961	1.156	1.251			
7.083	0.411	2.196	0.586	1.4936651439E+001	7.1595769273E+000	5.4932575699E-001	0.967	1.117	1.234			
7.213	0.418	2.273	0.635	1.4918411518E+001	7.2029814293E+000	-6.3111309304E-001	0.974	1.089	1.213			
7.342	0.435	2.360	0.664	1.4773185292E+001	7.1831943973E+000	-1.3154335755E+000	0.981	1.072	1.186			
7.394	0.440	2.394	0.610	1.4701073225E+001	7.1633933628E+000	-1.3686346167E+000	0.983	1.068	1.175			
7.524	0.447	2.471	0.590	1.4531720801E+001	7.1007812731E+000	-1.3076772082E+000	0.985	1.062	1.149			
7.653	0.453	2.546	0.605	1.4362368549E+001	7.0264020830E+000	-1.3291999219E+000	0.987	1.056	1.122			
7.783	0.464	2.627	0.626	1.4187441475E+001	6.9442817207E+000	-1.6027092260E+000	0.987	1.052	1.096			
7.800	0.465	2.638	0.633	1.4158898460E+001	6.9305940179E+000	-1.6253793117E+000	0.987	1.051	1.091			
7.930	0.477	2.720	0.633	1.3959233859E+001	6.8336429041E+000	-1.5201286844E+000	0.987	1.048	1.063			
8.059	0.489	2.802	0.633	1.3765166208E+001	6.7381608498E+000	-1.5181284458E+000	0.987	1.047	1.038			
8.189	0.501	2.884	0.640	1.3566019693E+001	6.6392505944E+000	-1.6289891493E+000	0.987	1.048	1.016			
8.318	0.515	2.968	0.655	1.3343237740E+001	6.5283358980E+000	-1.7545188168E+000	0.987	1.051	0.997			
8.355	0.520	2.993	0.663	1.3277510459E+001	6.4957094578E+000	-1.7654702102E+000	0.987	1.053	0.992			
8.485	0.535	3.079	0.624	1.3048379665E+001	6.3833677349E+000	-1.7160284459E+000	0.987	1.058	0.981			
8.614	0.541	3.155	0.607	1.2833037729E+001	6.2797136260E+000	-1.6296274437E+000	0.987	1.063	0.975			
8.744	0.552	3.236	0.627	1.2626285871E+001	6.1820315991E+000	-1.6287846607E+000	0.987	1.066	0.971			
8.800	0.557	3.271	0.494	1.2533953160E+001	6.1387675785E+000	-1.6530241125E+000	0.988	1.067	0.970			
8.930	0.543	3.328	0.433	1.2316828844E+001	6.0376143923E+000	-1.4795324740E+000	0.988	1.067	0.968			
8.953	0.541	3.338	0.433	1.2283047877E+001	6.0219643545E+000	-1.4532488017E+000	0.989	1.067	0.968			
9.082	0.527	3.394	0.433	1.2088170226E+001	5.9312769871E+000	-1.5475393141E+000	0.989	1.063	0.968			
9.212	0.513	3.450	0.433	1.1882215931E+001	5.8338148612E+000	-1.6346827604E+000	0.990	1.058	0.970			
9.341	0.499	3.506	0.433	1.1664767042E+001	5.7288718068E+000	-1.6638402485E+000	0.990	1.052	0.973			
9.413	0.491	3.537	0.433	1.1546070085E+001	5.6706291471E+000	-1.6580911224E+000	0.990	1.048	0.977			
9.543	0.477	3.593	0.433	1.1330710519E+001	5.5637980693E+000	-1.5670432222E+000	0.990	1.043	0.986			
9.672	0.463	3.649	0.433	1.1140186383E+001	5.4680332460E+000	-1.4799002266E+000	0.990	1.041	0.999			
9.802	0.449	3.705	0.433	1.0947397938E+001	5.3708338412E+000	-1.4978718615E+000	0.989	1.040	1.016			
9.931	0.435	3.762	0.441	1.0752218924E+001	5.2725769532E+000	-1.4658113192E+000	0.989	1.041	1.038			
10.061	0.422	3.820	0.444	1.0567734559E+001	5.1803919676E+000	-1.3838977464E+000	0.989	1.044	1.062			
10.190	0.409	3.876	0.434	1.0393772181E+001	5.0942282158E+000	-1.3077634078E+000	0.988	1.047	1.087			
10.320	0.395	3.932	0.425	1.0229007557E+001	5.0133953595E+000	-1.2379154090E+000	0.988	1.051	1.113			
10.449	0.379	3.987	0.424	1.0073136679E+001	4.9375847232E+000	-1.1875283724E+000	0.988	1.055	1.139			
10.549	0.368	4.029	0.432	9.9559900856E+000	4.8806274243E+000	-1.1535538109E+000	0.989	1.059	1.159			
10.678	0.354	4.086	0.434	9.8102353298E+000	4.8093784575E+000	-1.1155406174E+000	0.989	1.065	1.184			
10.808	0.340	4.142	0.434	9.6670511789E+000	4.7382923001E+000	-1.1117704549E+000	0.988	1.072	1.208			
10.937	0.326	4.198	0.458	9.5222729421E+000	4.6643786403E+000	-1.1295995026E+000	0.988	1.080	1.229			
11.067	0.318	4.260	0.463	9.3744708459E+000	4.5866445008E+000	-1.0965938166E+000	0.987	1.093	1.245			
11.196	0.305	4.318	0.435	9.2382414927E+000	4.5147120440E+000	-1.0465958890E+000	0.985	1.109	1.254			
11.326	0.290	4.373	0.427	9.1033894821E+000	4.4436034301E+000	-1.0777964231E+000	0.984	1.126	1.258			
11.455	0.275	4.428	0.424	8.9590788022E+000	4.3663017815E+000	-1.1342959902E+000	0.983	1.142	1.260			
11.509	0.268	4.450	0.437	8.8983988136E+000	4.3335785720E+000	-1.2196859993E+000	0.982	1.147	1.261			
11.638	0.249	4.508	0.461	8.7160649029E+000	4.2355219683E+000	-1.5648030704E+000	0.980	1.152	1.263			
11.768	0.233	4.570	0.479	8.4930953389E+000	4.1135576282E+000	-1.906553256E+000	0.977	1.146	1.267			
11.897	0.217	4.632	0.480	8.2222433398E+000	3.9679082006E+000	-2.2992677137E+000	0.973	1.136	1.269			
12.000	0.205	4.681	0.505	7.9684729181E+000	3.8352323271E+000	-2.8651223907E+000	0.971	1.127	1.271			
12.130	0.195	4.749	0.506	7.5321715826E+000	3.6144018773E+000	-3.4579432963E+000	0.968	1.120	1.271			
12.208	0.185	4.787	0.500	7.2566113840E+000	3.4767464585E+000	-3.8341877532E+000	0.966	1.122	1.271			
12.337	0.163	4.853	0.534	6.6911626406E+000	3.2046511654E+000	-4.7777402602E+000	0.966	1.136	1.271			
12.467	0.146	4.925	0.573	6.0191171809E+000	2.8850313917E+000	-5.5719145296E+000	0.967	1.165	1.271			
12.596	0.133	5.002	0.600	5.2479674155E+000	2.5175399322E+000	-6.2502538831E+000	0.967	1.213	1.272			
12.680	0.127	5.053	0.632	4.7125190188E+000	2.2634306437E+000	-6.5779226347E+000	0.969	1.260	1.272			
12.809	0.091	5.136	0.690	3.8238356267E+000	1.8536812745E+000	-7.3995495212E+000	0.975	1.365	1.273			
12.939	0.067	5.232	0.737	2.7959435795E+000	1.3785646639E+000	-8.2963564219E+000	0.994	1.496	1.269			
13.068	0.043	5.327	0.737	1.6839760363E+000	8.4210852976E-001	-8.0065661452E+000	1.008	1.474	1.263			
13.198	0.019	5.422	0.737	7.2214327822E-001	3.5366878397E-001	-7.1129334663E+000	0.988	0.886	1.073			

LEGENDA SIMBOLI

X(m) : Ascissa sinistra concio  
ht(m) : Altezza linea di thrust da nodo sinistro base concio

yt(m) : coordinata Y linea di trust  
yt'(-) : gradiente pendenza locale linea di trust  
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)
4.755	0.130	0.148	-28.717	-0.269	-0.040	0.619	0.091
4.884	0.130	0.148	-28.717	-0.807	-0.119	2.261	0.334
5.014	0.086	0.099	-28.717	-1.256	-0.124	3.368	0.332
5.100	0.130	0.148	-28.717	-2.196	-0.324	5.095	0.752
5.230	0.130	0.148	-28.717	-3.716	-0.549	6.654	0.983
5.359	0.078	0.089	-28.717	-4.934	-0.439	7.971	0.709
5.437	0.130	0.131	8.970	2.122	0.278	8.837	1.159
5.566	0.130	0.131	8.970	2.424	0.318	10.058	1.319
5.696	0.130	0.131	8.970	2.727	0.357	11.153	1.462
5.826	0.130	0.131	8.970	3.029	0.397	12.331	1.617
5.955	0.130	0.131	8.970	3.331	0.437	13.368	1.753
6.085	0.130	0.131	8.970	3.634	0.476	14.476	1.898
6.214	0.130	0.131	8.970	3.936	0.516	15.618	2.048
6.344	0.130	0.131	8.970	4.238	0.556	16.585	2.174
6.473	0.130	0.131	8.970	4.541	0.595	17.479	2.292
6.603	0.130	0.131	8.970	4.843	0.635	18.306	2.400
6.732	0.092	0.093	8.970	5.102	0.476	19.013	1.775
6.824	0.130	0.147	28.411	14.379	2.117	14.826	2.183
6.954	0.130	0.147	28.411	14.827	2.183	15.319	2.256
7.083	0.130	0.147	28.411	15.275	2.249	15.807	2.327
7.213	0.130	0.147	28.411	15.723	2.315	16.290	2.399
7.342	0.052	0.059	28.411	16.036	0.944	16.624	0.978
7.394	0.130	0.147	28.421	16.353	2.408	16.949	2.496
7.524	0.130	0.147	28.421	16.801	2.474	17.416	2.565
7.653	0.130	0.147	28.421	17.248	2.540	17.882	2.633
7.783	0.017	0.020	28.421	17.502	0.347	18.151	0.360
7.800	0.130	0.147	28.421	17.756	2.615	18.413	2.711
7.930	0.130	0.147	28.421	18.204	2.681	18.876	2.780
8.059	0.130	0.147	28.421	18.652	2.747	19.340	2.848
8.189	0.130	0.147	28.421	19.100	2.812	19.807	2.917
8.318	0.037	0.042	28.421	19.388	0.821	20.107	0.852
8.355	0.130	0.147	28.431	19.680	2.898	20.401	3.004
8.485	0.130	0.147	28.431	20.128	2.964	20.861	3.072
8.614	0.130	0.147	28.431	20.576	3.030	21.323	3.140
8.744	0.056	0.064	28.431	20.897	1.336	21.656	1.384
8.800	0.130	0.147	28.431	20.730	3.053	21.483	3.164
8.930	0.023	0.027	28.431	20.418	0.543	21.156	0.563
8.953	0.130	0.147	28.441	20.110	2.962	20.830	3.068
9.082	0.130	0.147	28.441	19.581	2.884	20.286	2.988
9.212	0.130	0.147	28.441	19.053	2.806	19.741	2.907
9.341	0.072	0.082	28.441	18.642	1.520	19.316	1.575
9.413	0.130	0.147	28.451	18.235	2.686	18.888	2.782
9.543	0.130	0.147	28.451	17.706	2.608	18.338	2.701
9.672	0.130	0.147	28.451	17.177	2.530	17.791	2.621
9.802	0.130	0.147	28.451	16.648	2.452	17.244	2.540
9.931	0.130	0.147	28.451	16.119	2.374	16.696	2.459
10.061	0.130	0.147	28.451	15.590	2.296	16.147	2.378
10.190	0.130	0.147	28.451	15.061	2.218	15.598	2.297
10.320	0.130	0.147	28.451	14.532	2.140	15.049	2.217
10.449	0.100	0.113	28.451	14.064	1.595	14.565	1.651
10.549	0.130	0.147	28.461	13.599	2.003	14.077	2.074
10.678	0.130	0.147	28.461	13.069	1.925	13.530	1.993
10.808	0.130	0.147	28.461	12.540	1.847	12.984	1.913
10.937	0.130	0.147	28.461	12.010	1.769	12.438	1.832
11.067	0.130	0.147	28.461	11.481	1.691	11.889	1.751
11.196	0.130	0.147	28.461	10.951	1.613	11.341	1.671
11.326	0.130	0.147	28.461	10.422	1.535	10.796	1.590
11.455	0.053	0.060	28.461	10.049	0.607	10.411	0.629
11.509	0.130	0.151	30.943	10.155	1.533	9.556	1.443
11.638	0.130	0.151	30.943	9.539	1.440	8.995	1.358
11.768	0.130	0.151	30.943	8.923	1.347	8.435	1.274
11.897	0.103	0.120	30.943	8.369	1.005	7.932	0.952
12.000	0.130	0.151	30.943	19.282	2.912	18.167	2.743
12.130	0.078	0.091	30.943	18.788	1.719	17.709	1.620
12.208	0.130	0.157	34.544	19.325	3.038	16.038	2.522
12.337	0.130	0.157	34.544	18.576	2.921	15.482	2.434
12.467	0.130	0.157	34.544	17.826	2.803	14.926	2.347
12.596	0.083	0.101	34.544	17.211	1.737	14.458	1.459
12.680	0.130	0.176	42.644	17.570	3.093	11.511	2.027
12.809	0.130	0.176	42.644	16.501	2.905	10.992	1.935
12.939	0.130	0.176	42.644	15.431	2.717	10.464	1.842

**TOMBINO SCATOLARE TM10**  
**RELAZIONE DI CALCOLO OPERE PROVVISORIALI**

13.068	0.130	0.176	42.644	14.361	2.528	9.717	1.711
13.198	0.105	0.143	42.644	13.391	1.917	9.019	1.291

-----  
**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  
-----