



# PONTE SULLO STRETTO DI MESSINA



## PROGETTO DEFINITIVO

### EUROLINK S.C.p.A.

IMPREGILO S.p.A. (MANDATARIA)  
 SOCIETÀ ITALIANA PER CONDOTTE D'ACQUA S.p.A. (MANDANTE)  
 COOPERATIVA MURATORI E CEMENTISTI - C.M.C. DI RAVENNA SOC. COOP. A.R.L. (MANDANTE)  
 SACYR S.A.U. (MANDANTE)  
 ISHIKAWAJIMA - HARIMA HEAVY INDUSTRIES CO. LTD (MANDANTE)  
 A.C.I. S.C.P.A. - CONSORZIO STABILE (MANDANTE)

 <p><b>IL PROGETTISTA</b>                  Dott. Ing. F. Colla                  Ordine Ingegneri                  Milano                  n°20355                  Dott. Ing. E. Pagani                  Ordine Ingegneri Milano                  n°15408</p> 	<p><b>IL CONTRAENTE GENERALE</b></p> <p>Project Manager                  (Ing. P.P. Marcheselli)</p>	<p><b>STRETTO DI MESSINA</b>                  Direttore Generale e                  RUP Validazione                  (Ing. G. Fiammenghi)</p>	<p><b>STRETTO DI MESSINA</b>                  Amministratore Delegato                  (Dott. P. Ciucci)</p>
--	--	---	--

<p><i>Unità Funzionale</i> COLLEGAMENTI CALABRIA</p> <p><i>Tipo di sistema</i> INFRASTRUTTURE STRADALI OPERE CIVILI</p> <p><i>Raggruppamento di opere/attività</i> ELEMENTI DI CARATTERE GENERALE</p> <p><i>Opera - tratto d'opera - parte d'opera</i> GENERALE</p> <p><i>Titolo del documento</i> MURO SOSTEGNO ROTONDA S. TRADA DA PK 0+036 A PK 0+087 –                  RELAZIONE DI CALCOLO</p>	<p>CS0670_F0</p>
--	------------------

<p>CODICE <table border="1" style="display: inline-table; vertical-align: middle;"> <tr> <td>C</td><td>G</td><td>0</td><td>7</td><td>0</td><td>0</td> <td>P</td><td>C</td><td>L</td><td>D</td><td>C</td><td>S</td><td>C</td><td>0</td><td>0</td> <td>G</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td> <td>3</td><td>0</td><td>F</td><td>0</td> </tr> </table></p>	C	G	0	7	0	0	P	C	L	D	C	S	C	0	0	G	0	0	0	0	0	0	0	3	0	F	0
C	G	0	7	0	0	P	C	L	D	C	S	C	0	0	G	0	0	0	0	0	0	0	3	0	F	0	

REV	DATA	DESCRIZIONE	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO
F0	20/06/2011	EMISSIONE FINALE	PRO ITER S.r.l.	G.SCIUTO	F.COLLA



		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
MURO SOSTEGNO ROTONDA S. TRADA DA PK 0+036 A PK 0+087 - RELAZIONE DI CALCOLO		<i>Codice documento</i> CS0670_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

## INDICE

INDICE .....	3
1 DESCRIZIONE DELLA STRUTTURA.....	5
2 DOCUMENTI DI RIFERIMENTO .....	6
2.1 Riferimenti normativi.....	6
2.2 Riferimenti bibliografici .....	6
3 PROGRAMMI PER L'ANALISI AUTOMATICA.....	7
4 CARATTERISTICHE DEI MATERIALI .....	8
4.1 Calcestruzzo per getti in opera C28/35.....	8
4.2 Acciaio per cemento armato tipo B450C.....	8
5 CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA.....	9
5.1 Descrizione delle litologie prevalenti.....	11
5.2 Caratterizzazione geotecnica .....	11
5.2.1 Indagini utilizzate.....	11
5.2.2 Caratterizzazione Depositi terrazzati marini.....	12
5.3 Stratigrafia di progetto .....	13
6 CARATTERIZZAZIONE DELLA SISMICITÀ .....	15
7 CARATTERISTICHE DI CALCOLO .....	18
7.1 Metodologia di calcolo .....	18
7.2 Verifiche agli stati limite ultimi.....	18
7.3 Verifiche agli stati limite di esercizio .....	20
7.4 Verifiche a fessurazione .....	21
7.5 Analisi dei carichi.....	23
7.5.1 Peso proprio.....	23
7.5.2 Peso dei terreni .....	23
7.5.3 Spinta delle terre .....	23
7.5.3.1 Coefficienti di spinta in fase statica.....	24
7.5.3.2 Coefficienti di spinta in fase sismica .....	24
7.5.4 Spinta idrostatica dell'acqua di falda.....	25
7.5.5 Sovraccarichi.....	25
7.5.6 Urto .....	25
8 FASI COSTRUTTIVE.....	26

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>MURO SOSTEGNO ROTONDA S. TRADA</b> <b>DA PK 0+036 A PK 0+087 - RELAZIONE DI CALCOLO</b>		<i>Codice documento</i> CS0670_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

9	MODELLO DI CALCOLO.....	27
9.1	Caratteristiche generali dell'opera .....	27
10	VERIFICHE .....	29
10.1	Verifiche geotecniche .....	29
10.1.1	Verifica a ribaltamento .....	29
10.1.2	Verifica a scorrimento sul piano di posa.....	29
10.1.3	Verifica di capacità portante della fondazione .....	30
10.2	Verifiche strutturali.....	31
10.2.1	Verifiche agli S.L.U. ....	31
10.2.2	Verifica a flessione.....	32
10.2.2.1	Sezione S1– Elevazione .....	32
10.2.2.2	Sezione S1 – Fondazione .....	33
10.2.3	Verifica a taglio .....	35
10.2.3.1	Sezione S1 – Fondazione .....	37
10.2.3.2	Sezione S1 – Elevazione .....	38
10.3	Verifiche agli S.L.E. ....	40
10.3.1	Sezione S1 – Elevazione.....	40
10.3.2	Sezione S1 – Fondazione .....	40
10.4	Verifiche a fessurazione .....	42
10.4.1	Sezione S1 – Fondazione .....	42
10.4.2	Sezione S1 – Elevazione.....	43
11	ANALISI DI STABILITÀ GLOBALE.....	44
12	TABULATI DI CALCOLO.....	46
12.1	Sezione S1 – Analisi in fase statica - Input SLIDE rel. 05 .....	46
12.2	Sezione S1 – Analisi in fase statica - Output SLIDE rel. 05 .....	48
12.3	Sezione S1 – Analisi in fase sismica - Input SLIDE rel. 05.....	52
12.4	Sezione S1 – Analisi in fase sismica - Output SLIDE rel. 05.....	54

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
MURO SOSTEGNO ROTONDA S. TRADA DA PK 0+036 A PK 0+087 - RELAZIONE DI CALCOLO		<i>Codice documento</i> CS0670_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

## 1 DESCRIZIONE DELLA STRUTTURA

Nell'ambito del progetto del ponte sullo stretto di Messina, lato Calabria, è prevista la realizzazione di un tratto di muro a sostegno della rotonda Santa Trada, ubicato tra le progressive 36km e 87km circa.

L'opera in oggetto è costituita da un muro di sostegno in c.a. gettato in opera di altezza variabile tra 9,70m e 12,80m lungo 54,66m.

A tergo dell'opera di sostegno, è previsto materiale drenante e un tubo di drenaggio per lo smaltimento delle eventuali acque di infiltrazione.

Nell'area in esame i terreni di fondazione sono costituiti principalmente dalla formazione dei depositi marini terrazzati e dal materiale di riporto costituente i rilevati delle rampe.

Nella presente relazione sono riportati il dimensionamento e le verifiche delle opere in oggetto.

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
MURO SOSTEGNO ROTONDA S. TRADA DA PK 0+036 A PK 0+087 - RELAZIONE DI CALCOLO		<i>Codice documento</i> CS0670_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

## 2 DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

### 2.1 Riferimenti normativi

- [1] **Ministero dei LL.PP. - D.M. 14.01.2008:** "Norme tecniche per le Costruzioni".
- [2] **Ministero dei LL.PP. - Circ. 617 del 02.02.2009:** Istruzioni per l'applicazione delle "Norme tecniche per le costruzioni" di cui al decreto ministeriale 14 Gennaio 2008;
- [3] **C.N.R. 10011:** "Costruzioni in acciaio. Istruzioni per il calcolo, l'esecuzione, il collaudo e la manutenzione";
- [4] **CIRCOLARE MIN. DEI LAV. PUBBL. 15 OTTOBRE 1996 N. 252:** "Istruzioni per l'applicazione delle «norme tecniche per il calcolo l'esecuzione ed il collaudo delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche» di cui al decreto ministeriale 9 gennaio 1996".
- [5] **C.N.R. 10012:** "Istruzioni per la valutazione delle azioni sulle costruzioni";
- [6] **C.N.R. 10024:** "Analisi di strutture mediante elaboratore. Impostazione e redazione delle relazioni di calcolo";
- [7] **UNI EN 1537 - 2002:** "Esecuzione di lavori geotecnici speciali. Tiranti di ancoraggio.

Tutte le Norme UNI richiamate nei D.M., Istruzioni, Circolari di cui si fa menzione.

### 2.2 Riferimenti bibliografici

- [8] **A. Migliacci, F. Mola (1985):** "Progetto agli stati limite delle strutture in c.a." – Masson Italia Editori
- [9] **Bowles J.E. (1988):** "Foundations Analysis and Design, 4<sup>th</sup> ed." – McGraw-Hill, New York
- [10] **Nova R. (2002):** "Fondamenti di meccanica delle terre" – McGraw-Hill, Milano
- [11] **Raccomandazioni A.I.C.A.P. (1993)** – Ancoraggi nei terreni e nelle rocce
- [12] **Terzaghi K. (1943):** "Theoretical Soil Mechanics" – J.Wiley & Sons, New York
- [13] **C. Cestelli Guidi (1987):** "Geotecnica e tecnica delle fondazioni" – Ulrico Hoepli Editore

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
MURO SOSTEGNO ROTONDA S. TRADA DA PK 0+036 A PK 0+087 - RELAZIONE DI CALCOLO		<i>Codice documento</i> CS0670_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

### 3 PROGRAMMI PER L'ANALISI AUTOMATICA

#### **STS Stati Limite rel. 1.1**

Distribuito dall'Ing. Dante Sangalli

*Programma di calcolo per le verifiche alle Tensioni Ammissibili ed agli Stati Limite di sezioni in c.a. e c.a.p.*

#### **Spettri di risposta ver. 1.0.3**

Distribuito dal Consiglio Superiore LL.PP.

*Foglio di calcolo per la definizione dei parametri sismici secondo la trattazione del D.M. 14/01/2008 "Norme tecniche per le Costruzioni".*

#### **SLIDE rel 5.0**

Rocscience Inc.

*Programma per l'analisi di stabilità di pendii*

Il programma Slide rel. 5.0 (Rocscience Inc.) consente di eseguire analisi di stabilità all'equilibrio limite suddividendo i piani di scorrimento in un numero variabile di conci e calcolando il fattore di sicurezza globale alla stabilità. E' possibile incrementare il numero di superfici di scorrimento analizzate ed i limiti geometrici di studio. Si possono selezionare diversi metodi di analisi limite tra cui Bishop, Morgenstern-Price, Janbu, Spencer, Fellenius, selezionando superfici circolari, spezzate o miste. È inoltre possibile inserire la presenza della falda, di carichi concentrati o distribuiti, di carichi sismici o di incrementi della pressione dell'acqua interstiziale.

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
MURO SOSTEGNO ROTONDA S. TRADA DA PK 0+036 A PK 0+087 - RELAZIONE DI CALCOLO		<i>Codice documento</i> CS0670_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

## 4 CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

### 4.1 Calcestruzzo per getti in opera C28/35

Classe di resistenza	C28/35	-	
Rapporto massimo acqua / cemento	0.45	-	
Slump	S4	-	
Contenuto minimo di cemento	360	kg/m <sup>3</sup>	
Diametro massimo inerte	32	mm	
Classe di esposizione	XF4	-	
Resistenza caratteristica a compressione cubica	$R_{ck} =$	35.00	N/mm <sup>2</sup>
Resistenza caratteristica a compressione cilindrica	$f_{ck} = 0.83 \times R_{ck}$	= 29.05	N/mm <sup>2</sup>
Resistenza media a compressione cilindrica	$f_{cm} = f_{ck} + 8$	= 37.05	N/mm <sup>2</sup>
Modulo elastico	$E_c = 22000 \times (f_{cm}/10)^{0.3}$	= 32588.11	N/mm <sup>2</sup>
Resistenza a trazione semplice	$f_{ctm} = 0.30 \times f_{ck}^{2/3}$	= 2.83	N/mm <sup>2</sup>
Resistenza a trazione caratteristica (frattile 5%)	$f_{ctk} = 0.70 \times f_{ctm}$	= 1.98	N/mm <sup>2</sup>
<b>Stato Limite Ultimo</b>			
Coefficiente parziale di sicurezza	$\gamma_C =$	1.50	--
Coefficiente riduttivo per resistenze di lunga durata	$\alpha_{cc} =$	0.85	--
Resistenza a compressione di calcolo	$f_{cd} = \alpha_{cc} \times f_{ck} / \gamma_C$	= 16.46	N/mm <sup>2</sup>
Resistenza a trazione di calcolo	$f_{ctd} = f_{ctk} / \gamma_C$	= 1.32	N/mm <sup>2</sup>
<b>Stato Limite di Esercizio</b>			
Tensione max di compressione - Comb. rara	$\sigma_c < 0.60 \times f_{ck}$	= 17.43	N/mm <sup>2</sup>
Tensione max di compressione - Comb. quasi permanente	$\sigma_c < 0.45 \times f_{ck}$	= 13.94	N/mm <sup>2</sup>

### 4.2 Acciaio per cemento armato tipo B450C

Tipo di acciaio	B450C	-	
Copriferro min. netto per muri di sostegno	50	mm	
Copriferro min. netto per diaframmi	80	mm	
Sovrapposizioni continue	50	∅	
Tensione caratteristica di rottura (frattile 5%)	$f_{tk} =$	540.00	N/mm <sup>2</sup>
Tensione caratteristica di snervamento (frattile 5%)	$f_{yk} =$	450.00	N/mm <sup>2</sup>
<b>Stato Limite Ultimo</b>			
Coefficiente parziale di sicurezza	$\gamma_S =$	1.15	--
Resistenza a trazione di calcolo	$f_{yd} = f_{yk} / \gamma_S$	= 391.30	N/mm <sup>2</sup>
<b>Stato Limite di Esercizio</b>			
Tensione massima di trazione	$\sigma_s < 0.80 \times f_{yk}$	= 360.00	N/mm <sup>2</sup>



		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
MURO SOSTEGNO ROTONDA S. TRADA DA PK 0+036 A PK 0+087 - RELAZIONE DI CALCOLO		<i>Codice documento</i> CS0670_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

## 5 CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA

La rotonda di Santa Trada è posizionata fuori dal limite di intervento del progetto del ponte sullo Stretto di Messina, non si ha quindi a disposizione una descrizione dettagliata della geologia presente in sito.

Per definire la stratigrafia di progetto si è fatto riferimento alla geologia definita per la progettazione dell'adeguamento dell'autostrada Salerno – Reggio Calabria (D.G. 87) che comprendeva la zona di Santa Trada. I materiali presenti in sito in corrispondenza della rotonda S. Trada, nel DG 87, sono stati definiti come Depositi Continentali.

Le geologie definite dai due progetti, D.G. 87 e progetto del Ponte sullo Stretto, sono state messe a confronto, evidenziando che il materiale definito come Depositi Continentali nel D.G. 87, corrisponde sia in termini di disposizione spaziale (si vedano le figure sottostanti), sia in termini di descrizione ai Depositi Terrazzati Marini del progetto del Ponte. Per la progettazione dell'opera di sostegno studiata nella presente relazione si è fatto quindi riferimento alle caratteristiche tipiche dei Depositi Terrazzati Marini già definite per le paratie dell'asse A che sono le opere più vicine al muro in oggetto. Tali caratteristiche vengono riportate di seguito.

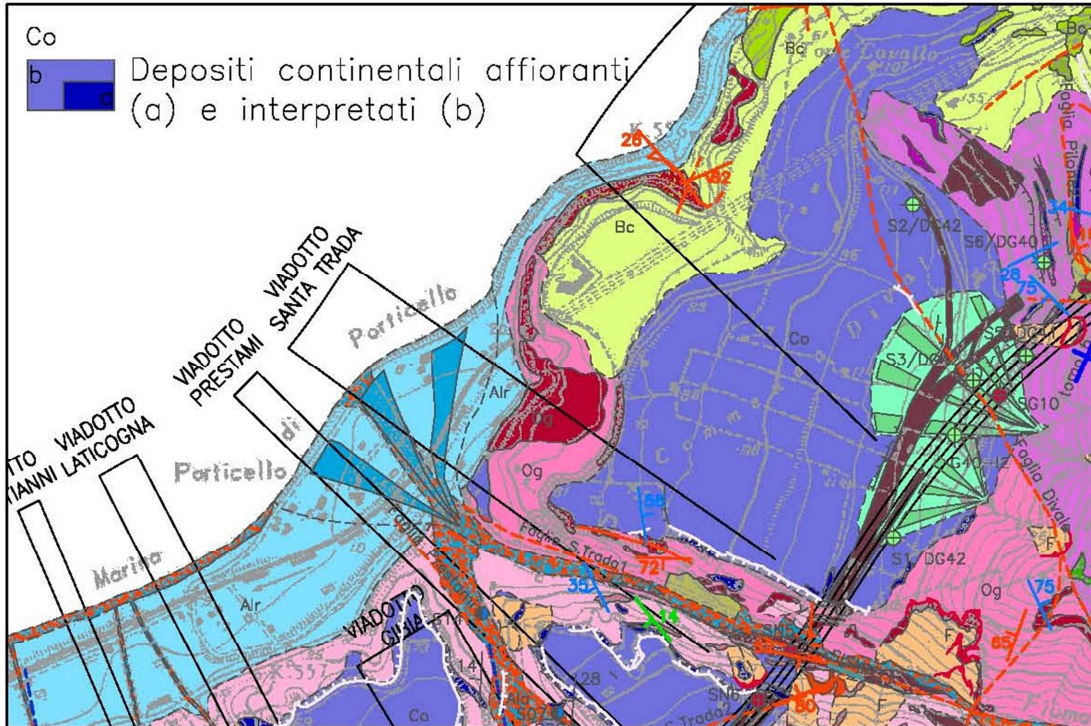


Figura 1 Planimetria geologica del progetto del D.G. 87

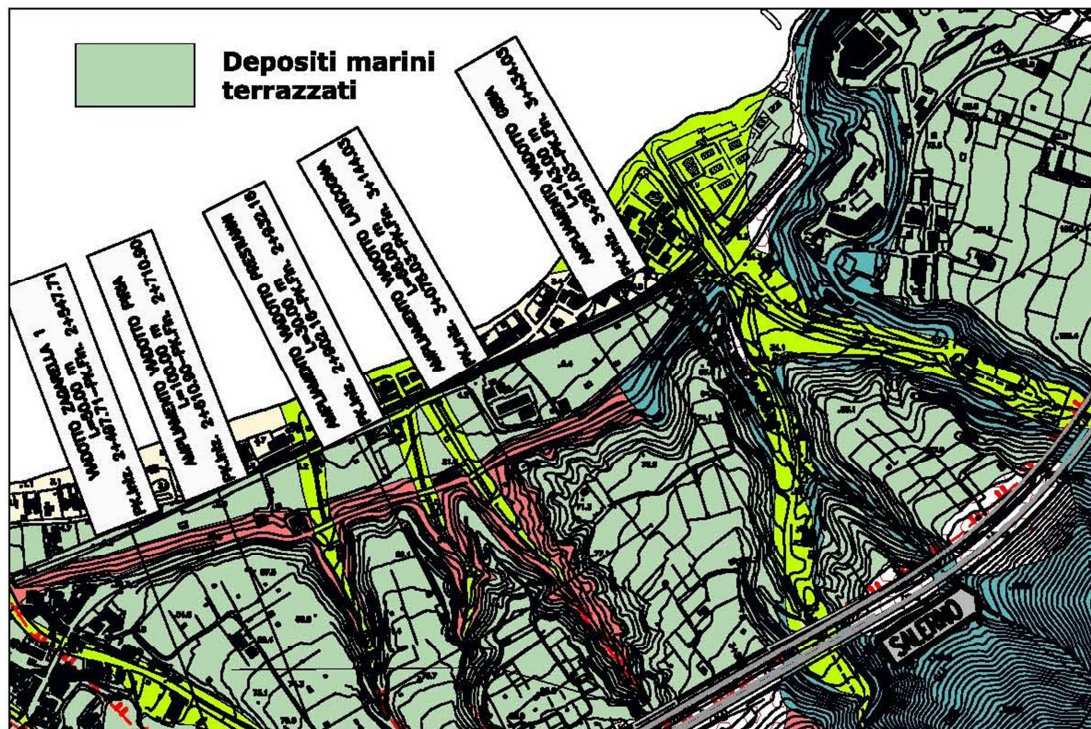


Figura 2 Planimetria geologica del progetto del Ponte sullo Stretto

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
MURO SOSTEGNO ROTONDA S. TRADA DA PK 0+036 A PK 0+087 - RELAZIONE DI CALCOLO		<i>Codice documento</i> CS0670_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

## 5.1 Descrizione delle litologie prevalenti

Depositi terrazzati marini: sono rappresentati da depositi marini sabbiosi e sabbioso ghiaiosi fortemente pedogenizzati in prossimità della superficie. I depositi dei terrazzi marini rappresentano terre da sciolte a debolmente coesive con cementazione da debole ad assente.

L'età attribuibile ai terrazzi cartografati nell'area di intervento copre l'intervallo Pleistocene medio-superiore.

La falda non risulta interferente con le opere, come si evince dagli elaborati di progetto:

Codice	Titolo del documento
CG0800PRBDCSBC8G000000001	Relazione geotecnica generale versante Calabria
CG0800PRGDCSBC6G000000003	Relazione idrogeologica
CG0800PN5DCSBC6G000000003	Carta idrogeologica versante Calabria
CG0800PF6DCSBC6ST000000001 CG0800PF6DCSBC6ST000000025	Profilo geologico-geotecnico Tracciato stradale - Ramo A
CG0800PF6DCSBC6ST000000019	Profilo geologico-geotecnico Tracciato stradale - Ramo A Accelerazione

## 5.2 Caratterizzazione geotecnica

Per i criteri e per gli aspetti generali di caratterizzazione si rimanda a quanto riportato nella relazione Elab. CG0800PRBDCSBC8G000000001A. Per la definizione delle categorie di suolo si rimanda al medesimo elaborato ed alla relazione sismica di riferimento.

### 5.2.1 Indagini utilizzate

Data l'esiguità dei sondaggi e delle prove localmente presenti (C427, C433), si è scelto di tenere conto anche di altri sondaggi e prove disponibili.

Le prove localmente utilizzate nella caratterizzazione sono:

Depositi terrazzati marini:

Si considerano i sondaggi della tratta relativa alla Rampa A\_acc.

- prove SPT (C428, C429, C430, C432, C434)
- 1 prova sismica (C430)

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
MURO SOSTEGNO ROTONDA S. TRADA DA PK 0+036 A PK 0+087 - RELAZIONE DI CALCOLO		<i>Codice documento</i> CS0670_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

- 3 prove Le Franc (CN451, C425, C430)
- Prove di laboratorio per la determinazione dei parametri fisici ed delle caratteristiche di resistenza (TD, sondaggio C410, CN451)

### 5.2.2 Caratterizzazione Depositi terrazzati marini

Per le caratteristiche fisiche l'andamento del fuso evidenzia che le caratteristiche granulometriche dei materiali in esame sono tipiche di materiali sia di materiali a grana grossa (ghiaie 30%), sia di materiali intermedi (sabbie 50%). Il contenuto di fino è mediamente del 17%.

Con riferimento al fuso medio si ha:

- Il valore di  $D_{50}$  è pari a 0.5mm
- Il valore di  $D_{60}$  è pari a 1.0 mm
- Il valore di  $D_{10}$  è pari a 0.008 mm

Il peso di volume dei grani  $\gamma_s$  è risultato pari a circa 26.5 kN/m<sup>3</sup>.

Da letteratura si hanno a disposizione i valori di  $\gamma_{dmax}$  e  $\gamma_{dmin}$  pari rispettivamente a 18.8 e 15.7 kN/m<sup>3</sup>

Per lo stato iniziale si ha:

- **Dr:** i valori di  $N_{spt}$  sono stati corretti con il fattore correttivo  $C_{sg}=0.85$  corrispondente al  $d_{50}=0.5mm$ .
- **$e_o$ :** a partire dal  $d_{50}$  stimato si ottiene di  $e_{max}-e_{min}$  pari a 0.35. Stimando per  $e_{max}$  un valore pari a 0.7 a partire dai valori di  $Dr$  è stato possibile determinare i valori di  $e_o$  in sito.
- **$\gamma_d$ :** in base ai valori di  $e_o$  da  $\gamma_s$  si può stimare  $\gamma$ , riportato nel grafico.
- **$K_0$ :** si considera la relazione di Jaky.

Dr(%) Prevalente sabbiosa	Dr(%) Sabbie e ghiaie	$\gamma_d(KN/m^3)$	$K_0$
50-80	-	17-20	0.35-0.4

Per quanto riguarda le caratteristiche di resistenza sulla base delle prove SPT si è ottenuto un valore medio di angolo di attrito di circa 40°.

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
MURO SOSTEGNO ROTONDA S. TRADA DA PK 0+036 A PK 0+087 - RELAZIONE DI CALCOLO		<i>Codice documento</i> CS0670_F0	<table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 50%;"><i>Rev</i></td> <td style="width: 50%;"><i>Data</i></td> </tr> <tr> <td>F0</td> <td>20/06/2011</td> </tr> </table>	<i>Rev</i>	<i>Data</i>	F0	20/06/2011
<i>Rev</i>	<i>Data</i>						
F0	20/06/2011						

z(m)	$\phi'_p$ (pff=0-272KPa) (°)	$\phi'_p$ (pff=-272-350KPa) (°)	$\phi'_{cv}$ (°)
0-10	38-41	35-38	33-35

Ai parametri di resistenza operativi al taglio in termini di sforzi efficaci si sono assegnati i seguenti valori operativi:

$c' = 0$  kPa = coesione apparente

$\phi' = 38^\circ \div 40^\circ$  = angolo di resistenza al taglio

Per i valori di stato critico, in assenza di prove specifiche, in base ai dati di letteratura si possono definire i seguenti valori operativi

$c'_r = 0$  kPa = coesione apparente

$\phi'_r = 33^\circ \div 35^\circ$  = angolo di resistenza al taglio

Dalle prove di laboratorio su campioni rimaneggiati si ottiene per l'angolo di attrito un valore di  $30^\circ \div 35^\circ$ .

Per le caratteristiche di deformabilità in base alle SPT e alle sismiche si può assumere:

z(m)	<b>G0(MPa)</b>	<b>E0(MPa)</b>	<b>E'(MPa)</b>
0-10	100-250	240-600	32-80 / 80-200

con i valori di E pari rispettivamente a circa  $1/10 \div 1/5$  ed  $1/3$  di quelli iniziali.

La prova pressiométrica (SN8) ha fornito un valore (primo carico) di E' di 120MPa a circa 18m di profondità.

### 5.3 Stratigrafia di progetto

In corrispondenza dell'opera la stratigrafia è ipotizzata omogenea, in particolare si assume che sia costituita dalla formazione di depositi marini terrazzati. Si riportano i parametri geotecnici caratteristici assunti nei calcoli per tale formazione:

<b>Materiale</b>	<b><math>\gamma_n</math></b> [kN/m <sup>3</sup> ]	<b><math>c'_k</math></b> [kPa]	<b><math>\phi'_k</math></b> [°]

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
MURO SOSTEGNO ROTONDA S. TRADA DA PK 0+036 A PK 0+087 - RELAZIONE DI CALCOLO		<i>Codice documento</i> CS0670_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

Depositi marini terrazzati	18	0	38
----------------------------	----	---	----

Tabella 1: Stratigrafia di progetto e parametri caratteristici dei materiali.

dove:

$\gamma_n$  = peso di volume naturale

$c'$  = coesione drenata

$\phi'$  = angolo di attrito efficace

Le caratteristiche del materiale a monte del muro sono riportate nella tabella sottostante.

<b>Materiale</b>	<b><math>\gamma_n</math> [kN/m<sup>3</sup>]</b>	<b><math>c'_k</math> [kPa]</b>	<b><math>\phi'_k</math> [°]</b>
Materiale da rilevato	20	0	38

Tabella 2: Parametri caratteristici del materiale a monte del muro.

dove i simboli assumono il significato specificato sopra.

Si ipotizza che la falda non sia interferente con il muro in oggetto. Tale ipotesi si ritiene valida in quanto per le altre opere dell'asse A, ubicate in prossimità del muro qui studiato, la falda risultava non interferente.

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
MURO SOSTEGNO ROTONDA S. TRADA DA PK 0+036 A PK 0+087 - RELAZIONE DI CALCOLO		<i>Codice documento</i> CS0670_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

## 6 CARATTERIZZAZIONE DELLA SISMICITÀ

L'azione sismica di progetto, desunta dal D.M. del 14/01/2008, deriva dalla pericolosità sismica di base del sito; in particolare, viene definita a partire dall'accelerazione orizzontale massima attesa in condizioni di campo libero su sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale ( $a_g$ ). Lo stato limite di servizio indagato è lo Stato Limite di Danno (SLD), lo stato limite ultimo indagato è lo Stato Limite di salvaguardia della Vita (SLV). Trattandosi di un'opera di sostegno di altezza superiore a 5m si sono considerate le seguenti condizioni vita nominale e classe d'uso:

Vita nominale della costruzione	100 anni
Classe d'uso della costruzione	IV
Coefficiente d'uso della costruzione $c_u$	2

Inserendo questi parametri e le coordinate geografiche dell'opera (riportate di seguito) nel programma Spettri di risposta ver. 1.0.3 distribuito dal Consiglio Superiore LL.PP si ottengono i valori di  $a_g$  da utilizzare nella progettazione:

Lat.	38° 14' 38.94" N
Long.	15° 40' 54.66" E

$a_{g-SLV}$	0.433
$a_{g-SLD}$	0.170

A partire dalle accelerazioni su suolo rigido si ricavano le accelerazioni attese al sito ( $a_{max}$ ), ottenute moltiplicando le  $a_g$  per i coefficienti correttivi che tengono conto delle possibili amplificazioni del moto del suolo dovute a effetti stratigrafici e/o topografici. La categoria di suolo prevista è C (assunta a favore di sicurezza), corrispondente a "Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina mediamente consistenti", mentre la categoria topografica è T1 in quanto il rilievo considerato ha altezza inferiore a 30m; si ottengono quindi questi valori di  $a_{max}$ :

$S_{S-SLV}$	1.051
$S_{S-SLD}$	1.459

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
MURO SOSTEGNO ROTONDA S. TRADA DA PK 0+036 A PK 0+087 - RELAZIONE DI CALCOLO		<i>Codice documento</i> CS0670_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

$$\begin{array}{l|l}
 S_T & 1 \\
 a_{max-SLV} & a_{g-SLV} \cdot S_S \cdot S_T = 0.455 \\
 a_{max-SLD} & a_{g-SLD} \cdot S_S \cdot S_T = 0.248
 \end{array}$$

I coefficienti sismici di progetto per le verifiche geotecniche e strutturali dei muri si deducono, in accordo con il D.M. del 14/01/2008, sulla base delle relazioni:

$$k_h = \beta_m \cdot \frac{a_{max}}{g} \quad k_v = \pm 0.5 \cdot k_h$$

dove  $\beta_m$  è il coefficiente che porta in conto la riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito a causa della deformabilità dell'opera. La normativa specifica di ricavare il valore di tale coefficiente dalla Tabella 7.11.II, dove vengono assegnati range di valori in funzione di  $a_g$ ; poiché però l'accelerazione sismica attesa per quest'opera supera il valore massimo considerato nella suddetta tabella (pari a 0.4g) si è proceduti ad una estrapolazione dei valori della tabella, ottenendo il grafico sottostante:

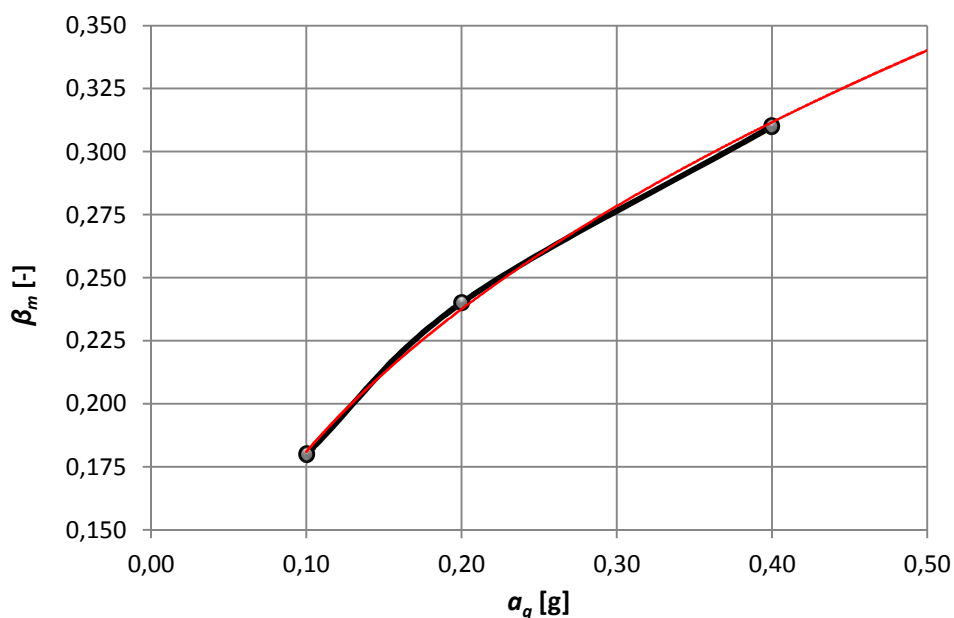


Figura 3: estrapolazione eseguita per ottenere il valore di  $\beta_m$ .

Cautelativamente si è assunto  $\beta_m = 0.35$ .



		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
MURO SOSTEGNO ROTONDA S. TRADA DA PK 0+036 A PK 0+087 - RELAZIONE DI CALCOLO		<i>Codice documento</i> CS0670_F0	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: left;"><i>Rev</i></th> <th style="text-align: left;"><i>Data</i></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">F0</td> <td style="text-align: center;">20/06/2011</td> </tr> </tbody> </table>	<i>Rev</i>	<i>Data</i>	F0	20/06/2011
<i>Rev</i>	<i>Data</i>						
F0	20/06/2011						

Per le verifiche di stabilità globale dell'insieme terreno-opera si presenta lo stesso problema, in quanto anche in questo caso il valore del coefficiente  $\beta_s$  necessario per il calcolo dei coefficienti sismici di progetto (vedi espressioni seguenti) non può essere ottenuto direttamente dalla Tabella 7.11.I del D.M. del 14/01/2008 in quanto l'accelerazione sismica attesa per quest'opera supera il valore massimo considerato nella suddetta tabella (pari a 0.4g). Attraverso l'estrapolazione si è ottenuto il grafico sottostante:

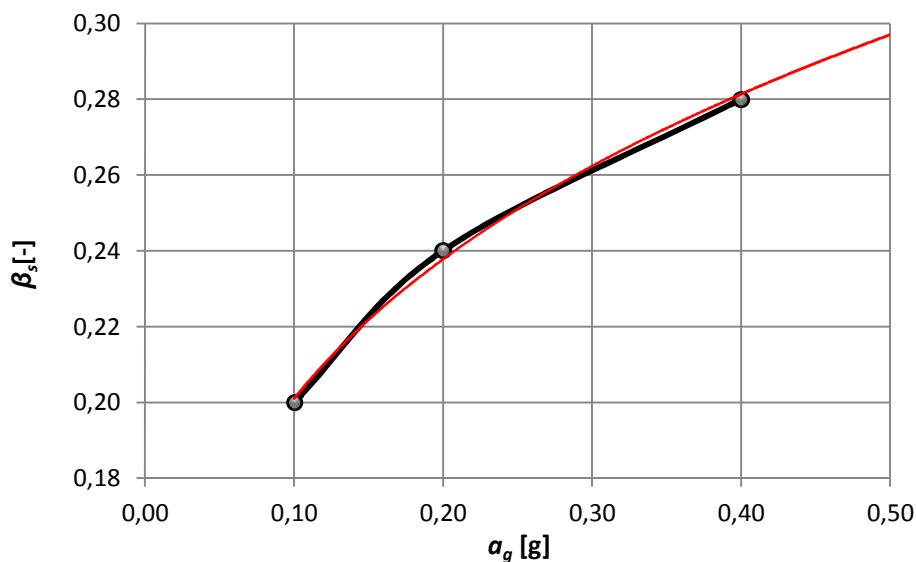


Figura 4: estrapolazione eseguita per ottenere il valore di  $\beta_s$ .

Cautelativamente nel calcolo dei coefficienti sismici si è assunto  $\beta_s = 0.30$ :

$$k_h = \beta_s \cdot \frac{a_{\max}}{g} \quad k_v = \pm 0.5 \cdot k_s$$

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
MURO SOSTEGNO ROTONDA S. TRADA DA PK 0+036 A PK 0+087 - RELAZIONE DI CALCOLO		<i>Codice documento</i> CS0670_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

## 7 CARATTERISTICHE DI CALCOLO

### 7.1 Metodologia di calcolo

Le verifiche dei muri sono condotte secondo il metodo degli Stati Limite, come prescritto dalle “Nuove norme tecniche sulle costruzioni” del 14 gennaio 2008.

Si eseguono verifiche agli stati limite ultimi, con lo scopo di verificare la sicurezza delle opere, e agli stati limite di esercizio, necessarie per verificare che i cedimenti attesi siano compatibili con la funzionalità dei vari elementi e che i tassi di lavoro all’interno delle strutture garantiscano i livelli prestazionali richiesti per tutto il periodo di vita utile delle opere.

### 7.2 Verifiche agli stati limite ultimi

Sono effettuate le verifiche con riferimento ai seguenti stati limite:

- SLU di tipo geotecnico (GEO) e di equilibrio di corpo rigido (EQU):
  - stabilità globale del complesso muro-terreno;
  - scorrimento sul piano di posa;
  - collasso per carico limite dell’insieme fondazione-terreno;
  - ribaltamento;
- SLU di tipo strutturale (STR)
  - raggiungimento della resistenza nelle strutture in c.a.

Per ogni stato limite considerato si accerta che sia soddisfatta la condizione:

$$E_d \leq R_d$$

dove  $E_d$  e  $R_d$  rappresentano rispettivamente le sollecitazioni e le resistenze di progetto.

L’applicazione del metodo di verifica semiprobabilistico agli stati limite, nella forma proposta dal D.M. 14/01/2008, prevede l’applicazione di set di fattori di sicurezza parziali sulle azioni (A1 e A2, riportati nella Tabella 3), sui parametri geotecnici (M1 e M2, riportati nella Tabella 4) e sulle resistenze (R1, R2 e R3, riportati nella Tabella 5).

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>MURO SOSTEGNO ROTONDA S. TRADA</b> <b>DA PK 0+036 A PK 0+087 - RELAZIONE DI CALCOLO</b>		<i>Codice documento</i> CS0670_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

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

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

Tabella 3: Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni.

PARAMETRO	GRANDEZZA ALLA QUALE APPLICARE IL COEFFICIENTE PARZIALE	COEFFICIENTE PARZIALE $\gamma_M$	(M1)	(M2)
<i>Tangente dell'angolo di resistenza al taglio</i>	$\tan \phi_k$	$\gamma_\phi$	1,0	1,25
<i>Coesione efficace</i>	$c_k$	$\gamma_c$	1,0	1,25
<i>Resistenza non drenata</i>	$c_{uk}$	$\gamma_{cu}$	1,0	1,4
<i>Peso dell'unità di volume</i>	$\gamma_\square$	$\gamma_g$	1,0	1,0

Tabella 4: Coefficienti parziali dei parametri geotecnici del terreno.

VERIFICA	COEFFICIENTE PARZIALE	COEFFICIENTE PARZIALE	COEFFICIENTE PARZIALE
	(R1)	(R2)	(R3)
Capacità portante della fondazione	$\gamma_R = 1,0$	$\gamma_R = 1,0$	$\gamma_R = 1,4$
Scorrimento	$\gamma_R = 1,0$	$\gamma_R = 1,0$	$\gamma_R = 1,1$
Resistenza del terreno a valle	$\gamma_R = 1,0$	$\gamma_R = 1,0$	$\gamma_R = 1,4$

Tabella 5: Coefficienti parziali  $\gamma_R$  per le verifiche agli stati limite ultimi STR e GEO di muri di sostegno.

Nel Progetto in oggetto le verifiche sono effettuate secondo l'Approccio 1, applicando le seguenti combinazioni di carico (dove il segno '+' in ossequio alla normativa ha il significato di 'combinato con'):

- Combinazione 1: A1 + M1 + R1
- Combinazione 2: A2 + M2 + R2

La verifica di stabilità globale dell'insieme terreno-opera è effettuata secondo l'approccio 1, combinazione 2:

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>			
<b>MURO SOSTEGNO ROTONDA S. TRADA</b> <b>DA PK 0+036 A PK 0+087 - RELAZIONE DI CALCOLO</b>		<i>Codice documento</i> CS0670_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

## A2+M2+R2

Il coefficiente parziale sulle resistenze, associato al caso 'R2', è pari a 1.1, mentre i coefficienti A2 e M2 sono quelli già citati sopra. In fase sismica, l'analisi viene condotta ponendo pari ad uno tutti i coefficienti A e cercando un fattore di sicurezza pari a 1.1.

Di seguito si riportano i coefficienti di combinazione utilizzati nelle analisi.

			Peso proprio	Peso terreno	Peso permanenti	Peso accidentali	Spinta terre	Spinta permanenti	Spinta accidentali	Azioni in testa muro	Azioni sismiche
Combinazioni per verifiche geotecniche e strutturali	SLU	EQU	0,90	0,90	0,90	0,00	1,10	1,10	1,50	0,00	0,00
		GEO-F1	1,00	1,00	1,00	0,00	1,00	1,00	1,30	0,00	0,00
		GEO-F2	1,00	1,00	1,00	1,30 <sup>a</sup>	1,00	1,00	1,30	0,00	0,00
		GEO-ECC	1,00	1,00	1,00	0,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,00
		GEO-SISM ↓	1,00	1,00	1,00	1,00 <sup>a</sup>	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00
		GEO-SISM ↑	1,00	1,00	1,00	1,00 <sup>a</sup>	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00
		STR_F1	1,00	1,00	1,00	0,00	1,30	1,30	1,50	0,00	0,00
		STR_F2	1,00	1,00	1,00	1,50	1,30	1,30	1,50	0,00	0,00
Combinazioni per verifiche strutturali	SLE	SLE-QP	1,00	1,00	1,00	0,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00
		SLE-FR	1,00	1,00	1,00	0,00	1,00	1,00	0,70	0,00	0,00
		SLE-CAR	1,00	1,00	1,00	0,00	1,00	1,00	1,00	0,00	0,00
		SLE-SISM ↓	1,00	1,00	1,00	1,00 <sup>a</sup>	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00
		SLE-SISM ↑	1,00	1,00	1,00	1,00 <sup>a</sup>	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00

Tabella 6: coefficienti di combinazione utilizzati nelle analisi (<sup>a</sup> il carico accidentale è stato considerato pari a 20kPa in fase statica e pari a 10kPa in fase sismica).

### 7.3 Verifiche agli stati limite di esercizio

Le analisi allo stato limite di esercizio sono eseguite con riferimento ai valori caratteristici delle azioni e dei parametri di resistenza dei materiali e si risolvono nel controllare che i valori di tensione nei materiali siano inferiori ai limiti di normativa (punto 4.1.2.2.5 del D.M. 14/01/2008).

- Calcestruzzo compresso:
  - Comb. rara  $\sigma_c < 0.60 \times f_{ck}$  per cls  $R_{ck}$  30  $\rightarrow \sigma_c < 14.94 \text{ N/mm}^2$
  - Comb. quasi permanente  $\sigma_c < 0.45 \times f_{ck}$  per cls  $R_{ck}$  30  $\rightarrow \sigma_c < 11.21 \text{ N/mm}^2$
- Acciaio teso:

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
MURO SOSTEGNO ROTONDA S. TRADA DA PK 0+036 A PK 0+087 - RELAZIONE DI CALCOLO		<i>Codice documento</i> CS0670_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

- Comb. rara  $\sigma_s < 0.80 \times f_{yk}$  per acciaio B450  $\rightarrow \sigma_s < 360.0 \text{ N/mm}^2$

## 7.4 Verifiche a fessurazione

Viene eseguita la verifica allo stato limite di apertura delle fessure con riferimento al D.M. 14/01/2008.

Prima di procedere alle verifiche a fessurazione è necessario definire delle apposite combinazioni di carico ed effettuare una valutazione relativa al grado di protezione delle armature metalliche contro la corrosione (in termini di condizioni ambientali e sensibilità delle armature stesse alla corrosione). Si distinguono i seguenti casi (riportati nella tabella 4.1.II del D.M. 14/01/2008):

- *Combinazioni di azioni:*
  - Frequente (indicata con FR);
  - Quasi Permanente (indicata con QP).
- *Condizioni ambientali:*
  - Ordinarie;
  - Aggressive;
  - Molto Aggressive.
- *Sensibilità delle armature alla corrosione:*
  - Sensibili (acciai da precompresso);
  - Poco sensibili (acciai ordinari).

Come criteri di scelta dello stato limite di fessurazione si fa riferimento alla tabella di seguito riportata.

Gruppi di esigenze	Condizioni ambientali	Combinazione di azioni	Armatura			
			Sensibile		Poco sensibile	
			Stato limite	$w_d$	Stato limite	$w_d$
<b>a</b>	Ordinarie	frequente	apertura fessure	$\leq w_2$	apertura fessure	$\leq w_3$
		quasi perman.	apertura fessure	$\leq w_1$	apertura fessure	$\leq w_2$
<b>b</b>	Aggressive	frequente	apertura fessure	$\leq w_1$	apertura fessure	$\leq w_2$
		quasi perman.	decompressione	-	apertura fessure	$\leq w_1$
<b>c</b>	Molto aggressive	frequente	formazione fessure	-	apertura fessure	$\leq w_1$
		quasi perman.	decompressione	-	apertura fessure	$\leq w_1$

Tabella 7: Criteri di scelta dello stato limite di fessurazione.

Si considerano i seguenti valori limite di apertura delle fessure:

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
MURO SOSTEGNO ROTONDA S. TRADA DA PK 0+036 A PK 0+087 - RELAZIONE DI CALCOLO		<i>Codice documento</i> CS0670_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

- $w_1 = 0.2$  mm;
- $w_2 = 0.3$  mm;
- $w_3 = 0.4$  mm.

In base alla tabella 4.1.III del D.M. 14.01.2008, le classi di esposizione individuate per le opere in esame riconducono a condizioni ambientali del tipo "Ordinarie". Pertanto, secondo la tabella 4.1.IV:

Gruppi di esigenze	Condizioni ambientali	Combinazione	Armatura poco sensibile	
			Stato Limite	$w_d$
a	Molto aggressive (XF4)	Frequente	Apertura fessure	$\leq w_1 = 0.2$ mm
		Quasi permanente	Apertura fessure	$\leq w_1 = 0.2$ mm

*Tabella 8: Apertura delle fessure considerata nel calcolo.*

Il calcolo è condotto attraverso i seguenti passaggi:

- Valutazione della distanza media tra le fessure ( $\Delta_{sm}$ );
- Valutazione della deformazione media delle barre d'armatura ( $\epsilon_{sm}$ );
- Valutazione dell'ampiezza delle fessure (valore medio e valore di calcolo).

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
MURO SOSTEGNO ROTONDA S. TRADA DA PK 0+036 A PK 0+087 - RELAZIONE DI CALCOLO		<i>Codice documento</i> CS0670_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

## 7.5 Analisi dei carichi

Nel seguito si riportano i valori caratteristici dei carichi utilizzati per le verifiche del muro in oggetto. A seconda delle diverse combinazioni di carico prescritte dalla normativa, tali carichi sono poi stati amplificati per i corrispondenti coefficienti parziali.

### 7.5.1 Peso proprio

Il peso proprio del muro in c.a. è valutato in ragione di 25.00 kN/m<sup>3</sup>.

### 7.5.2 Peso dei terreni

Il peso delle diverse unità geotecniche è riportato nel Capitolo 5.

### 7.5.3 Spinta delle terre

Le spinte del terreno sono valutate in base alle caratteristiche geotecniche dei rilevati riportate nel Capitolo 5. Il valore di spinta sulla struttura è calcolato secondo la seguente espressione:

$$S_{\text{ter}} = \left( \frac{1}{2} \cdot K_a \cdot \gamma \cdot H - 2 \cdot c' \cdot \sqrt{K_a} \right) \cdot H$$

dove:

$\gamma$	peso terreno a monte del muro per unità di volume
$\phi$	angolo di attrito interno del terreno a monte del muro
$c'$	coesione efficace del terreno a monte del muro
$K_a$	coefficiente di spinta attiva secondo Rankine (in fase statica) o secondo Mononobe-Okabe (in fase sismica)
$H$	altezza di spinta

Nel calcolo delle spinte si è considerato un angolo d'attrito terreno-muro pari a  $2/3 \cdot \phi$  sia per i muri prefabbricati sia per quelli gettati in opera.

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
MURO SOSTEGNO ROTONDA S. TRADA DA PK 0+036 A PK 0+087 - RELAZIONE DI CALCOLO		<i>Codice documento</i> CS0670_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

### 7.5.3.1 Coefficienti di spinta in fase statica

Il coefficiente di spinta attiva  $K_a$  del terreno a monte del muro è stato calcolato secondo la relazione di Rankine sotto riportata, nella quale il valore dell'angolo di attrito terreno-muro  $\delta$  è stato assunto pari a  $(2/3) \cdot \phi$ :

$$K_a = \frac{\sin(\alpha + \phi)}{\sin^2 \alpha \cdot \sin(\alpha - \delta) \cdot \left[ 1 + \sqrt{\frac{\sin(\phi + \delta) \cdot \sin(\phi - \beta)}{\sin(\alpha - \delta) \cdot \sin(\alpha + \beta)}} \right]^2}$$

dove:

$\alpha$	angolo di inclinazione rispetto alla verticale del paramento di monte del muro
$\beta$	angolo di inclinazione rispetto all'orizzontale del terreno a monte del muro
$\phi$	angolo di attrito efficace del terreno a monte del muro
$\delta$	angolo di attrito terreno-muro

La tabella seguente riassume i coefficienti di spinta utilizzati nei calcoli effettuati; il pedice 'h' indica che i coefficienti di spinta attiva e passiva sono stati calcolati in direzione orizzontale.

Strato	S.L.	Parametri del terreno	Approccio	$\phi$ [°]	$k_{ah}$ $i^{(*)} = 0^\circ$
Materiale da rilevato	S.L.E.	Caratteristici	-	38	0.217
	S.L.U.	Caratteristici	A1+M1+R1	38	0.217
	S.L.U.	Progetto	A2+M2+R2	32	0.275

Tabella 9: Coefficienti di spinta caso statico. ( $i^{(*)}$  = pendenza di terreno a monte del muro).

### 7.5.3.2 Coefficienti di spinta in fase sismica

I coefficienti di spinta in fase sismica sono stati valutati mediante la relazione di Mononobe – Okabe:

$$K_{a,sism} = \frac{\sin^2(\alpha + \phi - \vartheta)}{\cos \vartheta \cdot \sin^2 \phi \cdot \sin(\alpha - \vartheta - \delta) \cdot \left[ 1 + \sqrt{\frac{\sin(\phi + \delta) \cdot \sin(\phi - \beta - \vartheta)}{\sin(\alpha - \vartheta - \delta) \cdot \sin(\alpha + \beta)}} \right]^2}$$



		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
MURO SOSTEGNO ROTONDA S. TRADA DA PK 0+036 A PK 0+087 - RELAZIONE DI CALCOLO		<i>Codice documento</i> CS0670_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

Dove, oltre ai termini il cui significato è già stato esposto in precedenza, si assume

$$\vartheta = \arctan\left(\frac{k_h}{1 \pm k_v}\right)$$

La seguente tabella riassume i coefficienti di spinta in fase sismica per i terreni in esame:

Strato	S.L.	Parametri del terreno	Approccio	$\phi$ [°]	$k_{ah}$ $i (^{\circ}) = 0^{\circ}$	
					$k_v > 0$	$k_v < 0$
Materiale da rilevato	S.L.E.	Caratteristici	-	38	0.238	0.239
	S.L.U.	Progetto	A2+M2+R2	32	0.373	0.393

Tabella 10: Coefficienti di spinta caso sismico. (<sup>(\*)</sup>  $i$  = pendenza di terreno a monte del muro).

#### 7.5.4 Spinta idrostatica dell'acqua di falda

Poiché in presenza di falda si disporranno opportuni drenaggi a tergo dei muri, nelle analisi non si è considerata la spinta dell'acqua sul paramento del muro.

#### 7.5.5 Sovraccarichi

A monte del muro si trova una carreggiata autostradale; il sovraccarico stradale è stato rappresentato come un carico uniformemente distribuito. In base a quanto richiesto dalle specifiche, il valore caratteristico di tale carico è stato assunto pari a 20kN/m<sup>2</sup> nelle analisi in condizione statica e a 10kN/m<sup>2</sup> nelle analisi in condizione sismica.

#### 7.5.6 Urto

Poiché a monte del muro è presente la carreggiata autostradale, nel calcolo di è tenuto conto anche della forza trasmessa al muro da un veicolo in svio che urtasse la barriera di sicurezza. Tale forza è stata assunta pari a 100kN e la si è considerata distribuita uniformemente su un tratto di muro di lunghezza 3m.

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
MURO SOSTEGNO ROTONDA S. TRADA DA PK 0+036 A PK 0+087 - RELAZIONE DI CALCOLO		<i>Codice documento</i> CS0670_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

## 8 FASI COSTRUTTIVE

Nel seguito vengono brevemente descritte le fasi esecutive per la realizzazione dell'opera in oggetto:

1. sbancamento per raggiungere la quota di imposta della fondazione;
2. getto in c.a. della fondazione con adeguati ferri di ripresa per la successiva solidarizzazione con l'elevazione;
3. getto in c.a. dell'elevazione;
4. riempimento orizzontale a tergo del muro.

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
MURO SOSTEGNO ROTONDA S. TRADA DA PK 0+036 A PK 0+087 - RELAZIONE DI CALCOLO		<i>Codice documento</i> CS0670_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

## 9 MODELLO DI CALCOLO

### 9.1 Caratteristiche generali dell'opera

Il muro in analisi ha sviluppo di circa 54,7m e ha altezza dell'elevazione variabile tra 9,70m e 12,8m circa. Dato che l'altezza di 12,8m ricorre per quasi tutto lo sviluppo del muro, per il dimensionamento si fa riferimento alla seguente geometria:

- altezza di spinta  $H_{spinta}=12,80m$ .
- lunghezza ciabatta di fondazione del muro  $d = 3m$
- spessore della fondazione  $S_f=1,50m$

Il paramento di valle del muro è verticale, mentre quello di monte presenta un primo tratto verticale che si estende fino a 2.0m al di sotto del piano stradale, per poi assumere un'inclinazione rispetto alla verticale di circa 1/10; in testa al muro è presente un cordolo a sbalzo avente la funzione di sostenere la barriera di sicurezza. A causa dell'inclinazione del paramento di monte lo spessore del muro varia da un minimo (in corrispondenza del tratto verticale) di 50cm ad un massimo (alla base dell'elevazione) di 1.60m.

La seguente Figura riporta una sezione rappresentativa del muro; per ulteriori dettagli si rimanda agli elaborati grafici di progetto.

MURO SOSTEGNO ROTONDA S. TRADA  
DA PK 0+036 A PK 0+087 - RELAZIONE DI CALCOLO

Codice documento  
CS0670\_F0

Rev  
F0

Data  
20/06/2011

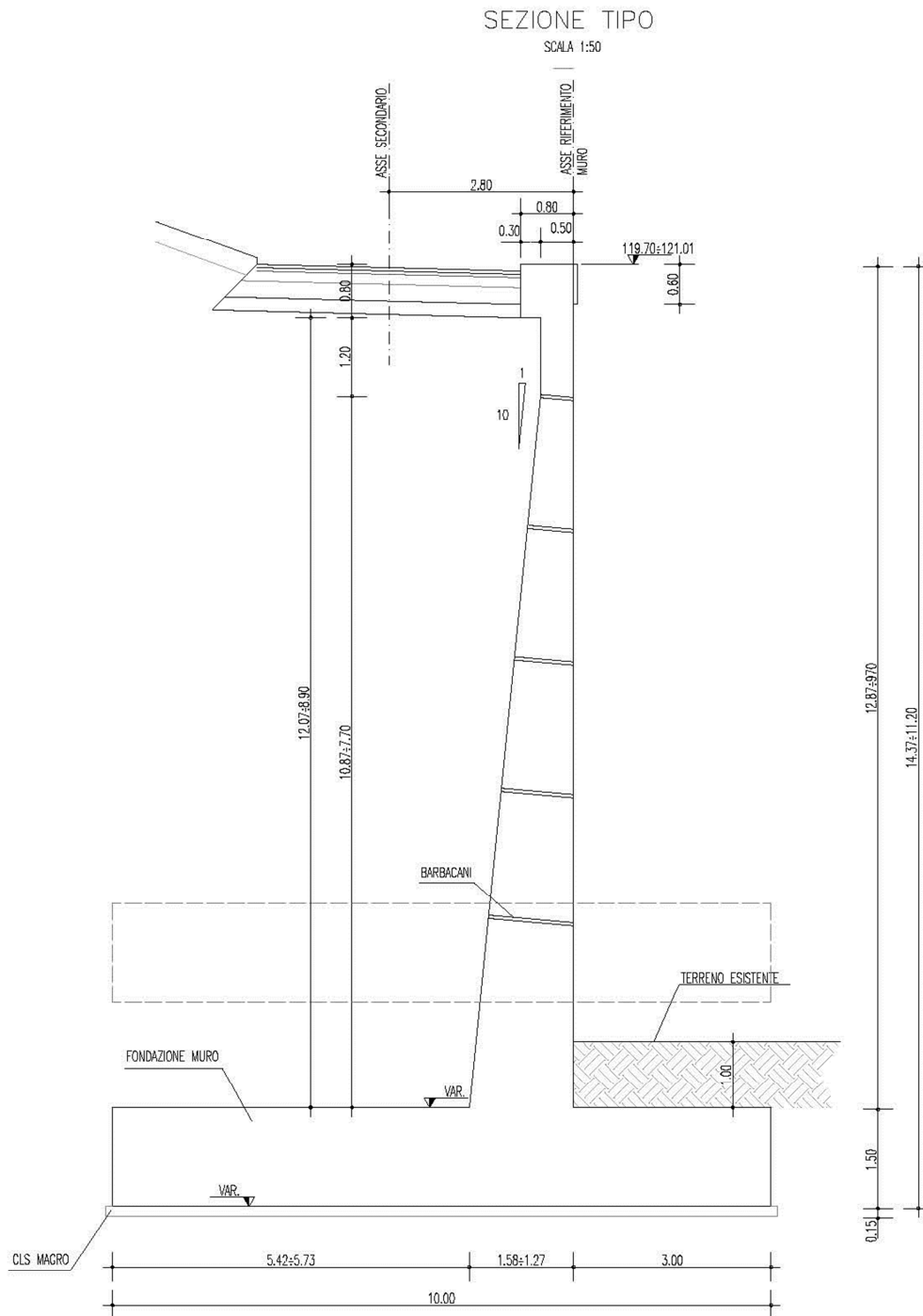


Figura 5: Sezione tipo muro

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
MURO SOSTEGNO ROTONDA S. TRADA DA PK 0+036 A PK 0+087 - RELAZIONE DI CALCOLO		<i>Codice documento</i> CS0670_F0	<table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 50%;"><i>Rev</i></td> <td style="width: 50%;"><i>Data</i></td> </tr> <tr> <td>F0</td> <td>20/06/2011</td> </tr> </table>	<i>Rev</i>	<i>Data</i>	F0	20/06/2011
<i>Rev</i>	<i>Data</i>						
F0	20/06/2011						

## 10 VERIFICHE

### 10.1 Verifiche geotecniche

#### 10.1.1 Verifica a ribaltamento

Combinazione	$M_{RIB}$	$M_{STAB}$	$F_{S RIB}$
	[kN · m]	[kN · m]	
	S1	S1	S1
EQU	938	12384	13,20
GEO-ECC	3808	13760	3,61
GEO-SISMA ↓	5826	13082	2,25
GEO-SISMA ↑	6024	15274	2,54

Tabella 11: Verifica a ribaltamento

#### 10.1.2 Verifica a scorrimento sul piano di posa

Combinazione	$T_{SOLL}$	$T_{RES}$	$F_{S scorr}$
	[kN/m]	[kN/m]	
	S1	S1	S1
GEO-F1	622	1746	2,81
GEO-F2	622	1866	3,00
GEO-ECC	633	1746	2,76
GEO-SISMA ↓	1078	1653	1,53
GEO-SISMA ↑	1119	1931	1,73
STR-F1	605	1746	2,89
STR-F2	605	1885	3,12

Tabella 12: Verifica a scorrimento sul piano di posa.

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
MURO SOSTEGNO ROTONDA S. TRADA DA PK 0+036 A PK 0+087 - RELAZIONE DI CALCOLO		<i>Codice documento</i> CS0670_F0	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%;"><i>Rev</i></td> <td style="width: 50%;"><i>Data</i></td> </tr> <tr> <td>F0</td> <td>20/06/2011</td> </tr> </table>	<i>Rev</i>	<i>Data</i>	F0	20/06/2011
<i>Rev</i>	<i>Data</i>						
F0	20/06/2011						

### 10.1.3 Verifica di capacità portante della fondazione

Per il calcolo della capacità portante della fondazione è stata utilizzata la relazione proposta da Vesic:

$$q_{ult} = c' \cdot N_c \cdot s_c \cdot d_c \cdot i_c \cdot g_c \cdot b_c + q \cdot N_q \cdot s_q \cdot d_q \cdot i_q \cdot g_q \cdot b_q + 0.5 \cdot B \cdot \gamma \cdot N_\gamma \cdot s_\gamma \cdot d_\gamma \cdot i_\gamma \cdot g_\gamma \cdot b_\gamma$$

dove:

- $c'$  è la coesione efficace del terreno di fondazione;
- $\varphi'$  è l'angolo d'attrito interno del terreno di fondazione;
- $\gamma$  è il peso per unità di volume del terreno di fondazione;
- $q$  è il sovraccarico laterale dovuto al ricoprimento della fondazione;
- $B$  è il lato minore della fondazione;
- i coefficienti  $s_i, d_i, i_i, g_i, d_{i_i}$ , funzione dei parametri di resistenza del terreno, tengono conto rispettivamente della forma della fondazione, dell'approfondimento della fondazione, dell'inclinazione del carico, dell'inclinazione del terreno e dell'inclinazione del piano i posa.

Per l'espressione dei coefficienti si rimanda a [9].

La capacità portante ottenuta è stata confrontata con lo sforzo  $\sigma_{soll}$  trasmesso al terreno dalla fondazione del muro; nel caso in cui il terreno risultante soggetto a (irrealistici) sforzi di trazione si è considerata una fondazione di dimensioni opportunamente ridotte, così da ottenere uno sforzo di compressione ovunque.

Combinazione	$\sigma_{soll}$ [kN/m]	$q_{ult}$ [kN/m]	$F_{S\ scorr}$
	S1	S1	S1
GEO-F1	265,80	1306,73	4,92
GEO-F2	272,36	1438,46	5,28
GEO-ECC	247,88	1252,21	4,56
GEO-SISMA ↓	308,45	425,93	1,38
GEO-SISMA ↑	330,22	591,21	1,79
STR-F1	269,99	3250,94	12,04
STR-F2	277,25	3635,85	13,11

Tabella 13: Verifica di capacità portante della fondazione.

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
MURO SOSTEGNO ROTONDA S. TRADA DA PK 0+036 A PK 0+087 - RELAZIONE DI CALCOLO		<i>Codice documento</i> CS0670_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

## 10.2 Verifiche strutturali

Si riportano di seguito le sollecitazioni nell'elevazione e nella fondazione del muro per le tre sezioni di calcolo per ognuna delle combinazioni considerate.

Combinazione	$M_{d, ELEV}$	$V_{d, ELEV}$	$M_{d, FOND}$	$V_{d, FOND}$
	[kN·m/m]	[kN/m]	[kN·m/m]	[kN/m]
	S1	S1	S1	S1
GEO-F1	2802	606	2023	712
GEO-F2	2802	606	2009	719
GEO-ECC	3111	615	2230	752
GEO-SISMA ↓	3276	710	3870	1048
GEO-SISMA ↑	3276	741	3278	1077
STR-F1	2746	598	1981	703
STR-F2	2746	598	1964	711
SLE-QP	1663	390	1067	524
SLE-FR	1936	432	1286	567
SLE-CAR	2053	451	1379	585
SLE- SISMA ↓	2083	476	2217	700
SLE- SISMA ↑	2104	481	2687	900

Tabella 14: Sollecitazioni nel muro allo SLE e allo SLU.

Il momento flettente provocato dal peso del cordolo a sbalzo in testa al muro, a favore di sicurezza, è stato trascurato nelle verifiche.

### 10.2.1 Verifiche agli S.L.U.

Le verifiche vengono effettuate agli stati limite ultimi confrontando le sollecitazioni massime ottenute dal calcolo nella condizione più sfavorevole con i domini di progetto delle sezioni. Nella seguente tabella si riportano le sollecitazioni massime di progetto in elevazione e in fondazione per metro di muro; a favore di sicurezza la fondazione è stata dimensionata tutta sulla base delle sollecitazioni nella porzione più sollecitata, vale a dire la mensola posteriore.

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>MURO SOSTEGNO ROTONDA S. TRADA</b> <b>DA PK 0+036 A PK 0+087 - RELAZIONE DI CALCOLO</b>		<i>Codice documento</i> CS0670_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

## 10.2.2 Verifica a flessione

A favore di sicurezza, la verifica dell'elevazione nel confronto delle sollecitazioni flettenti è stata effettuata trascurando l'azione assiale.

### 10.2.2.1 Sezione S1- Elevazione

Si considera un'armatura doppia simmetrica costituita da barre  $\Phi 24$  disposte su quattro strati (2 in zona tesa e 2 in zona compressa) comprendenti 10 barre ognuno, copriferro di calcolo 6,2cm (corrispondente ad un copriferro netto di 5cm). Di seguito si riporta la verifica eseguita con il programma STS.

#### METODO SEMIPROBABILISTICO - VERIFICA A ROTTURA

Sezione descritta con il metodo dei trapezi elementari

1 Trapezi elementari - 3 Parametri geometrici -  
Unità di misura:(cm) - Elenco dei parametri ad iniziare dall'estradosso

b1 100,0  
h2 160,0 b3 100,0

#### Descrizione dell'armatura normale

10  $\Phi 24$  mm posizionati a 6,2 cm da intradosso  
10  $\Phi 24$  mm posizionati a 12,1 cm da intradosso  
10  $\Phi 24$  mm posizionati a 147,9 cm da intradosso  
10  $\Phi 24$  mm posizionati a 153,8 cm da intradosso

Area armatura normale =18095,6 (mm<sup>2</sup>) a 80,0 cm da intrad.

#### Caratteristiche Fisico-Elastiche dei materiali

Modulo Elastico acciaio normale = 210000,0 (N/mm<sup>2</sup>)  
Modulo Elastico calcestruzzo = 33674,9 (N/mm<sup>2</sup>)  
Resistenza cubica del calcestruzzo:  $R_{ck}$  = 35,00 (N/mm<sup>2</sup>)  
Resistenza cubica iniziale (alla tesatura):  $R_{ckj}$  = 35,00 (N/mm<sup>2</sup>)  
Soglia di snervamento acciaio normale:  $F_{yk}$  = 450,00 (N/mm<sup>2</sup>)

#### Ipotesi di calcolo

Legge costitutiva del calcestruzzo : Parabola Rettangolo  
Accorciamento ultimo a flessione = 0,3500 %  
Accorciamento ultimo a compress. = 0,2000 %  
Legge costitutiva dell'acciaio normale : Bilineare  
Allungamento ultimo acciaio normale = 0,675 %  
Coefficiente di sicurezza calcestruzzo :  $\gamma_c$  = 1,500  
Coefficiente di sicurezza acciaio :  $\gamma_s$  = 1,150  
Termine di lunga durata :  $F_1$  = 0,850  
Rapporto  $R_{cyl}/R_{cubo}$  :  $F_2$  = 0,830  
Resistenza di progetto calcestruzzo :  $F_1 \cdot F_2 \cdot R_{cubo} / \gamma_c = 0,47 R_{cubo}$



		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
<b>MURO SOSTEGNO ROTONDA S. TRADA</b> <b>DA PK 0+036 A PK 0+087 - RELAZIONE DI CALCOLO</b>		<i>Codice documento</i> CS0670_F0	<table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 50%;"><i>Rev</i></td> <td style="width: 50%;"><i>Data</i></td> </tr> <tr> <td>F0</td> <td>20/06/2011</td> </tr> </table>	<i>Rev</i>	<i>Data</i>	F0	20/06/2011
<i>Rev</i>	<i>Data</i>						
F0	20/06/2011						

Resistenza di progetto dell'acciaio :  $F_{sd} = F_{yk}/\gamma_s = 0,87F_{yk}$

Resistenze di progetto

Calcestruzzo = 16,46(N/mm<sup>2</sup>)  
Acciaio normale = 391,30(N/mm<sup>2</sup>)

Convenzioni di segno

Sono positive le trazioni  
Sono positivi i momenti che tendono l'intradosso sezione

Condizione di carico 1

Momento di Progetto  $M_d = 3276,0$ (KN.m)  
Sforzo di Progetto  $N_d = 0,0$ (KN)

Distanza asse neutro da lembo compresso = 24,5 (cm)  
Momento di Rottura  $M_r = 5035,7$ (KN.m)  
Sforzo di Rottura  $N_r = -1,8$ (KN)  
Rottura nel Dominio 2

Rapporto  $M_r/M_d = 1,537$

**10.2.2 Sezione S1 – Fondazione**

Si considera un'armatura doppia simmetrica costituita da barre  $\Phi 24$  disposte su quattro strati (2 in zona tesa e 2 in zona compressa) comprendenti 10 barre ognuno, copriferro di calcolo 6,2cm (corrispondente ad un copriferro netto di 5cm). Di seguito si riporta la verifica eseguita con il programma STS.

**METODO SEMIPROBABILISTICO - VERIFICA A ROTTURA**

Sezione descritta con il metodo dei trapezi elementari

1 Trapezi elementari - 3 Parametri geometrici -  
Unita` di misura:(cm) - Elenco dei parametri ad iniziare dall'estradosso

b1 100,0  
h2 150,0 b3 100,0

Descrizione dell'armatura normale

10  $\varnothing 24$  mm posizionati a 6,2 cm da intradosso  
10  $\varnothing 24$  mm posizionati a 12,1 cm da intradosso  
10  $\varnothing 24$  mm posizionati a 137,9 cm da intradosso  
10  $\varnothing 24$  mm posizionati a 143,8 cm da intradosso

Area armatura normale =18095,6 (mm<sup>2</sup>) a 75,0 cm da intrad.

Caratteristiche Fisico-Elastiche dei materiali

Modulo Elastico acciaio normale = 210000,0(N/mm<sup>2</sup>)  
Modulo Elastico calcestruzzo = 33674,9(N/mm<sup>2</sup>)

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
<b>MURO SOSTEGNO ROTONDA S. TRADA</b> <b>DA PK 0+036 A PK 0+087 - RELAZIONE DI CALCOLO</b>		<i>Codice documento</i> CS0670_F0	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: center;"><i>Rev</i></th> <th style="text-align: center;"><i>Data</i></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">F0</td> <td style="text-align: center;">20/06/2011</td> </tr> </tbody> </table>	<i>Rev</i>	<i>Data</i>	F0	20/06/2011
<i>Rev</i>	<i>Data</i>						
F0	20/06/2011						

Resistenza cubica del calcestruzzo:  $R_{ck} = 35,00 \text{ (N/mm}^2\text{)}$   
Resistenza cubica iniziale (alla tesatura):  $R_{ckj} = 35,00 \text{ (N/mm}^2\text{)}$   
Soglia di snervamento acciaio normale:  $F_{yk} = 450,00 \text{ (N/mm}^2\text{)}$

#### Ipotesi di calcolo

Legge costitutiva del calcestruzzo : Parabola Rettangolo  
Accorciamento ultimo a flessione = 0,3500 %  
Accorciamento ultimo a compress. = 0,2000 %  
Legge costitutiva dell'acciaio normale : Bilineare  
Allungamento ultimo acciaio normale = 0,675 %  
Coefficiente di sicurezza calcestruzzo :  $\gamma_c = 1,500$   
Coefficiente di sicurezza acciaio :  $\gamma_s = 1,150$   
Termine di lunga durata :  $F_1 = 0,850$   
Rapporto  $R_{cyl}/R_{cubo}$  :  $F_2 = 0,830$   
Resistenza di progetto calcestruzzo :  $F_1 \cdot F_2 \cdot R_{cubo} / \gamma_c = 0,47 R_{cubo}$   
Resistenza di progetto dell'acciaio :  $F_{sd} = F_{yk} / \gamma_s = 0,87 F_{yk}$

#### Resistenze di progetto

Calcestruzzo = 16,46 (N/mm<sup>2</sup>)  
Acciaio normale = 391,30 (N/mm<sup>2</sup>)

#### Convenzioni di segno

Sono positive le trazioni  
Sono positivi i momenti che tendono l'intradosso sezione

#### Condizione di carico 1

Momento di Progetto  $M_d = 3870,0 \text{ (KN.m)}$   
Sforzo di Progetto  $N_d = 0,0 \text{ (KN)}$

Distanza asse neutro da lembo compresso = 23,6 (cm)  
Momento di Rottura  $M_r = 4689,9 \text{ (KN.m)}$   
Sforzo di Rottura  $N_r = -4,9 \text{ (KN)}$   
Rottura nel Dominio 2  
Rapporto  $M_r/M_d = 1,212$

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
MURO SOSTEGNO ROTONDA S. TRADA DA PK 0+036 A PK 0+087 - RELAZIONE DI CALCOLO		<i>Codice documento</i> CS0670_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

### 10.2.3 Verifica a taglio

Si esegue dapprima la verifica degli *elementi senza armature resistenti a taglio* secondo quanto previsto nel D.M. 14/01/2008 al punto 4.1.2.1.3.1.

Indicato con  $V_{Ed}$  il valore di calcolo dello sforzo di taglio agente allo SLU (corrispondente alla massima sollecitazione a taglio di progetto), si verifica controllando che risulti:

$$V_{Ed} < V_{Rd} = \max \left\{ \left( 0.18 \cdot k \cdot \frac{\sqrt[3]{100 \cdot \rho_l \cdot f_{ck}}}{\gamma_c} + 0.15 \cdot \sigma_{cp} \right) \cdot b_w \cdot d ; (v_{min} + 0.15 \cdot \sigma_{cp}) \cdot b_w \cdot d \right\}$$

$$k = 1 + \sqrt{\frac{200}{d}} \leq 2 \quad v_{min} = 0.035 \cdot \sqrt{k^3} \cdot \sqrt{f_{ck}} \quad \rho_l = \frac{A_{sl}}{b_w \cdot d} \leq 0.02 \quad \sigma_{cp} = \frac{N_{Ed}}{A_c} \leq 0.2 \cdot f_{cd}$$

dove:

$d$  | altezza utile della sezione espressa in mm  
 $b_w$  | larghezza minima della sezione espressa in mm

Qualora la verifica non andasse a buon fine è necessario ricorrere ad *elementi provvisti di armature resistenti a taglio* secondo quanto previsto al punto 4.1.2.1.3.2 del già citato D.M.

Con riferimento all'armatura trasversale, la resistenza di calcolo a “*taglio-trazione*” si calcola con:

$$V_{Rsd} = 0.9 \cdot d \cdot \frac{A_{sw}}{s} \cdot f_{yd} \cdot (\cot \alpha + \cot \vartheta) \cdot \sin \alpha$$

Con riferimento al calcestruzzo d'anima, la resistenza di calcolo a “*taglio-compressione*” si calcola con:

$$V_{Rcd} = 0.9 \cdot d \cdot b_w \cdot \alpha_c \cdot f'_{cd} \cdot \frac{\cot \alpha + \cot \vartheta}{1 + \cot^2 \vartheta}$$

La resistenza a taglio dell'elemento strutturale è la minore delle due sopra definite:

$$V_{Rd} = \min(V_{Rsd} ; V_{Rcd}) 0.9 \cdot d \cdot \frac{A_{sw}}{s} \cdot f_{yd} \cdot (\cot \alpha + \cot \vartheta) \cdot \sin \alpha$$

Nelle precedenti espressioni, i nuovi parametri, introdotti rispetto al caso di elementi sprovvisti di armatura a taglio, assumono il seguente significato:

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
<b>MURO SOSTEGNO ROTONDA S. TRADA</b> <b>DA PK 0+036 A PK 0+087 - RELAZIONE DI CALCOLO</b>		<i>Codice documento</i> CS0670_F0	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: left;"><i>Rev</i></th> <th style="text-align: left;"><i>Data</i></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">F0</td> <td style="text-align: center;">20/06/2011</td> </tr> </tbody> </table>	<i>Rev</i>	<i>Data</i>	F0	20/06/2011
<i>Rev</i>	<i>Data</i>						
F0	20/06/2011						

$\vartheta$	inclinazione dei puntoni di calcestruzzo rispetto all'asse dell'elemento con la limitazione $1.0 \leq \text{ctg } \vartheta \leq 2.5$								
$\alpha$	inclinazione dell'armatura trasversale rispetto all'asse dell'elemento								
$A_{sw}$	area dell'armatura trasversale								
$s$	interasse tra due armature trasversali consecutive								
$f'_{cd} = 0.5 \cdot f_{cd}$	resistenza a compressione ridotta del calcestruzzo d'anima								
$\alpha_c$	coefficiente maggiorativi pari a: <table style="margin-left: 40px; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="padding-right: 10px;">1</td> <td>per membrature non compresse</td> </tr> <tr> <td style="padding-right: 10px;"><math>1 + \sigma_{cp}/f_{cd}</math></td> <td>per <math>0 \leq \sigma_{cp} &lt; 0.25 \cdot f_{cd}</math></td> </tr> <tr> <td style="padding-right: 10px;">1.25</td> <td>per <math>0.25 \cdot f_{cd} \leq \sigma_{cp} \leq 0.5 \cdot f_{cd}</math></td> </tr> <tr> <td style="padding-right: 10px;"><math>2.5 \cdot (1 - \sigma_{cp}/f_{cd})</math></td> <td>per <math>0.5 \cdot f_{cd} &lt; \sigma_{cp} &lt; f_{cd}</math></td> </tr> </table>	1	per membrature non compresse	$1 + \sigma_{cp}/f_{cd}$	per $0 \leq \sigma_{cp} < 0.25 \cdot f_{cd}$	1.25	per $0.25 \cdot f_{cd} \leq \sigma_{cp} \leq 0.5 \cdot f_{cd}$	$2.5 \cdot (1 - \sigma_{cp}/f_{cd})$	per $0.5 \cdot f_{cd} < \sigma_{cp} < f_{cd}$
1	per membrature non compresse								
$1 + \sigma_{cp}/f_{cd}$	per $0 \leq \sigma_{cp} < 0.25 \cdot f_{cd}$								
1.25	per $0.25 \cdot f_{cd} \leq \sigma_{cp} \leq 0.5 \cdot f_{cd}$								
$2.5 \cdot (1 - \sigma_{cp}/f_{cd})$	per $0.5 \cdot f_{cd} < \sigma_{cp} < f_{cd}$								

In presenza di significativo sforzo assiale, come ad esempio nel caso della precompressione, è necessario considerare un'ulteriore limitazione relativa all'inclinazione dei puntoni di calcestruzzo:

$$\cot \vartheta_1 \leq \cot \vartheta$$

in cui:

$\vartheta_1$	angolo di inclinazione della prima fessurazione ricavato come $\cot \vartheta_1 = \tau / \sigma_1$
$\tau$	tensione tangenziale sulla corda baricentrica della sezione interamente reagente
$\sigma_1$	tensione principale di trazione sulla corda baricentrica della sezione interamente reagente.

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
<b>MURO SOSTEGNO ROTONDA S. TRADA</b> <b>DA PK 0+036 A PK 0+087 - RELAZIONE DI CALCOLO</b>		<i>Codice documento</i> CS0670_F0	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%;"><i>Rev</i></td> <td style="width: 50%;"><i>Data</i></td> </tr> <tr> <td>F0</td> <td>20/06/2011</td> </tr> </table>	<i>Rev</i>	<i>Data</i>	F0	20/06/2011
<i>Rev</i>	<i>Data</i>						
F0	20/06/2011						

### 10.2.3.1 Sezione S1 – Fondazione

#### **Caratteristiche dei materiali:**

Resistenza caratteristica a compressione cubica cls	$R_{ck}$	=	35	N/mm <sup>2</sup>
Resistenza caratteristica a compressione cilindrica cls	$f_{ck}$	=	28	N/mm <sup>2</sup>
Resistenza di calcolo a compressione del cls	$f_{cd}$	=	15,87	N/mm <sup>2</sup>
Resistenza di calcolo a trazione dell'acciaio	$f_{yd}$	=	391,30	N/mm <sup>2</sup>

#### **Sollecitazioni di verifica (S.L.U.):**

Valore di calcolo dello sforzo di taglio agente	$V_{Ed}$	=	1048,00	kN
Valore di calcolo della forza assiale associata a $V_{Ed}$	$N(V_{Ed})$	=	0,00	kN
Valore di calcolo del momento flettente associato a $V_{Ed}$	$M(V_{Ed})$	=	3870,00	kNm

#### **Caratteristiche geometriche della sezione:**

Altezza utile della sezione	$d$	=	1450	mm
Larghezza minima della sezione	$b_w$	=	1000	mm

#### **Armatura della sezione in zona tesa:**

Diametro ferri longitudinali	$\varnothing$	=	24	mm
Numero tondini longitudinali utilizzati	$n$	=	20	--
Area totale di armatura longitudinale in zona tesa	$A_{sl}$	=	9040	mm <sup>2</sup>
Rapporto geometrico dell'armatura longitudinale ( $\leq 0.02$ )	$\rho_l$	=	0,0062	--

#### **VERIFICA SENZA ARMATURA TRASVERSALE RESISTENTE A TAGLIO (§ 4.1.2.1.3.1)**

Fattore dipendente dall'altezza utile della sezione ( $\leq 2$ )	$k$	=	1,37	--
Tensione dipendente dal fattore $k$ e dalla resistenza del cls	$v_{min}$	=	0,30	N/mm <sup>2</sup>
Tensione media di compressione nella sezione ( $\leq 0.2 \times f_{cd}$ )	$\sigma_{cp}$	=	0,00	N/mm <sup>2</sup>
Resistenza ultima a taglio minima	$V_{Rd,min}$	=	431,28	kN
<b>Resistenza ultima a taglio (<math>V_{Rd} \geq V_{Rd,min}</math>)</b>	$V_{Rd}$	=	<b>619,01</b>	<b>kN</b>

#### **VERIFICA NON SODDISFATTA:**

**occorre procedere al dimensionamento dell'armatura trasversale resistente a taglio.**

#### **VERIFICA CON ARMATURA TRASVERSALE RESISTENTE A TAGLIO (§ 4.1.2.1.3.2)**

##### **Armatura aggiuntiva resistente a taglio:**

Angolo di inclinazione armatura trasv. su asse dell'elemento	$\alpha$	=	90	°
Diametro ferri a taglio	$\varnothing_{sw}$	=	12	mm
Numero dei bracci in sezione trasversale	$n_{sw}$	=	4	--
Passo in direzione asse elemento	$s$	=	200	mm
Area totale di armatura a taglio	$A_{sw}$	=	452	mm <sup>2</sup>

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
MURO SOSTEGNO ROTONDA S. TRADA DA PK 0+036 A PK 0+087 - RELAZIONE DI CALCOLO		<i>Codice documento</i> CS0670_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

**Fattori di resistenza a compressione:**

Angolo di inclinazione dei puntoni di cls	$\theta$	=	45 °
Resistenza a compressione ridotta del cls d'anima	$f'_{cd}$	=	7,93 N/mm <sup>2</sup>
Tensione media di compressione nella sezione	$\sigma_{cp}$	=	0,00 N/mm <sup>2</sup>
Coefficiente maggiorativo per membrature compresse	$\alpha_c$	=	1,00 --

Resistenza di calcolo a "taglio trazione" dell'armatura	$V_{Rsd}$	=	1154,07 kN
Resistenza di calcolo a "taglio compressione" del cls	$V_{Rcd}$	=	5176,50 kN
<b>Resistenza ultima a taglio</b>	$V_{Rd}$	=	1154,07 kN

**VERIFICA SODDISFATTA.**

Affinché la verifica al taglio sia soddisfatta occorre quindi inserire delle staffe  $\phi 12$ , passo 20cm, disposte in modo da presentare 4 bracci/m.

**10.2.3.2 Sezione S1 – Elevazione**

**Caratteristiche dei materiali:**

Resistenza caratteristica a compressione cubica cls	$R_{ck}$	=	35 N/mm <sup>2</sup>
Resistenza caratteristica a compressione cilindrica cls	$f_{ck}$	=	28 N/mm <sup>2</sup>
Resistenza di calcolo a compressione del cls	$f_{cd}$	=	15,87 N/mm <sup>2</sup>
Resistenza di calcolo a trazione dell'acciaio	$f_{yd}$	=	391,30 N/mm <sup>2</sup>

**Sollecitazioni di verifica (S.L.U.):**

Valore di calcolo dello sforzo di taglio agente	$V_{Ed}$	=	741,00 kN
Valore di calcolo della forza assiale associata a $V_{Ed}$	$N(V_{Ed})$	=	0,00 kN
Valore di calcolo del momento flettente associato a $V_{Ed}$	$M(V_{Ed})$	=	3276,00 kNm

**Caratteristiche geometriche della sezione:**

Altezza utile della sezione	$d$	=	1550 mm
Larghezza minima della sezione	$b_w$	=	1000 mm

**Armatura della sezione in zona tesa:**

Diametro ferri longitudinali	$\varnothing$	=	24 mm
Numero tondini longitudinali utilizzati	$n$	=	20 --
Area totale di armatura longitudinale in zona tesa	$A_{sl}$	=	9040 mm <sup>2</sup>
Rapporto geometrico dell'armatura longitudinale ( $\leq 0.02$ )	$\rho_l$	=	0,0058 --

**VERIFICA SENZA ARMATURA TRASVERSALE RESISTENTE A TAGLIO (§ 4.1.2.1.3.1)**

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
MURO SOSTEGNO ROTONDA S. TRADA DA PK 0+036 A PK 0+087 - RELAZIONE DI CALCOLO		<i>Codice documento</i> CS0670_F0	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: left;"><i>Rev</i></th> <th style="text-align: left;"><i>Data</i></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">F0</td> <td style="text-align: center;">20/06/2011</td> </tr> </tbody> </table>	<i>Rev</i>	<i>Data</i>	F0	20/06/2011
<i>Rev</i>	<i>Data</i>						
F0	20/06/2011						

Fattore dipendente dall'altezza utile della sezione ( $\leq 2$ ) Tensione dipendente dal fattore k e dalla resistenza del cls Tensione media di compressione nella sezione ( $\leq 0.2 \times f_{cd}$ ) Resistenza ultima a taglio minima <b>Resistenza ultima a taglio (<math>V_{Rd} \geq V_{Rd,min}</math>)</b>	<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 10%;"><math>k</math></td> <td style="width: 10%;">=</td> <td style="width: 10%;">1,36</td> <td style="width: 10%;">--</td> </tr> <tr> <td><math>v_{min}</math></td> <td>=</td> <td>0,29</td> <td>N/mm<sup>2</sup></td> </tr> <tr> <td><math>\sigma_{cp}</math></td> <td>=</td> <td>0,00</td> <td>N/mm<sup>2</sup></td> </tr> <tr> <td><math>V_{Rd,min}</math></td> <td>=</td> <td>454,89</td> <td>kN</td> </tr> <tr> <td><math>V_{Rd}</math></td> <td>=</td> <td>641,40</td> <td>kN</td> </tr> </table>	$k$	=	1,36	--	$v_{min}$	=	0,29	N/mm <sup>2</sup>	$\sigma_{cp}$	=	0,00	N/mm <sup>2</sup>	$V_{Rd,min}$	=	454,89	kN	$V_{Rd}$	=	641,40	kN
$k$	=	1,36	--																		
$v_{min}$	=	0,29	N/mm <sup>2</sup>																		
$\sigma_{cp}$	=	0,00	N/mm <sup>2</sup>																		
$V_{Rd,min}$	=	454,89	kN																		
$V_{Rd}$	=	641,40	kN																		

**VERIFICA NON SODDISFATTA:**

**occorre procedere al dimensionamento dell'armatura trasversale resistente a taglio.**

**VERIFICA CON ARMATURA TRASVERSALE RESISTENTE A TAGLIO (§ 4.1.2.1.3.2)**

**Armatura aggiuntiva resistente a taglio:**

Angolo di inclinazione armatura trasv. su asse dell'elemento Diametro ferri a taglio Numero dei bracci in sezione trasversale Passo in direzione asse elemento Area totale di armatura a taglio	<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 10%;"><math>\alpha</math></td> <td style="width: 10%;">=</td> <td style="width: 10%;">90</td> <td style="width: 10%;">°</td> </tr> <tr> <td><math>\varnothing_{sw}</math></td> <td>=</td> <td>12</td> <td>mm</td> </tr> <tr> <td><math>n_{sw}</math></td> <td>=</td> <td>4</td> <td>--</td> </tr> <tr> <td><math>s</math></td> <td>=</td> <td>250</td> <td>mm</td> </tr> <tr> <td><math>A_{sw}</math></td> <td>=</td> <td>452</td> <td>mm<sup>2</sup></td> </tr> </table>	$\alpha$	=	90	°	$\varnothing_{sw}$	=	12	mm	$n_{sw}$	=	4	--	$s$	=	250	mm	$A_{sw}$	=	452	mm <sup>2</sup>
$\alpha$	=	90	°																		
$\varnothing_{sw}$	=	12	mm																		
$n_{sw}$	=	4	--																		
$s$	=	250	mm																		
$A_{sw}$	=	452	mm <sup>2</sup>																		

**Fattori di resistenza a compressione:**

Angolo di inclinazione dei puntoni di cls Resistenza a compressione ridotta del cls d'anima Tensione media di compressione nella sezione Coefficiente maggiorativo per membrature compresse	<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 10%;"><math>\theta</math></td> <td style="width: 10%;">=</td> <td style="width: 10%;">45</td> <td style="width: 10%;">°</td> </tr> <tr> <td><math>f'_{cd}</math></td> <td>=</td> <td>7,93</td> <td>N/mm<sup>2</sup></td> </tr> <tr> <td><math>\sigma_{cp}</math></td> <td>=</td> <td>0,00</td> <td>N/mm<sup>2</sup></td> </tr> <tr> <td><math>\alpha_c</math></td> <td>=</td> <td>1,00</td> <td>--</td> </tr> </table>	$\theta$	=	45	°	$f'_{cd}$	=	7,93	N/mm <sup>2</sup>	$\sigma_{cp}$	=	0,00	N/mm <sup>2</sup>	$\alpha_c$	=	1,00	--
$\theta$	=	45	°														
$f'_{cd}$	=	7,93	N/mm <sup>2</sup>														
$\sigma_{cp}$	=	0,00	N/mm <sup>2</sup>														
$\alpha_c$	=	1,00	--														

Resistenza di calcolo a "taglio trazione" dell'armatura Resistenza di calcolo a "taglio compressione" del cls <b>Resistenza ultima a taglio</b>	<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 10%;"><math>V_{Rsd}</math></td> <td style="width: 10%;">=</td> <td style="width: 10%;">986,93</td> <td style="width: 10%;">kN</td> </tr> <tr> <td><math>V_{Rcd}</math></td> <td>=</td> <td>5533,50</td> <td>kN</td> </tr> <tr> <td><math>V_{Rd}</math></td> <td>=</td> <td>986,93</td> <td>kN</td> </tr> </table>	$V_{Rsd}$	=	986,93	kN	$V_{Rcd}$	=	5533,50	kN	$V_{Rd}$	=	986,93	kN
$V_{Rsd}$	=	986,93	kN										
$V_{Rcd}$	=	5533,50	kN										
$V_{Rd}$	=	986,93	kN										

**VERIFICA SODDISFATTA.**

Affinché la verifica al taglio sia soddisfatta occorre quindi inserire delle staffe  $\phi 12$ , passo 25cm, disposte in modo da presentare 4 bracci/m.

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>MURO SOSTEGNO ROTONDA S. TRADA</b> <b>DA PK 0+036 A PK 0+087 - RELAZIONE DI CALCOLO</b>		<i>Codice documento</i> CS0670_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

### 10.3 Verifiche agli S.L.E.

Di seguito si riportano le verifiche eseguite con il programma STS.

#### 10.3.1 Sezione S1 – Elevazione

##### STATI LIMITE DI ESERCIZIO - VERIFICA DELLA SEZIONE

Sezione descritta con il metodo dei trapezi elementari

1 Trapezi elementari - 3 Parametri geometrici -  
Unita` di misura:(cm) - Elenco dei parametri ad iniziare dall'estradosso

b1 100,0  
h2 160,0 b3 100,0

Descrizione dell'armatura normale

10 ø24 mm posizionati a 6,2 cm da intradosso  
10 ø24 mm posizionati a 12,1 cm da intradosso  
10 ø24 mm posizionati a 147,9 cm da intradosso  
10 ø24 mm posizionati a 153,8 cm da intradosso

Area armatura normale =18095,6 (mm<sup>2</sup>) a 80,0 cm da intrad.

Convenzioni di segno

Sono positive le trazioni  
Sono positivi i momenti che tendono l'intradosso sezione

Coefficiente d'omogeneizzazione dell'armatura =15

Condizione di carico 1

Momento = 2104,0(KN.m)  
Sforzo normale = 0,0(KN)

Compressione massima nel calcestruzzo = -4,63(N/mm<sup>2</sup>)  
Trazione massima nell'acciaio = 173,11(N/mm<sup>2</sup>)  
Distanza asse neutro da lembo compresso = 44,1 (cm)  
Braccio di leva interno = 138,5 (cm)

Le tensioni nell'acciaio e nel calcestruzzo risultano inferiori alle tensioni limite da normativa.

#### 10.3.2 Sezione S1 – Fondazione

##### STATI LIMITE DI ESERCIZIO - VERIFICA DELLA SEZIONE

Sezione descritta con il metodo dei trapezi elementari



		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
<b>MURO SOSTEGNO ROTONDA S. TRADA</b> <b>DA PK 0+036 A PK 0+087 - RELAZIONE DI CALCOLO</b>		<i>Codice documento</i> CS0670_F0	<table border="1" style="width: 100%;"> <thead> <tr> <th style="text-align: left;"><i>Rev</i></th> <th style="text-align: left;"><i>Data</i></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: left;">F0</td> <td style="text-align: left;">20/06/2011</td> </tr> </tbody> </table>	<i>Rev</i>	<i>Data</i>	F0	20/06/2011
<i>Rev</i>	<i>Data</i>						
F0	20/06/2011						

1 Trapezi elementari - 3 Parametri geometrici -  
Unita` di misura:(cm) - Elenco dei parametri ad iniziare dall'estradosso

b1 100,0  
h2 150,0 b3 100,0

Descrizione dell'armatura normale

10 ø24 mm posizionati a 6,2 cm da intradosso  
10 ø24 mm posizionati a 12,1 cm da intradosso  
10 ø24 mm posizionati a 137,9 cm da intradosso  
10 ø24 mm posizionati a 143,8 cm da intradosso

Area armatura normale =18095,6 (mm<sup>2</sup>) a 75,0 cm da intrad.

Convenzioni di segno

Sono positive le trazioni  
Sono positivi i momenti che tendono l'intradosso sezione

Coefficiente d'omogeneizzazione dell'armatura =15

Condizione di carico 1

Momento = 2687,0(KN.m)  
Sforzo normale = 0,0(KN)

Compressione massima nel calcestruzzo = -6,58(N/mm<sup>2</sup>)  
Trazione massima nell'acciaio = 237,85(N/mm<sup>2</sup>)  
Distanza asse neutro da lembo compresso = 42,2 (cm)  
Braccio di leva interno = 128,7 (cm)

Le tensioni nell'acciaio e nel calcestruzzo risultano inferiori alle tensioni limite da normativa.

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
<b>MURO SOSTEGNO ROTONDA S. TRADA</b> <b>DA PK 0+036 A PK 0+087 - RELAZIONE DI CALCOLO</b>		<i>Codice documento</i> CS0670_F0	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: left;"><i>Rev</i></th> <th style="text-align: left;"><i>Data</i></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">F0</td> <td style="text-align: center;">20/06/2011</td> </tr> </tbody> </table>	<i>Rev</i>	<i>Data</i>	F0	20/06/2011
<i>Rev</i>	<i>Data</i>						
F0	20/06/2011						

## 10.4 Verifiche a fessurazione

Di seguito si riportano le verifiche eseguite con il programma STS.

### 10.4.1 Sezione S1 – Fondazione

#### CALCOLO AMPIEZZA TEORICA DELLE FESSURE

Sezione descritta con il metodo dei trapezi elementari

1 Trapezi elementari - 3 Parametri geometrici -  
Unita` di misura:(cm) - Elenco dei parametri ad iniziare dall'estradosso

b1 100,0  
h2 150,0    b3 100,0

Descrizione dell'armatura normale

10 ø24 mm posizionati a 6,2 cm da intradosso  
10 ø24 mm posizionati a 12,1 cm da intradosso  
10 ø24 mm posizionati a 137,9 cm da intradosso  
10 ø24 mm posizionati a 143,8 cm da intradosso

Area armatura normale =18095,6 (mm<sup>2</sup>)    a 75,0 cm da intrad.

Armatura in barre ad aderenza migliorata

E' teso l'intradosso della sezione

Copriferro minimo di norma = 2,5 cm

Copriferro effettivo sezione = 5,0 cm

Interferro = 20,0 cm

Diametro massimo barre = 24,0 (mm)

Rapporto sforzo normale/momento = 0,0 cm<sup>-1</sup>

Trazione calcestruzzo di fessurazione ( $f_{ctm}$ ) = 28,8 kg/cm<sup>2</sup>

Momento di prima fessurazione ( $\sigma = 0.7 \cdot 1.2 \cdot f_{ctm}$ ) = 1,288E+03 (KN.m)

Momento di fessurazione ( $\sigma = f_{ctm}$ ) = 1,533E+03 (KN.m)

Stadio non fessurato

Coefficiente di omogeneizzazione = 15

Distanza asse neutro da lembo teso = 75,0 cm

Altezza del tirante ideale = 28,9 cm

Densità d'armatura del tirante ideale = 3,131 %

Stadio fessurato

Coefficiente di omogeneizzazione = 15

Distanza media fra due fessure attigue  $S_m = 20,2$  cm

Momento di fessurazione; Trazione acciaio = 135,7 (N/mm<sup>2</sup>)

Coeff.  $K_3$  ( $= [0.25 \cdot (\sigma_1 + \sigma_2) / (2 \cdot \sigma_1)]$ ) = 0,202

Trazione nell'acciaio per il calcolo della fessura = 113,84 (N/mm<sup>2</sup>)

Ampiezza della fessura ( $w = 1.7 \cdot S_m \cdot \sigma_{sm} / E_s$ ) = 0,0496 - 0,0496 mm

L'ampiezza delle fessure risulta inferiore rispetto al limite da normativa.

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
<b>MURO SOSTEGNO ROTONDA S. TRADA</b> <b>DA PK 0+036 A PK 0+087 - RELAZIONE DI CALCOLO</b>		<i>Codice documento</i> CS0670_F0	<table border="1" style="width: 100%;"> <thead> <tr> <th style="text-align: left;"><i>Rev</i></th> <th style="text-align: left;"><i>Data</i></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: left;">F0</td> <td style="text-align: left;">20/06/2011</td> </tr> </tbody> </table>	<i>Rev</i>	<i>Data</i>	F0	20/06/2011
<i>Rev</i>	<i>Data</i>						
F0	20/06/2011						

## 10.4.2 Sezione S1 – Elevazione

### CALCOLO AMPIEZZA TEORICA DELLE FESSURE

Sezione descritta con il metodo dei trapezi elementari

1 Trapezi elementari - 3 Parametri geometrici -  
Unita` di misura:(cm) - Elenco dei parametri ad iniziare dall'estradosso

b1 100,0  
h2 160,0 b3 100,0

Descrizione dell'armatura normale

10 ø24 mm posizionati a 6,2 cm da intradosso  
10 ø24 mm posizionati a 12,1 cm da intradosso  
10 ø24 mm posizionati a 147,9 cm da intradosso  
10 ø24 mm posizionati a 153,8 cm da intradosso

Area armatura normale =18095,6 (mm<sup>2</sup>) a 80,0 cm da intrad.

Armatura in barre ad aderenza migliorata

E' teso l'intradosso della sezione

Copriferro minimo di norma = 2,5 cm

Copriferro effettivo sezione = 5,0 cm

Interferro = 20,0 cm

Diametro massimo barre = 24,0 (mm)

Rapporto sforzo normale/momento = 0,0 cm<sup>-1</sup>

Trazione calcestruzzo di fessurazione ( $f_{ctm}$ ) = 28,8 kg/cm<sup>2</sup>

Momento di prima fessurazione ( $\sigma = 0.7 \cdot 1.2 \cdot f_{ctm}$ ) = 1,445E+03 (KN.m)

Momento di fessurazione ( $\sigma = f_{ctm}$ ) = 1,72E+03 (KN.m)

Stadio non fessurato

Coefficiente di omogeneizzazione = 15

Distanza asse neutro da lembo teso = 80,0 cm

Altezza del tirante ideale = 28,9 cm

Densità d'armatura del tirante ideale = 3,131 %

Stadio fessurato

Coefficiente di omogeneizzazione = 15

Distanza media fra due fessure attigue  $S_m$  = 20,3 cm

Momento di fessurazione; Trazione acciaio = 141,6 (N/mm<sup>2</sup>)

Coeff.  $K_3$  ( $= [0.25 \cdot (\sigma_1 + \sigma_2) / (2 \cdot \sigma_1)]$ ) = 0,205

Trazione nell'acciaio per il calcolo della fessura = 159,29 (N/mm<sup>2</sup>)

Ampiezza della fessura ( $w = 1.7 \cdot S_m \cdot \sigma_{sm} / E_s$ ) = 0,0697 - 0,1055 mm

L'ampiezza delle fessure risulta inferiore rispetto al limite da normativa.

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>MURO SOSTEGNO ROTONDA S. TRADA</b> <b>DA PK 0+036 A PK 0+087 - RELAZIONE DI CALCOLO</b>		<i>Codice documento</i> CS0670_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

## 11 ANALISI DI STABILITÀ GLOBALE

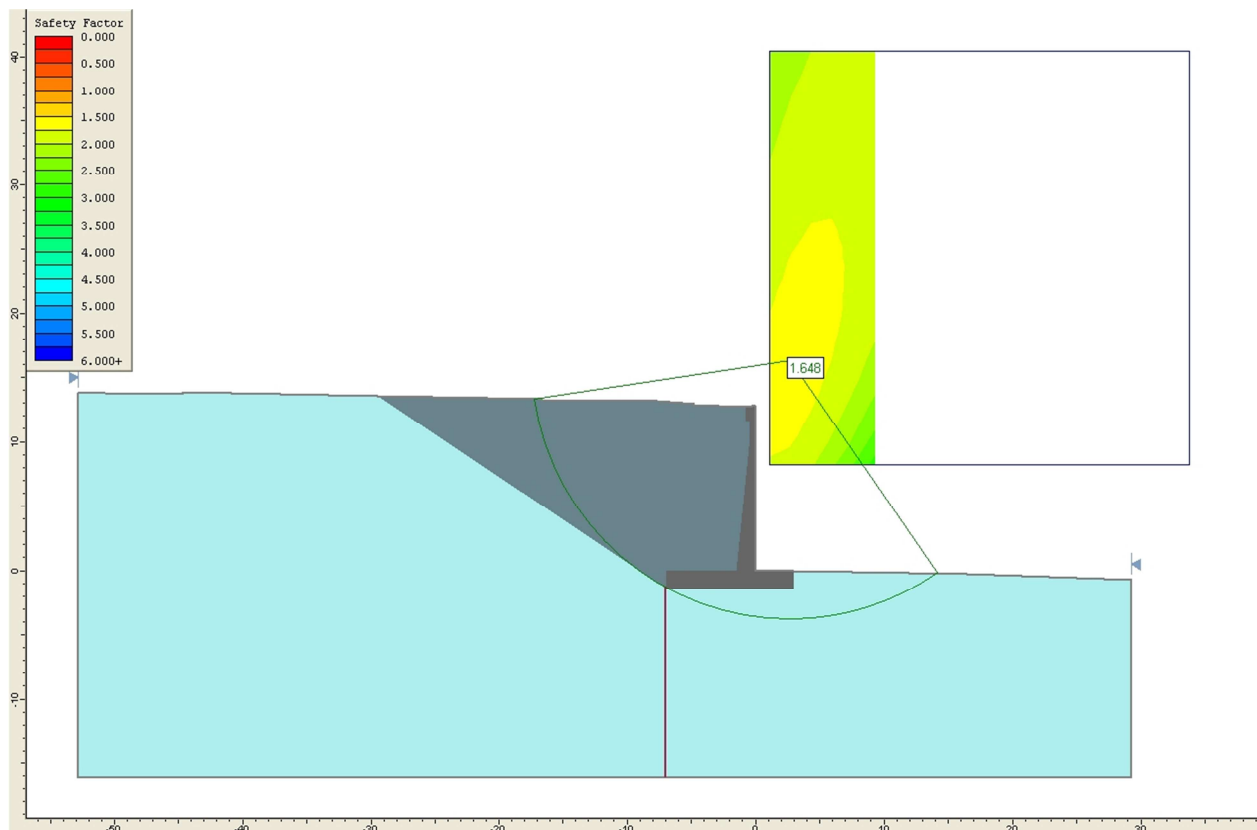
Al fine di valutare le condizioni di stabilità globale del versante in cui si inserisce l'opera in progetto sono state condotte analisi di stabilità all'equilibrio limite con il metodo di Bishop, basato sull'equilibrio dei momenti e delle forze verticali, con risultante delle forze tra i conci contigui assunta orizzontale.

Le analisi di stabilità sono state condotte sia in condizioni statiche sia in condizioni sismiche solamente per la sezione di maggiore altezza (Sezione S1); in accordo i punti 6.8.2 del D.M. 14/01/2008 e C7.11.4 della Circolare 617 del 02/02/2009 si assume un coefficiente parziale sulle resistenze pari a:

$$\gamma_r \geq 1.1$$

sia in fase statica sia in fase sismica.

Il sisma è stato rappresentato da un'accelerazione orizzontale e una verticale nelle due direzioni possibili; nel seguito, però, sono riportati solo i risultati del caso più gravoso.



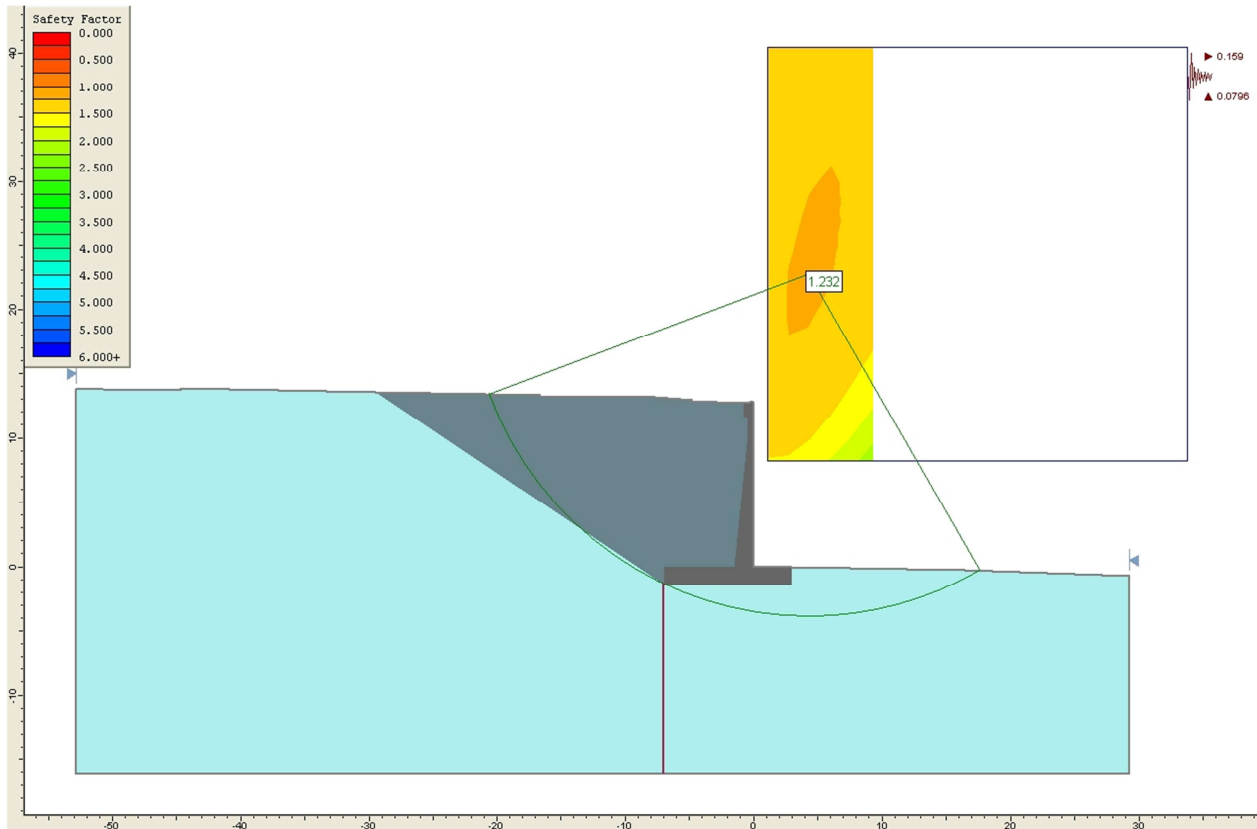
**Analisi di stabilità caso statico: FS=1.648**

MURO SOSTEGNO ROTONDA S. TRADA  
DA PK 0+036 A PK 0+087 - RELAZIONE DI CALCOLO

Codice documento  
CS0670\_F0

Rev  
F0

Data  
20/06/2011



**Analisi di stabilità caso sismico: FS=1.232**

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
<b>MURO SOSTEGNO ROTONDA S. TRADA</b> <b>DA PK 0+036 A PK 0+087 - RELAZIONE DI CALCOLO</b>		<b>Codice documento</b> CS0670_F0	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: left;">Rev</th> <th style="text-align: left;">Data</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: left;">F0</td> <td style="text-align: left;">20/06/2011</td> </tr> </tbody> </table>	Rev	Data	F0	20/06/2011
Rev	Data						
F0	20/06/2011						

## 12 TABULATI DI CALCOLO

### 12.1 Sezione S1 – Analisi in fase statica - Input SLIDE rel. 05

#### Slide Analysis Information

#### Document Name

File Name: Muro sostegno rotonda S.Trada-statica.sli

#### Project Settings

Project Title: SLIDE - An Interactive Slope Stability Program  
 Failure Direction: Left to Right  
 Units of Measurement: SI Units  
 Pore Fluid Unit Weight: 9.81 kN/m<sup>3</sup>  
 Groundwater Method: Water Surfaces  
 Data Output: Standard  
 Calculate Excess Pore Pressure: Off  
 Allow Ru with Water Surfaces or Grids: Off  
 Random Numbers: Pseudo-random Seed  
 Random Number Seed: 10116  
 Random Number Generation Method: Park and Miller v.3

#### Analysis Methods

Analysis Methods used:

Bishop simplified  
 Janbu simplified  
 Ordinary/Fellenius  
 Spencer

Number of slices: 25

Tolerance: 0.005

Maximum number of iterations: 50

#### Surface Options

Surface Type: Circular  
 Search Method: Grid Search  
 Radius increment: 10  
 Composite Surfaces: Disabled  
 Reverse Curvature: Create Tension Crack  
 Minimum Elevation: Not Defined  
 Minimum Depth: Not Defined

#### Loading

1 Distributed Load present:  
 Distributed Load Constant Distribution, Orientation: Normal to boundary, Magnitude: 26 kN/m<sup>2</sup>

#### Material Properties

Material: rilevato  
 Strength Type: Mohr-Coulomb  
 Unit Weight: 20 kN/m<sup>3</sup>  
 Cohesion: 0 kPa

Friction Angle: 32 degrees

Water Surface: None

Material: c.a.

Strength Type: Mohr-Coulomb

Unit Weight: 25 kN/m<sup>3</sup>

Cohesion: 50 kPa

Friction Angle: 40 degrees

Water Surface: None

Material: depterrmarini

Strength Type: Mohr-Coulomb

Unit Weight: 18 kN/m<sup>3</sup>

Cohesion: 0 kPa

Friction Angle: 32 degrees

Water Surface: None

#### List of All Coordinates

#### Material Boundary


-0.800 12.750  
 -0.800 11.600  
 -0.500 11.600  
 -0.500 10.400  
 -1.540 -0.000  
 -7.000 -0.000  
 -7.000 -1.385  
 -7.000 -1.500  
 0.000 -1.500  
 3.000 -1.500  
 3.000 0.000

#### Material Boundary

-29.538 13.587  
 -7.000 -1.385  
 -6.941 -1.424

#### External Boundary

-0.300 12.800  
 -0.302 12.800  
 -0.800 12.750  
 -2.833 12.801  
 -4.833 12.851  
 -4.833 12.951  
 -7.686 13.178  
 -10.775 13.204  
 -16.692 13.258  
 -16.692 13.358  
 -29.538 13.587  
 -44.669 13.857  
 -44.669 13.757  
 -50.705 13.812  
 -52.787 13.830  
 -52.787 -16.170  
 29.268 -16.170

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>MURO SOSTEGNO ROTONDA S. TRADA</b> <b>DA PK 0+036 A PK 0+087 - RELAZIONE DI CALCOLO</b>		<i>Codice documento</i> CS0670_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

29.268-0.697  
16.388-0.280  
3.000 0.000  
0.900 0.000  
0.000 0.000  
0.000 1.500  
0.000 12.800

Focus/Block Search Line

-7.036 -16.041  
-7.036 -1.352

Search Grid

1.026 8.256  
33.7168.256  
33.71640.504  
1.026 40.504

Distributed Load

-0.843 12.751  
-2.833 12.801  
-4.774 12.849

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>MURO SOSTEGNO ROTONDA S. TRADA</b> <b>DA PK 0+036 A PK 0+087 - RELAZIONE DI CALCOLO</b>		<i>Codice documento</i> CS0670_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

## 12.2 Sezione S1 – Analisi in fase statica - Output SLIDE rel. 05

Raw Data for Minimum Circle Results

Center_x	Center_y	Radius	Factor_of_Safety				
1.026	8.256	12.542	1.76953	4.295	30.830	34.118	1.82615
1.026	9.868	13.816	1.72672	4.295	32.442	35.643	1.85519
1.026	11.481	15.155	1.70921	4.295	34.054	37.175	1.88635
1.026	13.093	16.543	1.70349	4.295	35.667	38.714	1.91698
1.026	14.706	17.968	1.70634	4.295	37.279	40.259	1.94649
1.026	16.318	19.422	1.71502	4.295	38.892	41.808	1.97877
1.026	17.930	20.900	1.73454	4.295	40.504	43.363	2.01173
1.026	19.543	22.396	1.75930	5.930	8.256	16.137	2.16972
1.026	21.155	23.908	1.78728	5.930	9.868	17.146	2.01961
1.026	22.768	25.431	1.81924	5.930	11.481	18.242	1.91338
1.026	24.380	26.965	1.85071	5.930	13.093	19.410	1.83670
1.026	25.992	28.508	1.88537	5.930	14.706	20.638	1.78236
1.026	27.605	30.058	1.91989	5.930	16.318	21.916	1.74576
1.026	29.217	31.614	1.95684	5.930	17.930	23.236	1.72583
1.026	30.830	33.176	1.99635	5.930	19.543	24.590	1.71083
1.026	32.442	34.742	2.03404	5.930	21.155	25.974	1.70978
1.026	34.054	36.313	2.07219	5.930	22.768	27.383	1.71419
1.026	35.667	37.887	2.11128	5.930	24.380	28.814	1.72696
1.026	37.279	39.464	2.14855	5.930	25.992	30.262	1.74151
1.026	38.892	41.043	2.18608	5.930	27.605	31.727	1.75905
1.026	40.504	42.625	2.22311	5.930	29.217	33.205	1.77857
2.660	8.256	13.650	1.79984	5.930	30.830	34.695	1.80042
2.660	9.868	14.830	1.73379	5.930	32.442	36.196	1.82439
2.660	11.481	16.084	1.68899	5.930	34.054	37.706	1.84878
2.660	13.093	17.398	1.67047	5.930	35.667	39.224	1.87209
2.660	14.706	18.758	1.65881	5.930	37.279	40.749	1.90201
2.660	16.318	20.156	1.65750	5.930	38.892	42.281	1.92692
2.660	17.930	21.583	1.66886	5.930	40.504	43.818	1.95538
2.660	19.543	23.035	1.68654	7.564	8.256	17.478	2.43681
2.660	21.155	24.507	1.70864	7.564	9.868	18.413	2.25375
2.660	22.768	25.996	1.73291	7.564	11.481	19.438	2.12656
2.660	24.380	27.498	1.76119	7.564	13.093	20.538	2.01700
2.660	25.992	29.013	1.78770	7.564	14.706	21.702	1.92772
2.660	27.605	30.537	1.82047	7.564	16.318	22.921	1.87000
2.660	29.217	32.070	1.85304	7.564	17.930	24.186	1.82491
2.660	30.830	33.611	1.88931	7.564	19.543	25.490	1.79871
2.660	32.442	35.158	1.92423	7.564	21.155	26.828	1.78224
2.660	34.054	36.710	1.95872	7.564	22.768	28.194	1.77649
2.660	35.667	38.268	1.99266	7.564	24.380	29.585	1.77512
2.660	37.279	39.830	2.02834	7.564	25.992	30.998	1.77799
2.660	38.892	41.395	2.06425	7.564	27.605	32.429	1.78612
2.660	40.504	42.965	2.09980	7.564	29.217	33.877	1.79661
4.295	8.256	14.856	1.93830	7.564	30.830	35.339	1.81104
4.295	9.868	15.946	1.83645	7.564	32.442	36.813	1.82688
4.295	11.481	17.119	1.76731	7.564	34.054	38.298	1.84209
4.295	13.093	18.359	1.71939	7.564	35.667	39.794	1.86241
4.295	14.706	19.653	1.68830	7.564	37.279	41.298	1.88345
4.295	16.318	20.991	1.67130	7.564	38.892	42.810	1.90663
4.295	17.930	22.365	1.66975	7.564	40.504	44.329	1.93016
4.295	19.543	23.769	1.67505	9.198	8.256	18.864	2.76604
4.295	21.155	25.198	1.68372	9.198	9.868	19.734	2.56392
4.295	22.768	26.649	1.70027	9.198	11.481	20.694	2.37409
4.295	24.380	28.116	1.72022	9.198	13.093	21.730	2.25184
4.295	25.992	29.599	1.74409	9.198	14.706	22.834	2.12382
4.295	27.605	31.095	1.76895	9.198	16.318	23.995	2.04071
4.295	29.217	32.602	1.79734	9.198	17.930	25.206	1.97315
				9.198	19.543	26.460	1.92883
				9.198	21.155	27.751	1.89689



MURO SOSTEGNO ROTONDA S. TRADA  
DA PK 0+036 A PK 0+087 - RELAZIONE DI CALCOLO

Codice documento  
CS0670\_F0

Rev  
F0

Data  
20/06/2011

9.198	22.768	29.074	1.87430	14.102	21.155	30.877	-1000.00000
9.198	24.380	30.425	1.85908	14.102	22.768	32.071	-1000.00000
9.198	25.992	31.800	1.85175	14.102	24.380	33.301	-1000.00000
9.198	27.605	33.197	1.84734	14.102	25.992	34.562	-1000.00000
9.198	29.217	34.613	1.84924	14.102	27.605	35.851	-1000.00000
9.198	30.830	36.045	1.85382	14.102	29.217	37.166	-1000.00000
9.198	32.442	37.491	1.86263	14.102	30.830	38.503	-1000.00000
9.198	34.054	38.951	1.87025	14.102	32.442	39.860	-1000.00000
9.198	35.667	40.422	1.88340	14.102	34.054	41.236	-1000.00000
9.198	37.279	41.904	1.89929	14.102	35.667	42.629	-1000.00000
9.198	38.892	43.395	1.91591	14.102	37.279	44.036	-1000.00000
9.198	40.504	44.956	1.93389	14.102	38.892	45.457	-1000.00000
10.833	8.256	20.288	-1000.00000	14.102	40.504	46.891	-1000.00000
10.833	9.868	21.099	-1000.00000	15.736	8.256	24.716	-1000.00000
10.833	11.481	21.999	-1000.00000	15.736	9.868	25.386	-1000.00000
10.833	13.093	22.977	-1000.00000	15.736	11.481	26.139	-1000.00000
10.833	14.706	24.024	-1000.00000	15.736	13.093	26.967	-1000.00000
10.833	16.318	25.130	-1000.00000	15.736	14.706	27.864	-1000.00000
10.833	17.930	26.289	-1000.00000	15.736	16.318	28.824	-1000.00000
10.833	19.543	27.493	-1000.00000	15.736	17.930	29.839	-1000.00000
10.833	21.155	28.738	-1000.00000	15.736	19.543	30.906	-1000.00000
10.833	22.768	30.017	-1000.00000	15.736	21.155	32.018	-1000.00000
10.833	24.380	31.328	-1000.00000	15.736	22.768	33.171	-1000.00000
10.833	25.992	32.665	-1000.00000	15.736	24.380	34.361	-1000.00000
10.833	27.605	34.026	-1000.00000	15.736	25.992	35.585	-1000.00000
10.833	29.217	35.409	-1000.00000	15.736	27.605	36.838	-1000.00000
10.833	30.830	36.810	-1000.00000	15.736	29.217	38.119	-1000.00000
10.833	32.442	38.227	-1000.00000	15.736	30.830	39.424	-1000.00000
10.833	34.054	39.660	-1000.00000	15.736	32.442	40.751	-1000.00000
10.833	35.667	41.106	-1000.00000	15.736	34.054	42.097	-1000.00000
10.833	37.279	42.564	-1000.00000	15.736	35.667	43.462	-1000.00000
10.833	38.892	44.032	-1000.00000	15.736	37.279	44.844	-1000.00000
10.833	40.504	45.511	-1000.00000	15.736	38.892	46.240	-1000.00000
12.467	8.256	21.741	-1000.00000	15.736	40.504	47.650	-1000.00000
12.467	9.868	22.500	-1000.00000	17.371	8.256	26.230	-1000.00000
12.467	11.481	23.346	-1000.00000	17.371	9.868	26.862	-1000.00000
12.467	13.093	24.270	-1000.00000	17.371	11.481	27.575	-1000.00000
12.467	14.706	25.263	-1000.00000	17.371	13.093	28.361	-1000.00000
12.467	16.318	26.317	-1000.00000	17.371	14.706	29.215	-1000.00000
12.467	17.930	27.426	-1000.00000	17.371	16.318	30.132	-1000.00000
12.467	19.543	28.583	-1000.00000	17.371	17.930	31.105	-1000.00000
12.467	21.155	29.782	-1000.00000	17.371	19.543	32.129	-1000.00000
12.467	22.768	31.018	-1000.00000	17.371	21.155	33.200	-1000.00000
12.467	24.380	32.288	-1000.00000	17.371	22.768	34.314	-1000.00000
12.467	25.992	33.587	-1000.00000	17.371	24.380	35.466	-1000.00000
12.467	27.605	34.912	-1000.00000	17.371	25.992	36.652	-1000.00000
12.467	29.217	36.261	-1000.00000	17.371	27.605	37.871	-1000.00000
12.467	30.830	37.630	-1000.00000	17.371	29.217	39.117	-1000.00000
12.467	32.442	39.018	-1000.00000	17.371	30.830	40.390	-1000.00000
12.467	34.054	40.423	-1000.00000	17.371	32.442	41.686	-1000.00000
12.467	35.667	41.842	-1000.00000	17.371	34.054	43.004	-1000.00000
12.467	37.279	43.275	-1000.00000	17.371	35.667	44.341	-1000.00000
12.467	38.892	44.721	-1000.00000	17.371	37.279	45.695	-1000.00000
12.467	40.504	46.177	-1000.00000	17.371	38.892	47.066	-1000.00000
14.102	8.256	23.219	-1000.00000	17.371	40.504	48.452	-1000.00000
14.102	9.868	23.931	-1000.00000	19.006	8.256	27.757	-1000.00000
14.102	11.481	24.728	-1000.00000	19.006	9.868	28.356	-1000.00000
14.102	13.093	25.602	-1000.00000	19.006	11.481	29.031	-1000.00000
14.102	14.706	26.545	-1000.00000	19.006	13.093	29.779	-1000.00000
14.102	16.318	27.551	-1000.00000	19.006	14.706	30.594	-1000.00000
14.102	17.930	28.611	-1000.00000	19.006	16.318	31.470	-1000.00000
14.102	19.543	29.722	-1000.00000	19.006	17.930	32.403	-1000.00000

**MURO SOSTEGNO ROTONDA S. TRADA**  
**DA PK 0+036 A PK 0+087 - RELAZIONE DI CALCOLO**

*Codice documento*  
CS0670\_F0

*Rev*  
F0

*Data*  
20/06/2011

19.006	19.543	33.388	-1000.00000	23.909	17.930	36.461	-1000.00000
19.006	21.155	34.420	-1000.00000	23.909	19.543	37.339	-1000.00000
19.006	22.768	35.495	-1000.00000	23.909	21.155	38.264	-1000.00000
19.006	24.380	36.610	-1000.00000	23.909	22.768	39.234	-1000.00000
19.006	25.992	37.761	-1000.00000	23.909	24.380	40.246	-1000.00000
19.006	27.605	38.944	-1000.00000	23.909	25.992	41.295	-1000.00000
19.006	29.217	40.157	-1000.00000	23.909	27.605	42.380	-1000.00000
19.006	30.830	41.398	-1000.00000	23.909	29.217	43.498	-1000.00000
19.006	32.442	42.664	-1000.00000	23.909	30.830	44.646	-1000.00000
19.006	34.054	43.952	-1000.00000	23.909	32.442	45.822	-1000.00000
19.006	35.667	45.261	-1000.00000	23.909	34.054	47.023	-1000.00000
19.006	37.279	46.589	-1000.00000	23.909	35.667	48.249	-1000.00000
19.006	38.892	47.934	-1000.00000	23.909	37.279	49.497	-1000.00000
19.006	40.504	49.296	-1000.00000	23.909	38.892	50.765	-1000.00000
20.640	8.256	29.296	-1000.00000	23.909	40.504	52.053	-1000.00000
20.640	9.868	29.864	-1000.00000	25.544	8.256	33.966	-1000.00000
20.640	11.481	30.506	-1000.00000	25.544	9.868	34.457	-1000.00000
20.640	13.093	31.219	-1000.00000	25.544	11.481	35.015	-1000.00000
20.640	14.706	31.997	-1000.00000	25.544	13.093	35.638	-1000.00000
20.640	16.318	32.836	-1000.00000	25.544	14.706	36.321	-1000.00000
20.640	17.930	33.731	-1000.00000	25.544	16.318	37.062	-1000.00000
20.640	19.543	34.678	-1000.00000	25.544	17.930	37.858	-1000.00000
20.640	21.155	35.672	-1000.00000	25.544	19.543	38.704	-1000.00000
20.640	22.768	36.711	-1000.00000	25.544	21.155	39.598	-1000.00000
20.640	24.380	37.790	-1000.00000	25.544	22.768	40.536	-1000.00000
20.640	25.992	38.906	-1000.00000	25.544	24.380	41.516	-1000.00000
20.640	27.605	40.055	-1000.00000	25.544	25.992	42.534	-1000.00000
20.640	29.217	41.236	-1000.00000	25.544	27.605	43.588	-1000.00000
20.640	30.830	42.445	-1000.00000	25.544	29.217	44.675	-1000.00000
20.640	32.442	43.680	-1000.00000	25.544	30.830	45.794	-1000.00000
20.640	34.054	44.940	-1000.00000	25.544	32.442	46.941	-1000.00000
20.640	35.667	46.221	-1000.00000	25.544	34.054	48.115	-1000.00000
20.640	37.279	47.522	-1000.00000	25.544	35.667	49.313	-1000.00000
20.640	38.892	48.842	-1000.00000	25.544	37.279	50.535	-1000.00000
20.640	40.504	50.178	-1000.00000	25.544	38.892	51.778	-1000.00000
22.275	8.256	30.845	-1000.00000	25.544	40.504	53.041	-1000.00000
22.275	9.868	31.384	-1000.00000	27.178	8.256	35.537	-1000.00000
22.275	11.481	31.996	-1000.00000	27.178	9.868	36.006	-1000.00000
22.275	13.093	32.676	-1000.00000	27.178	11.481	36.541	-1000.00000
22.275	14.706	33.421	-1000.00000	27.178	13.093	37.138	-1000.00000
22.275	16.318	34.224	-1000.00000	27.178	14.706	37.794	-1000.00000
22.275	17.930	35.084	-1000.00000	27.178	16.318	38.507	-1000.00000
22.275	19.543	35.996	-1000.00000	27.178	17.930	39.273	-1000.00000
22.275	21.155	36.955	-1000.00000	27.178	19.543	40.089	-1000.00000
22.275	22.768	37.958	-1000.00000	27.178	21.155	40.953	-1000.00000
22.275	24.380	39.003	-1000.00000	27.178	22.768	41.861	-1000.00000
22.275	25.992	40.085	-1000.00000	27.178	24.380	42.810	-1000.00000
22.275	27.605	41.202	-1000.00000	27.178	25.992	43.798	-1000.00000
22.275	29.217	42.350	-1000.00000	27.178	27.605	44.823	-1000.00000
22.275	30.830	43.529	-1000.00000	27.178	29.217	45.881	-1000.00000
22.275	32.442	44.734	-1000.00000	27.178	30.830	46.971	-1000.00000
22.275	34.054	45.964	-1000.00000	27.178	32.442	48.090	-1000.00000
22.275	35.667	47.217	-1000.00000	27.178	34.054	49.236	-1000.00000
22.275	37.279	48.492	-1000.00000	27.178	35.667	50.408	-1000.00000
22.275	38.892	49.786	-1000.00000	27.178	37.279	51.604	-1000.00000
22.275	40.504	51.098	-1000.00000	27.178	38.892	52.822	-1000.00000
23.909	8.256	32.402	-1000.00000	27.178	40.504	54.060	-1000.00000
23.909	9.868	32.916	-1000.00000	28.813	8.256	37.113	-1000.00000
23.909	11.481	33.500	-1000.00000	28.813	9.868	37.563	-1000.00000
23.909	13.093	34.150	-1000.00000	28.813	11.481	38.076	-1000.00000
23.909	14.706	34.863	-1000.00000	28.813	13.093	38.649	-1000.00000
23.909	16.318	35.634	-1000.00000	28.813	14.706	39.280	-1000.00000

**MURO SOSTEGNO ROTONDA S. TRADA**  
**DA PK 0+036 A PK 0+087 - RELAZIONE DI CALCOLO**

*Codice documento*  
CS0670\_F0

<i>Rev</i>	<i>Data</i>
F0	20/06/2011

28.813	16.318	39.966	-1000.00000	32.081	14.706	42.285	-1000.00000
28.813	17.930	40.705	-1000.00000	32.081	16.318	42.923	-1000.00000
28.813	19.543	41.493	-1000.00000	32.081	17.930	43.611	-1000.00000
28.813	21.155	42.328	-1000.00000	32.081	19.543	44.348	-1000.00000
28.813	22.768	43.207	-1000.00000	32.081	21.155	45.130	-1000.00000
28.813	24.380	44.127	-1000.00000	32.081	22.768	45.955	-1000.00000
28.813	25.992	45.087	-1000.00000	32.081	24.380	46.822	-1000.00000
28.813	27.605	46.082	-1000.00000	32.081	25.992	47.727	-1000.00000
28.813	29.217	47.112	-1000.00000	32.081	27.605	48.669	-1000.00000
28.813	30.830	48.174	-1000.00000	32.081	29.217	49.645	-1000.00000
28.813	32.442	49.266	-1000.00000	32.081	30.830	50.654	-1000.00000
28.813	34.054	50.386	-1000.00000	32.081	32.442	51.693	-1000.00000
28.813	35.667	51.531	-1000.00000	32.081	34.054	52.761	-1000.00000
28.813	37.279	52.702	-1000.00000	32.081	35.667	53.857	-1000.00000
28.813	38.892	53.895	-1000.00000	32.081	37.279	54.977	-1000.00000
28.813	40.504	55.109	-1000.00000	32.081	38.892	56.122	-1000.00000
30.447	8.256	38.694	-1000.00000	32.081	40.504	57.289	-1000.00000
30.447	9.868	39.126	-1000.00000	33.716	8.256	41.869	-1000.00000
30.447	11.481	39.619	-1000.00000	33.716	9.868	42.268	-1000.00000
30.447	13.093	40.170	-1000.00000	33.716	11.481	42.724	-1000.00000
30.447	14.706	40.777	-1000.00000	33.716	13.093	43.236	-1000.00000
30.447	16.318	41.439	-1000.00000	33.716	14.706	43.801	-1000.00000
30.447	17.930	42.152	-1000.00000	33.716	16.318	44.418	-1000.00000
30.447	19.543	42.913	-1000.00000	33.716	17.930	45.083	-1000.00000
30.447	21.155	43.721	-1000.00000	33.716	19.543	45.796	-1000.00000
30.447	22.768	44.572	-1000.00000	33.716	21.155	46.554	-1000.00000
30.447	24.380	45.465	-1000.00000	33.716	22.768	47.355	-1000.00000
30.447	25.992	46.397	-1000.00000	33.716	24.380	48.196	-1000.00000
30.447	27.605	47.365	-1000.00000	33.716	25.992	49.076	-1000.00000
30.447	29.217	48.368	-1000.00000	33.716	27.605	49.992	-1000.00000
30.447	30.830	49.402	-1000.00000	33.716	29.217	50.943	-1000.00000
30.447	32.442	50.468	-1000.00000	33.716	30.830	51.926	-1000.00000
30.447	34.054	51.561	-1000.00000	33.716	32.442	52.941	-1000.00000
30.447	35.667	52.682	-1000.00000	33.716	34.054	53.984	-1000.00000
30.447	37.279	53.827	-1000.00000	33.716	35.667	55.055	-1000.00000
30.447	38.892	54.995	-1000.00000	33.716	37.279	56.152	-1000.00000
30.447	40.504	56.186	-1000.00000	33.716	38.892	57.273	-1000.00000
32.081	8.256	40.280	-1000.00000	33.716	40.504	58.418	-1000.00000
32.081	9.868	40.695	-1000.00000				
32.081	11.481	41.168	-1000.00000				
32.081	13.093	41.699	-1000.00000				

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
<b>MURO SOSTEGNO ROTONDA S. TRADA</b> <b>DA PK 0+036 A PK 0+087 - RELAZIONE DI CALCOLO</b>		<b>Codice documento</b> CS0670_F0	<table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 50%;"><b>Rev</b></td> <td style="width: 50%;"><b>Data</b></td> </tr> <tr> <td>F0</td> <td>20/06/2011</td> </tr> </table>	<b>Rev</b>	<b>Data</b>	F0	20/06/2011
<b>Rev</b>	<b>Data</b>						
F0	20/06/2011						

## 12.3 Sezione S1 – Analisi in fase sismica - Input SLIDE rel. 05

### Slide Analysis Information

#### Document Name

File Name: Muro sostegno rotonda S.Trada-sismica.sli

#### Project Settings

Project Title: SLIDE - An Interactive Slope Stability Program  
Failure Direction: Left to Right  
Units of Measurement: SI Units  
Pore Fluid Unit Weight: 9.81 kN/m<sup>3</sup>  
Groundwater Method: Water Surfaces  
Data Output: Standard  
Calculate Excess Pore Pressure: Off  
Allow Ru with Water Surfaces or Grids: Off  
Random Numbers: Pseudo-random Seed  
Random Number Seed: 10116  
Random Number Generation Method: Park and Miller v.3

#### Analysis Methods

Analysis Methods used:  
Bishop simplified  
Janbu simplified  
Ordinary/Fellenius  
Spencer

Number of slices: 25  
Tolerance: 0.005  
Maximum number of iterations: 50

#### Surface Options

Surface Type: Circular  
Search Method: Grid Search  
Radius increment: 10  
Composite Surfaces: Disabled  
Reverse Curvature: Create Tension Crack  
Minimum Elevation: Not Defined  
Minimum Depth: Not Defined

#### Loading

Seismic Load Coefficient (Horizontal): 0.159  
Seismic Load Coefficient (Vertical): -0.0796  
1 Distributed Load present:  
Distributed Load Constant Distribution, Orientation: Normal to boundary, Magnitude: 10 kN/m<sup>2</sup>

#### Material Properties

Material: rilevato  
Strength Type: Mohr-Coulomb  
Unit Weight: 20 kN/m<sup>3</sup>  
Cohesion: 0 kPa  
Friction Angle: 32 degrees

Water Surface: None

#### Material: c.a.

Strength Type: Mohr-Coulomb  
Unit Weight: 25 kN/m<sup>3</sup>  
Cohesion: 50 kPa  
Friction Angle: 40 degrees  
Water Surface: None

#### Material: depterrmarini

Strength Type: Mohr-Coulomb  
Unit Weight: 18 kN/m<sup>3</sup>  
Cohesion: 0 kPa  
Friction Angle: 32 degrees  
Water Surface: None

#### List of All Coordinates

##### Material Boundary

-0.800 12.750  
-0.800 11.600  
-0.500 11.600  
-0.500 10.400  
-1.540 -0.000  
-7.000 -0.000  
-7.000 -1.385  
-7.000 -1.500  
0.000 -1.500  
3.000 -1.500  
3.000 0.000

##### Material Boundary

-29.538 13.587  
-7.000 -1.385  
-6.941 -1.424

##### External Boundary

-0.300 12.800  
-0.302 12.800  
-0.800 12.750  
-2.833 12.801  
-4.833 12.851  
-4.833 12.951  
-7.686 13.178  
-10.775 13.204  
-16.692 13.258  
-16.692 13.358  
-29.538 13.587  
-44.669 13.857  
-44.669 13.757  
-50.705 13.812  
-52.787 13.830  
-52.787 -16.170  
29.268-16.170  
29.268-0.697  
16.388-0.280  
3.000 0.000  
0.900 0.000

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
<b>MURO SOSTEGNO ROTONDA S. TRADA</b> <b>DA PK 0+036 A PK 0+087 - RELAZIONE DI CALCOLO</b>		<i>Codice documento</i> CS0670_F0	<table border="1"> <thead> <tr> <th><i>Rev</i></th> <th><i>Data</i></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>F0</td> <td>20/06/2011</td> </tr> </tbody> </table>	<i>Rev</i>	<i>Data</i>	F0	20/06/2011
<i>Rev</i>	<i>Data</i>						
F0	20/06/2011						

0.000 0.000  
0.000 1.500  
0.000 12.800

Focus/Block Search Line  
-7.036 -16.041  
-7.036 -1.352

Search Grid

1.026 8.256  
33.7168.256  
33.71640.504  
1.026 40.504

Distributed Load  
-0.956 12.754  
-2.833 12.801  
-4.776 12.849

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>MURO SOSTEGNO ROTONDA S. TRADA</b> <b>DA PK 0+036 A PK 0+087 - RELAZIONE DI CALCOLO</b>		<i>Codice documento</i> CS0670_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

## 12.4 Sezione S1 – Analisi in fase sismica - Output SLIDE rel. 05

Raw Data for Minimum Circle Results				4.295	27.605	31.095	1.24772
Center_x	Center_y	Radius	Factor_of_Safety	4.295	29.217	32.602	1.25600
1.026	8.256	12.542	1.51425	4.295	30.830	34.118	1.26469
1.026	9.868	13.816	1.43176	4.295	32.442	35.643	1.27388
1.026	11.481	15.155	1.37965	4.295	34.054	37.175	1.28437
1.026	13.093	16.543	1.34343	4.295	35.667	38.714	1.29486
1.026	14.706	17.968	1.31909	4.295	37.279	40.259	1.30477
1.026	16.318	19.422	1.30278	4.295	38.892	41.808	1.31628
1.026	17.930	20.900	1.29617	4.295	40.504	43.363	1.32821
1.026	19.543	22.396	1.29529	5.930	8.256	16.137	1.75657
1.026	21.155	23.908	1.29785	5.930	9.868	17.146	1.61286
1.026	22.768	25.431	1.30394	5.930	11.481	18.242	1.50777
1.026	24.380	26.965	1.31067	5.930	13.093	19.410	1.42882
1.026	25.992	28.508	1.31990	5.930	14.706	20.638	1.36992
1.026	27.605	30.058	1.32968	5.930	16.318	21.916	1.32649
1.026	29.217	31.614	1.34112	5.930	17.930	23.236	1.29616
1.026	30.830	33.176	1.35461	5.930	19.543	24.590	1.27122
1.026	32.442	34.742	1.36707	5.930	21.155	25.974	1.25694
1.026	34.054	36.313	1.37993	5.930	22.768	27.383	1.24757
1.026	35.667	37.887	1.39332	5.930	24.380	28.814	1.24459
1.026	37.279	39.464	1.40589	5.930	25.992	30.262	1.24332
1.026	38.892	41.041	1.41770	5.930	27.605	31.727	1.24470
1.026	40.504	42.617	1.42667	5.930	29.217	33.205	1.24762
2.660	8.256	13.650	1.52117	5.930	30.830	34.695	1.25259
2.660	9.868	14.830	1.42884	5.930	32.442	36.196	1.25899
2.660	11.481	16.084	1.36123	5.930	34.054	37.706	1.26603
2.660	13.093	17.398	1.31948	5.930	35.667	39.224	1.27263
2.660	14.706	18.758	1.28741	5.930	37.279	40.749	1.28314
2.660	16.318	20.156	1.26609	5.930	38.892	42.281	1.29098
2.660	17.930	21.583	1.25570	5.930	40.504	43.818	1.30089
2.660	19.543	23.035	1.25159	7.564	8.256	17.478	1.91961
2.660	21.155	24.507	1.25151	7.564	9.868	18.413	1.75908
2.660	22.768	25.996	1.25405	7.564	11.481	19.438	1.64198
2.660	24.380	27.498	1.25986	7.564	13.093	20.538	1.54333
2.660	25.992	29.013	1.26531	7.564	14.706	21.702	1.46327
2.660	27.605	30.537	1.27507	7.564	16.318	22.921	1.40625
2.660	29.217	32.070	1.28522	7.564	17.930	24.186	1.36016
2.660	30.830	33.611	1.29789	7.564	19.543	25.490	1.32808
2.660	32.442	35.158	1.30975	7.564	21.155	26.828	1.30397
2.660	34.054	36.710	1.32161	7.564	22.768	28.194	1.28828
2.660	35.667	38.268	1.33325	7.564	24.380	29.585	1.27614
2.660	37.279	39.830	1.34588	7.564	25.992	30.998	1.26772
2.660	38.892	41.395	1.35871	7.564	27.605	32.429	1.26313
2.660	40.504	42.965	1.37139	7.564	29.217	33.877	1.26077
4.295	8.256	14.856	1.60834	7.564	30.830	35.339	1.26117
4.295	9.868	15.946	1.49448	7.564	32.442	36.813	1.26294
4.295	11.481	17.119	1.41267	7.564	34.054	38.298	1.26468
4.295	13.093	18.359	1.35182	7.564	35.667	39.794	1.26964
4.295	14.706	19.653	1.30766	7.564	37.279	41.298	1.27533
4.295	16.318	20.991	1.27661	7.564	38.892	42.954	1.28075
4.295	17.930	22.365	1.25838	7.564	40.504	44.464	1.28818
4.295	19.543	23.769	1.24645	9.198	8.256	18.864	2.11228
4.295	21.155	25.198	1.23835	9.198	9.868	19.734	1.94269
4.295	22.768	26.649	1.23641	9.198	11.481	20.694	1.79039
4.295	24.380	28.116	1.23774	9.198	13.093	21.730	1.68526
4.295	25.992	29.599	1.24208	9.198	14.706	22.834	1.58323
				9.198	16.318	23.995	1.51118

**MURO SOSTEGNO ROTONDA S. TRADA**  
**DA PK 0+036 A PK 0+087 - RELAZIONE DI CALCOLO**

*Codice documento*  
CS0670\_F0

*Rev*  
F0

*Data*  
20/06/2011

9.198	17.930	25.206	1.45187	14.102	16.318	27.551	-1000.00000
9.198	19.543	26.460	1.40869	14.102	17.930	28.611	-1000.00000
9.198	21.155	27.751	1.37527	14.102	19.543	29.722	-1000.00000
9.198	22.768	29.074	1.34882	14.102	21.155	30.877	-1000.00000
9.198	24.380	30.425	1.32825	14.102	22.768	32.071	-1000.00000
9.198	25.992	31.800	1.31333	14.102	24.380	33.301	-1000.00000
9.198	27.605	33.197	1.30120	14.102	25.992	34.562	-1000.00000
9.198	29.217	34.613	1.29344	14.102	27.605	35.851	-1000.00000
9.198	30.830	36.045	1.28799	14.102	29.217	37.166	-1000.00000
9.198	32.442	37.491	1.28544	14.102	30.830	38.503	-1000.00000
9.198	34.054	38.951	1.28273	14.102	32.442	39.860	-1000.00000
9.198	35.667	40.422	1.28361	14.102	34.054	41.236	-1000.00000
9.198	37.279	41.904	1.28626	14.102	35.667	42.629	-1000.00000
9.198	38.892	43.503	1.28867	14.102	37.279	44.036	-1000.00000
9.198	40.504	44.987	1.29263	14.102	38.892	45.457	-1000.00000
10.833	8.256	20.288	-1000.00000	14.102	40.504	46.891	-1000.00000
10.833	9.868	21.099	-1000.00000	15.736	8.256	24.716	-1000.00000
10.833	11.481	21.999	-1000.00000	15.736	9.868	25.386	-1000.00000
10.833	13.093	22.977	-1000.00000	15.736	11.481	26.139	-1000.00000
10.833	14.706	24.024	-1000.00000	15.736	13.093	26.967	-1000.00000
10.833	16.318	25.130	-1000.00000	15.736	14.706	27.864	-1000.00000
10.833	17.930	26.289	-1000.00000	15.736	16.318	28.824	-1000.00000
10.833	19.543	27.493	-1000.00000	15.736	17.930	29.839	-1000.00000
10.833	21.155	28.738	-1000.00000	15.736	19.543	30.906	-1000.00000
10.833	22.768	30.017	-1000.00000	15.736	21.155	32.018	-1000.00000
10.833	24.380	31.328	-1000.00000	15.736	22.768	33.171	-1000.00000
10.833	25.992	32.665	-1000.00000	15.736	24.380	34.361	-1000.00000
10.833	27.605	34.026	-1000.00000	15.736	25.992	35.585	-1000.00000
10.833	29.217	35.409	-1000.00000	15.736	27.605	36.838	-1000.00000
10.833	30.830	36.810	-1000.00000	15.736	29.217	38.119	-1000.00000
10.833	32.442	38.227	-1000.00000	15.736	30.830	39.424	-1000.00000
10.833	34.054	39.660	-1000.00000	15.736	32.442	40.751	-1000.00000
10.833	35.667	41.106	-1000.00000	15.736	34.054	42.097	-1000.00000
10.833	37.279	42.564	-1000.00000	15.736	35.667	43.462	-1000.00000
10.833	38.892	44.032	-1000.00000	15.736	37.279	44.844	-1000.00000
10.833	40.504	45.511	-1000.00000	15.736	38.892	46.240	-1000.00000
12.467	8.256	21.741	-1000.00000	15.736	40.504	47.650	-1000.00000
12.467	9.868	22.500	-1000.00000	17.371	8.256	26.230	-1000.00000
12.467	11.481	23.346	-1000.00000	17.371	9.868	26.862	-1000.00000
12.467	13.093	24.270	-1000.00000	17.371	11.481	27.575	-1000.00000
12.467	14.706	25.263	-1000.00000	17.371	13.093	28.361	-1000.00000
12.467	16.318	26.317	-1000.00000	17.371	14.706	29.215	-1000.00000
12.467	17.930	27.426	-1000.00000	17.371	16.318	30.132	-1000.00000
12.467	19.543	28.583	-1000.00000	17.371	17.930	31.105	-1000.00000
12.467	21.155	29.782	-1000.00000	17.371	19.543	32.129	-1000.00000
12.467	22.768	31.018	-1000.00000	17.371	21.155	33.200	-1000.00000
12.467	24.380	32.288	-1000.00000	17.371	22.768	34.314	-1000.00000
12.467	25.992	33.587	-1000.00000	17.371	24.380	35.466	-1000.00000
12.467	27.605	34.912	-1000.00000	17.371	25.992	36.652	-1000.00000
12.467	29.217	36.261	-1000.00000	17.371	27.605	37.871	-1000.00000
12.467	30.830	37.630	-1000.00000	17.371	29.217	39.117	-1000.00000
12.467	32.442	39.018	-1000.00000	17.371	30.830	40.390	-1000.00000
12.467	34.054	40.423	-1000.00000	17.371	32.442	41.686	-1000.00000
12.467	35.667	41.842	-1000.00000	17.371	34.054	43.004	-1000.00000
12.467	37.279	43.275	-1000.00000	17.371	35.667	44.341	-1000.00000
12.467	38.892	44.721	-1000.00000	17.371	37.279	45.695	-1000.00000
12.467	40.504	46.177	-1000.00000	17.371	38.892	47.066	-1000.00000
14.102	8.256	23.219	-1000.00000	17.371	40.504	48.452	-1000.00000
14.102	9.868	23.931	-1000.00000	19.006	8.256	27.757	-1000.00000
14.102	11.481	24.728	-1000.00000	19.006	9.868	28.356	-1000.00000
14.102	13.093	25.602	-1000.00000	19.006	11.481	29.031	-1000.00000
14.102	14.706	26.545	-1000.00000	19.006	13.093	29.779	-1000.00000

MURO SOSTEGNO ROTONDA S. TRADA  
DA PK 0+036 A PK 0+087 - RELAZIONE DI CALCOLO

Codice documento  
CS0670\_F0

Rev Data  
F0 20/06/2011

19.006	14.706	30.594	-1000.00000	23.909	13.093	34.150	-1000.00000
19.006	16.318	31.470	-1000.00000	23.909	14.706	34.863	-1000.00000
19.006	17.930	32.403	-1000.00000	23.909	16.318	35.634	-1000.00000
19.006	19.543	33.388	-1000.00000	23.909	17.930	36.461	-1000.00000
19.006	21.155	34.420	-1000.00000	23.909	19.543	37.339	-1000.00000
19.006	22.768	35.495	-1000.00000	23.909	21.155	38.264	-1000.00000
19.006	24.380	36.610	-1000.00000	23.909	22.768	39.234	-1000.00000
19.006	25.992	37.761	-1000.00000	23.909	24.380	40.246	-1000.00000
19.006	27.605	38.944	-1000.00000	23.909	25.992	41.295	-1000.00000
19.006	29.217	40.157	-1000.00000	23.909	27.605	42.380	-1000.00000
19.006	30.830	41.398	-1000.00000	23.909	29.217	43.498	-1000.00000
19.006	32.442	42.664	-1000.00000	23.909	30.830	44.646	-1000.00000
19.006	34.054	43.952	-1000.00000	23.909	32.442	45.822	-1000.00000
19.006	35.667	45.261	-1000.00000	23.909	34.054	47.023	-1000.00000
19.006	37.279	46.589	-1000.00000	23.909	35.667	48.249	-1000.00000
19.006	38.892	47.934	-1000.00000	23.909	37.279	49.497	-1000.00000
19.006	40.504	49.296	-1000.00000	23.909	38.892	50.765	-1000.00000
20.640	8.256	29.296	-1000.00000	23.909	40.504	52.053	-1000.00000
20.640	9.868	29.864	-1000.00000	25.544	8.256	33.966	-1000.00000
20.640	11.481	30.506	-1000.00000	25.544	9.868	34.457	-1000.00000
20.640	13.093	31.219	-1000.00000	25.544	11.481	35.015	-1000.00000
20.640	14.706	31.997	-1000.00000	25.544	13.093	35.638	-1000.00000
20.640	16.318	32.836	-1000.00000	25.544	14.706	36.321	-1000.00000
20.640	17.930	33.731	-1000.00000	25.544	16.318	37.062	-1000.00000
20.640	19.543	34.678	-1000.00000	25.544	17.930	37.858	-1000.00000
20.640	21.155	35.672	-1000.00000	25.544	19.543	38.704	-1000.00000
20.640	22.768	36.711	-1000.00000	25.544	21.155	39.598	-1000.00000
20.640	24.380	37.790	-1000.00000	25.544	22.768	40.536	-1000.00000
20.640	25.992	38.906	-1000.00000	25.544	24.380	41.516	-1000.00000
20.640	27.605	40.055	-1000.00000	25.544	25.992	42.534	-1000.00000
20.640	29.217	41.236	-1000.00000	25.544	27.605	43.588	-1000.00000
20.640	30.830	42.445	-1000.00000	25.544	29.217	44.675	-1000.00000
20.640	32.442	43.680	-1000.00000	25.544	30.830	45.794	-1000.00000
20.640	34.054	44.940	-1000.00000	25.544	32.442	46.941	-1000.00000
20.640	35.667	46.221	-1000.00000	25.544	34.054	48.115	-1000.00000
20.640	37.279	47.522	-1000.00000	25.544	35.667	49.313	-1000.00000
20.640	38.892	48.842	-1000.00000	25.544	37.279	50.535	-1000.00000
20.640	40.504	50.178	-1000.00000	25.544	38.892	51.778	-1000.00000
22.275	8.256	30.845	-1000.00000	25.544	40.504	53.041	-1000.00000
22.275	9.868	31.384	-1000.00000	27.178	8.256	35.537	-1000.00000
22.275	11.481	31.996	-1000.00000	27.178	9.868	36.006	-1000.00000
22.275	13.093	32.676	-1000.00000	27.178	11.481	36.541	-1000.00000
22.275	14.706	33.421	-1000.00000	27.178	13.093	37.138	-1000.00000
22.275	16.318	34.224	-1000.00000	27.178	14.706	37.794	-1000.00000
22.275	17.930	35.084	-1000.00000	27.178	16.318	38.507	-1000.00000
22.275	19.543	35.996	-1000.00000	27.178	17.930	39.273	-1000.00000
22.275	21.155	36.955	-1000.00000	27.178	19.543	40.089	-1000.00000
22.275	22.768	37.958	-1000.00000	27.178	21.155	40.953	-1000.00000
22.275	24.380	39.003	-1000.00000	27.178	22.768	41.861	-1000.00000
22.275	25.992	40.085	-1000.00000	27.178	24.380	42.810	-1000.00000
22.275	27.605	41.202	-1000.00000	27.178	25.992	43.798	-1000.00000
22.275	29.217	42.350	-1000.00000	27.178	27.605	44.823	-1000.00000
22.275	30.830	43.529	-1000.00000	27.178	29.217	45.881	-1000.00000
22.275	32.442	44.734	-1000.00000	27.178	30.830	46.971	-1000.00000
22.275	34.054	45.964	-1000.00000	27.178	32.442	48.090	-1000.00000
22.275	35.667	47.217	-1000.00000	27.178	34.054	49.236	-1000.00000
22.275	37.279	48.492	-1000.00000	27.178	35.667	50.408	-1000.00000
22.275	38.892	49.786	-1000.00000	27.178	37.279	51.604	-1000.00000
22.275	40.504	51.098	-1000.00000	27.178	38.892	52.822	-1000.00000
23.909	8.256	32.402	-1000.00000	27.178	40.504	54.060	-1000.00000
23.909	9.868	32.916	-1000.00000	28.813	8.256	37.113	-1000.00000
23.909	11.481	33.500	-1000.00000	28.813	9.868	37.563	-1000.00000



**MURO SOSTEGNO ROTONDA S. TRADA**  
**DA PK 0+036 A PK 0+087 - RELAZIONE DI CALCOLO**

*Codice documento*  
CS0670\_F0

<i>Rev</i>	<i>Data</i>
F0	20/06/2011

28.813	11.481	38.076	-1000.00000	33.716	9.868	42.268	-1000.00000
28.813	13.093	38.649	-1000.00000	33.716	11.481	42.724	-1000.00000
28.813	14.706	39.280	-1000.00000	33.716	13.093	43.236	-1000.00000
28.813	16.318	39.966	-1000.00000	33.716	14.706	43.801	-1000.00000
28.813	17.930	40.705	-1000.00000	33.716	16.318	44.418	-1000.00000
28.813	19.543	41.493	-1000.00000	33.716	17.930	45.083	-1000.00000
28.813	21.155	42.328	-1000.00000	33.716	19.543	45.796	-1000.00000
28.813	22.768	43.207	-1000.00000	33.716	21.155	46.554	-1000.00000
28.813	24.380	44.127	-1000.00000	33.716	22.768	47.355	-1000.00000
28.813	25.992	45.087	-1000.00000	33.716	24.380	48.196	-1000.00000
28.813	27.605	46.082	-1000.00000	33.716	25.992	49.076	-1000.00000
28.813	29.217	47.112	-1000.00000	33.716	27.605	49.992	-1000.00000
28.813	30.830	48.174	-1000.00000	33.716	29.217	50.943	-1000.00000
28.813	32.442	49.266	-1000.00000	33.716	30.830	51.926	-1000.00000
28.813	34.054	50.386	-1000.00000	33.716	32.442	52.941	-1000.00000
28.813	35.667	51.531	-1000.00000	33.716	34.054	53.984	-1000.00000
28.813	37.279	52.702	-1000.00000	33.716	35.667	55.055	-1000.00000
28.813	38.892	53.895	-1000.00000	33.716	37.279	56.152	-1000.00000
28.813	40.504	55.109	-1000.00000	33.716	38.892	57.273	-1000.00000
30.447	8.256	38.694	-1000.00000	33.716	40.504	58.418	-1000.00000
30.447	9.868	39.126	-1000.00000				
30.447	11.481	39.619	-1000.00000				
30.447	13.093	40.170	-1000.00000				
30.447	14.706	40.777	-1000.00000				
30.447	16.318	41.439	-1000.00000				
30.447	17.930	42.152	-1000.00000				
30.447	19.543	42.913	-1000.00000				
30.447	21.155	43.721	-1000.00000				
30.447	22.768	44.572	-1000.00000				
30.447	24.380	45.465	-1000.00000				
30.447	25.992	46.397	-1000.00000				
30.447	27.605	47.365	-1000.00000				
30.447	29.217	48.368	-1000.00000				
30.447	30.830	49.402	-1000.00000				
30.447	32.442	50.468	-1000.00000				
30.447	34.054	51.561	-1000.00000				
30.447	35.667	52.682	-1000.00000				
30.447	37.279	53.827	-1000.00000				
30.447	38.892	54.995	-1000.00000				
30.447	40.504	56.186	-1000.00000				
32.081	8.256	40.280	-1000.00000				
32.081	9.868	40.695	-1000.00000				
32.081	11.481	41.168	-1000.00000				
32.081	13.093	41.699	-1000.00000				
32.081	14.706	42.285	-1000.00000				
32.081	16.318	42.923	-1000.00000				
32.081	17.930	43.611	-1000.00000				
32.081	19.543	44.348	-1000.00000				
32.081	21.155	45.130	-1000.00000				
32.081	22.768	45.955	-1000.00000				
32.081	24.380	46.822	-1000.00000				
32.081	25.992	47.727	-1000.00000				
32.081	27.605	48.669	-1000.00000				
32.081	29.217	49.645	-1000.00000				
32.081	30.830	50.654	-1000.00000				
32.081	32.442	51.693	-1000.00000				
32.081	34.054	52.761	-1000.00000				
32.081	35.667	53.857	-1000.00000				
32.081	37.279	54.977	-1000.00000				
32.081	38.892	56.122	-1000.00000				
32.081	40.504	57.289	-1000.00000				
33.716	8.256	41.869	-1000.00000				