

# 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 SICILIA</p> <p><i>Tipo di sistema</i> STAZIONI – OPERE CIVILI</p> <p><i>Raggruppamento di opere/attività</i> STAZIONE ANNUNZIATA</p> <p><i>Opera - tratto d'opera - parte d'opera</i> GENERALE – OPERE CIVILI</p> <p><i>Titolo del documento</i> MURI DI SOSTEGNO PARCHEGGI - RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE</p>	<p>ST0191_F0</p>
--	------------------

CODICE	C G 0 7 0 0 P C L D S C S 2 S G 0 0 0 0 0 0 0 2 F0
--------	--

REV	DATA	DESCRIZIONE	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO
F0	20-06-2011	PRIMA EMISSIONE	S. BIANCHI	G. SCIUTO	F. COLLA



		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE</b>		<i>Codice documento</i> ST0191_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20-06-2011

## INDICE

INDICE .....	3
PREMESSA.....	5
1 RIFERIMENTI NORMATIVI .....	5
2 RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI .....	5
3 CARATTERISTICHE DEI MATERIALI .....	7
3.1 Calcestruzzi (Secondo UNI 11104 - 2004).....	7
3.2 Acciaio per armature di conglomerato cementizio armato (Secondo NTC 2008 – D.M. 14/01/2008) .....	8
4 DESCRIZIONE DELLA STRUTTURA.....	9
4.1 CARATTERISTICHE GEOMETRICHE E UBICAZIONE DELLA STRUTTURA.....	9
4.2 CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA DEL LUOGO.....	12
4.2.1 Descrizione delle litologie .....	12
4.2.2 Indagini previste .....	12
4.2.3 Caratterizzazione geotecnica.....	14
4.2.4 Parametri principali assunti.....	53
4.3 CARATTERIZZAZIONE DELLA SISMICITA' DEL LUOGO .....	54
4.4 CRITERI GENERALI DI PROGETTAZIONE .....	55
4.4.1 Verifiche di resistenza.....	56
4.4.1.1 Verifiche di resistenza agli stati limite ultimi.....	56
4.4.2 Verifiche agli stati limite di esercizio.....	56
4.4.2.1 Definizione degli stati limite di fessurazione .....	56
4.4.2.2 Condizioni ambientali .....	57
4.4.2.3 Sensibilità delle armature alla corrosione .....	57
4.4.2.4 Scelta degli stati limite di fessurazione.....	57
4.4.2.5 Verifiche allo stato limite di fessurazione.....	58
4.4.2.6 Verifiche delle tensioni in esercizio.....	59
4.4.3 Azioni sismiche.....	60
4.4.3.1 Vita nominale .....	60
4.4.3.2 Classe d'uso .....	61
4.4.3.3 Periodo di riferimento per l'azione sismica .....	61
4.4.3.4 Classificazione sismica del terreno .....	61

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE	<i>Codice documento</i> ST0191_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20-06-2011	

5	ELABORATI DI RIFERIMENTO.....	62
6	ANALISI OPERE .....	63
6.1.1	MODELLO DI CALCOLO.....	63
6.1.1.1	DESCRIZIONE DEL MODELLO DI CALCOLO .....	63
6.1.1.2	MURO TIPO A .....	73
6.1.1.3	MURO TIPO B .....	160
6.1.1.4	MURO TIPO C.....	212
6.1.1.5	MURO TIPO D.....	297
6.1.2	VALUTAZIONE DEI RISULTATI.....	382

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE		<i>Codice documento</i> ST0191_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20-06-2011

## PREMESSA

La presente relazione di calcolo tratta i muri di sostegno indicizzati con le lettere A, B, C e D, facenti parte delle opere di sostegno per la realizzazione dei parcheggi, a servizio della stazione ferroviaria Annunziata facente parte dei collegamenti lato Sicilia del ponte sullo stretto di Messina. La stazione è situata all'interno di tale ambito approssimativamente alla progressiva 9+430 km degli assi ferroviari.

### 1 RIFERIMENTI NORMATIVI

I calcoli delle strutture sono stati eseguiti in base alle seguenti disposizioni:

- Legge 5/11/1971 n° 1086: "Norme per le discipline delle opere di conglomerato cementizio armato normale e precompresso ed a struttura metallica".
- Legge 2 febbraio 1974, n. 64 "Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche".
- D.M. del 14/01/2008 - "Norme Tecniche per le Costruzioni 2008"
- Istruzioni per l'applicazione delle norme tecniche per le costruzioni di cui al DM 14/01/2008 – Circolare 2 febbraio 2009 n. 617
- Norma UNI EN 206-1 : 2006 "Calcestruzzo. Parte 1 : specificazione, prestazione, produzione e conformità"

### 2 RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

- [1] SEAOC Blue Book "Conceptual Framework for Performance-Based Seismic Design", Appendix B (2000).
- [2] Gruppo di Lavoro (2004). Redazione della mappa di pericolosità sismica prevista dall'Ordinanza PCM 3274 del 20 marzo 2003. Rapporto Conclusivo per il Dipartimento della Protezione Civile, INGV, Milano-Roma, aprile 2004, 65 pp. + 5 appendici).
- [3] Priestley M.J.N., Seible F. e Calvi G.M. "Seismic Design and Retrofit of Bridges", J. Wiley & Sons, Inc. (1996).
- [4] Migliacci A. e Mola F., "Progetto agli stati limite delle strutture in c.a.". Parte prima e seconda, Ed. Masson. 1996.
- [5] FEMA 440 – "Improvement of Nonlinear Static Seismic Analysis Procedures", prepared by ATC, ATC-55

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE	<i>Codice documento</i> ST0191_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20-06-2011	

Project, Redwood City CA, June 2005.

[6] FEMA 440 – “Improvement of Nonlinear Static Seismic Analysis Procedures”, prepared by ATC, ATC-55 Project, Redwood City CA, June 2005.

[7] M. W. O'Neill and L. C. Reese “Drilled shafts: construction procedures and design methods”, prepared for U.S. Department of Transportation Federal Highway Administration; printed by ADSC: The International Association of Foundation Drilling, pub. n. ADSC-TL 4, August 1999.

[8] CALTRANS “Seismic Design Criteria” Version 1.1; California department of transportation, USA, July 1999.

[9] ATC-32 “Improved Seismic Design Criteria for California Bridges: Provisional Recommendations” Version 1.1; California, USA, June 1996.

[10] ATC-49 “Recommended LRFD guidelines for the seismic design of highway bridges. Part I: Specifications. Part II: Commentary and Appendices”, ATC/MCEER Joint Venture, USA, June 2003.

[11] Roesset J.M. [1969] “Fundamentals of soil amplification”, Conference on Seismic Design for Nuclear Power Plants, MIT, Ed. by Robert J. Hansen, Vol 1, pp. 183-244.

[12] Mylonakis G. [2001] “Simplified model for seismic pile bending at soil layer interfaces”, The Japanese Geotechnical Society, Vol. 41, No. 4(20010815), pp. 47-58.

[13] Joseph E. Bowles. [1988] “Fondazioni – progetto e analisi”, McGraw-Hill.

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE		<i>Codice documento</i> ST0191_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20-06-2011

### 3 CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

#### 3.1 Calcestruzzi (Secondo UNI 11104 - 2004)

##### Fondazioni

classe di resistenza	<b>C25/30</b>
modulo elastico	$E_c = 31.476 \text{ N/mm}^2$
resistenza caratteristica a compressione cilindrica	$f_{ck} = 25,00 \text{ N/mm}^2$
resistenza media a compressione cilindrica	$f_{cm} = 33,00 \text{ N/mm}^2$
resistenza di calcolo a compressione	$f_{cd} = 14,17 \text{ N/mm}^2$
resistenza a trazione ( valore medio )	$f_{ctm} = 2,56 \text{ N/mm}^2$
resistenza caratteristica a trazione	$f_{ctk} = 1,79 \text{ N/mm}^2$
resistenza caratteristica a trazione per flessione	$f_{ctk} = 2,15 \text{ N/mm}^2$
tensione a SLE – combinazione rara	$\sigma_C = 14,94 \text{ N/mm}^2$
tensione a SLE – combinazione quasi permanente	$\sigma_C = 11,20 \text{ N/mm}^2$
copriferro	$C = 40 \text{ mm}$
classe di esposizione	XC2
classe di consistenza slump	S4
max dimensione aggregati	$D_{max} = 32 \text{ mm}$
rapporto A/C massimo	0,50

##### Elevazioni

classe di resistenza	<b>C32/40</b>
modulo elastico	$E_c = 33.346 \text{ N/mm}^2$
resistenza caratteristica a compressione cilindrica	$f_{ck} = 32,00 \text{ N/mm}^2$
resistenza media a compressione cilindrica	$f_{cm} = 40,00 \text{ N/mm}^2$
resistenza di calcolo a compressione	$f_{cd} = 18,13 \text{ N/mm}^2$
resistenza a trazione ( valore medio )	$f_{ctm} = 3,02 \text{ N/mm}^2$
resistenza caratteristica a trazione	$f_{ctk} = 2,11 \text{ N/mm}^2$
resistenza caratteristica a trazione per flessione	$f_{ctk} = 2,65 \text{ N/mm}^2$
tensione a SLE – combinazione rara	$\sigma_C = 19,92 \text{ N/mm}^2$
tensione a SLE – combinazione quasi permanente	$\sigma_C = 14,94 \text{ N/mm}^2$

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE		<i>Codice documento</i> ST0191_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20-06-2011

copriferro	C =	40	mm
classe di esposizione	XC4	XS1	XF2
classe di consistenza slump		S4	
max dimensione aggregati	Dmax =	32	mm
rapporto A/C massimo		0,50	

Per il calcestruzzo ordinario armato si assume il seguente peso per unità di volume:

$$\rho'_{cls} = \boxed{25} \text{ kN/m}^3$$

### 3.2 Acciaio per armature di conglomerato cementizio armato (Secondo NTC 2008 – D.M. 14/01/2008)

		<b>B450C</b>	
tensione caratteristica di snervamento	$f_{yk} =$	450	N/mm <sup>2</sup>
tensione caratteristica di rottura	$f_{tk} =$	540	N/mm <sup>2</sup>
resistenza di calcolo a trazione	$f_{yd} =$	391,30	N/mm <sup>2</sup>
modulo elastico	$E_s =$	206.000	N/mm <sup>2</sup>
deformazione caratteristica al carico massimo	$\epsilon_{uk} =$	7,50	%
deformazione di progetto	$\epsilon_{ud} =$	6,75	%
coeff. resistenza a instabilità delle membrature	$\gamma_m =$	1,10	

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>	
RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE	<i>Codice documento</i> ST0191_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20-06-2011

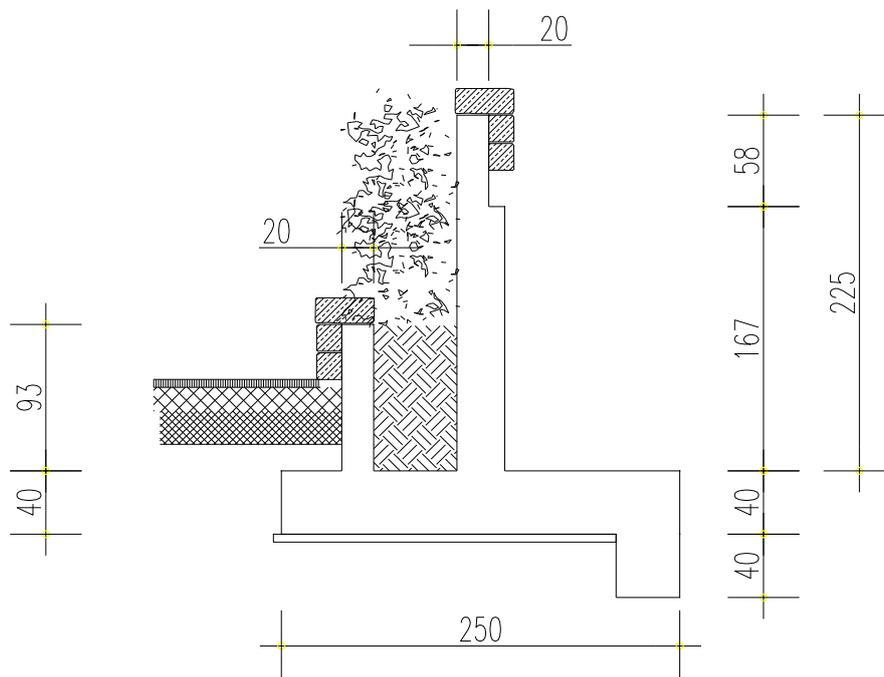
## 4 DESCRIZIONE DELLA STRUTTURA

### 4.1 CARATTERISTICHE GEOMETRICHE E UBICAZIONE DELLA STRUTTURA

La presente relazione di calcolo tratta i muri di sostegno indicizzati con le lettere A, B, C e D, facenti parte delle opere di sostegno per la realizzazione dei parcheggi, a servizio della stazione ferroviaria Annunziata.

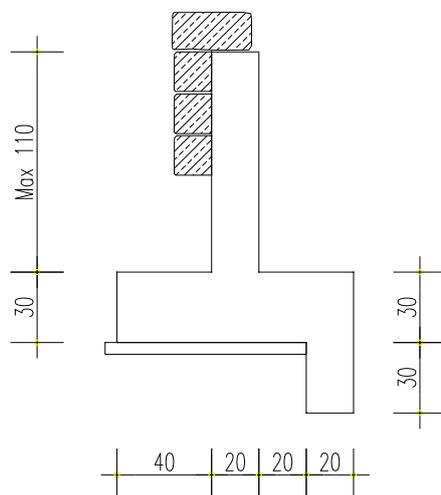
Il progetto prevede la realizzazione di quattro diverse tipologie di muri di sostegno in c.a. gettato in opera.

1) TIPOLOGIA A: il muro presenta un'altezza di 2,25 m dallo spiccato di fondazione. La fondazione è di tipo diretto e realizzata tramite una soletta di spessore 0,40 m dotata di un dente a monte profondo anch'esso 0,40 m. L'opera in c.a. è poi rivestita mediante utilizzo di blocchi in pietra.

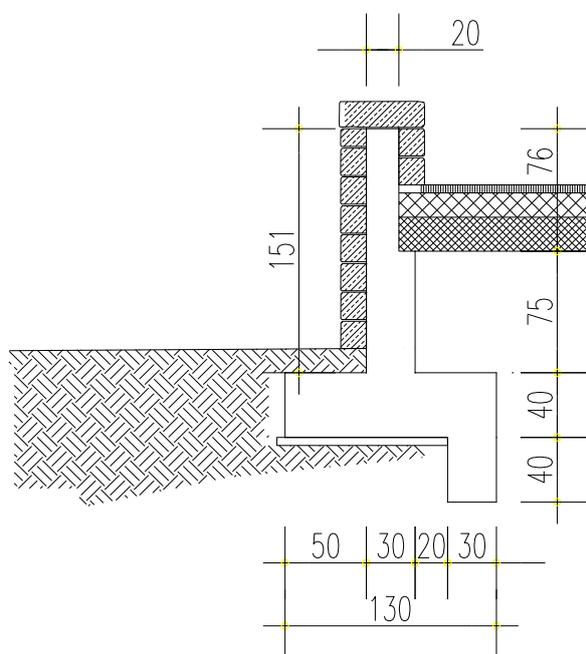


2) TIPOLOGIA B: il muro presenta un'altezza di 0,94 m dallo spiccato di fondazione. La fondazione è di tipo diretto e realizzata tramite una soletta di spessore 0,30 m dotata di un dente a monte profondo anch'esso 0,30 m. L'opera in c.a. è poi rivestita mediante utilizzo di blocchi in pietra.

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>	
RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE	<i>Codice documento</i> ST0191_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20-06-2011



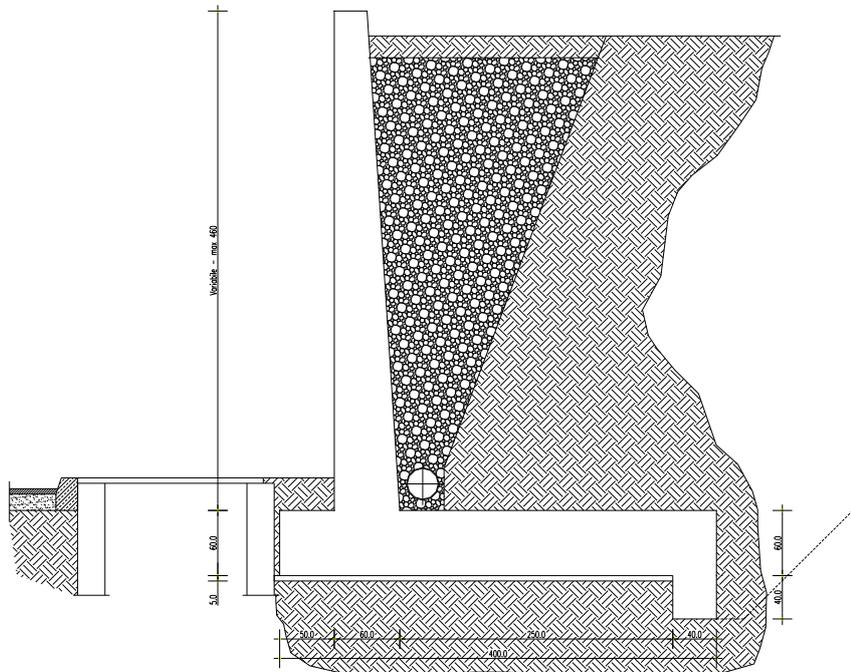
3) TIPOLOGIA C: il muro presenta un'altezza di 1,51 m dallo spiccatto di fondazione. La fondazione è di tipo diretto e realizzata tramite una soletta di spessore 0,40 m dotata di un dente a monte profondo anch'esso 0,40 m. L'opera in c.a. è poi rivestita mediante utilizzo di blocchi in pietra.



4) TIPOLOGIA D: il muro presenta un'altezza variabile con valore 4,40 m dallo spiccatto di fondazione. La fondazione è di tipo diretto e realizzata tramite una soletta di spessore 0,60 m

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>	
RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE	<i>Codice documento</i> ST0191_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20-06-2011

dotata di un dente a monte profondo anch'esso 0,40 m.



L'analisi statica dei muri in esercizio è stata effettuata considerando una profondità unitaria. Con tale ipotesi sono state pertanto trascurate, a favore di sicurezza, le effettive diffusioni dei carichi e delle sollecitazioni nella parete verticali con allargamento delle traiettorie di diffusione verso il basso e conseguente sensibile riduzione delle sollecitazioni al nodo inferiore, nella fondazione e sul terreno.

L'analisi dei carichi è stata effettuata in ottemperanza alla Normativa vigente.

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE		<i>Codice documento</i> ST0191_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20-06-2011

## 4.2 CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA DEL LUOGO

### 4.2.1 Descrizione delle litologie

Le litologie prevalenti sono costituite dalla formazione dai Depositi alluvionali, dalla Serie gessoso solfifera (Calcari brecciati e argille gessose) e dal San Pier Niceto argilloso.

Depositi alluvionali: si tratta prevalentemente di depositi sabbioso-ghiaiosi olocenici di fondo alveo. L'incisione operata dai corsi d'acqua determina la diretta sovrapposizione di tali depositi sul substrato cristallino-metamorfico. Gli spessori massimi dedotti da affioramento e sondaggi non è superiore alla decina di metri.

Serie gessoso solfifera (Calcari brecciati e Argille gessose): si tratta delle evaporiti relative alla crisi di salinità che ha interessato il Bacino Mediterraneo durante il Messiniano.

La litofacies evaporitica è caratterizzata da gessi e argille gessose, prevalentemente alla base della successione, e da calcari brecciati e vacuolari affioranti discontinuamente. L'appoggio della formazione è sempre sulle varie litofacies della Formazione di S. Pier Niceto.

La formazione del San Pier Niceto è costituita essenzialmente da due facies distinte, una basale conglomeratica ed arenacea e l'altra superiore di natura prevalentemente argillosa.

Alla base il conglomerato è costituito da grossi ciottoli poligenici arrotondati e ghiaie di colore marrone-avana in una matrice arenacea rossastra con sabbia sempre più fine man mano che ci si sposta verso l'alto. Nella parte superiore assume l'aspetto di un ammasso roccioso che affiora estesamente in banchi.

Superiormente la porzione arenacea lascia il posto a strati limo argillosi di potenza metrica.

La falda risulta interferente con le opere e localizzabile a profondità di circa 10m da p.c..

### 4.2.2 Indagini previste

I sondaggi di riferimento per la presente tratta sono S452 e S452bis.

Data l'esiguità delle prove, si è scelto di tenere conto anche delle indagini effettuate in altre tratte.

Localmente non ci sono indagini che raggiungono i primi 30 m di profondità per la caratterizzazione sismica del suolo.

Le simiche a rifrazione effettuate in località La Giostra (SR5-S454) in un contesto litostratigrafico simile forniscono una categoria di suolo variabile tra **B** ( $V_{s30}=410\text{m/s}$ ) e **C** ( $V_{s30}=300\text{m/s}$ ).

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE</b>		<i>Codice documento</i> ST0191_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20-06-2011

Le prove localmente utilizzate nella caratterizzazione sono:

#### Depositi alluvionali

Le prove localmente utilizzate nella caratterizzazione sono:

- prove SPT (S452, S452bis)
- prove sismiche a rifrazione (S454-SR5)
- prove di laboratorio per la determinazione delle granulometrie e delle caratteristiche fisiche (S452)

#### Calcri brecciati

Data l'esiguità dei sondaggi che caratterizzano la presente formazione nella tratta in esame, si fa riferimento alla caratterizzazione generale.

Le prove utilizzate nella caratterizzazione sono:

- prove pressiometriche (S451, S451bis)
- prove sismiche a rifrazione (SR5, SR10)

#### Argille gessose

Data l'esiguità dei sondaggi che caratterizzano la presente formazione nella tratta in esame, si fa riferimento alla caratterizzazione generale.

Le prove utilizzate nella caratterizzazione sono:

- prove pressiometriche (S432, S454)
- prove dilatometriche (S451, S452, S452bis, S455)
- prove sismiche a rifrazione (SR5, SR10)
- prove di laboratorio per la determinazione dei parametri di resistenza (I2, S434, SPP07, SPP08)
- prove di laboratorio per la determinazione dei parametri fisici.
- prove edometriche (SPP07, SPP08)

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE		<i>Codice documento</i> ST0191_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20-06-2011

### San Pier Niceto argilloso

Data l'esiguità dei sondaggi che caratterizzano la presente formazione nella tratta in esame, si fa riferimento alla caratterizzazione generale.

Le prove utilizzate nella caratterizzazione sono:

- prove pressiometriche (S432, S454)
- prove dilatometriche (S459bis, S453)
- prove sismiche a rifrazione (SR2, SR3, SR5)
- prove di laboratorio per la determinazione dei parametri di resistenza (S457, S465)
- prove di laboratorio per la determinazione dei parametri fisici.

#### **4.2.3 Caratterizzazione geotecnica**

Per i criteri e per gli aspetti generali di caratterizzazione si rimanda a quanto riportato nella relazione Elab. CG0800PRBDSSBC8G00000001A. Per la definizione delle categorie di suolo si rimanda al medesimo elaborato ed alla relazione sismica di riferimento.

#### **Depositi alluvionali**

L'andamento del fuso evidenzia che le caratteristiche granulometriche dei materiali in esame sono tipiche di materiali sia di materiali a grana grossa (ghiaie 39%), sia di materiali intermedi (sabbie 45%). Il contenuto di fino è mediamente del 14%.

Con riferimento al fuso medio:

- Il valore di  $D_{50}$  è pari a 0.8mm
- Il valore di  $D_{60}$  è pari a 2 mm
- Il valore di  $D_{10}$  è pari a 0.01 mm

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

Non si hanno a disposizione i valori di  $\gamma_{dmax}$  e  $\gamma_{dmin}$ .

Per quanto riguarda lo stato iniziale:

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE		<i>Codice documento</i> ST0191_F0.doc	<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						

- **Dr:** I valori di  $N_{spt}$  sono stati corretti con il fattore correttivo  $C_{sg}=0.75$  corrispondente al  $d_{50}=0.8mm$ ,
- **$e_o$ :** a partire dal  $d_{50}$  stimato si ottiene di  $e_{max}-e_{min}$  pari a 0.305 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. Il valore di  $e_o$  risulta pari a 0.5-0.6;
- **$\gamma_d$  :** si ottiene un pari a 17-19 KN/m<sup>3</sup>.
- **$K_0$ :** si considera la relazione di Jaky.

$z(m)$	Dr(%) Sabbie e ghiaie	$K_0$
<b>0-10</b>	<b>40-80</b>	<b>0.36-0.4</b>
<b>&gt;10</b>	<b>50-60</b>	<b>0.38</b>

Per quanto riguarda i parametri di resistenza, sulla base delle prove SPT si è ottenuto:

$z(m)$	$\phi'_p$ (pff=0-272KPa) (°)	$\phi'_p$ (pff=272-350KPa) (°)	$\phi'_{cv}$ (°)
<b>0-10</b>	<b>37-40</b>	<b>33-36</b>	<b>33-35</b>
<b>&gt;10</b>	<b>38</b>	<b>35</b>	<b>33-35</b>

Come

parametri operativi di picco si utilizzeranno:

$$c'=0$$

$$\phi' = 37^\circ - 39^\circ$$

Per i parametri di deformabilità, i valori di  $G_0$  da prove SPT hanno un andamento che, stimato graficamente con una linea di tendenza, risulta pari a:

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>	
RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE	<i>Codice documento</i> ST0191_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20-06-2011

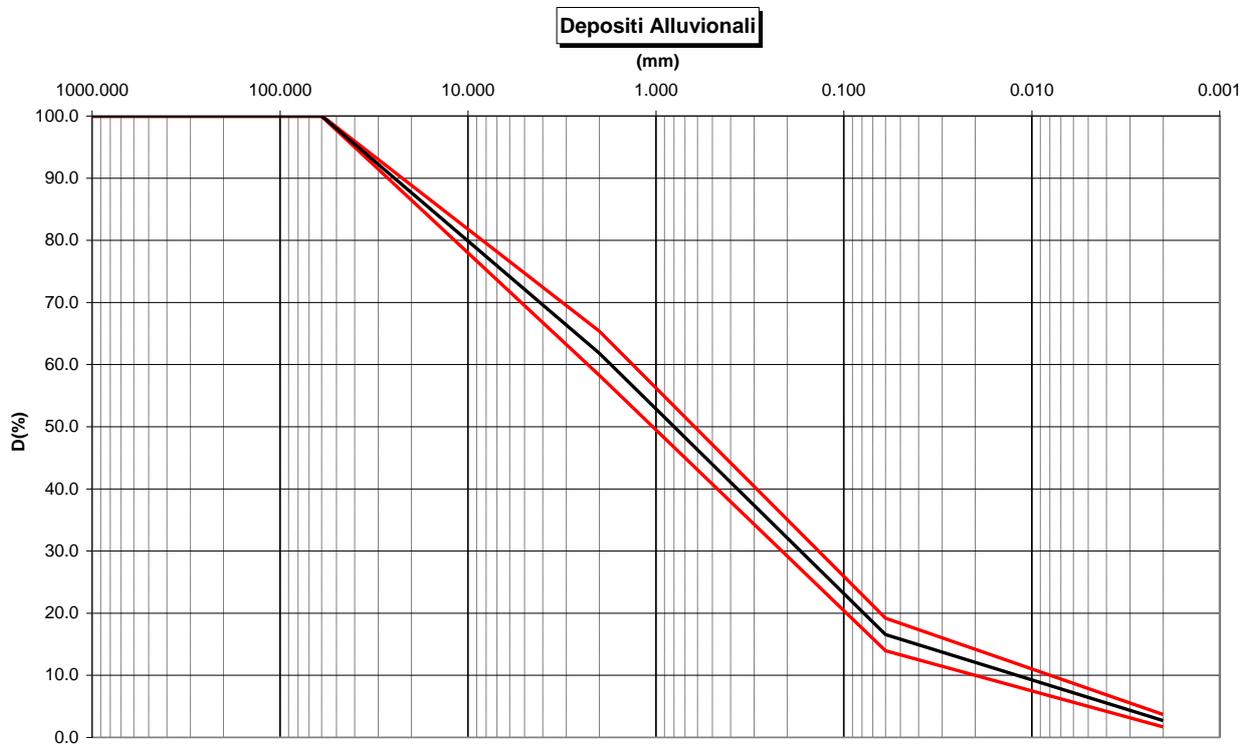
$$G_o = 39 \cdot (z)^{0.59}$$

$$E_o = 93 \cdot (z)^{0.59}$$

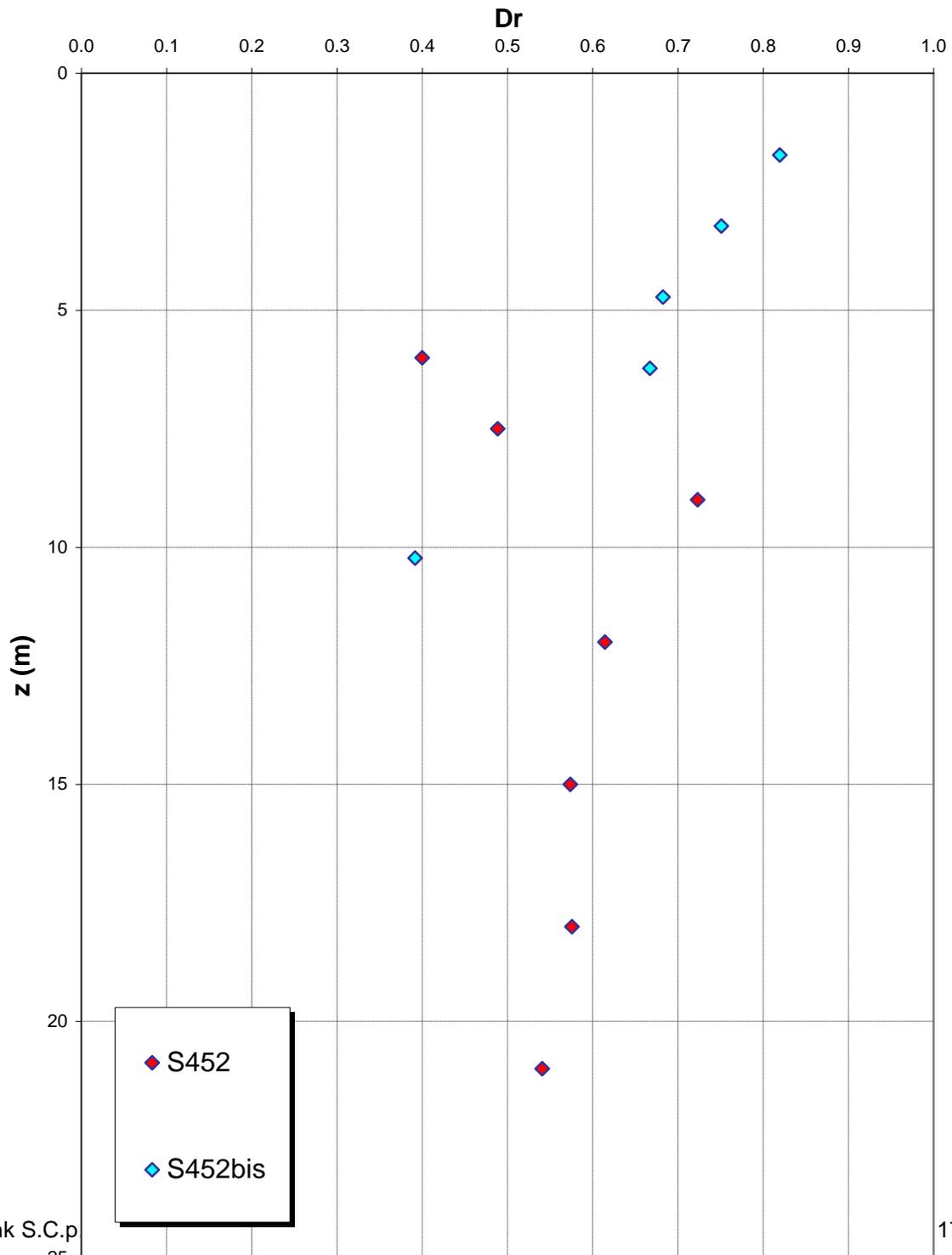
I moduli di Young “operativi” a medie deformazioni, valutati sulla base dei criteri descritti nei capitoli precedenti risulteranno pari a:

$$E = (12 \div 31) \cdot (z)^{0.59}$$

pari rispettivamente a circa 1/10÷1/5 (medie e grandi deformazioni) ed ad 1/3 (piccole deformazioni) di quelli iniziali.

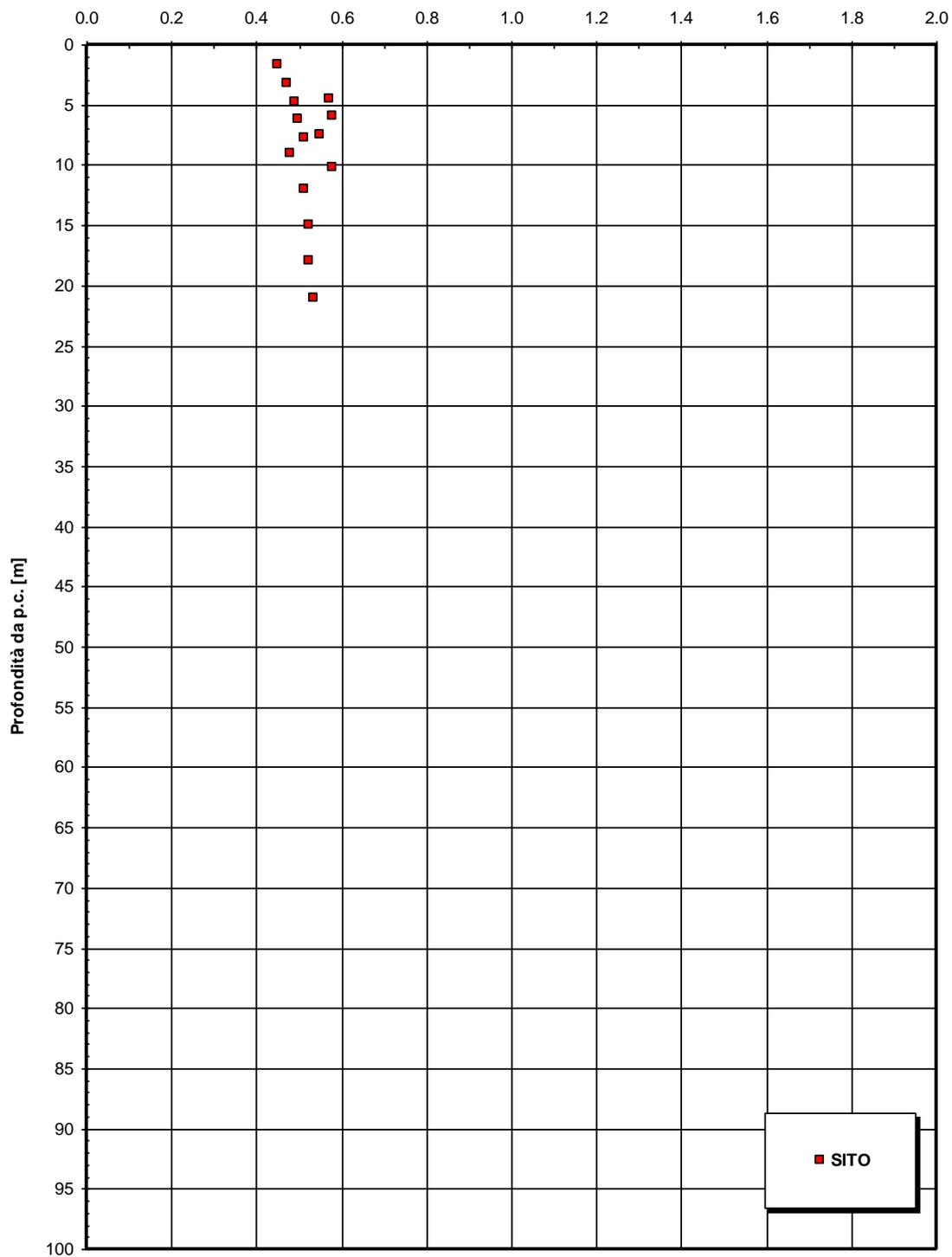


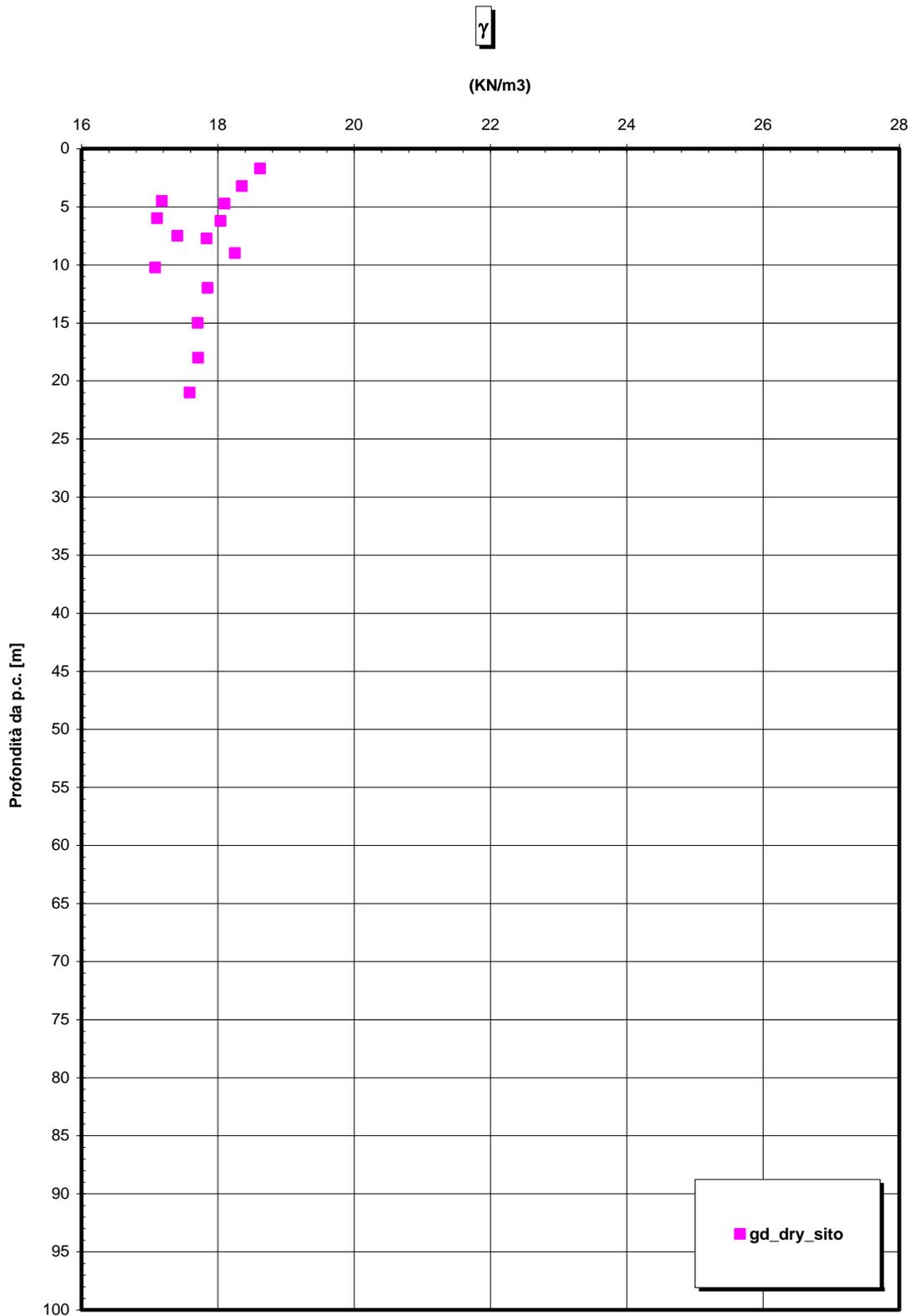
**Dr Cubrinovski e Ishihahara (1999)  
Componente ghiaiosa e sabbiosa  
DEPOSITI ALLUVIONALI**

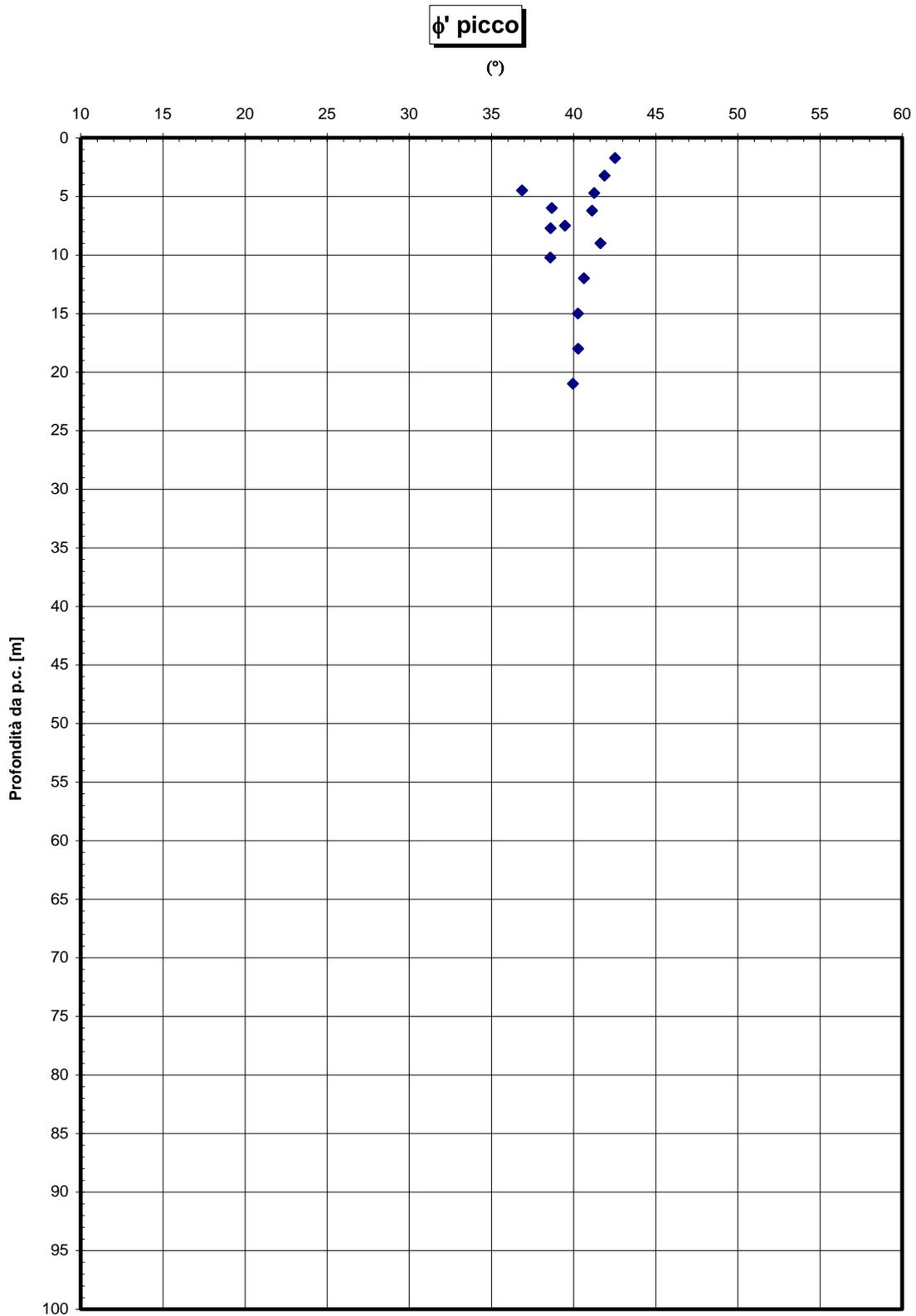


		<p align="center"><b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> PROGETTO DEFINITIVO</p>		
<p>RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE</p>	<p><i>Codice documento</i> ST0191_F0.doc</p>		<p><i>Rev</i> F0</p>	<p><i>Data</i> 20-06-2011</p>

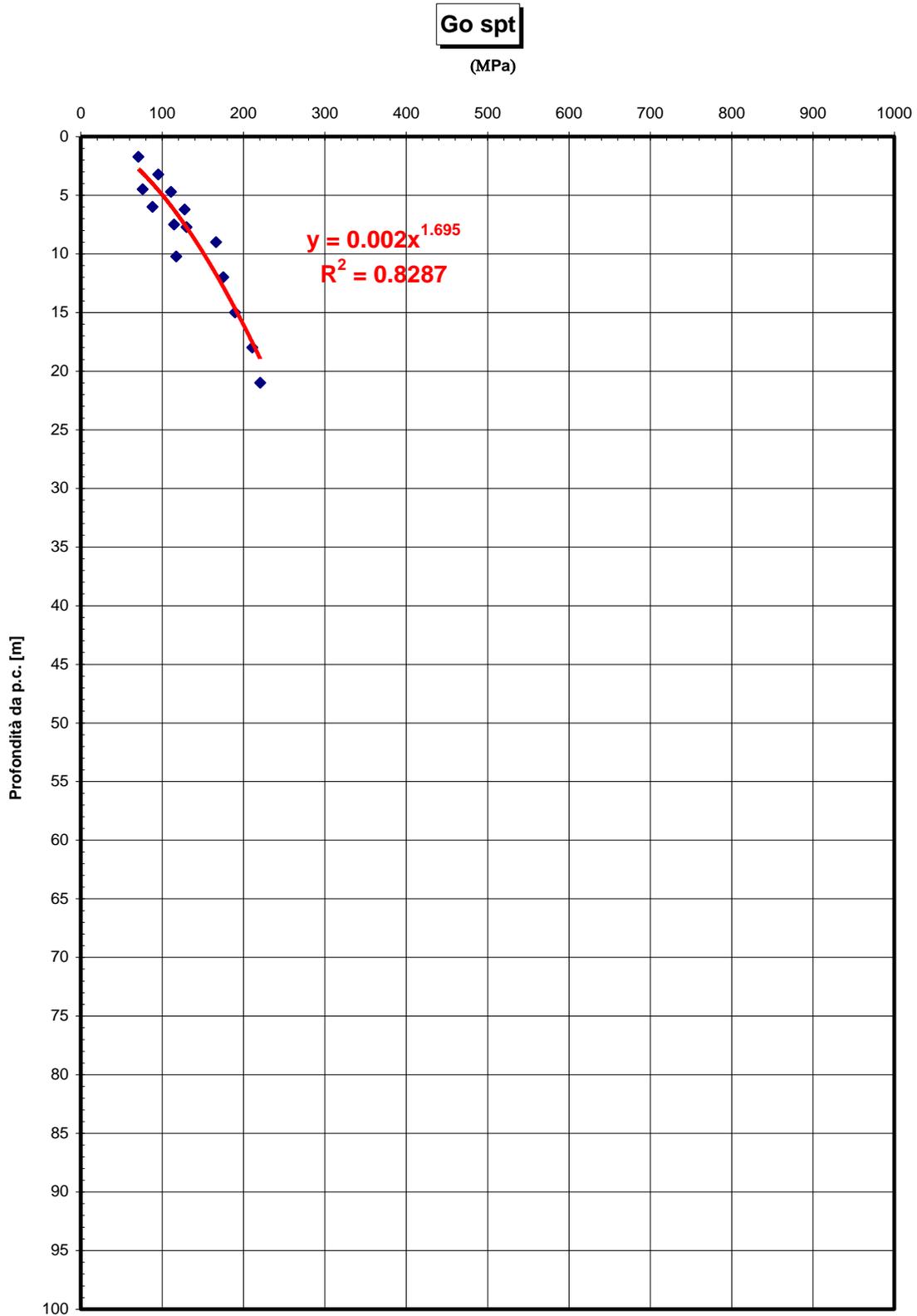
eo







		<p align="center"><b>Ponte sullo Stretto di Messina</b>  <b>PROGETTO DEFINITIVO</b></p>		
<p>RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE</p>	<p><i>Codice documento</i>  ST0191_F0.doc</p>		<p><i>Rev</i>  F0</p>	<p><i>Data</i>  20-06-2011</p>



		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE		<i>Codice documento</i> ST0191_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20-06-2011

### Calcari brecciati

Per le caratteristiche fisiche Non avendo a disposizione prove di laboratorio si può stimare un peso di volume  $\gamma$  pari a 19-21 KN/m<sup>3</sup>.

Per i parametri di resistenza al taglio in termini di sforzi efficaci in mancanza di rilievi su affioramenti, una stima del parametro RMR'89 risulta difficile a partire dalle informazioni ricavabili dalle stratigrafie e dalle foto delle cassette (es: RQD) anche a causa del disturbo causato dal carotaggio.

Cautelativamente quindi si pone:

$$c'=0.020 \div 0.050 \text{ MPa}$$

$$\phi'=25^\circ\text{-}30^\circ$$

Per le caratteristiche di deformabilità i risultati dalle prove dilatometriche e pressiometriche effettuate negli strati più profondi (60-90m) nella nuova campagna di indagine 2010 (S451e S451bis) mostrano valori molto variabili di  $E'$  e pari a 800 ÷ 2500 MPa nel caso di scarico e ricarico e a 150 ÷ 400 MPa nel caso di primo carico. Ciò è da imputare alla struttura molto complessa della formazione costituita da calcari e brecce calcaree e da livelli di laminati marnose.

Anche i risultati dalle prove sismiche a rifrazione risulterebbero fra loro variabili. Facendo riferimento alle stese sismiche in località Annunziata (SR10) ed in corrispondenza del sondaggio S454 (SR5) e riferendosi a profondità medie di 15-20m, si sono riscontrano velocità medie  $V_s$  rispettivamente pari a 300 (SR5) ÷ 400 m/s (SR10) circa, alle quali corrisponderebbe un modulo elastico iniziale medio  $G_0$  pari a 250 MPa a cui corrisponde  $E_0= 600 \text{ MPa}$ . In zona Annunziata la formazione si presenta già a basse profondità come una breccia calcarea; in corrispondenza del sondaggio S454 (località Giostra), invece, è descritto come una sabbia limosa con inclusi clasti eterometrici. Le sismiche forniscono per gli strati un valore medio del modulo elastico ( $1/10 E_0$  ed  $1/3 E_0$ ) pari a 60 e 200 MPa.

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>	
RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE	<i>Codice documento</i> ST0191_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20-06-2011

Nella porzione più superficiale ed alterata (10-20m), si pone:

$$E' = 60 \div 200 \text{ MPa}$$

Per problemi di grandi deformazioni e caratterizzate da condizioni di primo carico (fondazioni, rilevati) si farà riferimento ai valori minimi del range mentre per opere di sostegno si farà riferimento a valori contenuti nel range.

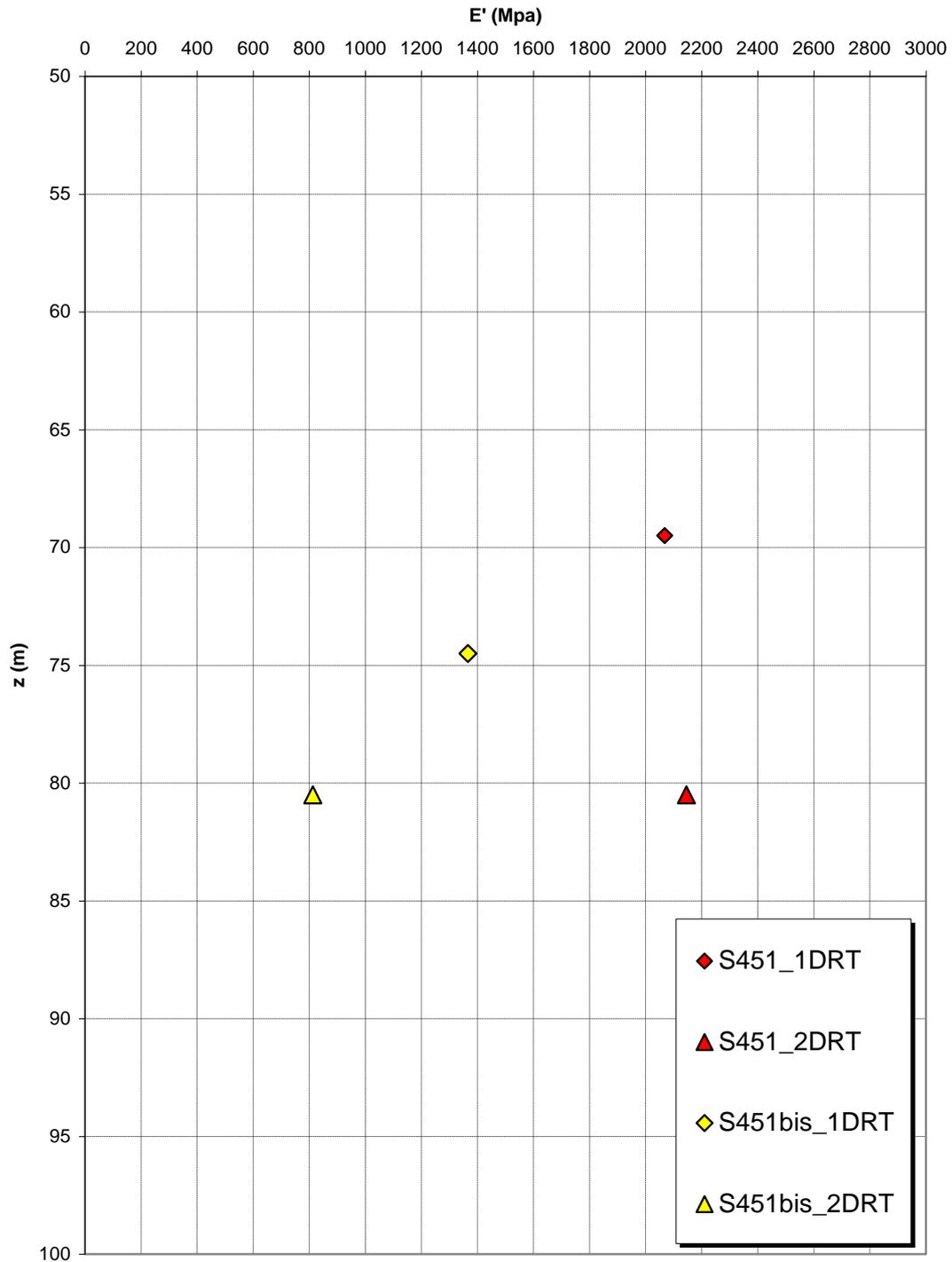
Nella parte più massiva e per problemi caratterizzati da piccole deformazioni in condizioni di scarico o scarico e ricarico (opere di sostegno) i valori operativi dei moduli potranno essere posti pari a:

$$E' = 200 \div 800 \text{ Mpa}$$

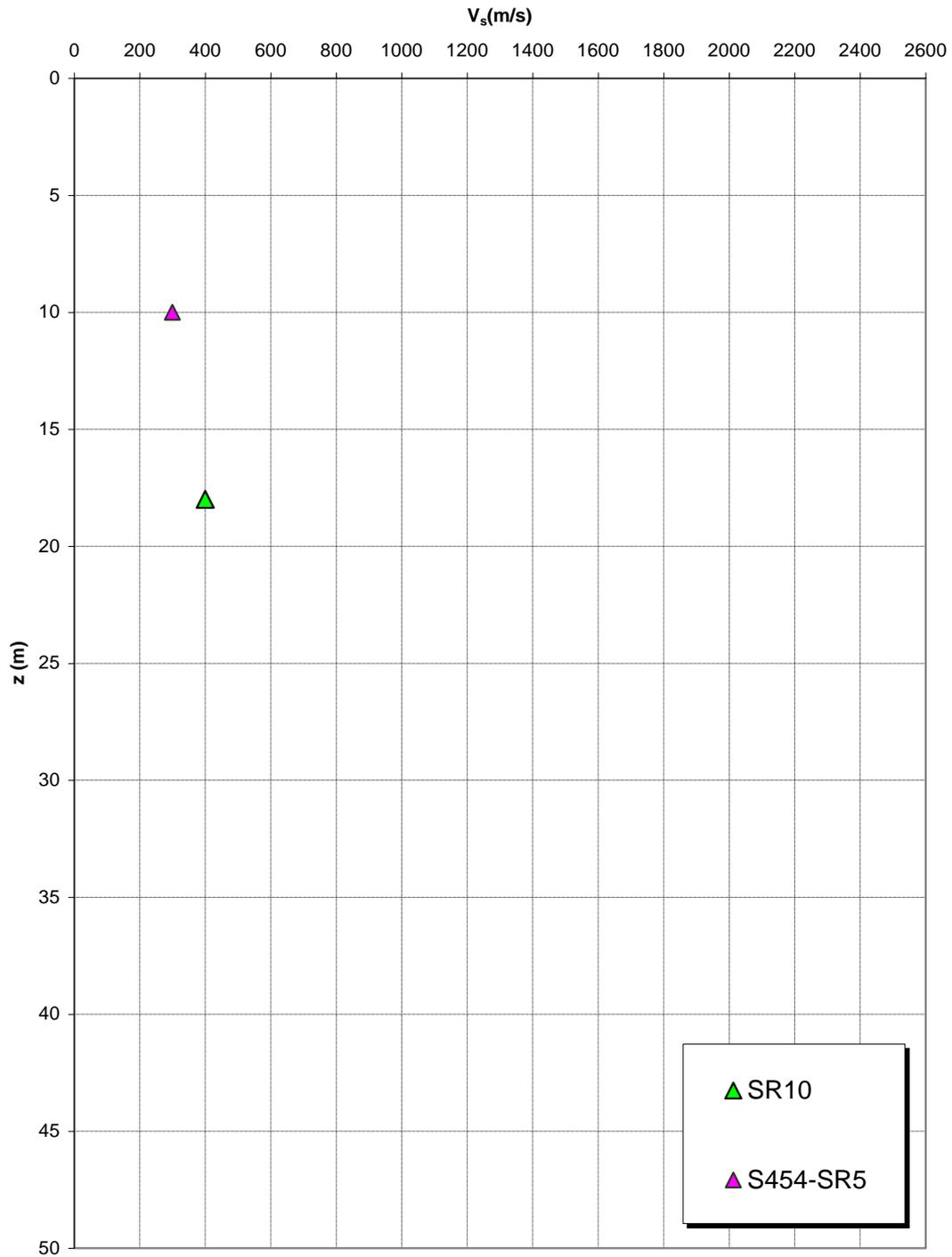
Il massimo valore è da riferire agli strati più profondi (60-90m).

Per la permeabilità le due prove Le Franc localmente previste danno un valore medio pari a circa  $10^{-7}$  m/s.

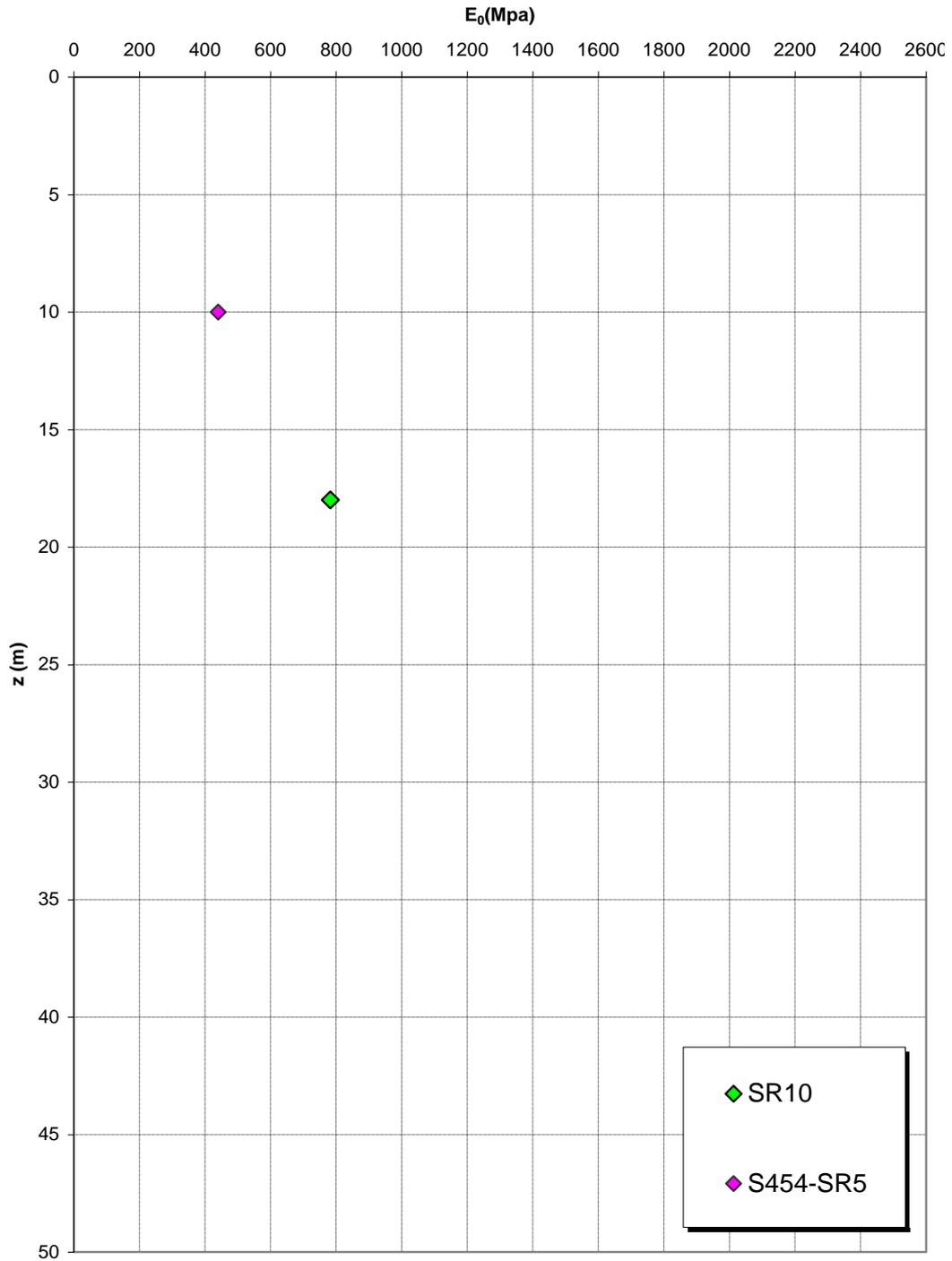
**Prove dilatometriche  
CALCARI BRECCIATI**



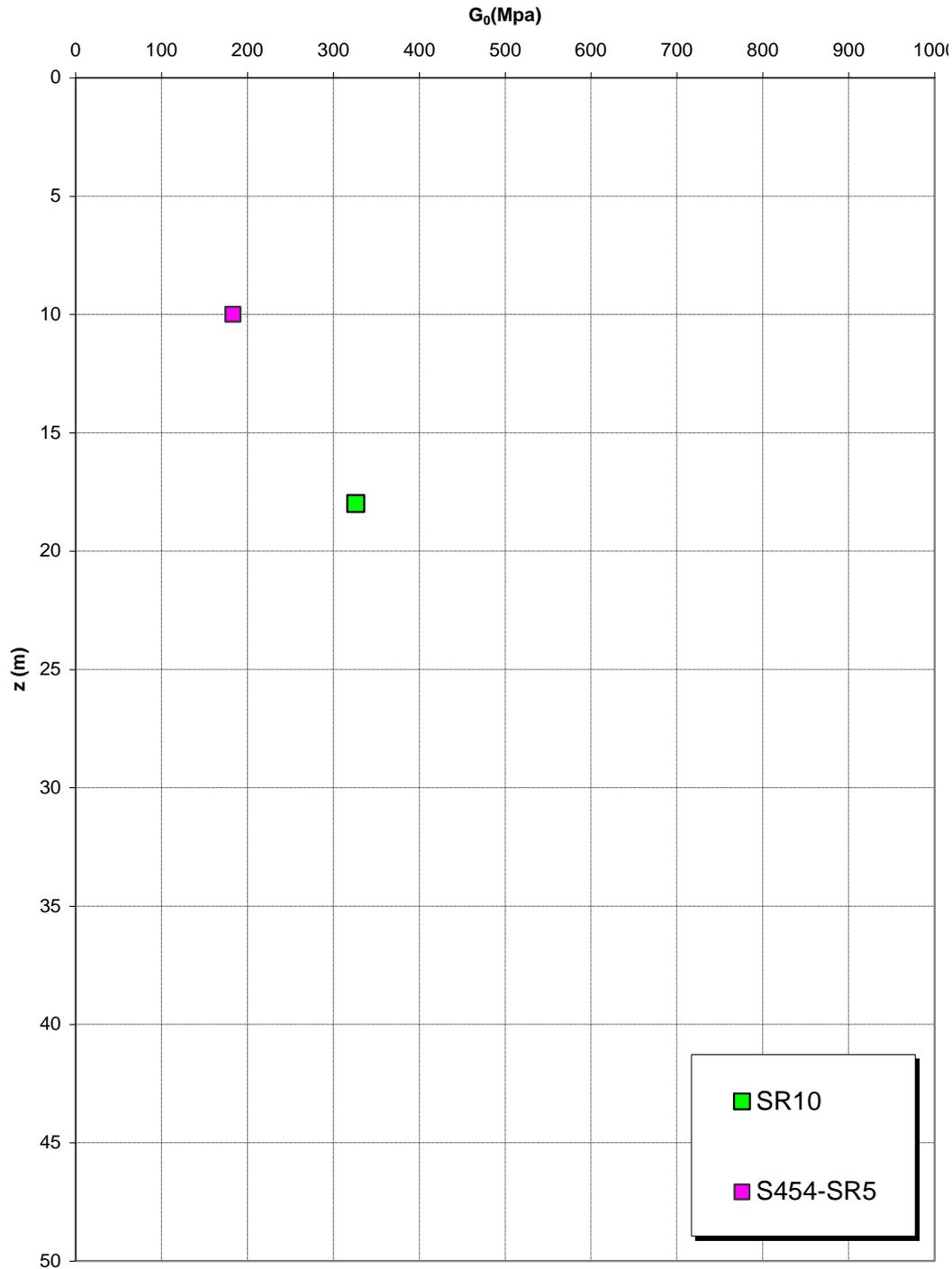
**Prove sismiche  
CALCARI BRECCIATI**



**Prove sismiche  
CALCARI BRECCIATI**



**Prove sismiche  
CALCARI BRECCIATI**



		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE		<i>Codice documento</i> ST0191_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20-06-2011

## Argille gessose

Il fuso granulometrico mostra che le caratteristiche sono tipiche di materiali a grana fine con percentuale media di ghiaia al 14%, sabbia al 30%, limo al 43% ed argilla al 16%.

Inoltre  $D_{50}=0.025\text{mm}$ ,  $D_{60}=0.05\text{mm}$  e  $D_{10}=0.001\text{mm}$

Per quanto riguarda i limiti di Atterberg si ha  $W_n=33\%$ ,  $W_l=46\%$ ,  $W_p=24\%$ ,  $IP=22\%$ .

Dalla carta di Casagrande la posizione corrisponderebbe ad argille di medio-alta plasticità.

Per il peso di volume  $\gamma$  si è ottenuto un valore di  $19\div 21\text{KN/m}^3$ .

Per il peso di volume  $\gamma_s$  si è ottenuto un valore medio di  $26.6\text{KN/m}^3$ .

Per il peso di volume  $\gamma_d$  si è ottenuto un valore medio di  $14.5\text{KN/m}^3$ .

Per quanto riguarda la determinazione delle caratteristiche iniziali e per la determinazione delle pressioni verticali di consolidazione:

- **OCR:** è stato possibile stimare il grado di sovraconsolidazione a partire dai valori di  $C_u$  calcolati con le prove pressiometriche ottenendo un valore massimo pari a 3 tra 35 e 40m di profondità. A partire dalle prove SPT si ottiene che per  $15\text{m}<z<20\text{m}$  il materiale è caratterizzato da un  $OCR=2.5\div 4$  sino a 35m, diminuendo in profondità ( $OCR=6.8-0.174 z$ ) ad un valore di OCR prossimo ad 1 per  $z>35\text{m}$ ;
- $e_o$  è stato stimato dalle prove di laboratorio: si è ottenuto un valore compreso tra 0.7 e 0.8;
- $k_o$  è stimabile sulla base della seguente espressione:

$$k_o = (1 - \sin \varphi') \cdot \sqrt{OCR}$$

essendo:

$\varphi'$  = angolo di attrito.

Per quanto riguarda i parametri di resistenza, si hanno a disposizione 12 prove di laboratorio su campioni prelevati fra 8m e 50m; le condizioni di rottura delle prove sono caratterizzate sia da  $\sigma'_2 \neq \sigma'_3$  che da  $\sigma'_2 = \sigma'_3$ .

Dall'interpretazione dei dati, nell'ambito delle pressioni di prova, si ottengono i seguenti range di valori di resistenza di picco:

	$c'_{\text{picco}}$ [Mpa]	$\varphi'_{\text{picco}}$ [°]	$c'_{\text{cv}}$ [Mpa]	$\varphi'_{\text{cv}}$ [°]	$c'_r$ [Mpa]	$\varphi'_r$ [°]
$(\sigma'_2 \neq \sigma'_3)$	0.010-0.050	30-20	0	28-30	0	16

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE		<i>Codice documento</i> ST0191_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20-06-2011

$(\sigma'_2 = \sigma'_3)$	0.010-0.040	30-25	0	23	0	16
---------------------------	-------------	-------	---	----	---	----

Il valore operativo è dato da:

$$c' = 0.010 \div 0.050 \text{ MPa}$$

$$\varphi' = 30^\circ \div 20^\circ$$

$$c'_{cv} = 0 \text{ MPa}$$

$$\varphi'_{cv} = 23^\circ \div 28^\circ$$

I valori più coesivi ed i corrispondenti angoli di attrito sono da associare allo strato superficiale più sovraconsolidato.

In mancanza di prove di laboratorio TXUU i valori di resistenza non drenata  $C_u$  sono stati determinati correlando i valori di  $N_{spt}$  ed i risultati delle prove pressiometriche.

In questo contesto dalle pressiometriche si ottengono valori di  $C_u$  molto alti e pari da 300-370 a 900 KPa a circa 40m di profondità, trascurando dei valori molto bassi ottenuti nella prove del sondaggio S455 effettuate in strati torbosi.

Invece dalle prove SPT si ottengono valori fra 250 e 400 KPa. Tale discrepanza con le pressiometriche può ricondursi alla elevata plasticità dell'argilla che dovrebbe suggerire l'utilizzo di un fattore moltiplicativo dei valori di  $N_{spt}$  maggiore di 5.

Comunque si può assumere:

$$C_u = 400 \text{ KPa per } z < 35\text{m}$$

$$C_u = 250 \text{ KPa per } z > 35\text{m}$$

Per quanto riguarda i parametri di deformabilità, dalle prove dilatometriche (S451, S452, S452bis) si evince un modulo medio variabile da circa 40 MPa a 100 MPa tra 17 e 53m di profondità, con valori ottenuti nel sondaggio S455 troppo bassi (15-30MPa) e da scartare perché effettuati su un livelletto torboso. I valori determinati dalle prove corrispondono al primo ciclo di carico.

Dalla prova sismica down hole effettuata nel sondaggio SPSS08 si ottengono valori di  $V_s$  molto elevati (1100 m/s) corrispondenti ad uno strato molto consistente. Il modulo  $G_0$  corrispondente risulterebbe pari a 2300 MPa.

Dalla prove sismiche a rifrazione (S432-SR10, S454-SR5), ad una profondità media di 20-25m, si registra un valore medio di  $V_s$  pari a 400÷450m/s a cui corrisponde un valore di  $G_0$  pari a circa 300÷400 Mpa e quindi  $E_0 = 720 \div 960 \text{ Mpa}$ .

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE		<i>Codice documento</i> ST0191_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20-06-2011

Vista la grande discrepanza fra i risultati e visto il numero esiguo di prove si ritiene cautelativo quindi assumere, un modulo operativo a medie - grandi deformazioni pari a:

$$E' = 80 \div 160 \text{ MPa}$$

compatibile con

$$E' = 200C_u \text{ nel valore minimo}$$

$$E' = 400C_u \text{ nel valore massimo}$$

avendo posto un valore di  $C_u = 400 \text{ Kpa}$

Tale range corrisponde ad  $1/10 \div 1/5$  del valore di  $E_0$  determinato con le sismiche a rifrazione.

Le prove di laboratorio edometriche (SPP07, SPP08) per la determinazione delle caratteristiche di compressibilità e per la determinazione dei coefficienti di consolidazione non sono ritenute significative per il presunto disturbo dei campioni.

Il valore di  $E_{ed}$  medio si attesta infatti intorno a  $14 \text{ Mpa}$ .

Il valore di  $C_c$  medio è pari a  $0.13$

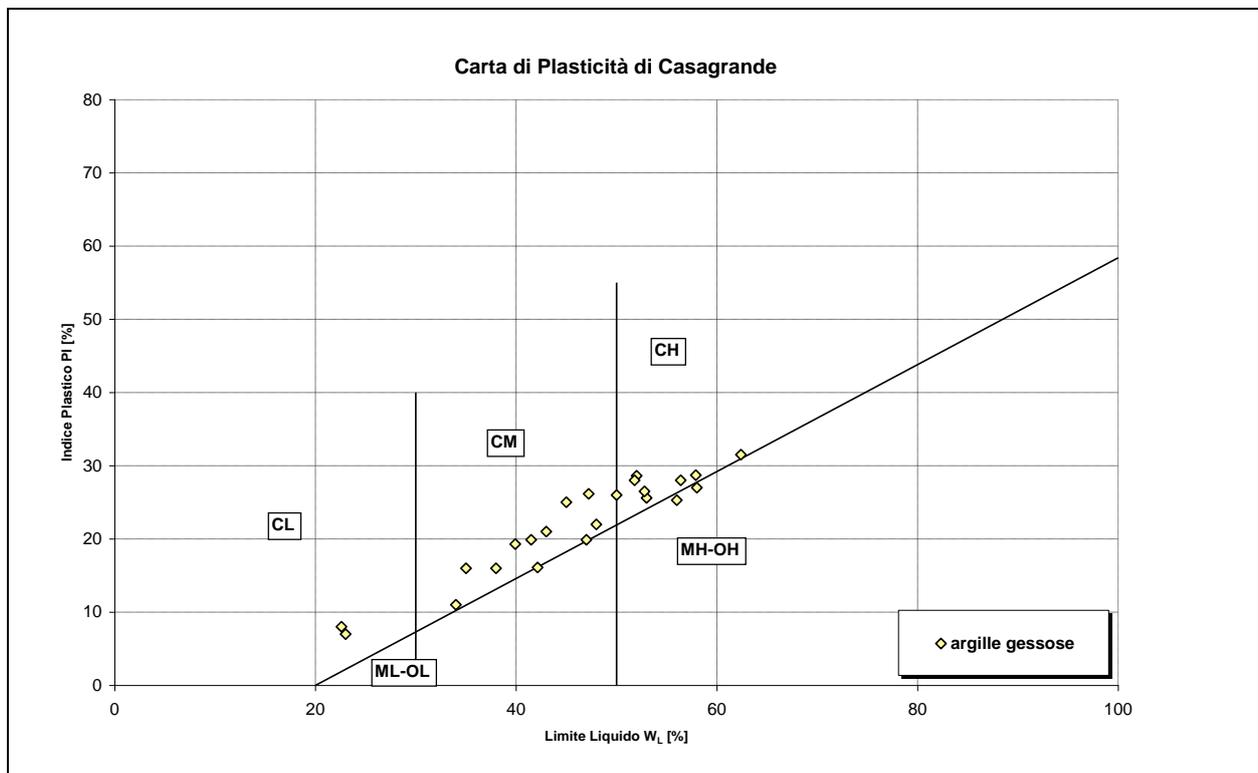
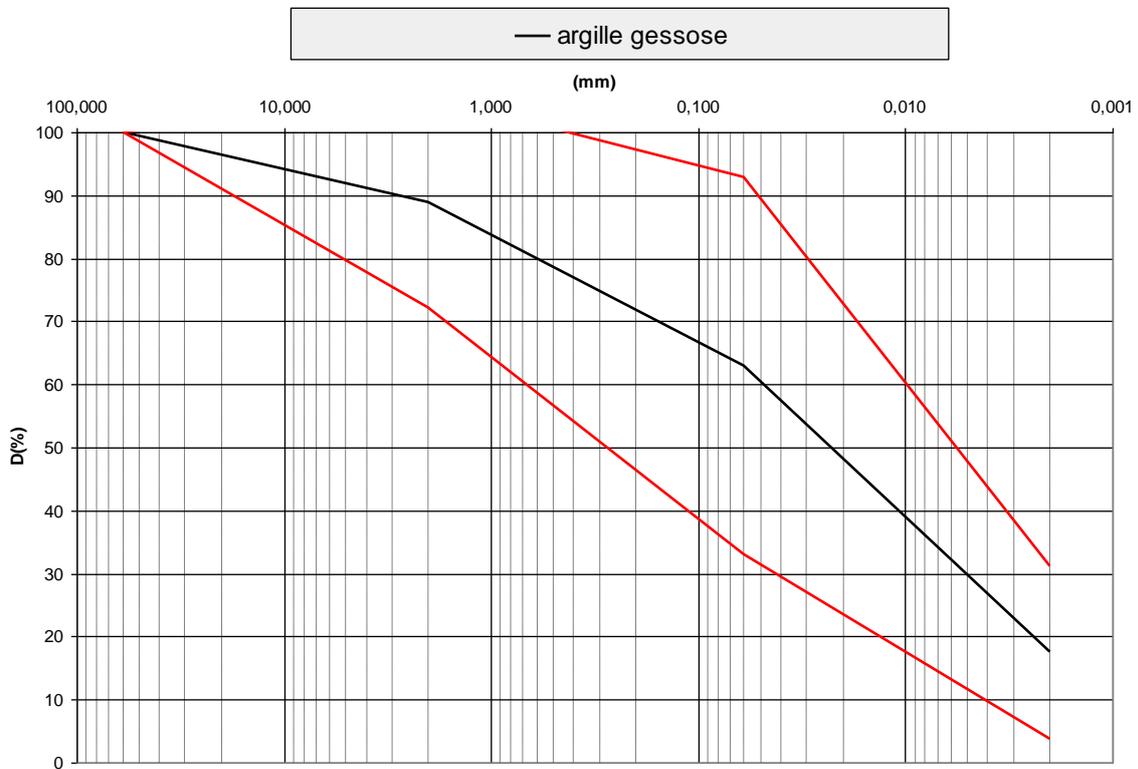
Il valore di  $c_s$  medio è pari a  $0.034$

Il valore di  $c_v$  medio è pari a  $1.87e^{-5} \text{ m}^2/\text{s}$

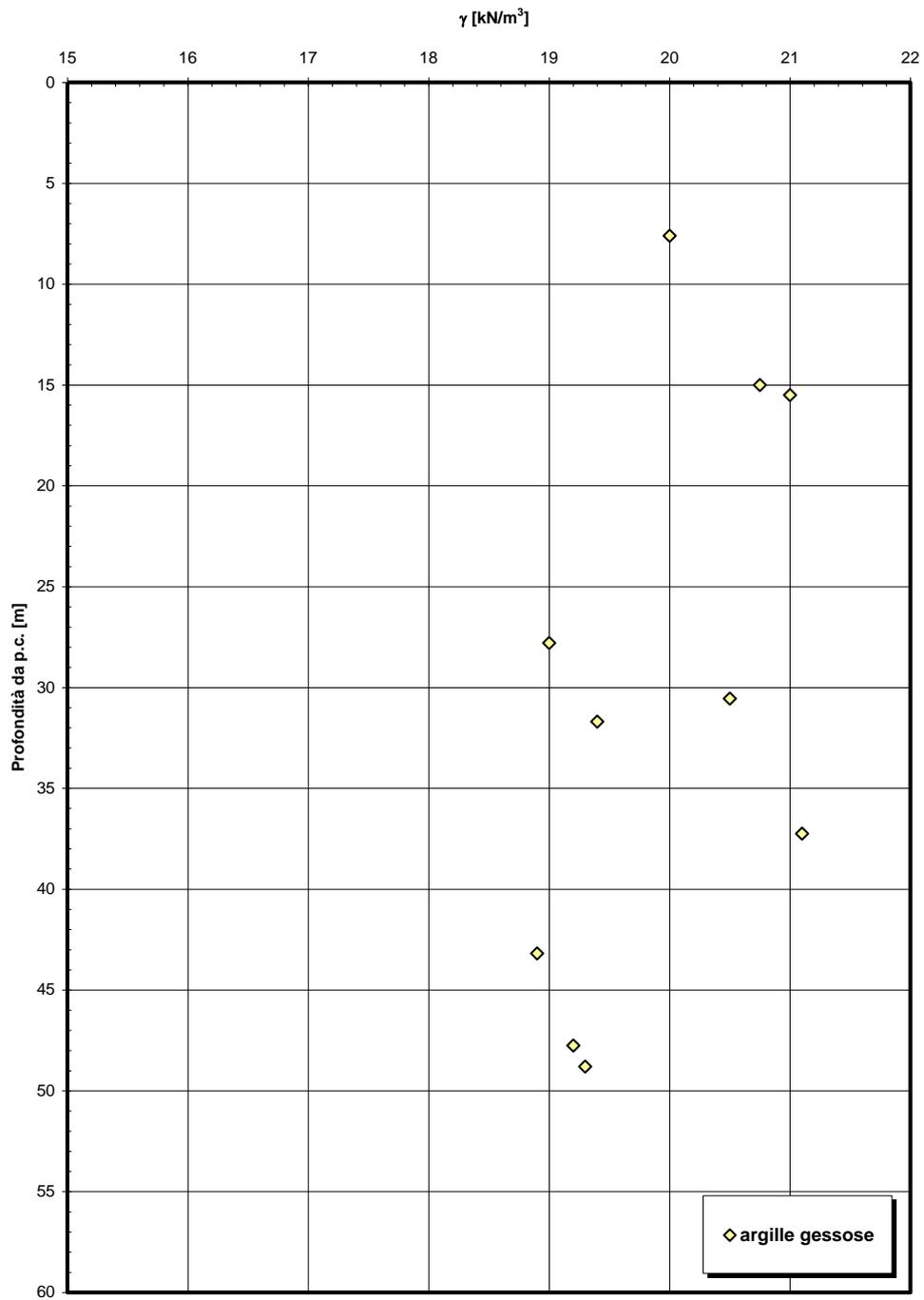
Il valore di  $c_\alpha$  medio è pari a  $1.4e^{-3}$

Per quanto concerne la permeabilità le prove edometriche non determinano il valore di  $K$  che quindi verrà stimato in base alla correlazione di Rocchi (2003): per  $e_L$  che assume un valore medio pari a  $1.456$  si ottiene un valore della permeabilità verticale di  $1 \times 10^{-8} \text{ m/sec}$ .

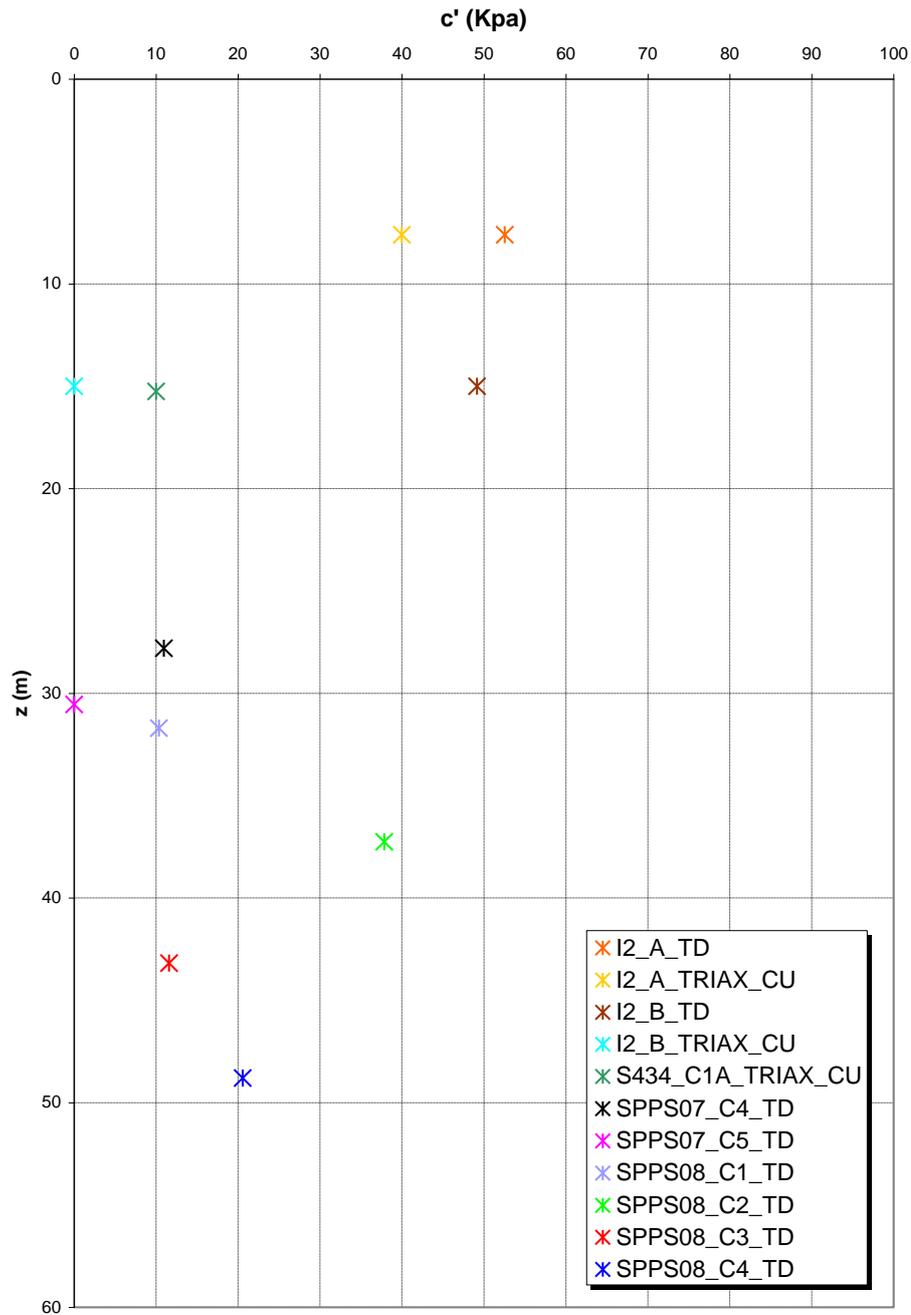
C'è da dire, però, che la permeabilità a grande scala di tale ammasso risente degli eventuali livelli più permeabili (sabbiosi, gessosi, etc,...) e quindi, considerando più rappresentativo l'esito delle prove in situ, si considerano invece valori della permeabilità (orizzontale) dell'ordine di  $6 \times 10^{-7} \text{ m/sec}$ .



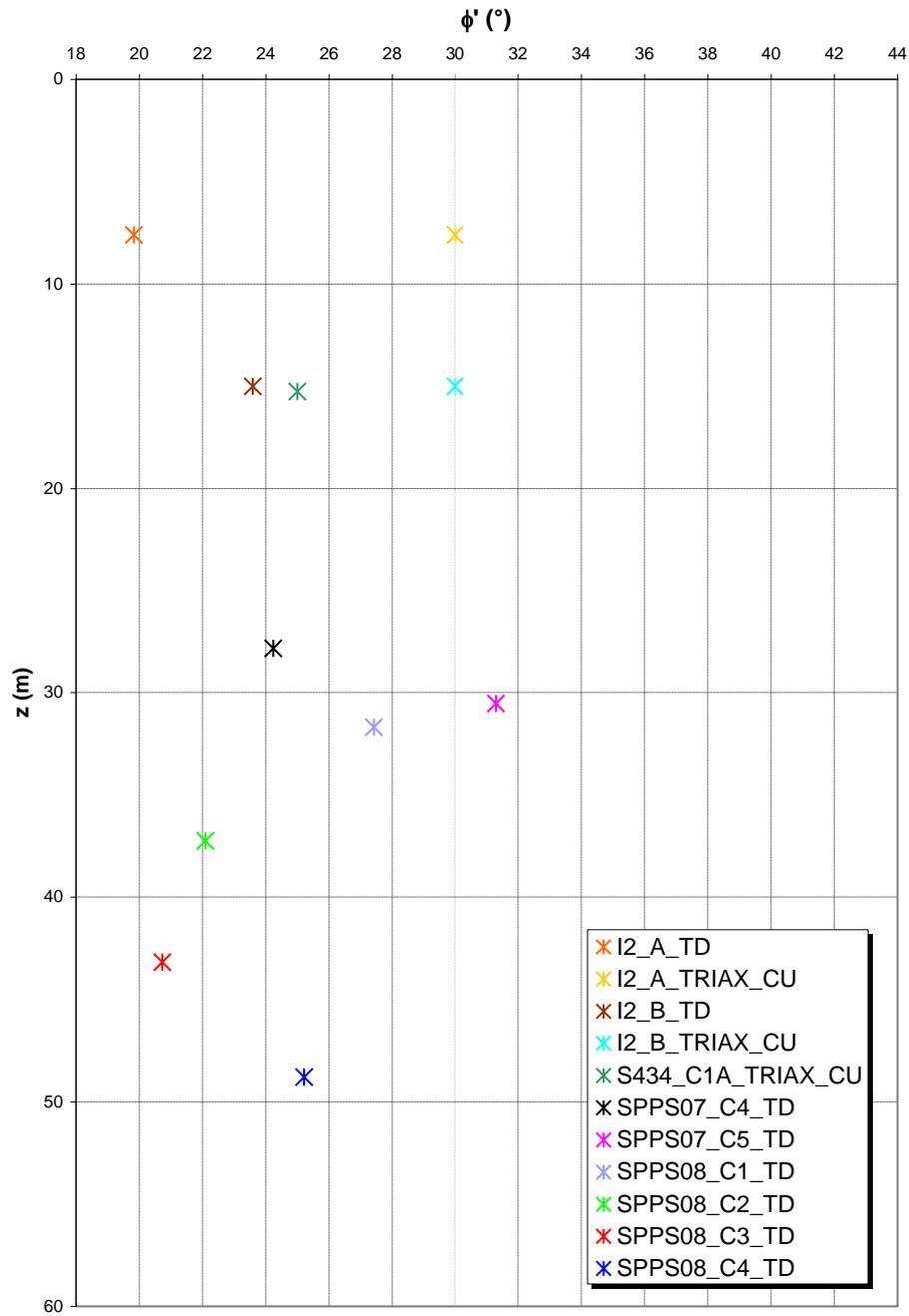
**Peso di volume naturale**



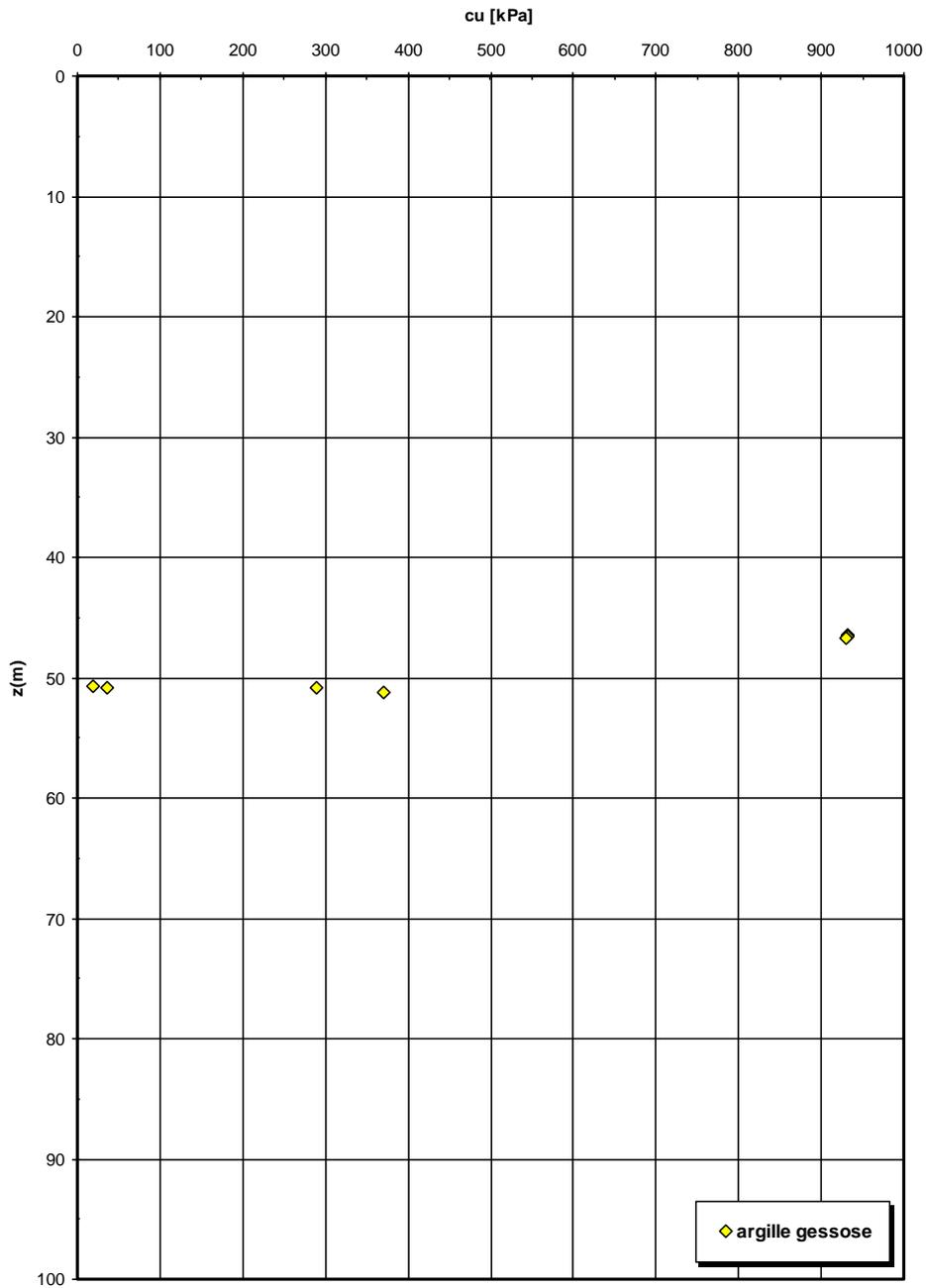
**Coesione  
ARGILLE GESSOSE**



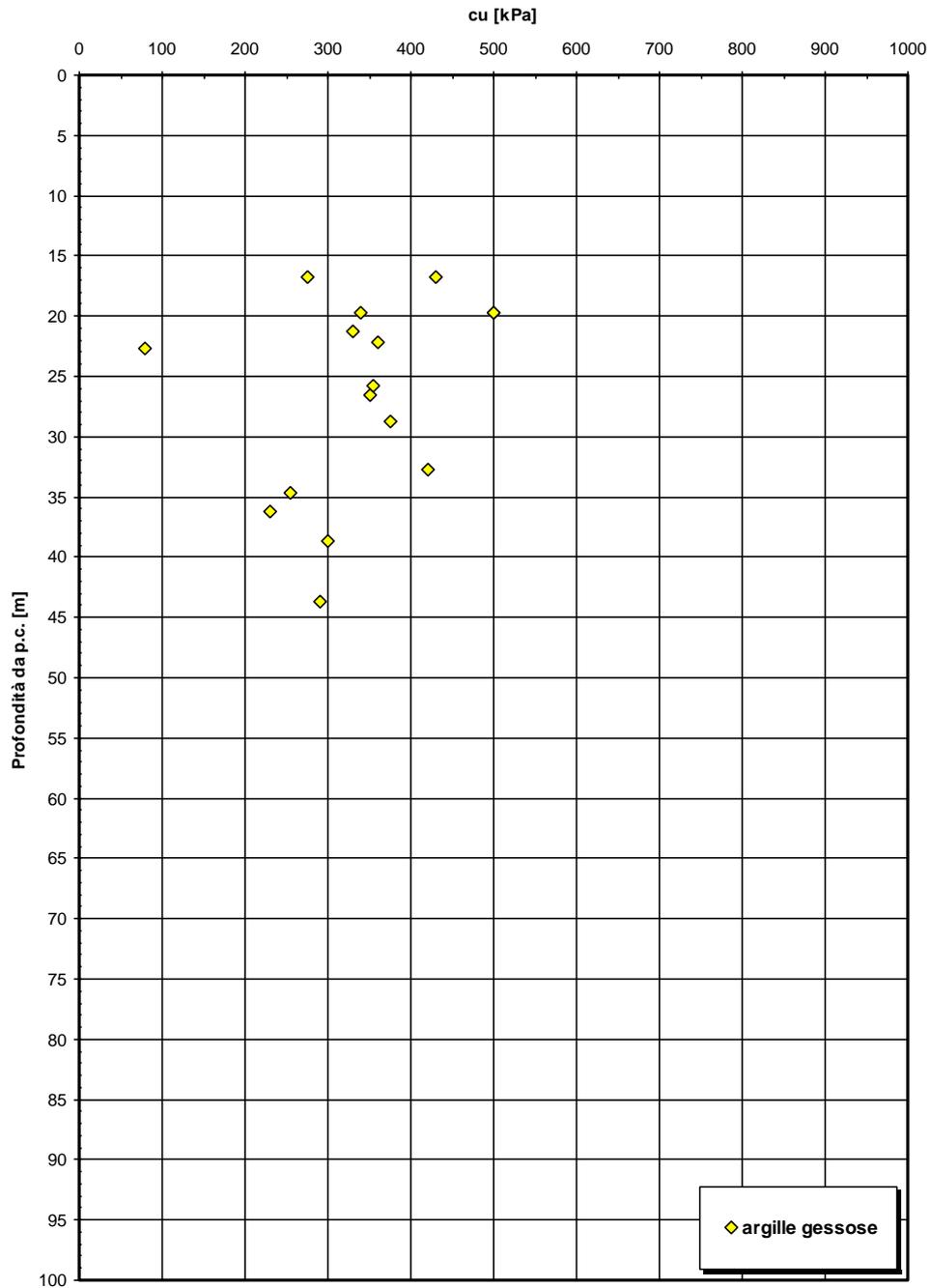
**Angolo di attrito  
ARGILLE GESSOSE**



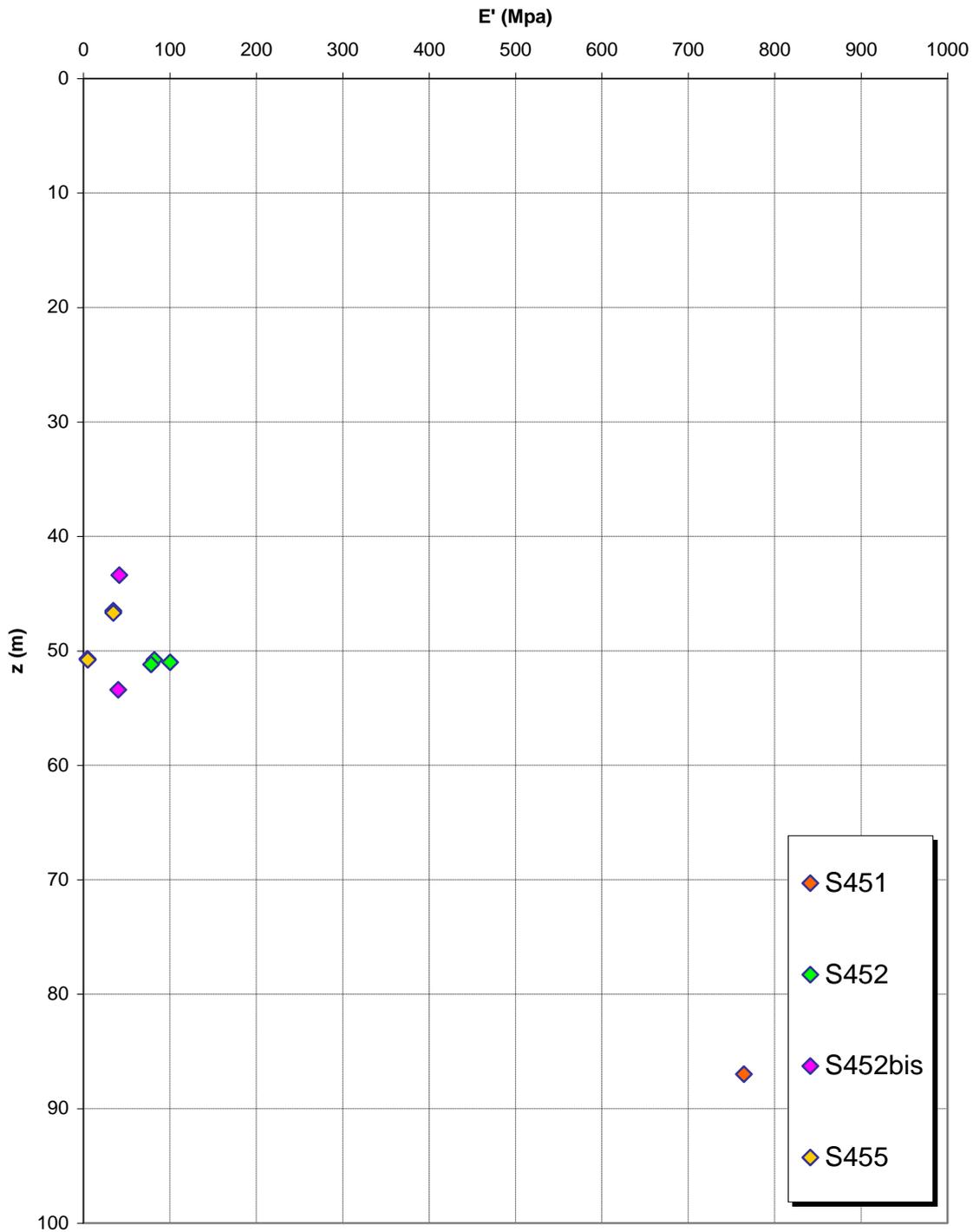
**Coesione non drenata da prove pressiometriche**



**Coesione non drenata da prove SPT**



**Prove dilatometriche  
ARGILLE GESSOSE**



		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE		<i>Codice documento</i> ST0191_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20-06-2011

### San Pier Niceto argilloso

Data l'esiguità dei sondaggi che caratterizzano la presente formazione nella tratta in esame, si fa riferimento alla caratterizzazione generale.

Per quanto riguarda le caratteristiche fisiche il fuso granulometrico mostra che le caratteristiche sono tipiche di materiali a grana medio fine con percentuale media di sabbia al 20%, limo al 62% ed argilla al 18%. Si ha che  $D_{50}=0.06$ ,  $D_{60}=0.15$  e  $D_{10}=0.001$  mm.

Per quanto riguarda i limiti di Atterberg si ha  $W_n=30\%$ ,  $W_l=50\%$ ,  $W_p=35\%$ ,  $IP=15\%$

Dalla carta di Casagrande la posizione corrisponderebbe a limi di medio alta plasticità.

Per il peso di volume  $\gamma$  si assume un valore medio di  $20\text{KN/m}^3$ .

Per quanto concerne le caratteristiche di resistenza non si hanno a disposizione localmente delle prove per cui si fa riferimento alle 6 prove di laboratorio (4TD e 2 CID) su campioni prelevati fra 6m e 35m in altri sondaggi (S457, S465) .

	<b>c' piccolo</b> <b>[Mpa]</b>	<b><math>\phi'</math> piccolo</b> <b>[°]</b>	<b>c' cv</b> <b>[Mpa]</b>	<b><math>\phi'</math> cv</b> <b>[°]</b>
TD (S457)	0.050-0.080	27-20	0	25-20
TRIAX (S465)	0.016-0.020	21-22	0	21

Il valore operativo è dato da:

$$c'=0.020\div 0.050 \text{ MPa}$$

$$\phi'=30^\circ\div 22^\circ$$

$$c'_{cv}=0 \text{ MPa}$$

$$\phi'_{cv}=21^\circ\div 27^\circ$$

Dalle correlazioni con i valori di  $N_{spt}$  si ottiene un valore di  $C_u$  mediamente pari a 370 MPa.

Per i parametri di deformabilità, dalle prove dilatometriche (S459bis, S453) effettuate sulla componente argillosa si evince un range del modulo pari a 55-75 Mpa.

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>	
RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE	<i>Codice documento</i> ST0191_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20-06-2011

Un valore singolo (S459bis a 54m) raggiunge invece 1000 MPa ma sembrerebbe essere stato effettuato su un livello conglomeratico che si alterna a quello argilloso.

Dalle prove di sismica a rifrazione (S454-SR3 e SR5 e S434-SR2) si ottengono valori medi di velocità  $V_s$  ascrivibili all'intero pacchetto del San Pier Niceto argilloso molto elevate e pari a 800 e 1500 m/s fra 20 e 50m di profondità.

A tali valori corrisponderebbe un range di moduli  $G_0$  pari a 1100 e a 4600 MPa, e quindi di  $E_0$  pari a 2640 e a 11000 MPa con  $E' = 264-1100$  MPa e  $1100-3670$  MPa (rispettivamente pari a  $1/10 E_0$  ed  $1/3 E_0$ ).

Si ritiene cautelativo assumere, per la sola facies prettamente argillosa, un modulo operativo pari a:

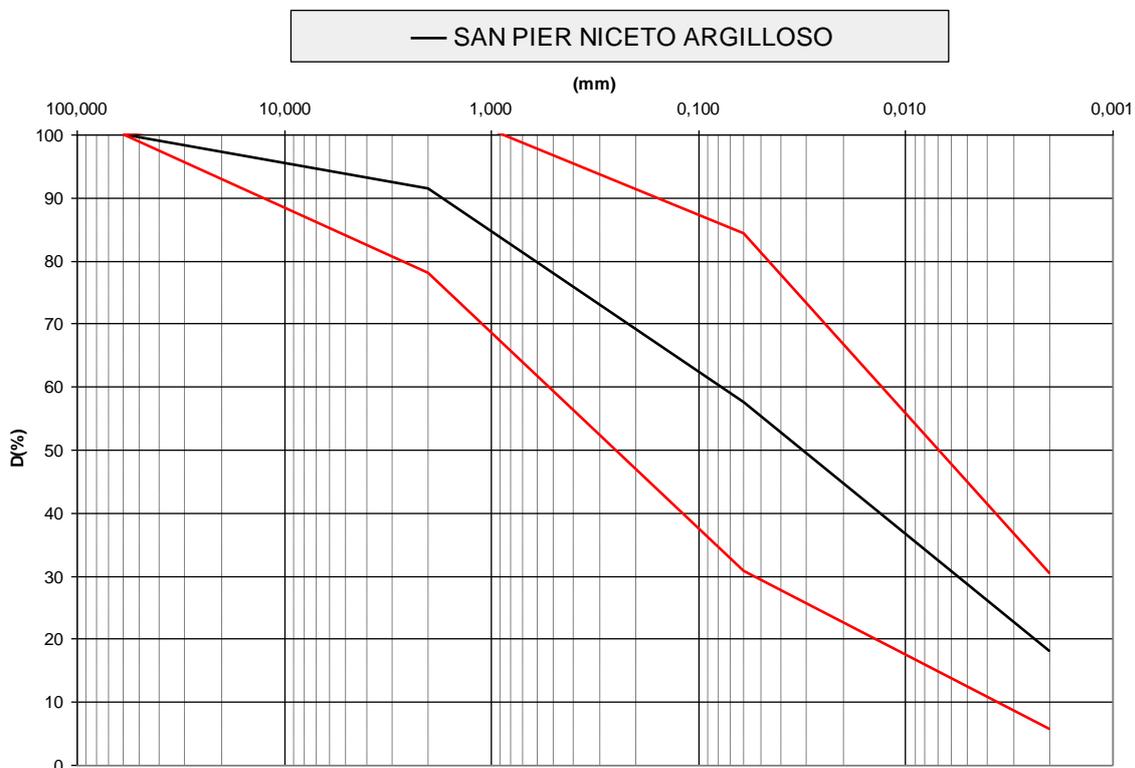
$$E' = 70 \div 120 \text{ MPa}$$

compatibili rispettivamente con:

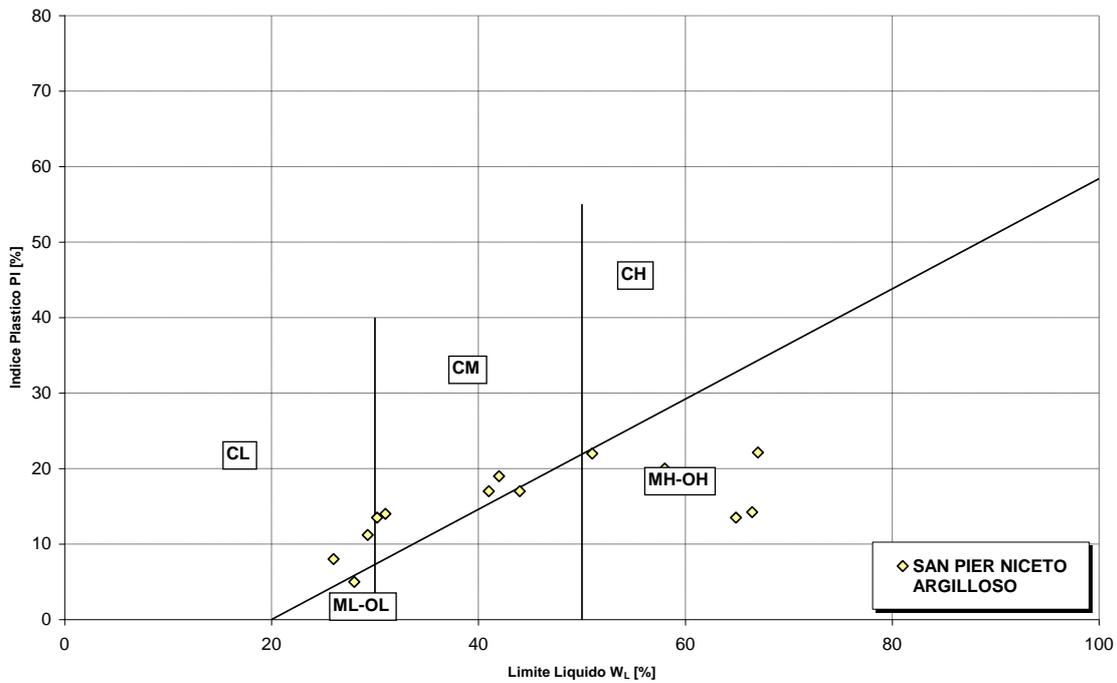
$$E' = 200 \text{ Cu (valore minimo)}$$

$$E' = 400 \text{ Cu (valore massimo)}$$

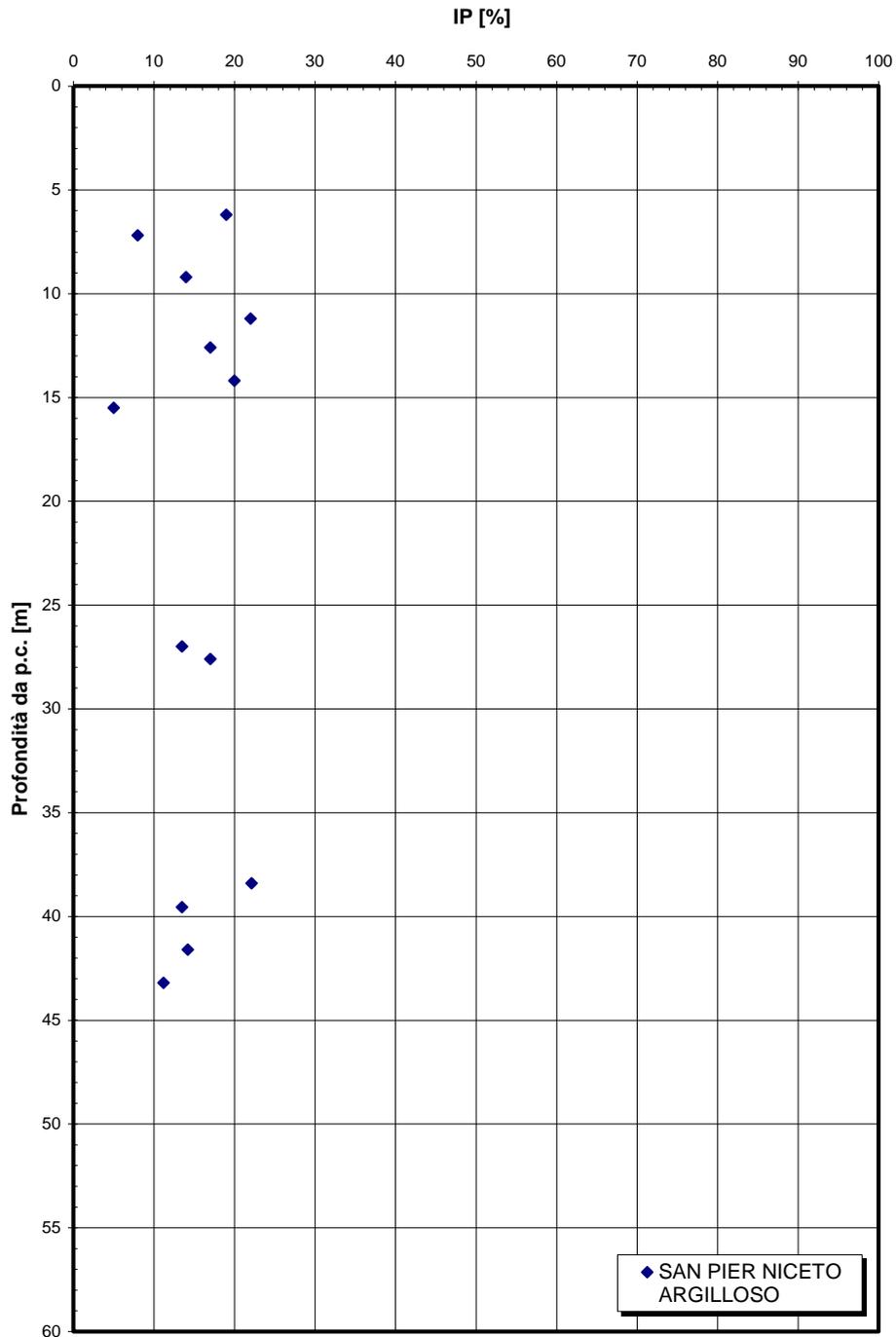
avendo posto un valore cautelativo di  $Cu = 300 \text{ Kpa}$



**Carta di Plasticità di Casagrande**

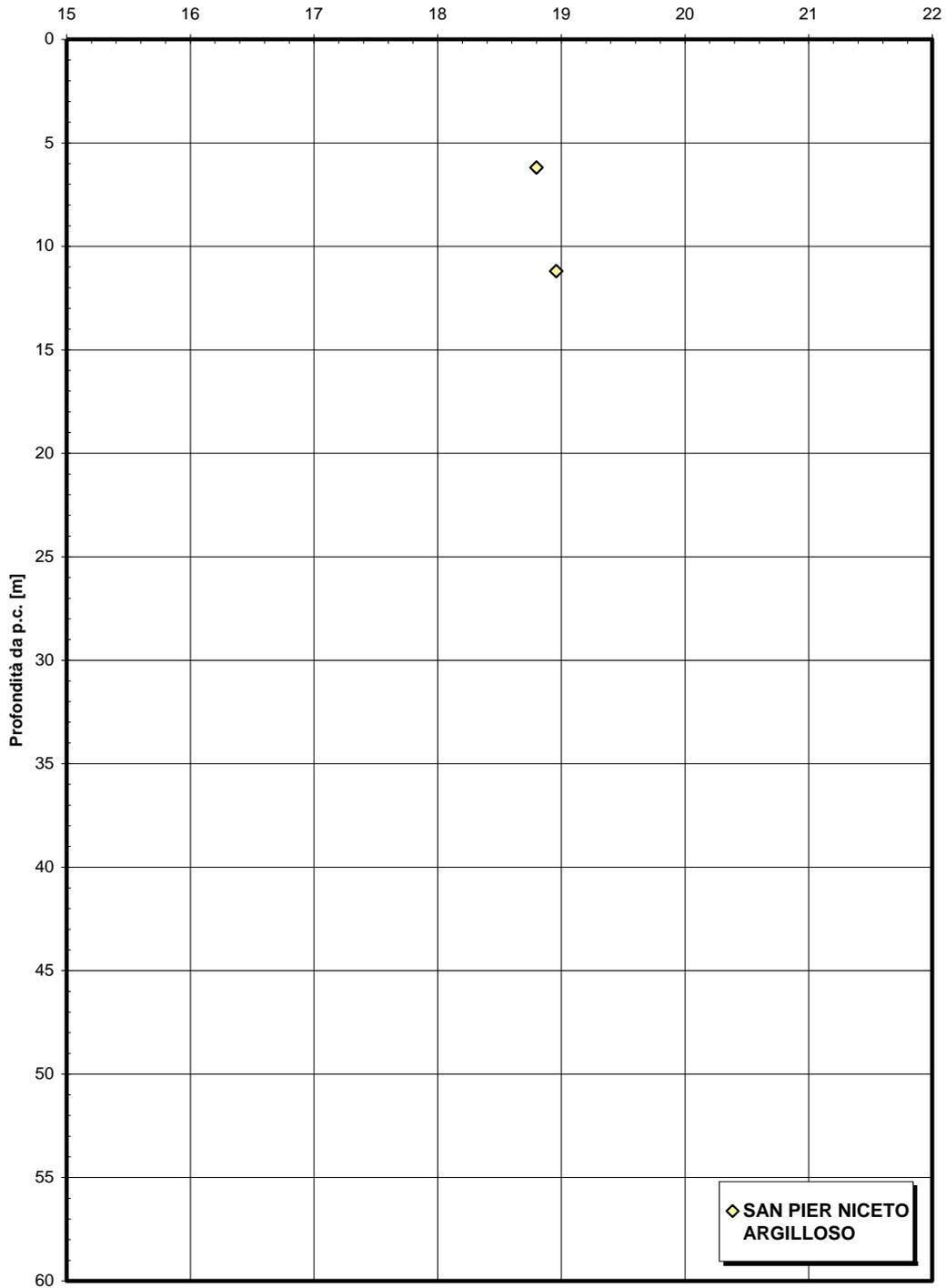


**Indice di plasticità**

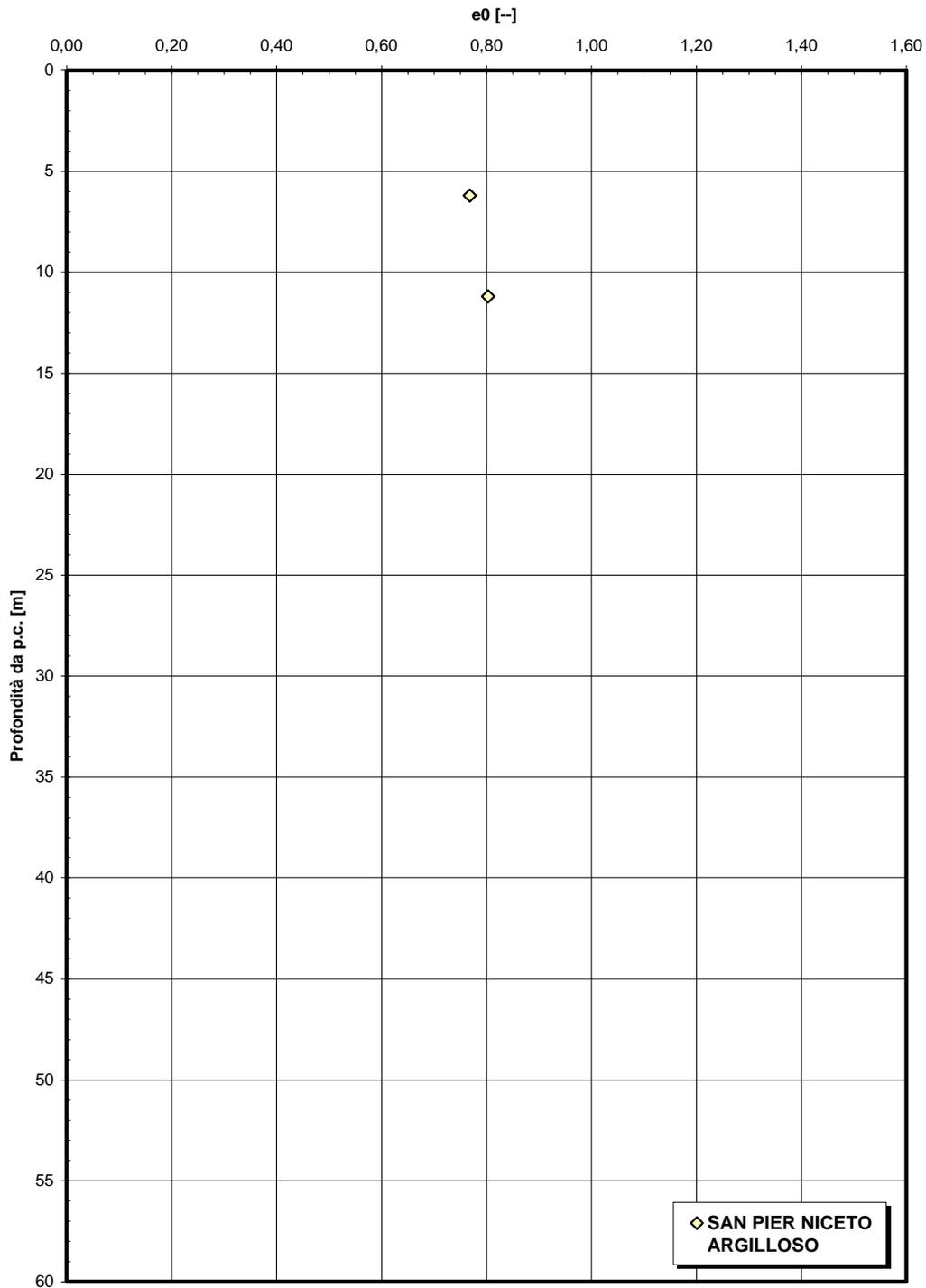


**Peso di volume naturale**

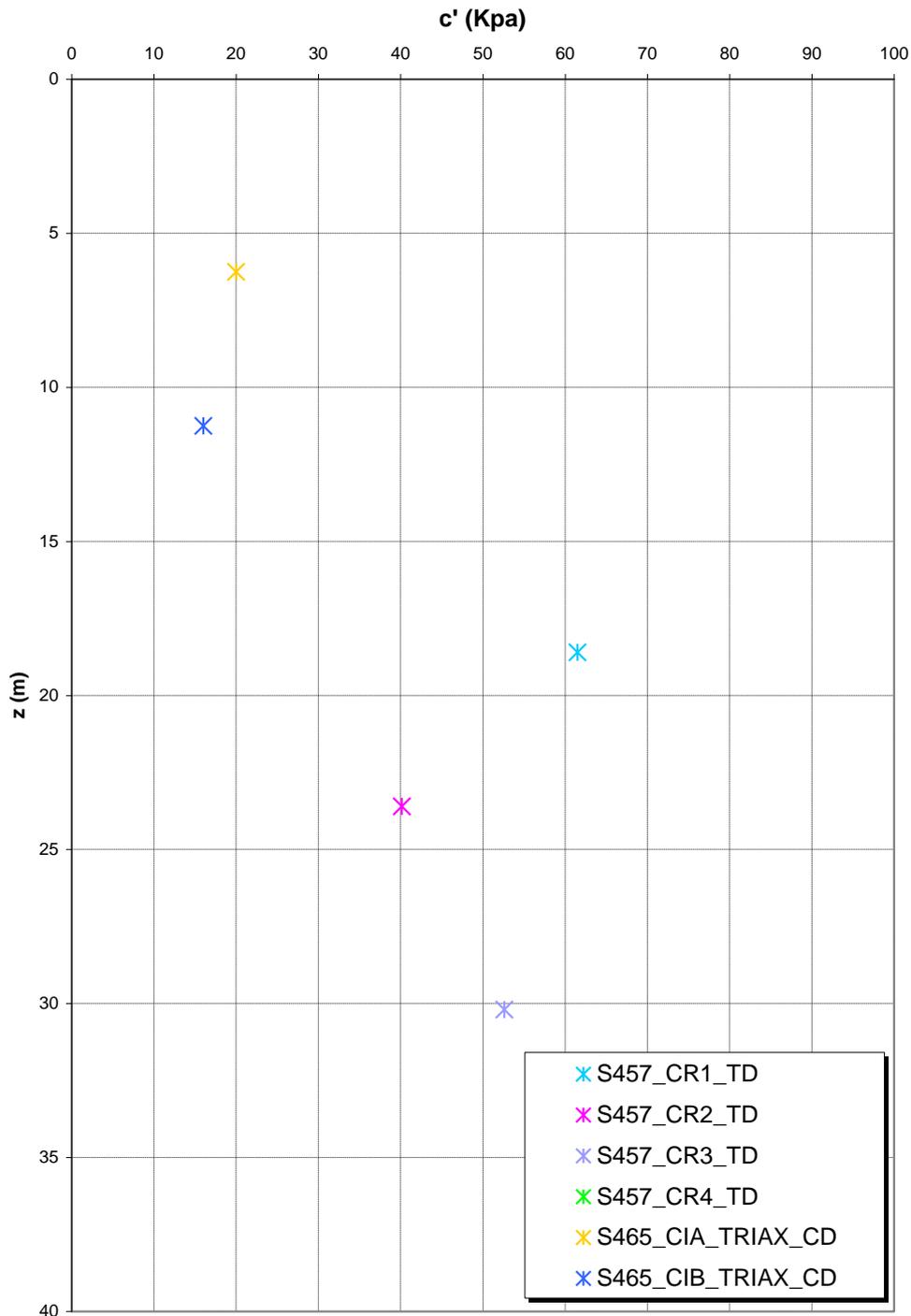
$\gamma$  [kN/m<sup>3</sup>]



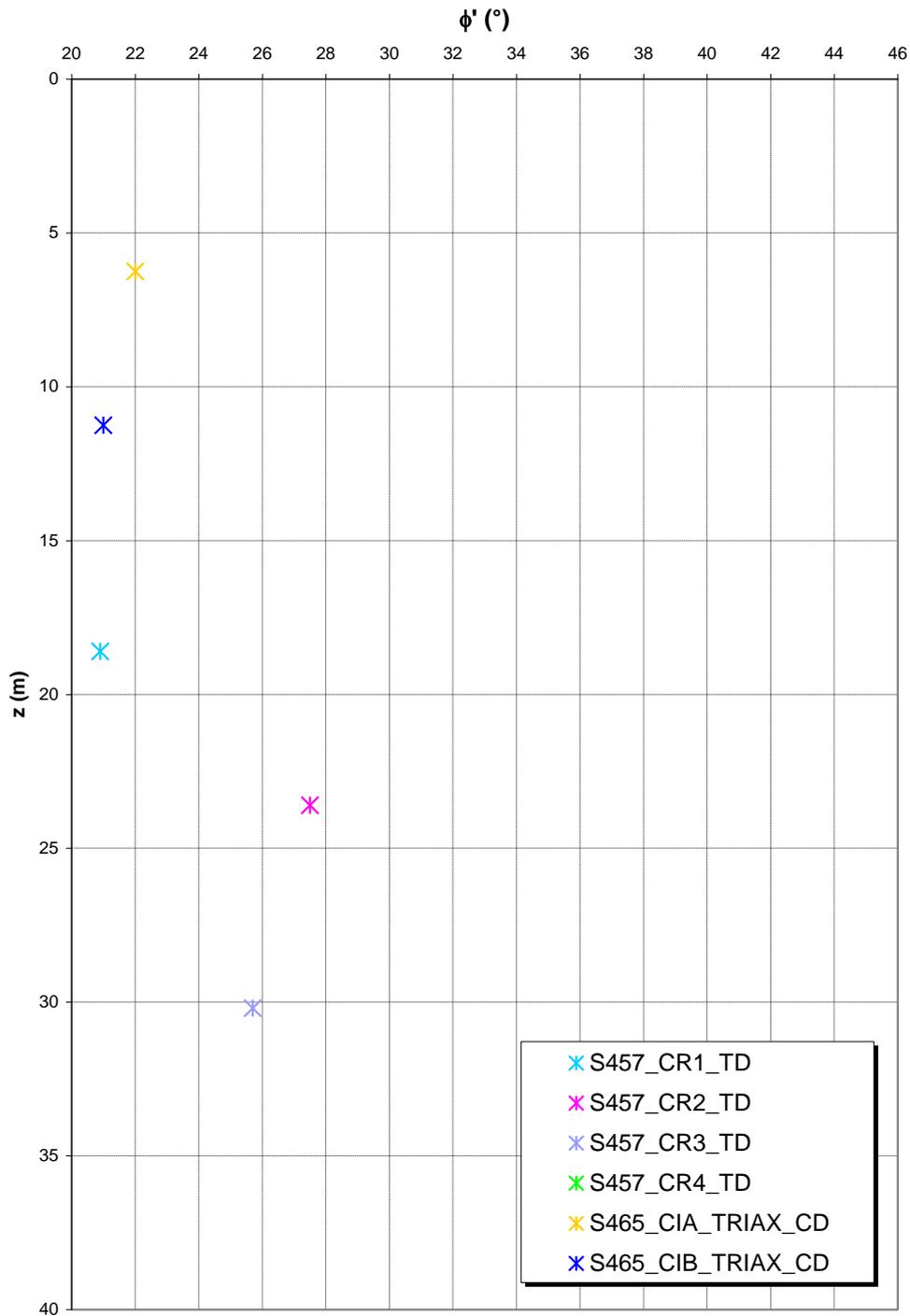
**Indice dei vuoti iniziale**



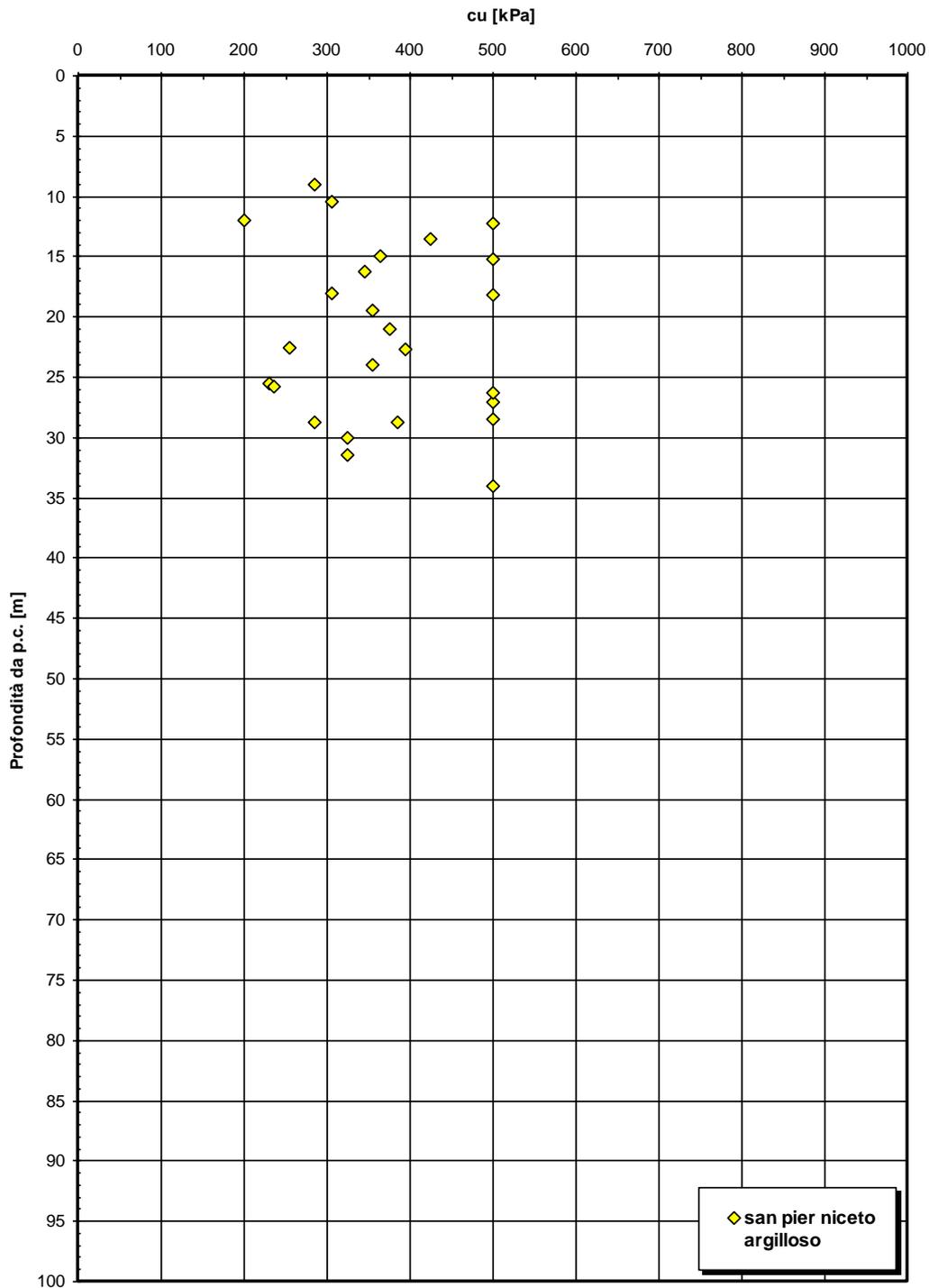
**Coesione  
SAN PIER NICETO ARGILLOSO**

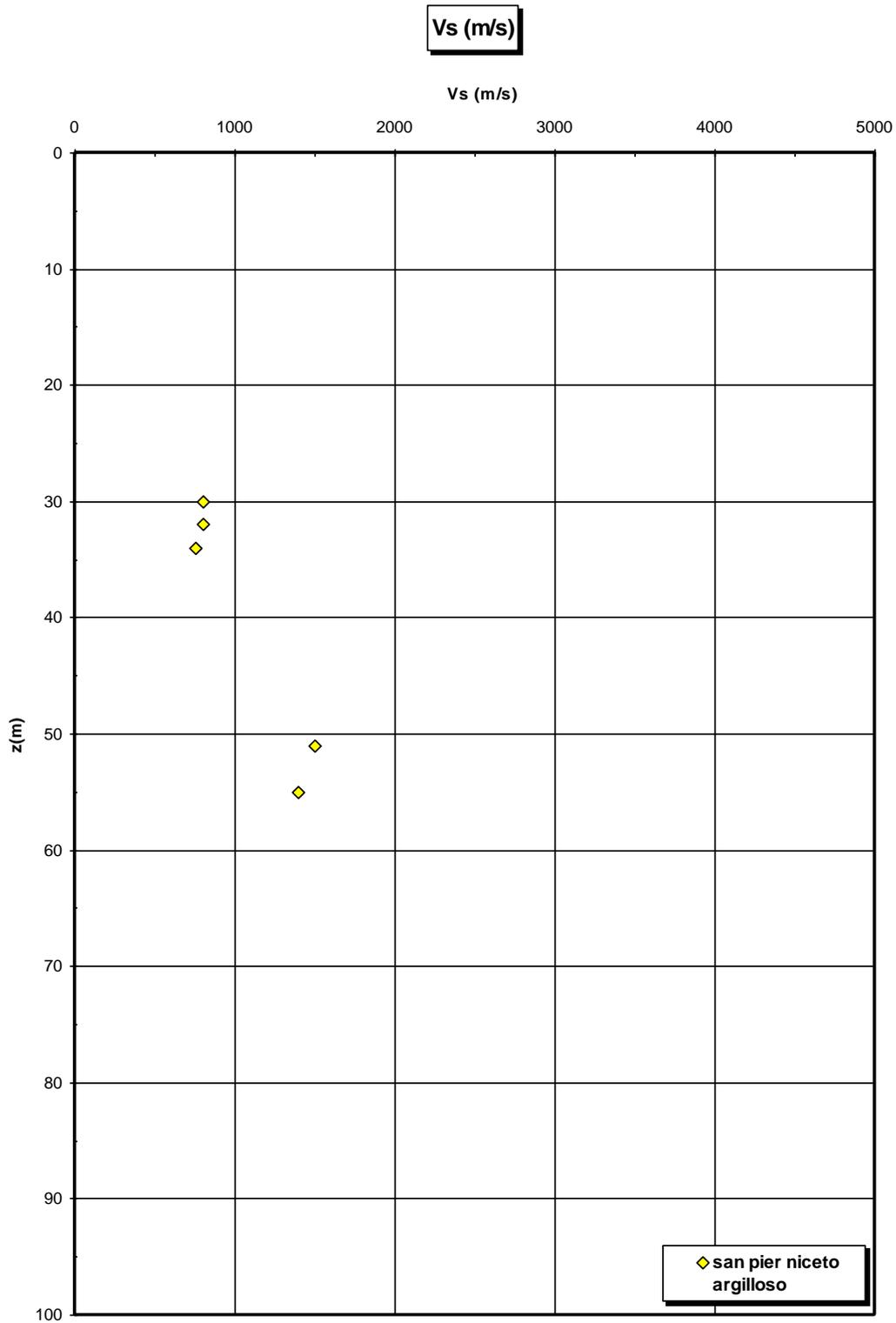


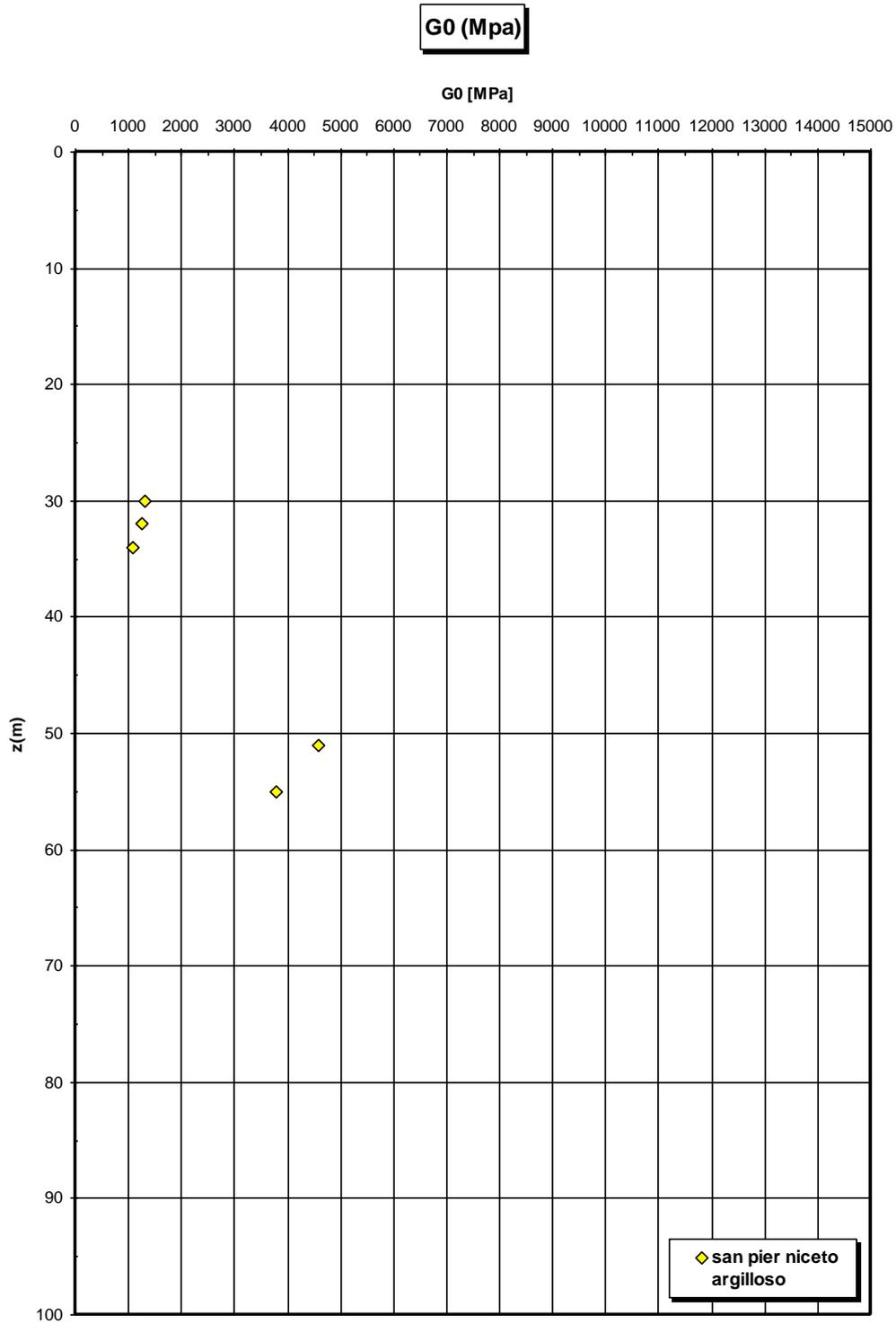
**Angolo di attrito  
SAN PIER NICETO ARGILLOSO**



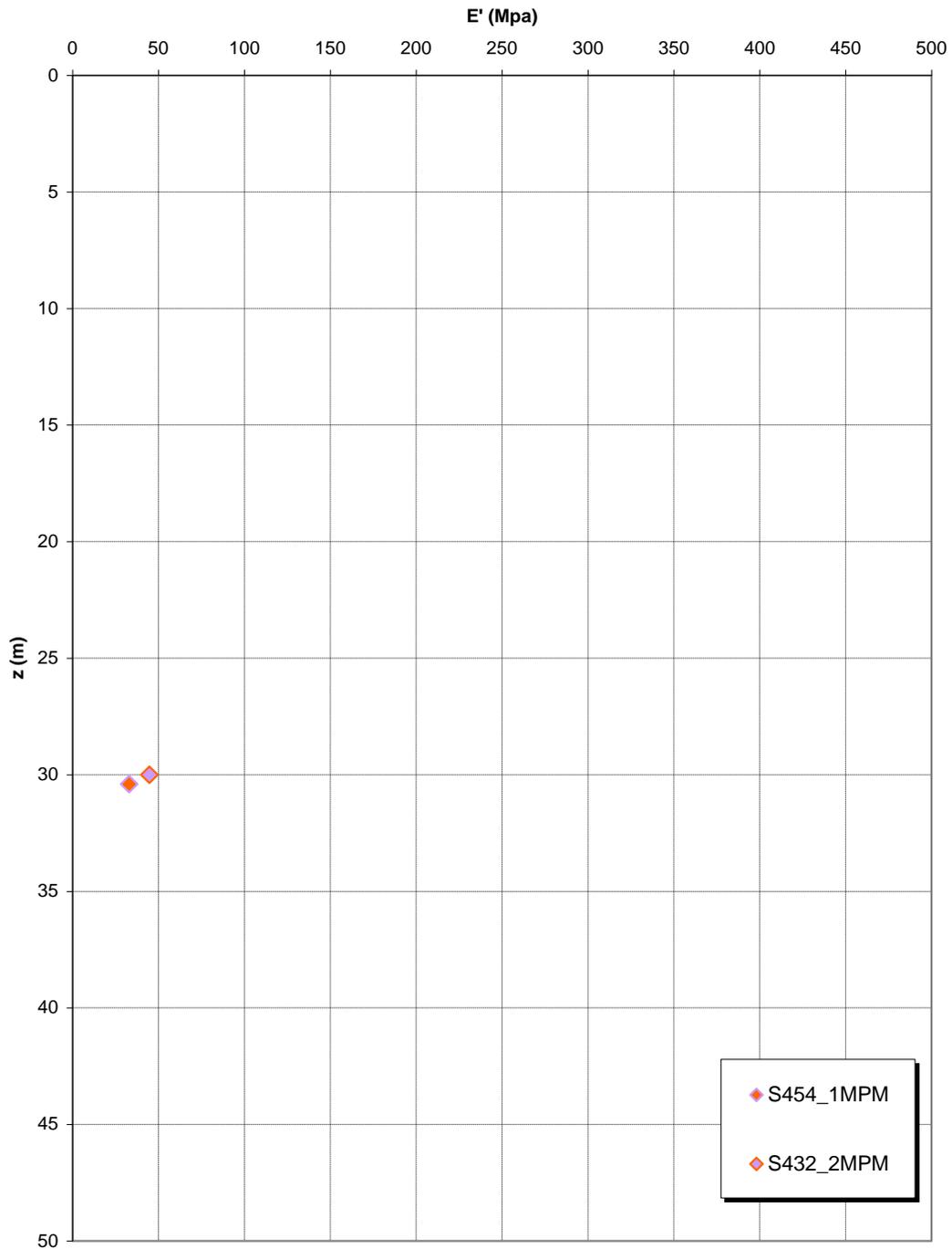
**Coesione non drenata da prove SPT**



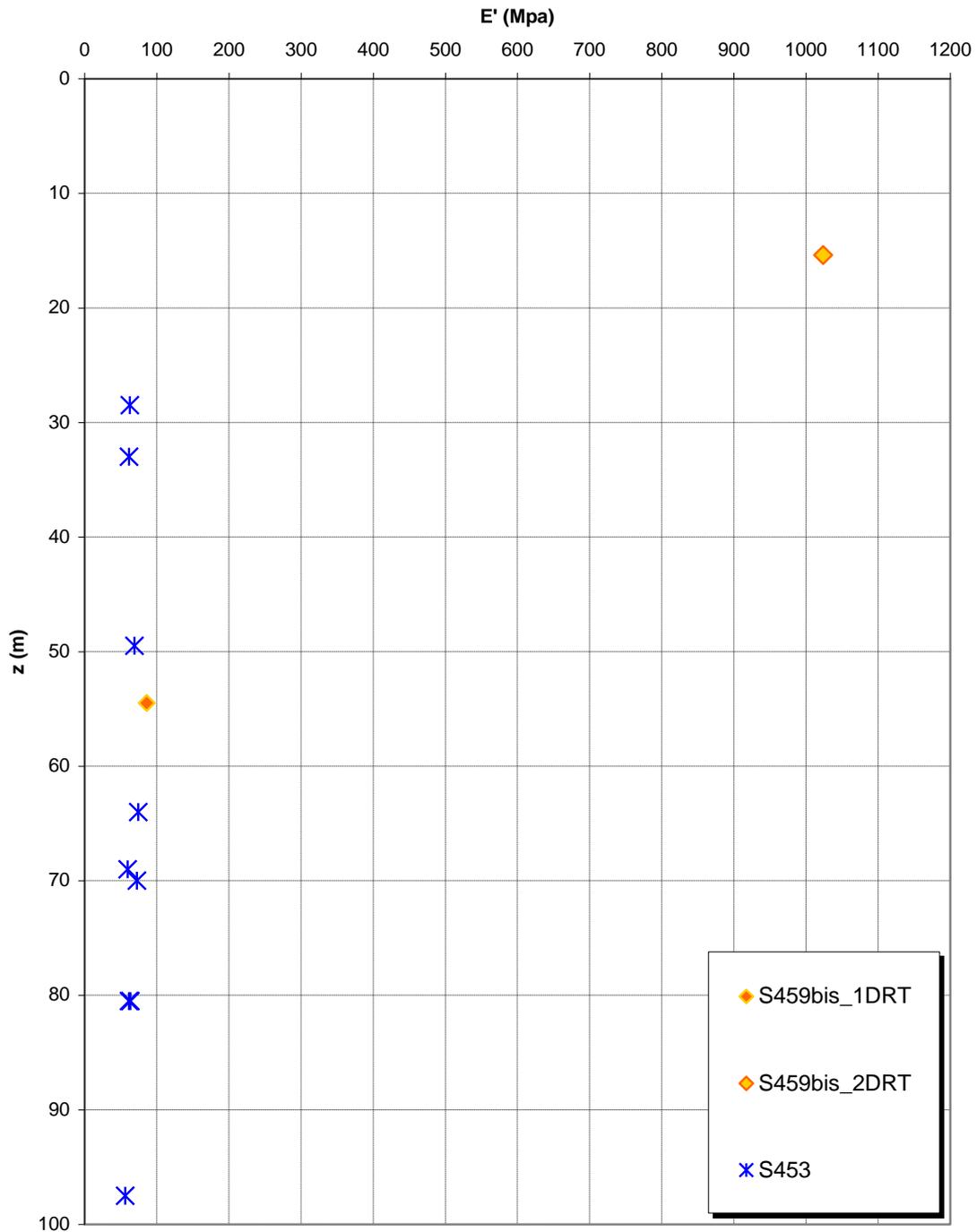




**Prove pressiometriche  
SAN PIER NICETO ARGILLOSO**



**Prove dilatometriche  
SAN PIER NICETO ARGILLOSO**



		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>	
RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE	<i>Codice documento</i> ST0191_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20-06-2011

#### 4.2.4 Parametri principali assunti

La stratigrafia assunta per le verifiche geotecniche è estrapolata dal profilo geotecnico generale e così riassunto:

da p.c a -14,00 m                      depositi alluvionali

da -14,00 a -42,00 m                calcari brecciati

da -42,00 a -61,00 m                argille gessose

la quota della falda è assunta a -10,00 m dal piano campagna.

##### Parametri principali assunti – DEPOSITI ALLUVIONALI

Peso di volume	$\gamma = 18 \text{ kN/m}^3$
Peso di volume saturo	$\gamma_s = 26,5 \text{ kN/m}^3$
Angolo di attrito interno	$\phi' = 38^\circ$ (prudenziale limite massimo)
Angolo di attrito terreno – palo	$\phi' = 38^\circ$
Modulo deformazione elastico (z=6 m)	$E' = 50 \text{ MPa}$

##### Parametri principali assunti – CALCARI BRECCIATI

Peso di volume	$\gamma = 20 \text{ kN/m}^3$
Peso di volume saturo	$\gamma_s = 27 \text{ kN/m}^3$
Angolo di attrito interno	$\phi' = 27^\circ$
Angolo di attrito terreno – palo	$\phi' = 27^\circ$
Modulo deformazione elastico	$E' = 130 \text{ MPa}$

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE		<i>Codice documento</i> ST0191_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20-06-2011

### 4.3 CARATTERIZZAZIONE DELLA SISMICITA' DEL LUOGO

Le azioni di progetto si ricavano, ai sensi delle NTC, dalle accelerazioni  $a_g$  e dalle relative forme spettrali.

Le forme spettrali previste dalle NTC sono definite, su sito di riferimento rigido orizzontale, in funzione dei tre parametri:

- $a_g$  accelerazione orizzontale massima del terreno;
- $F_0$  valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;
- $T_C^*$  periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

Per ciascun nodo del reticolo di riferimento e per ciascuno dei periodi di ritorno TR considerati dalla pericolosità sismica, i tre parametri si ricavano riferendosi ai valori corrispondenti al 50esimo percentile ed attribuendo ad:

$a_g$  il valore previsto dalla pericolosità sismica;

$F_0$  e  $T_C^*$  i valori ottenuti imponendo che le forme spettrali in accelerazione, velocità e spostamento previste dalle NTC scartino al minimo dalle corrispondenti forme spettrali previste dalla pericolosità sismica.

Le forme spettrali previste dalle NTC sono caratterizzate da prescelte probabilità di superamento e vite di riferimento. A tal fine occorre fissare:

- la vita di riferimento  $V_R$  della costruzione;
- le probabilità di superamento nella vita di riferimento  $P_{VR}$  associate agli stati limite considerati, per individuare infine, a partire dai dati di pericolosità sismica disponibili, le corrispondenti azioni sismiche.

A tal fine è conveniente utilizzare, come parametro caratterizzante la pericolosità sismica, il periodo di ritorno dell'azione sismica  $T_R$ , espresso in anni. Fissata la vita di riferimento  $V_R$ , i due parametri  $T_R$  e  $P_{VR}$  sono immediatamente esprimibili, l'uno in funzione dell'altro, mediante

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE		<i>Codice documento</i> ST0191_F0.doc	<table border="1"> <tr> <td><i>Rev</i></td> <td><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						

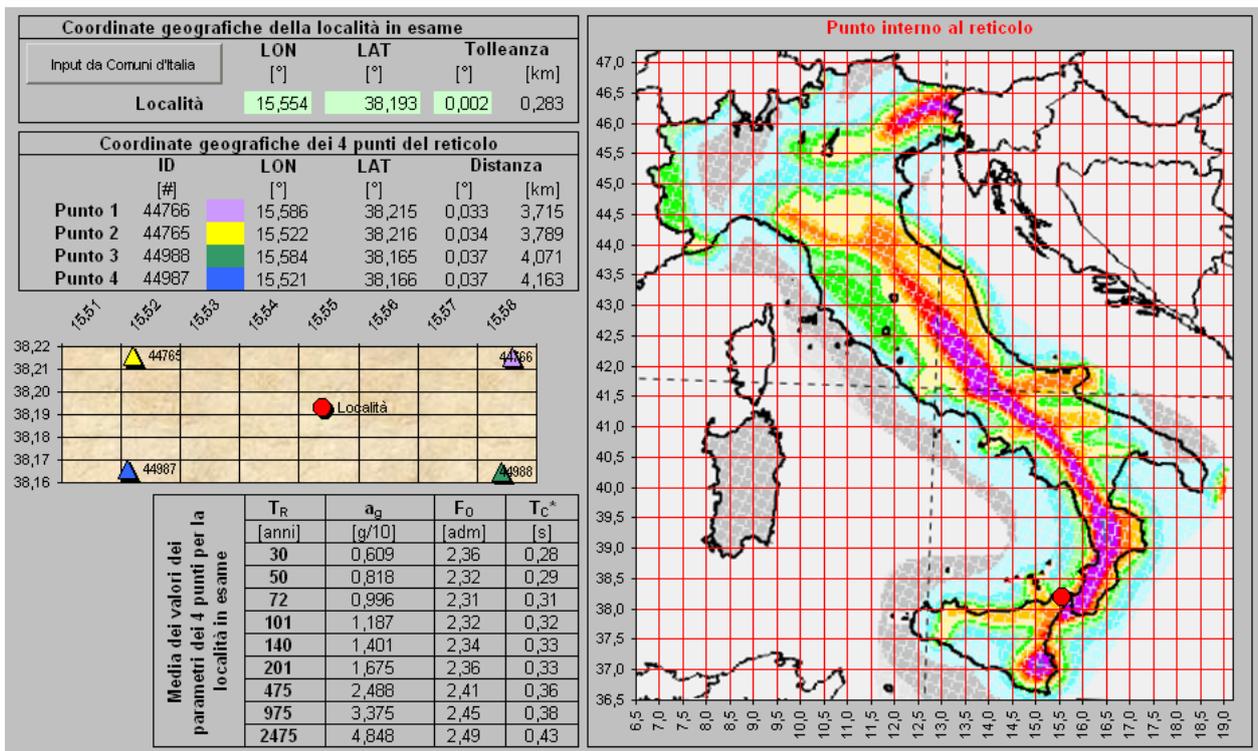
l'espressione:

$$T_R = -\frac{V_R}{\ln(1 - P_{VR})} = -\frac{200}{\ln(1 - 0.1)} = 1.898 \text{ anni}$$

I valori dei parametri  $a_g$ ,  $F_0$  e  $T_C^*$  relativi alla pericolosità sismica su reticolo di riferimento nell'intervallo di riferimento sono forniti nelle tabelle riportate nell'ALLEGATO B delle NTC.

I punti del reticolo di riferimento sono definiti in termini di Latitudine e Longitudine ed ordinati a Latitudine e Longitudine crescenti, facendo variare prima la Longitudine e poi la Latitudine. L'accelerazione al sito  $a_g$  è espressa in  $g/10$ ;  $F_0$  è adimensionale,  $T_C^*$  è espresso in secondi.

Nel seguito si riporta una tabella riassuntiva dei parametri che caratterizzano il Comune di Messina:



## 4.4 CRITERI GENERALI DI PROGETTAZIONE

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE		<i>Codice documento</i> ST0191_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20-06-2011

#### 4.4.1 Verifiche di resistenza

Le verifiche delle sezioni più sollecitate sono state condotte seguendo le prescrizioni del D.M.14/01/08 e seguendo le indicazioni della norma UNI EN 1992-2005.

Più specificatamente la verifica di resistenza delle sezioni nei vari elementi strutturali, viene condotta tenendo conto della verifica agli stati limite ultimi, e delle verifiche nei riguardi della fessurazione e delle tensioni di esercizio.

##### 4.4.1.1 Verifiche di resistenza agli stati limite ultimi

Si è verificato che il valore di progetto degli effetti delle azioni, ovvero delle sollecitazioni flettenti  $M_d$  sia minore dei corrispondenti momenti resistenti  $M_r$  delle sezioni di progetto.

La verifica di resistenza delle sezioni nei vari elementi strutturali, viene condotta tenendo conto delle condizioni più gravose che si individuano dall'involuppo delle sollecitazioni agenti nelle diverse combinazioni di carico.

Le combinazioni e i coefficienti moltiplicativi delle singole azioni vengono definiti in base a quanto indicato nel D.M. 14 gennaio 2008.

Per quanto riguarda le verifiche a taglio ultimo, si è fatto riferimento al paragrafo 4.1.2.1.3 "Resistenza nei confronti di sollecitazioni taglianti" del D.M. 14 gennaio 2008.

#### 4.4.2 Verifiche agli stati limite di esercizio

##### 4.4.2.1 Definizione degli stati limite di fessurazione

In ordine di severità crescente si distinguono i seguenti stati limite:

- a) stato limite di decompressione nel quale, per la combinazione di azioni prescelta, la tensione normale è ovunque di compressione ed al più uguale a 0 ;
- b) stato limite di formazione delle fessure, nel quale, per la combinazione di azioni prescelta, la tensione normale di trazione nella fibra più sollecitata è:

$$\sigma_t = \frac{f_{ctm}}{1,2}$$

- c) stato limite di apertura delle fessure nel quale, per la combinazione di azioni prescelta, il valore limite di apertura della fessura calcolato al livello considerato è pari ad uno dei seguenti valori nominali:

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE		<i>Codice documento</i> ST0191_F0.doc	<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						

$$w_1 = 0,1 \text{ mm}$$

$$w_2 = 0,2 \text{ mm}$$

$$w_3 = 0,3 \text{ mm}$$

Lo stato limite di fessurazione deve essere fissato in funzione delle condizioni ambientali e della sensibilità delle armature alla corrosione.

#### 4.4.2.2 Condizioni ambientali

Le condizioni ambientali, ai fini della protezione contro la corrosione delle armature metalliche, possono essere suddivise in ordinarie, aggressive e molto aggressive in relazione a quanto indicato nella tabella seguente:

CONDIZIONI AMBIENTALI	CLASSE DI ESPOSIZIONE
Ordinarie	X0, XC1, XC2, XC3, XF1
Aggressive	XC4, XD1, XS1, XA1, XA2, XF2, XF3
Molto aggressive	XD2, XD3, XS2, XS3, XA3, XF4

Nel caso in esame si considera l'opera sottoposta a condizioni ordinarie.

#### 4.4.2.3 Sensibilità delle armature alla corrosione

Le armature si distinguono in due gruppi:

- armature sensibili;
- armature poco sensibili.

Appartengono al primo gruppo gli acciai da precompresso. Appartengono al secondo gruppo gli acciai ordinari. Per gli acciai zincati e per quelli inossidabili si può tener conto della loro minor sensibilità alla corrosione.

#### 4.4.2.4 Scelta degli stati limite di fessurazione

Nella tabella sottostante sono indicati i criteri di scelta dello stato limite di fessurazione con riferimento alle esigenze sopra riportate.

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE		<i>Codice documento</i> ST0191_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20-06-2011

Gruppi di esigenze	Condizioni ambientali	Combinazione di azioni	Armatura			
			Sensibile		Poco sensibile	
			Stato limite	w <sub>d</sub>	Stato limite	w <sub>d</sub>
a	Ordinarie	frequente	ap. fessure	≤ w <sub>2</sub>	ap. fessure	≤ w <sub>3</sub>
		quasi permanente	ap. fessure	≤ w <sub>1</sub>	ap. fessure	≤ w <sub>2</sub>
b	Aggressive	frequente	ap. fessure	≤ w <sub>1</sub>	ap. fessure	≤ w <sub>2</sub>
		quasi permanente	decompressione	-	ap. fessure	≤ w <sub>1</sub>
c	Molto aggressive	frequente	formazione fessure	-	ap. fessure	≤ w <sub>1</sub>
		quasi permanente	decompressione	-	ap. fessure	≤ w <sub>1</sub>

#### 4.4.2.5 Verifiche allo stato limite di fessurazione

##### Stato limite di decompressione e di formazione delle fessure

Le tensioni sono calcolate in base alle caratteristiche geometriche e meccaniche della sezione omogeneizzata non fessurata.

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE		<i>Codice documento</i> ST0191_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20-06-2011

### Stato limite di apertura delle fessure

Il valore caratteristico di calcolo di apertura delle fessure ( $w_d$ ) non deve superare i valori nominali  $w_1$ ,  $w_2$ ,  $w_3$  secondo quanto riportato nella Tabella sopra riportata.

Il valore caratteristico di calcolo è dato da:

$$w_d = 1,7 \cdot w_m$$

dove  $w_m$  rappresenta l'ampiezza media delle fessure.

L'ampiezza media delle fessure  $w_m$  è calcolata come prodotto della deformazione media delle barre d'armatura  $\varepsilon_{sm}$  per la distanza media tra le fessure  $\Delta_{sm}$  :

$$w_m = \varepsilon_{sm} \cdot \Delta_{sm}$$

Per il calcolo di  $\varepsilon_{sm}$  e  $\Delta_{sm}$  vanno utilizzati criteri consolidati riportati nella letteratura tecnica.  $\varepsilon_{sm}$  può essere calcolato tenendo conto dell'effetto del "tension stiffening" nel rispetto della limitazione:

$$\varepsilon_{sm} \geq 0.6 \cdot \frac{\sigma_s}{E_s}$$

con  $\sigma_s$  tensione nell'acciaio dell'armatura tesa (per sezione fessurata) nelle condizioni di carico considerate ed  $E_s$  è il modulo elastico dell'acciaio.

#### 4.4.2.6 Verifiche delle tensioni in esercizio

Valutate le azioni interne nelle varie parti della struttura, dovute alle combinazioni caratteristica e quasi permanente delle azioni, si calcolano le massime tensioni sia nel calcestruzzo sia nelle armature; si deve verificare che tali tensioni siano inferiori ai massimi valori consentiti di seguito riportati.

#### Tensione massima di compressione del calcestruzzo nelle condizioni di esercizio

La massima tensione di compressione del calcestruzzo  $\sigma_c$ , deve rispettare la limitazione seguente:

$\sigma_c < 0.6 \cdot f_{ck}$  per la combinazione caratteristica (rara);

$\sigma_c < 0.45 \cdot f_{ck}$  per la combinazione caratteristica quasi permanente.

Nel caso di elementi piani (solette, pareti, ...) gettati in opera con calcestruzzi ordinari e con spessori di calcestruzzo minori di 50 mm i valori limite sopra scritti vanno ridotti del 20%.

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE		<i>Codice documento</i> ST0191_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20-06-2011

#### Tensione massima dell'acciaio in condizioni di esercizio

Per l'acciaio la tensione massima,  $\sigma_s$ , per effetto delle azioni dovute alla combinazione caratteristica deve rispettare la limitazione seguente:

$$\sigma_s < 0.8 \cdot f_{yk}$$

#### 4.4.3 Azioni sismiche

Le azioni sismiche di progetto, in base alle quali valutare il rispetto dei diversi stati limite considerati, si definiscono a partire dalla "pericolosità sismica di base" del sito di costruzione, che costituisce l'elemento di conoscenza primario per la determinazione delle azioni sismiche.

La pericolosità sismica è definita in termini di accelerazione orizzontale massima attesa  $a_g$  in condizioni di campo libero su sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale di categoria A, nonché di ordinate dello spettro di risposta elastico in accelerazione ad essa corrispondente  $S_e(T)$ , con riferimento a prefissate probabilità di eccedenza  $P_{VR}$  nel periodo di riferimento  $V_R$ .

Nel presente progetto è stata verificata la combinazione di carico sismica con riferimento allo stato limite ultimo di salvaguardia della vita (SLV): a seguito del terremoto la struttura subisce rotture e crolli dei componenti non strutturali ed impiantistici e significativi danni dei componenti strutturali cui si associa una perdita significativa di rigidità nei confronti delle azioni orizzontali; mentre conserva invece una parte della esistenza e rigidità per azioni verticali e un margine di sicurezza nei confronti del collasso per azioni sismiche orizzontali.

##### 4.4.3.1 Vita nominale

La vita nominale di un'opera strutturale è intesa come il numero di anni nel quale la struttura, purché soggetta alla manutenzione ordinaria, deve poter essere usata per lo scopo al quale è destinata. Nel caso in oggetto, l'opera ricade all'interno del tipo di costruzione: "Costruzioni il cui uso preveda normali affollamenti, senza contenuti pericolosi per l'ambiente e senza funzioni pubbliche e sociali essenziali" (paragrafo 2.4 delle 'Nuove Norme tecniche per le costruzioni – D.M. 14 gennaio 2008'). La vita nominale si assume pertanto pari a  **$V_N = 50$  anni**.

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE		<i>Codice documento</i> ST0191_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20-06-2011

#### 4.4.3.2 Classe d'uso

In presenza di azioni sismiche, con riferimento alle conseguenze di una interruzione di operatività o di un'eventuale collasso, le costruzioni sono suddivise in classi d'uso. Nel caso in oggetto si fa riferimento alla Classe II: ostruzioni il cui uso preveda normali affollamenti, senza contenuti pericolosi per l'ambiente e senza funzioni pubbliche e sociali essenziali.....”

Il coefficiente d'uso si assume pertanto pari a  $c_U = 1,0$  anni.

#### 4.4.3.3 Periodo di riferimento per l'azione sismica

Le azioni sismiche su ciascuna costruzione vengono valutate in relazione ad un periodo di riferimento  $V_R$  che si ricava, per ciascun tipo di costruzione, moltiplicandone la vita nominale  $V_N$  per il coefficiente d'uso  $C_U$ . Tale coefficiente è funzione della classe d'uso.

$$V_R = V_N \times C_U = 50 \text{ anni} \times 1 = 50 \text{ anni}$$

Le probabilità di superamento  $P_{V_R}$  nel periodo di riferimento  $V_R$ , cui riferirsi per individuare l'azione sismica agente, sono pari al 10% nel caso dello stato limite SLV.

#### 4.4.3.4 Classificazione sismica del terreno

Ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, in accordo con le NTC, si fa riferimento all'approccio semplificato che si basa sulla individuazione di categorie di sottosuolo di riferimento.

Le simiche a rifrazione effettuate in località La Giostra (SR5-S454) in un contesto litostratigrafico simile forniscono una categoria di suolo variabile tra **B** ( $V_{s30}=410\text{m/s}$ ) e **C** ( $V_{s30}=300\text{m/s}$ ).

Prudenzialmente si assume quindi una tipologia di terreno di categoria **C**.

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE		<i>Codice documento</i> ST0191_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20-06-2011

## 5 ELABORATI DI RIFERIMENTO

Nell'eseguire le verifiche relative all'opera di cui alla presente relazione si fa riferimento ai seguenti elaborati:

CG0700	P	RG	D	S	CS	2S	G0	00	00	00	03	B
CG0700	P	SH	D	S	CS	2S	G0	00	00	00	02	B
CG0700	P	CL	D	S	CS	2S	G0	00	00	00	02	B
CG0700	P	P8	D	S	CS	2S	G0	00	00	00	03	B
CG0700	P	PA	D	S	CS	2S	G0	00	00	00	22	B
CG0700	P	SZ	D	S	CS	2S	G0	00	00	00	05	B

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE		<i>Codice documento</i> ST0191_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20-06-2011

## 6 ANALISI OPERE

### 6.1.1 MODELLO DI CALCOLO

#### 6.1.1.1 DESCRIZIONE DEL MODELLO DI CALCOLO

I muri di sostegno in oggetto presentano fondazioni di tipo diretto continuo sul terreno naturale in sito, ad una profondità media di intradosso variabile da 0,50 a 1,50 m dal piano campagna; i calcoli vengono quindi impostati con modellazione per una profondità unitaria lungo lo sviluppo dei muri stessi.

Il modello di calcolo viene implementato tramite il software di calcolo specifico AZTEC MAX 10

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

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

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

#### **Calcolo della spinta sul muro**

##### **Valori caratteristici e valori di calcolo**

Effettuando il calcolo tramite le NTC2008 è necessario fare la distinzione fra i parametri caratteristici ed i valori di calcolo (o di progetto) sia delle azioni che delle resistenze.

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

##### **Metodo di Culmann**

Il metodo di Culmann adotta le stesse ipotesi di base del metodo di Coulomb. La differenza

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE		<i>Codice documento</i> ST0191_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20-06-2011

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

I passi del procedimento risolutivo sono i seguenti:

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

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

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

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

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

### Spinta in presenza di sisma

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

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

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

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>	
RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE	<i>Codice documento</i> ST0191_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20-06-2011

$$\varepsilon \vartheta = \varepsilon + \theta$$

$$\beta \vartheta = \beta + \theta$$

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

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

Terreno a bassa permeabilità

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

Terreno a permeabilità elevata

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

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

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

dove il coefficiente  $A$  vale

$$A = \frac{\cos^2(\beta + \theta)}{\cos^2\beta \cos\theta}$$

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

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

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

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE		<i>Codice documento</i> ST0191_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20-06-2011

diagramma statico.

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

$$F_{iH} = k_h W \quad F_{iV} = \pm k_v W$$

dove  $W$  è il peso del muro, del terreno soprastante la mensola di monte ed i relativi sovraccarichi e va applicata nel baricentro dei pesi.

Il metodo di Culmann tiene conto automaticamente dell'incremento di spinta. Basta inserire nell'equazione risolutiva la forza d'inerzia del cuneo di spinta. La superficie di rottura nel caso di sisma risulta meno inclinata della corrispondente superficie in assenza di sisma.

### Verifica a ribaltamento

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

Eseguendo il calcolo mediante le NTC2008 si può impostare  $\eta_r \geq 1.0$ .

Deve quindi essere verificata la seguente disequaglianza

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

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

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE		<i>Codice documento</i> ST0191_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20-06-2011

stabilizzante.

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

### Verifica a scorrimento

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

Eseguendo il calcolo mediante le NTC2008 si può impostare  $\eta_s \geq 1.0$

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

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

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

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

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

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>	
RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE	<i>Codice documento</i> ST0191_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20-06-2011

resistente può esprimersi come

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

con  $L_r = B_r - L_c$

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

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

### Verifica al carico limite

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

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

Eseguendo il calcolo mediante le NTC2008 si può impostare  $\eta_q \geq 1.0$

*Terzaghi* ha proposto la seguente espressione per il calcolo della capacità portante di una fondazione superficiale.

$$q_u = c N_c s_c + q N_q + 0.5 B \gamma N_\gamma s_\gamma$$

La simbologia adottata è la seguente:

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

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE		<i>Codice documento</i> ST0191_F0.doc	<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						

I fattori di capacità portante sono espressi dalle seguenti relazioni:

$$N_q = \frac{e^{2(0.75\pi-\phi/2)\text{tg}(\phi)}}{2\cos^2(45 + \phi/2)}$$

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

$$N_y = \frac{\text{tg}\phi}{2} \left( \frac{K_{py}}{\cos^2\phi} - 1 \right)$$

I fattori di forma  $s_c$  e  $s_y$  che compaiono nella espressione di  $q_u$  dipendono dalla forma della fondazione. In particolare valgono 1 per fondazioni nastriformi o rettangolari allungate e valgono rispettivamente 1.3 e 0.8 per fondazioni quadrate.

termine  $K_{py}$  che compare nell'espressione di  $N_y$  non ha un'espressione analitica. Pertanto si assume per  $N_y$  l'espressione proposta da Meyerof

$$N_y = (N_q - 1)\text{tg}(1.4*\phi)$$

### Verifica alla stabilità globale

La verifica alla stabilità globale del complesso muro+terreno deve fornire un coefficiente di sicurezza non inferiore a  $\eta_g$

Eseguendo il calcolo mediante le NTC2008 si può impostare  $\eta_g \geq 1.0$

Viene usata la tecnica della suddivisione a strisce della superficie di scorrimento da analizzare. La superficie di scorrimento viene supposta circolare e determinata in modo tale da non avere intersezione con il profilo del muro o con i pali di fondazione. Si determina il minimo coefficiente di sicurezza su una maglia di centri di dimensioni 10x10 posta in prossimità della sommità del muro. Il numero di strisce è pari a 50.

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>	
RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE	<i>Codice documento</i> ST0191_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20-06-2011

Il coefficiente di sicurezza fornito da Fellenius si esprime secondo la seguente formula:

$$\eta = \frac{\sum_i^n \left( \frac{c_i b_i}{\cos \alpha_i} + [W_i \cos \alpha_i - u_i l_i] \operatorname{tg} \phi_i \right)}{\sum_i^n W_i \sin \alpha_i}$$

dove  $n$  è il numero delle strisce considerate,  $b_i$  e  $\alpha_i$  sono la larghezza e l'inclinazione della base della striscia  $i_{\text{esima}}$  rispetto all'orizzontale,  $W_i$  è il peso della striscia  $i_{\text{esima}}$  e  $c_i$  e  $\phi_i$  sono le caratteristiche del terreno (coesione ed angolo di attrito) lungo la base della striscia.

Inoltre  $u_i$  ed  $l_i$  rappresentano la pressione neutra lungo la base della striscia e la lunghezza della base della striscia ( $l_i = b_i / \cos \alpha_i$ ).

Quindi, assunto un cerchio di tentativo lo si suddivide in  $n$  strisce e dalla formula precedente si ricava  $\eta$ . Questo procedimento viene eseguito per il numero di centri prefissato e viene assunto come coefficiente di sicurezza della scarpata il minimo dei coefficienti così determinati.

## Normativa

### N.T.C. 2008 - Approccio 1

#### Simbologia adottata

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

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE</b>		<i>Codice documento</i> ST0191_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20-06-2011

### Coefficienti di partecipazione combinazioni statiche

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

<i>Carichi</i>	<i>Effetto</i>		<i>A1</i>	<i>A2</i>	<i>EQU</i>	<i>HYD</i>
Permanenti	Favorevole	$\gamma_{Gfav}$	1,00	1,00	0,90	0,90
Permanenti	Sfavorevole	$\gamma_{Gsfav}$	1,30	1,00	1,10	1,30
Variabili	Favorevole	$\gamma_{Qfav}$	0,00	0,00	0,00	0,00
Variabili	Sfavorevole	$\gamma_{Qsfav}$	1,50	1,30	1,50	1,50

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno:

<i>Parametri</i>			<i>M1</i>	<i>M2</i>	<i>M2</i>	<i>M1</i>
Tangente dell'angolo di attrito	$\gamma_{\tan\phi'}$		1,00	1,25	1,25	1,00
Coesione efficace	$\gamma_{c'}$		1,00	1,25	1,25	1,00
Resistenza non drenata	$\gamma_{cu}$		1,00	1,40	1,40	1,00
Resistenza a compressione uniassiale	$\gamma_{qu}$		1,00	1,60	1,60	1,00
Peso dell'unità di volume	$\gamma_{\gamma}$		1,00	1,00	1,00	1,00

### Coefficienti di partecipazione combinazioni sismiche

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

<i>Carichi</i>	<i>Effetto</i>		<i>A1</i>	<i>A2</i>	<i>EQU</i>	<i>HYD</i>
Permanenti	Favorevole	$\gamma_{Gfav}$	1,00	1,00	1,00	0,90
Permanenti	Sfavorevole	$\gamma_{Gsfav}$	1,00	1,00	1,00	1,30
Variabili	Favorevole	$\gamma_{Qfav}$	0,00	0,00	0,00	0,00
Variabili	Sfavorevole	$\gamma_{Qsfav}$	1,00	1,00	1,00	1,50

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno:

<i>Parametri</i>			<i>M1</i>	<i>M2</i>	<i>M2</i>	<i>M1</i>
Tangente dell'angolo di attrito	$\gamma_{\tan\phi'}$		1,00	1,25	1,25	1,00
Coesione efficace	$\gamma_{c'}$		1,00	1,25	1,25	1,00
Resistenza non drenata	$\gamma_{cu}$		1,00	1,40	1,40	1,00
Resistenza a compressione uniassiale	$\gamma_{qu}$		1,00	1,60	1,60	1,00
Peso dell'unità di volume	$\gamma_{\gamma}$		1,00	1,00	1,00	1,00

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE	<i>Codice documento</i> ST0191_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20-06-2011	

## FONDAZIONE SUPERFICIALE

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

<i>Verifica</i>	<i>Coefficienti parziali</i>		
	R1	R2	R3
Capacità portante della fondazione	1,00	1,00	1,40
Scorrimento	1,00	1,00	1,10
Resistenza del terreno a valle	1,00	1,00	1,40
Stabilità globale		1,10	

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
<b>RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE</b>		<i>Codice documento</i> ST0191_F0.doc	<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						

### 6.1.1.2 MURO TIPO A

Geometria muro e fondazione

Descrizione **Muro a gradoni in c.a.**

#### Descrizione dei gradoni

*Simbologia adottata*

Nr. numero d'ordine del gradone (a partire dall'alto)  
Bs base superiore del gradone espressa in [m]  
Bi base inferiore del gradone espressa in [m]  
Hg altezza del gradone espressa in [m]  
 $\alpha_e$  inclinazione esterna del gradone espressa in [°]  
 $\alpha_i$  inclinazione interna del gradone espressa in [°]

Nr.	Bs	Bi	Hg	$\alpha_e$	$\alpha_i$
1	0,20	0,20	0,75	0,00	0,00
2	0,30	0,30	1,55	0,00	0,00

Altezza del paramento 2,30 [m]

#### Fondazione

Lunghezza mensola fondazione di valle 1,10 [m]  
Lunghezza mensola fondazione di monte 1,10 [m]  
Lunghezza totale fondazione 2,50 [m]  
Inclinazione piano di posa della fondazione 0,00 [°]  
Spessore fondazione 0,40 [m]  
Spessore magrone 0,05 [m]

Altezza dello sperone di fondazione 0,40 [m]  
Spessore dello sperone di fondazione 0,40 [m]

Materiali utilizzati per la struttura

*Calcestruzzo*

Peso specifico 2500,0 [daN/mc]  
Classe di Resistenza C25/30  
Resistenza caratteristica a compressione  $R_{ck}$  305,9 [daN/cm<sup>2</sup>]  
Modulo elastico E 320665,55 [daN/cm<sup>2</sup>]

*Acciaio*

Tipo B450C  
Tensione di snervamento  $\sigma_{fa}$  4588,0 [daN/cm<sup>2</sup>]

Geometria profilo terreno a monte del muro

*Simbologia adottata e sistema di riferimento*

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

N numero ordine del punto

X ascissa del punto espressa in [m]

Y ordinata del punto espressa in [m]

A inclinazione del tratto espressa in [°]

N	X	Y	A
1	5,00	0,00	0,00

Terreno a valle del muro

Inclinazione terreno a valle del muro rispetto all'orizzontale 0,00 [°]

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE</b>		<i>Codice documento</i> ST0191_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20-06-2011

Altezza del rinterro rispetto all'attacco fondaz.valle-paramento 0,00 [m]

Descrizione terreni

*Simbologia adottata*

<i>Nr.</i>	Indice del terreno
<i>Descrizione</i>	Descrizione terreno
$\gamma$	Peso di volume del terreno espresso in [daN/mc]
$\gamma_s$	Peso di volume saturo del terreno espresso in [daN/mc]
$\phi$	Angolo d'attrito interno espresso in [°]
$\delta$	Angolo d'attrito terra-muro espresso in [°]
<i>c</i>	Coesione espressa in [daN/cm <sup>2</sup> ]
<i>c<sub>a</sub></i>	Adesione terra-muro espressa in [daN/cm <sup>2</sup> ]

<b>Descrizione</b>	$\gamma$	$\gamma_s$	$\phi$	$\delta$	<b>c</b>	<b>c<sub>a</sub></b>
Terreno 1 1800	1800	35.00	23.33	0,000	0,000	
Terreno 2 1800	2000	38.00	25.33	0,000	0,000	

Stratigrafia

*Simbologia adottata*

<i>N</i>	Indice dello strato
<i>H</i>	Spessore dello strato espresso in [m]
<i>a</i>	Inclinazione espressa in [°]
<i>K<sub>w</sub></i>	Costante di Winkler orizzontale espressa in DaN/cm <sup>2</sup> /cm
<i>K<sub>s</sub></i>	Coefficiente di spinta
<i>Terreno</i>	Terreno dello strato

<b>Nr.</b>	<b>H</b>	<b>a</b>	<b>K<sub>w</sub></b>	<b>K<sub>s</sub></b>	<b>Terreno</b>
1	2,65	0,00	2,22	0,00	Terreno 1
2	3,00	0,00	4,32	0,00	Terreno 2

Condizioni di carico

*Simbologia e convenzioni di segno adottate*

Carichi verticali positivi verso il basso.

Carichi orizzontali positivi verso sinistra.

Momento positivo senso antiorario.

<i>X</i>	Ascissa del punto di applicazione del carico concentrato espressa in [m]
<i>F<sub>x</sub></i>	Componente orizzontale del carico concentrato espressa in [daN]
<i>F<sub>y</sub></i>	Componente verticale del carico concentrato espressa in [daN]
<i>M</i>	Momento espresso in [daNm]
<i>X<sub>i</sub></i>	Ascissa del punto iniziale del carico ripartito espressa in [m]
<i>X<sub>f</sub></i>	Ascissa del punto finale del carico ripartito espressa in [m]
<i>Q<sub>i</sub></i>	Intensità del carico per x=X <sub>i</sub> espressa in [daN/m]
<i>Q<sub>f</sub></i>	Intensità del carico per x=X <sub>f</sub> espressa in [daN/m]
<i>D / C</i>	Tipo carico : D=distribuito C=concentrato

Condizione n° 1 (Sovraccarico)

D	Profilo	X <sub>i</sub> =0,00	X <sub>f</sub> =5,00	Q <sub>i</sub> =2000,00	Q <sub>f</sub> =2000,00
---	---------	----------------------	----------------------	-------------------------	-------------------------

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE</b>		<i>Codice documento</i> ST0191_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20-06-2011

Descrizione combinazioni di carico

*Simbologia adottata*

F/S Effetto dell'azione (FAV: Favorevole, SFAV: Sfavorevole)  
 $\gamma$  Coefficiente di partecipazione della condizione  
 $\Psi$  Coefficiente di combinazione della condizione

Combinazione n° 1 - Caso A1-M1 (STR)

S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$		
Peso proprio muro	FAV	1,00	1,00	1,00	
Peso proprio terrapieno	FAV	1,00	1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,30	1,00	1,30	

Combinazione n° 2 - Caso A1-M1 (STR)

S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$		
Peso proprio muro	SFAV	1,30	1,00	1,30	
Peso proprio terrapieno	SFAV	1,30	1,00	1,30	1,30
Spinta terreno	SFAV	1,30	1,00	1,30	

Combinazione n° 3 - Caso A1-M1 (STR)

S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$		
Peso proprio muro	SFAV	1,30	1,00	1,30	
Peso proprio terrapieno	FAV	1,00	1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,30	1,00	1,30	

Combinazione n° 4 - Caso A1-M1 (STR)

S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$		
Peso proprio muro	FAV	1,00	1,00	1,00	
Peso proprio terrapieno	SFAV	1,30	1,00	1,30	1,30
Spinta terreno	SFAV	1,30	1,00	1,30	

Combinazione n° 5 - Caso A2-M2 (GEO)

S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$		
Peso proprio muro	SFAV	1,00	1,00	1,00	
Peso proprio terrapieno	SFAV	1,00	1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1,00	1,00	

Combinazione n° 6 - Caso EQU (SLU)

S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$		
Peso proprio muro	FAV	0,90	1,00	0,90	
Peso proprio terrapieno	FAV	0,90	1,00	0,90	0,90
Spinta terreno	SFAV	1,10	1,00	1,10	

Combinazione n° 7 - Caso A2-M2 (GEO-STAB)

S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$		
Peso proprio muro	SFAV	1,00	1,00	1,00	
Peso proprio terrapieno	SFAV	1,00	1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1,00	1,00	

Combinazione n° 8 - Caso A1-M1 (STR)

S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$		
Peso proprio muro	FAV	1,00	1,00	1,00	
Peso proprio terrapieno	SFAV	1,30	1,00	1,30	1,30
Spinta terreno	SFAV	1,30	1,00	1,30	
Sovraccarico	SFAV	1,50	1,00	1,50	

Combinazione n° 9 - Caso A1-M1 (STR)

S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$		
Peso proprio muro	FAV	1,00	1,00	1,00	
Peso proprio terrapieno	FAV	1,00	1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,30	1,00	1,30	
Sovraccarico	SFAV	1,50	1,00	1,50	

Combinazione n° 10 - Caso A1-M1 (STR)

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE</b>		<i>Codice documento</i> ST0191_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20-06-2011

S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$		
Peso proprio muro	SFAV	1,30	1,00	1,30	
Peso proprio terrapieno	SFAV	1,30	1,00	1,30	1,30
Spinta terreno	SFAV	1,30	1,00	1,30	
Sovraccarico	SFAV	1,50	1,00	1,50	

Combinazione n° 11 - Caso A1-M1 (STR)

S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$		
Peso proprio muro	SFAV	1,30	1,00	1,30	
Peso proprio terrapieno	FAV	1,00	1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,30	1,00	1,30	
Sovraccarico	SFAV	1,50	1,00	1,50	

Combinazione n° 12 - Caso A2-M2 (GEO)

S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$		
Peso proprio muro	SFAV	1,00	1,00	1,00	
Peso proprio terrapieno	SFAV	1,00	1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1,00	1,00	
Sovraccarico	SFAV	1,30	1,00	1,30	

Combinazione n° 13 - Caso EQU (SLU)

S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$		
Peso proprio muro	FAV	0,90	1,00	0,90	
Peso proprio terrapieno	FAV	0,90	1,00	0,90	0,90
Spinta terreno	SFAV	1,10	1,00	1,10	
Sovraccarico	SFAV	1,50	1,00	1,50	

Combinazione n° 14 - Caso A2-M2 (GEO-STAB)

S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$		
Peso proprio muro	SFAV	1,00	1,00	1,00	
Peso proprio terrapieno	SFAV	1,00	1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1,00	1,00	
Sovraccarico	SFAV	1,30	1,00	1,30	

Combinazione n° 15 - Caso A1-M1 (STR) - Sisma Vert. positivo

S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$		
Peso proprio muro	SFAV	1,00	1,00	1,00	
Peso proprio terrapieno	SFAV	1,00	1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1,00	1,00	

Combinazione n° 16 - Caso A1-M1 (STR) - Sisma Vert. negativo

S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$		
Peso proprio muro	SFAV	1,00	1,00	1,00	
Peso proprio terrapieno	SFAV	1,00	1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1,00	1,00	

Combinazione n° 17 - Caso A2-M2 (GEO) - Sisma Vert. positivo

S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$		
Peso proprio muro	SFAV	1,00	1,00	1,00	
Peso proprio terrapieno	SFAV	1,00	1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1,00	1,00	

Combinazione n° 18 - Caso A2-M2 (GEO) - Sisma Vert. negativo

S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$		
Peso proprio muro	SFAV	1,00	1,00	1,00	
Peso proprio terrapieno	SFAV	1,00	1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1,00	1,00	

Combinazione n° 19 - Caso EQU (SLU) - Sisma Vert. positivo

S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$		
Peso proprio muro	FAV	1,00	1,00	1,00	
Peso proprio terrapieno	FAV	1,00	1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1,00	1,00	

Combinazione n° 20 - Caso EQU (SLU) - Sisma Vert. negativo

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE</b>		<i>Codice documento</i> ST0191_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20-06-2011

S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$		
Peso proprio muro	FAV	1,00	1,00	1,00	
Peso proprio terrapieno	FAV		1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1,00	1,00	

Combinazione n° 21 - Caso A2-M2 (GEO-STAB) - Sisma Vert. positivo

S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$		
Peso proprio muro	SFAV	1,00	1,00	1,00	
Peso proprio terrapieno	SFAV		1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1,00	1,00	

Combinazione n° 22 - Caso A2-M2 (GEO-STAB) - Sisma Vert. negativo

S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$		
Peso proprio muro	SFAV	1,00	1,00	1,00	
Peso proprio terrapieno	SFAV		1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1,00	1,00	

Combinazione n° 23 - Caso A1-M1 (STR) - Sisma Vert. positivo

S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$		
Peso proprio muro	FAV	1,00	1,00	1,00	
Peso proprio terrapieno	FAV		1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1,00	1,00	
Sovraccarico	SFAV	1,00	1,00	1,00	

Combinazione n° 24 - Caso A1-M1 (STR) - Sisma Vert. negativo

S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$		
Peso proprio muro	SFAV	1,00	1,00	1,00	
Peso proprio terrapieno	SFAV		1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1,00	1,00	
Sovraccarico	SFAV	1,00	1,00	1,00	

Combinazione n° 25 - Caso A2-M2 (GEO) - Sisma Vert. positivo

S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$		
Peso proprio muro	SFAV	1,00	1,00	1,00	
Peso proprio terrapieno	SFAV		1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1,00	1,00	
Sovraccarico	SFAV	1,00	1,00	1,00	

Combinazione n° 26 - Caso A2-M2 (GEO) - Sisma Vert. negativo

S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$		
Peso proprio muro	SFAV	1,00	1,00	1,00	
Peso proprio terrapieno	SFAV		1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1,00	1,00	
Sovraccarico	SFAV	1,00	1,00	1,00	

Combinazione n° 27 - Caso EQU (SLU) - Sisma Vert. negativo

S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$		
Peso proprio muro	FAV	1,00	1,00	1,00	
Peso proprio terrapieno	FAV		1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1,00	1,00	
Sovraccarico	SFAV	1,00	1,00	1,00	

Combinazione n° 28 - Caso EQU (SLU) - Sisma Vert. positivo

S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$		
Peso proprio muro	FAV	1,00	1,00	1,00	
Peso proprio terrapieno	FAV		1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1,00	1,00	
Sovraccarico	SFAV	1,00	1,00	1,00	

Combinazione n° 29 - Caso A2-M2 (GEO-STAB) - Sisma Vert. positivo

S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$		
Peso proprio muro	SFAV	1,00	1,00	1,00	
Peso proprio terrapieno	SFAV		1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1,00	1,00	
Sovraccarico	SFAV	1,00	1,00	1,00	

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE</b>		<i>Codice documento</i> ST0191_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20-06-2011

Combinazione n° 30 - Caso A2-M2 (GEO-STAB) - Sisma Vert. negativo

S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma^* \Psi$		
Peso proprio muro	SFAV	1,00	1,00	1,00	
Peso proprio terrapieno	SFAV		1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1,00	1,00	
Sovraccarico	SFAV	1,00	1,00	1,00	

Combinazione n° 31 - Quasi Permanente (SLE)

S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma^* \Psi$		
Peso proprio muro	--	1,00	1,00	1,00	
Peso proprio terrapieno	--		1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	--	1,00	1,00	1,00	
Sovraccarico	SFAV	1,00	1,00	1,00	

Combinazione n° 32 - Frequente (SLE)

S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma^* \Psi$		
Peso proprio muro	--	1,00	1,00	1,00	
Peso proprio terrapieno	--		1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	--	1,00	1,00	1,00	
Sovraccarico	SFAV	1,00	1,00	1,00	

Combinazione n° 33 - Rara (SLE)

S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma^* \Psi$		
Peso proprio muro	--	1,00	1,00	1,00	
Peso proprio terrapieno	--		1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	--	1,00	1,00	1,00	
Sovraccarico	SFAV	1,00	1,00	1,00	

Combinazione n° 34 - Quasi Permanente (SLE) - Sisma Vert. positivo

S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma^* \Psi$		
Peso proprio muro	--	1,00	1,00	1,00	
Peso proprio terrapieno	--		1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	--	1,00	1,00	1,00	
Sovraccarico	SFAV	1,00	1,00	1,00	

Combinazione n° 35 - Quasi Permanente (SLE) - Sisma Vert. negativo

S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma^* \Psi$		
Peso proprio muro	--	1,00	1,00	1,00	
Peso proprio terrapieno	--		1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	--	1,00	1,00	1,00	
Sovraccarico	SFAV	1,00	1,00	1,00	

Combinazione n° 36 - Frequente (SLE) - Sisma Vert. positivo

S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma^* \Psi$		
Peso proprio muro	--	1,00	1,00	1,00	
Peso proprio terrapieno	--		1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	--	1,00	1,00	1,00	
Sovraccarico	SFAV	1,00	1,00	1,00	

Combinazione n° 37 - Frequente (SLE) - Sisma Vert. negativo

S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma^* \Psi$		
Peso proprio muro	--	1,00	1,00	1,00	
Peso proprio terrapieno	--		1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	--	1,00	1,00	1,00	
Sovraccarico	SFAV	1,00	1,00	1,00	

Combinazione n° 38 - Rara (SLE) - Sisma Vert. positivo

S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma^* \Psi$		
Peso proprio muro	--	1,00	1,00	1,00	
Peso proprio terrapieno	--		1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	--	1,00	1,00	1,00	
Sovraccarico	SFAV	1,00	1,00	1,00	

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
<b>RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE</b>		<i>Codice documento</i> ST0191_F0.doc	<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						

Combinazione n° 39 - Rara (SLE) - Sisma Vert. negativo

S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$	
Peso proprio muro	--	1,00	1,00	1,00
Peso proprio terrapieno	--	1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	--	1,00	1,00	1,00
Sovraccarico	SFAV	1,00	1,00	1,00

Impostazioni di analisi

Metodo verifica sezioni **Stato limite**

**Impostazioni verifiche SLU**

Coefficienti parziali per resistenze di calcolo dei materiali

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

**Impostazioni verifiche SLE**

Condizioni ambientali Ordinarie

Armatura ad aderenza migliorata

Verifica fessurazione

Sensibilità delle armature Poco sensibile

Valori limite delle aperture delle fessure  $w_1 = 0.10$

$$w_2 = 0.10$$

$$w_3 = 0.10$$

Metodo di calcolo aperture delle fessure E.C. 2

Verifica delle tensioni

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

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

Calcolo della portanza metodo di Terzaghi

Coefficiente correttivo su  $N_\gamma$  per effetti cinematici (combinazioni sismiche SLU): 1,00

Coefficiente correttivo su  $N_\gamma$  per effetti cinematici (combinazioni sismiche SLE): 1,00

**Impostazioni avanzate**

Diagramma correttivo per eccentricità negativa con aliquota di parzializzazione pari a 0.00

Quadro riassuntivo coeff. di sicurezza calcolati

Simbologia adottata

<b>C</b>	Identificativo della combinazione
<b>Tipo</b>	Tipo combinazione
<b>Sisma</b>	Combinazione sismica
<b>CS<sub>SCO</sub></b>	Coeff. di sicurezza allo scorrimento
<b>CS<sub>RIB</sub></b>	Coeff. di sicurezza al ribaltamento
<b>CS<sub>QLIM</sub></b>	Coeff. di sicurezza a carico limite
<b>CS<sub>STAB</sub></b>	Coeff. di sicurezza a stabilità globale

C	Tipo	Sisma	CS <sub>sco</sub>	CS <sub>rib</sub>	CS <sub>qlim</sub>	CS <sub>stab</sub>
1	A1-M1 - [1]	--	2,46	--	41,00	--
2	A1-M1 - [1]	--	3,07	--	31,82	--
3	A1-M1 - [1]	--	2,77	--	34,35	--
4	A1-M1 - [1]	--	2,76	--	37,34	--
5	A2-M2 - [1]	--	1,96	--	15,50	--
6	EQU - [1]--	--	9,01	--	--	--
7	STAB - [1]	--	--	--	--	1,83
8	A1-M1 - [2]	--	2,05	--	27,18	--
9	A1-M1 - [2]	--	1,88	--	29,09	--

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE</b>	<i>Codice documento</i> ST0191_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20-06-2011	

10	A1-M1 - [2]	--	2,22	--	24,16	--			
11	A1-M1 - [2]	--	2,05	--	25,62	--			
12	A2-M2 - [2]	--	1,38	--	11,78	--			
13	EQU - [2]	--	5,17	--	--	--			
14	STAB - [2]	--	--	--	--	1,38			
15	A1-M1 - [3]	Orizzontale + Verticale positivo				1,95	--	43,98	--
16	A1-M1 - [3]	Orizzontale + Verticale negativo				1,90	--	48,14	--
17	A2-M2 - [3]	Orizzontale + Verticale positivo				1,32	--	16,57	--
18	A2-M2 - [3]	Orizzontale + Verticale negativo				1,29	--	18,11	--
19	EQU - [3]	Orizzontale + Verticale positivo	--			5,76	--	--	
20	EQU - [3]	Orizzontale + Verticale negativo	--			4,84	--	--	
21	STAB - [3]	Orizzontale + Verticale positivo	--			--	--	--	1,57
22	STAB - [3]	Orizzontale + Verticale negativo	--			--	--	--	1,55
23	A1-M1 - [4]	Orizzontale + Verticale positivo				1,56	--	34,64	--
24	A1-M1 - [4]	Orizzontale + Verticale negativo				1,52	--	38,01	--
25	A2-M2 - [4]	Orizzontale + Verticale positivo				1,05	--	13,36	--
26	A2-M2 - [4]	Orizzontale + Verticale negativo				1,02	--	14,65	--
27	EQU - [4]	Orizzontale + Verticale negativo	--			3,65	--	--	
28	EQU - [4]	Orizzontale + Verticale positivo	--			4,12	--	--	
29	STAB - [4]	Orizzontale + Verticale positivo	--			--	--	--	1,28
30	STAB - [4]	Orizzontale + Verticale negativo	--			--	--	--	1,27
31	SLEQ - [1]	--	2,31	--	32,45	--			
32	SLEF - [1]	--	2,31	--	32,45	--			
33	SLER - [1]	--	2,31	--	32,45	--			
34	SLEQ - [1]	Orizzontale + Verticale positivo				2,11	--	32,95	--
35	SLEQ - [1]	Orizzontale + Verticale negativo				2,11	--	33,51	--
36	SLEF - [1]	Orizzontale + Verticale positivo				2,11	--	32,95	--
37	SLEF - [1]	Orizzontale + Verticale negativo				2,11	--	33,51	--
38	SLER - [1]	Orizzontale + Verticale positivo				2,11	--	32,95	--
39	SLER - [1]	Orizzontale + Verticale negativo				2,11	--	33,51	--

#### Analisi della spinta e verifiche

Sistema di riferimento adottato per le coordinate :

Origine in testa al muro (spigolo di monte)

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

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

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

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

Calcolo riferito ad 1 metro di muro

#### Tipo di analisi

Calcolo della spinta metodo di Culmann

Calcolo del carico limite metodo di Terzaghi

Calcolo della stabilità globale metodo di Fellenius

Calcolo della spinta in condizioni di Spinta attiva

#### Sisma

##### **Combinazioni SLU**

Accelerazione al suolo  $a_g$  2.44 [m/s<sup>2</sup>]

Coefficiente di amplificazione per tipo di sottosuolo (S) 1.16

Coefficiente di amplificazione topografica (St) 1.00

Coefficiente riduzione ( $\beta_m$ ) 0.31

Rapporto intensità sismica verticale/orizzontale 0.50

Coefficiente di intensità sismica orizzontale (percento)

$$k_h = (a_g / g) * \beta_m * St * S = 8.95$$

Coefficiente di intensità sismica verticale (percento)

$$k_v = 0.50 * k_h = 4.48$$

##### **Combinazioni SLE**

Accelerazione al suolo  $a_g$  0.81 [m/s<sup>2</sup>]

Coefficiente di amplificazione per tipo di sottosuolo (S) 1.20

Coefficiente di amplificazione topografica (St) 1.00

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
<b>RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE</b>		<i>Codice documento</i> ST0191_F0.doc	<table border="1"> <tr> <td><i>Rev</i></td> <td><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						

Coefficiente riduzione ( $\beta_m$ ) 0.18  
Rapporto intensità sismica verticale/orizzontale 0.50  
Coefficiente di intensità sismica orizzontale (per cento)  $k_h = (a_g/g * \beta_m * St * S) = 1.77$   
Coefficiente di intensità sismica verticale (per cento)  $k_v = 0.50 * k_h = 0.89$

Forma diagramma incremento sismico Rettangolare

Partecipazione spinta passiva (per cento) 0,0  
Lunghezza del muro 1,00 [m]

Peso muro 4437,50 [daN]  
Baricentro del muro X=0,04 Y=-2,10

Superficie di spinta

Punto inferiore superficie di spinta X = 1,20 Y = -3,10  
Punto superiore superficie di spinta X = 1,20 Y = 0,00  
Altezza della superficie di spinta 3,10 [m]  
Inclinazione superficie di spinta (rispetto alla verticale) 0,00 [°]

COMBINAZIONE n° 1

**Peso muro favorevole e Peso terrapieno favorevole**

Valore della spinta statica 2661,53 [daN]  
Componente orizzontale della spinta statica 2435,79 [daN]  
Componente verticale della spinta statica 1072,71 [daN]  
Punto d'applicazione della spinta X = 1,20 [m] Y = -2,04 [m]  
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie 23,77 [°]  
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche 58,94 [°]

Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte 4689,00 [daN]  
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte X = 0,63 [m] Y = -1,13 [m]

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale 2435,79 [daN]  
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale 10199,21 [daN]  
Resistenza passiva dente di fondazione -4709,58 [daN]  
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione 10199,21 [daN]  
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione 2435,79 [daN]  
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione -0,33 [m]  
Lunghezza fondazione reagente 2,50 [m]  
Risultante in fondazione 10486,03 [daN]  
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale) 13,43 [°]  
Momento rispetto al baricentro della fondazione -3329,62 [daNm]  
Carico ultimo della fondazione 418204,50 [daN]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente 2,50 [m]  
Tensione terreno allo spigolo di valle 0,0883 [daN/cm<sup>2</sup>]  
Tensione terreno allo spigolo di monte 0,7276 [daN/cm<sup>2</sup>]

Fattori per il calcolo della capacità portante

**Coeff. capacità portante**  $N_c = 77.50$   $N_q = 61.55$   $N_\gamma = 80.93$

**Fattori forma**  $s_c = 1,00$   $s_q = 1,00$   $s_\gamma = 1,00$

I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.

$N'_c = 77.50$   $N'_q = 61.55$   $N'_\gamma = 80.93$

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a scorrimento 2.46  
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo 41.00

Sollecitazioni paramento

Combinazione n° 1

L'ordinata Y (espressa in m) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro  
Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in daNm

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
<b>RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE</b>		<i>Codice documento</i> ST0191_F0.doc	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: center;"><i>Rev</i></td> <td style="text-align: center;"><i>Data</i></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">F0</td> <td style="text-align: center;">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						

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in daN  
Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in daN

Nr.	Y	N	M	T
1	0,11	53,57	0,11	3,01
2	1,11	818,77	120,14	322,14
3	2,30	1713,00	1066,06	1388,98

Sollecitazioni fondazione di valle

Combinazione n° 1

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

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in daNm  
Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in daN

Nr.	X	M	T
1	0,00	0,00	0,00
2	1,10	496,62	1418,65

Sollecitazioni fondazione di monte

Combinazione n° 1

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

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in daNm  
Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in daN

Nr.	X	M	T
1	0,00	0,00	0,00
2	1,10	-386,32	-963,55

Armature e tensioni nei materiali del muro

Combinazione n° 1

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

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

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rsd</sub>
1	0,11	100, 20	10,05	10,05	308122	-619	5751,62	10278	--	--
2	1,11	100, 30	10,05	10,05	168680	-24752	206,02	13118	--	--
3	2,30	100, 30	0,00	0,00	0	0	0,00	12564	--	--

Armature e tensioni nei materiali della fondazione

Combinazione n° 1

Simbologia adottata

B base della sezione espressa in [cm]  
H altezza della sezione espressa in [cm]  
A<sub>fi</sub> area di armatura in corrispondenza del lembo inferiore in [cmq]  
A<sub>fs</sub> area di armatura in corrispondenza del lembo superiore in [cmq]  
N<sub>u</sub> sforzo normale ultimo espresso in [daN]

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE</b>		<i>Codice documento</i> ST0191_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20-06-2011

$M_u$  momento ultimo espresso in [daNm]  
CS coefficiente sicurezza sezione  
 $V_{Rcd}$  Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [daN]  
 $V_{Rsd}$  Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [daN]  
VRd Resistenza al taglio, espresso in [daN]

#### Fondazione di valle

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

Nr.	Y	B, H	$A_{fs}$	$A_{fi}$	$N_u$	$M_u$	CS	$V_{Rd}$	$V_{Rcd}$	$V_{Rsd}$
1	0,00	100, 40	10,05	10,05	0	0	1000,00	15220	--	--
2	1,10	100, 40	10,05	10,05	0	14102	28,40	15220	--	--

#### Fondazione di monte

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

Nr.	Y	B, H	$A_{fs}$	$A_{fi}$	$N_u$	$M_u$	CS	$V_{Rd}$	$V_{Rcd}$	$V_{Rsd}$
1	0,00	100, 40	10,05	18,10	0	0	1000,00	15220	--	--
2	1,10	100, 40	10,05	10,05	0	-14102	36,50	15220	--	--

#### Verifica sperone di fondazione

Base sezione B= 100 cm Altezza sezione H=40 [cm]  
 $A_{fi}=8,04$  [cmq]  $A_{fs}=8,04$  [cmq]  
Sollecitazioni  $M=649,9$  [daNm]  $T=2435,8$  [daN]  
Momento ultimo sezione  $M_u = 11345,08$  [daNm]  
Coeff. sicurezza sezione = 17,46

#### COMBINAZIONE n° 2

##### **Peso muro favorevole e Peso terrapieno sfavorevole**

Valore della spinta statica 2661,53 [daN]  
Componente orizzontale della spinta statica 2435,79 [daN]  
Componente verticale della spinta statica 1072,71 [daN]  
Punto d'applicazione della spinta X = 1,20 [m] Y = -2,04 [m]  
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie 23,77 [°]  
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche 58,94 [°]  
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte 6095,70 [daN]  
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte X = 0,63 [m] Y = -1,13 [m]

#### Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale 2435,79 [daN]  
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale 12937,16 [daN]  
Resistenza passiva dente di fondazione -5824,25 [daN]  
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione 12937,16 [daN]  
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione 2435,79 [daN]  
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione -0,34 [m]  
Lunghezza fondazione reagente 2,50 [m]  
Risultante in fondazione 13164,46 [daN]  
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale) 10,66 [°]  
Momento rispetto al baricentro della fondazione -4410,39 [daNm]  
Carico ultimo della fondazione 411661,32 [daN]

#### Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente 2,50 [m]  
Tensione terreno allo spigolo di valle 0,0941 [daN/cm<sup>2</sup>]  
Tensione terreno allo spigolo di monte 0,9409 [daN/cm<sup>2</sup>]

#### Fattori per il calcolo della capacità portante

**Coeff. capacità portante**  $N_c = 77.50$   $N_q = 61.55$   $N_\gamma = 80.93$

**Fattori forma**  $s_c = 1,00$   $s_q = 1,00$   $s_\gamma = 1,00$

I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE</b>		<i>Codice documento</i> ST0191_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20-06-2011

$N'_c = 77.50$        $N'_q = 61.55$        $N'_\gamma = 80.93$

#### **COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a scorrimento 3.07

Coefficiente di sicurezza a carico ultimo 31.82

Sollecitazioni paramento

#### Combinazione n° 2

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

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

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in daN

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

Nr.	Y	N	M	T
1	0,11	69,64	0,11	3,01
2	1,11	1011,75	125,77	322,14
3	2,30	2174,25	1071,68	1388,98

Sollecitazioni fondazione di valle

#### Combinazione n° 2

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

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in daNm

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

Nr.	X	M	T
1	0,00	0,00	0,00
2	1,10	534,13	1654,22

Sollecitazioni fondazione di monte

#### Combinazione n° 2

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

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in daNm

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

Nr.	X	M	T
1	0,00	0,00	0,00
2	1,10	430,34	430,27

Armature e tensioni nei materiali del muro

#### Combinazione n° 2

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

B base della sezione espressa in [cm]

H altezza della sezione espressa in [cm]

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

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

$N_u$  sforzo normale ultimo espresso in [daN]

$M_u$  momento ultimo espresso in [daNm]

CS coefficiente sicurezza sezione

$V_{Rcd}$  Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [daN]

$V_{Rsd}$  Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [daN]

$V_{Rd}$  Resistenza al taglio, espresso in [daN]

Nr.	Y	B, H	$A_{fs}$	$A_{fi}$	$N_u$	$M_u$	CS	$V_{Rd}$	$V_{Rcd}$	$V_{Rsd}$
1	0,11	100, 20	10,05	10,05	308650	-477	4431,90	10280	--	--

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
		<b>RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE</b>	<i>Codice documento</i> ST0191_F0.doc	<i>Rev</i> F0

2	1,11	100,30	10,05	10,05	202680	-25195	200,33	13144	--	--
3	2,30	100,30	0,00	0,00	0	0	0,00	12626	--	--

Armature e tensioni nei materiali della fondazione

**Combinazione n° 2**

Simbologia adottata

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

Fondazione di valle

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

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rsd</sub>
1	0,00	100, 40	10,05	10,05	0	0	1000,00	15220	--	--
2	1,10	100, 40	10,05	10,05	0	14102	26,40	15220	--	--

Fondazione di monte

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

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rsd</sub>
1	0,00	100, 40	10,05	18,10	0	0	1000,00	15220	--	--
2	1,10	100, 40	10,05	10,05	0	14102	32,77	15220	--	--

Verifica sperone di fondazione

Base sezione B= 100 cm    Altezza sezione H=40 [cm]  
A<sub>fi</sub>=8,04 [cmq]    A<sub>fs</sub>=8,04 [cmq]  
Sollecitazioni M=649,9 [daNm]    T=2435,8 [daN]  
Momento ultimo sezione M<sub>u</sub> = 11345,08 [daNm]  
Coeff.sicurezza sezione = 17,46

**COMBINAZIONE n° 3**

**Peso muro favorevole e Peso terrapieno sfavorevole**

Valore della spinta statica	2661,53 [daN]
Componente orizzontale della spinta statica	2435,79 [daN]
Componente verticale della spinta statica	1072,71 [daN]
Punto d'applicazione della spinta	X = 1,20 [m]    Y = -2,04 [m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	23,77 [°]
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	58,94 [°]
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	6095,70 [daN]
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0,63 [m]    Y = -1,13 [m]

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	2435,79 [daN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	11605,91 [daN]
Resistenza passiva dente di fondazione	-5208,75 [daN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	11605,91 [daN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	2435,79 [daN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0,37 [m]
Lunghezza fondazione reagente	2,50 [m]
Risultante in fondazione	11858,76 [daN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	11,85 [°]

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
<b>RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE</b>		<i>Codice documento</i> ST0191_F0.doc	<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						

Momento rispetto al baricentro della fondazione -4290,01 [daNm]  
Carico ultimo della fondazione 398650,75 [daN]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente 2,50 [m]  
Tensione terreno allo spigolo di valle 0,0524 [daN/cm<sup>2</sup>]  
Tensione terreno allo spigolo di monte 0,8761 [daN/cm<sup>2</sup>]

Fattori per il calcolo della capacità portante

**Coeff. capacità portante**  $N_c = 77.50$   $N_q = 61.55$   $N_\gamma = 80.93$

**Fattori forma**  $s_c = 1,00$   $s_q = 1,00$   $s_\gamma = 1,00$

I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.

$N'_c = 77.50$   $N'_q = 61.55$   $N'_\gamma = 80.93$

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a scorrimento 2.77

Coefficiente di sicurezza a carico ultimo 34.35

Sollecitazioni paramento

Combinazione n° 3

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

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

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in daN

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

Nr.	Y	N	M	T
1	0,11	53,57	0,11	3,01
2	1,11	818,77	120,14	322,14
3	2,30	1713,00	1066,06	1388,98

Sollecitazioni fondazione di valle

Combinazione n° 3

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

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in daNm

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

Nr.	X	M	T
1	0,00	0,00	0,00
2	1,10	442,87	1469,66

Sollecitazioni fondazione di monte

Combinazione n° 3

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

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in daNm

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

Nr.	X	M	T
1	0,00	0,00	0,00
2	1,10	348,28	223,34

Armature e tensioni nei materiali del muro

Combinazione n° 3

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

B base della sezione espressa in [cm]

H altezza della sezione espressa in [cm]

A<sub>fs</sub> area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [cm<sup>2</sup>]

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
		<b>RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE</b>	<i>Codice documento</i> ST0191_F0.doc	<i>Rev</i> F0

$A_{fi}$  area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [cmq]  
 $N_u$  sforzo normale ultimo espresso in [daN]  
 $M_u$  momento ultimo espresso in [daNm]  
CS coefficiente sicurezza sezione  
VRcd Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [daN]  
VRsd Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [daN]  
VRd Resistenza al taglio, espresso in [daN]

Nr.	Y	B, H	$A_{fs}$	$A_{fi}$	$N_u$	$M_u$	CS	$V_{Rd}$	$V_{Rcd}$	$V_{Rsd}$
1	0,11	100, 20	10,05	10,05	308122	-619	5751,62	10278	--	--
2	1,11	100, 30	10,05	10,05	168680	-24752	206,02	13118	--	--
3	2,30	100, 30	0,00	0,00	0	0	0,00	12564	--	--

Armature e tensioni nei materiali della fondazione

#### Combinazione n° 3

Simbologia adottata

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

#### Fondazione di valle

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

Nr.	Y	B, H	$A_{fs}$	$A_{fi}$	$N_u$	$M_u$	CS	$V_{Rd}$	$V_{Rcd}$	$V_{Rsd}$
1	0,00	100, 40	10,05	10,05	0	0	1000,00	15220	--	--
2	1,10	100, 40	10,05	10,05	0	14102	31,84	15220	--	--

#### Fondazione di monte

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

Nr.	Y	B, H	$A_{fs}$	$A_{fi}$	$N_u$	$M_u$	CS	$V_{Rd}$	$V_{Rcd}$	$V_{Rsd}$
1	0,00	100, 40	10,05	18,10	0	0	1000,00	15220	--	--
2	1,10	100, 40	10,05	10,05	0	14102	40,49	15220	--	--

#### Verifica sperone di fondazione

Base sezione B= 100 cm Altezza sezione H=40 [cm]  
 $A_{fi}$ =8,04 [cmq]  $A_{fs}$ =8,04 [cmq]  
Sollecitazioni M=649,9 [daNm] T=2435,8 [daN]  
Momento ultimo sezione  $M_u$  = 11345,08 [daNm]  
Coeff.sicurezza sezione = 17,46

#### COMBINAZIONE n° 4

##### Peso muro sfavorevole e Peso terrapieno favorevole

Valore della spinta statica 2661,53 [daN]  
Componente orizzontale della spinta statica 2435,79 [daN]  
Componente verticale della spinta statica 1072,71 [daN]  
Punto d'applicazione della spinta X = 1,20 [m] Y = -2,04 [m]  
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie 23,77 [°]  
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche 58,94 [°]

Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte 4689,00 [daN]  
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte X = 0,63 [m] Y = -1,13 [m]

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
<b>RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE</b>		<i>Codice documento</i> ST0191_F0.doc	<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						

#### Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	2435,79	[daN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	11530,46	[daN]
Resistenza passiva dente di fondazione	-5325,08	[daN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	11530,46	[daN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	2435,79	[daN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0,30	[m]
Lunghezza fondazione reagente	2,50	[m]
Risultante in fondazione	11784,93	[daN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	11,93	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-3450,00	[daNm]
Carico ultimo della fondazione	430544,76	[daN]

#### Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	2,50	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	0,1300	[daN/cm <sup>2</sup> ]
Tensione terreno allo spigolo di monte	0,7924	[daN/cm <sup>2</sup> ]

#### Fattori per il calcolo della capacità portante

**Coeff. capacità portante**  $N_c = 77.50$        $N_q = 61.55$        $N_\gamma = 80.93$

**Fattori forma**  $s_c = 1,00$     $s_q = 1,00$     $s_\gamma = 1,00$

I coefficienti  $N'$  tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.

$N'_c = 77.50$        $N'_q = 61.55$        $N'_\gamma = 80.93$

#### COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a scorrimento 2.76

Coefficiente di sicurezza a carico ultimo 37.34

Sollecitazioni paramento

#### Combinazione n° 4

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

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

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in daN

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

Nr.	Y	N	M	T
1	0,11	69,64	0,11	3,01
2	1,11	1011,75	125,77	322,14
3	2,30	2174,25	1071,68	1388,98

Sollecitazioni fondazione di valle

#### Combinazione n° 4

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

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in daNm

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

Nr.	X	M	T
1	0,00	0,00	0,00
2	1,10	587,88	1603,21

Sollecitazioni fondazione di monte

#### Combinazione n° 4

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

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in daNm

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

Nr.	X	M	T
-----	---	---	---

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE		<i>Codice documento</i> ST0191_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20-06-2011

1	0,00	0,00	0,00
2	1,10	-304,25	-756,61

Armature e tensioni nei materiali del muro

Combinazione n° 4

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

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

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rsd</sub>
1	0,11	100, 20	10,05	10,05	308650	-477	4431,90	10280	--	--
2	1,11	100, 30	10,05	10,05	202680	-25195	200,33	13144	--	--
3	2,30	100, 30	0,00	0,00	0	0	0,00	12626	--	--

Armature e tensioni nei materiali della fondazione

Combinazione n° 4

Simbologia adottata

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

Fondazione di valle

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

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rsd</sub>
1	0,00	100, 40	10,05	10,05	0	0	1000,00	15220	--	--
2	1,10	100, 40	10,05	10,05	0	14102	23,99	15220	--	--

Fondazione di monte

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

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rsd</sub>
1	0,00	100, 40	10,05	18,10	0	0	1000,00	15220	--	--
2	1,10	100, 40	10,05	10,05	0	-14102	46,35	15220	--	--

Verifica sperone di fondazione

Base sezione B= 100 cm Altezza sezione H=40 [cm]  
A<sub>fi</sub>=8,04 [cmq] A<sub>fs</sub>=8,04 [cmq]  
Sollecitazioni M=649,9 [daNm] T=2435,8 [daN]  
Momento ultimo sezione M<sub>u</sub> = 11345,08 [daNm]  
Coeff.sicurezza sezione = 17,46

COMBINAZIONE n° 5

Valore della spinta statica 2574,20 [daN]  
Componente orizzontale della spinta statica 2427,85 [daN]

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
<b>RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE</b>		<i>Codice documento</i> ST0191_F0.doc	<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						

Componente verticale della spinta statica	855,61	[daN]	
Punto d'applicazione della spinta	X = 1,20	[m]	Y = -2,04 [m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	19,41	[°]	
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	55,62	[°]	
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	4689,00	[daN]	
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0,63	[m]	Y = -1,13 [m]

#### Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	2427,85	[daN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	9982,11	[daN]
Resistenza passiva dente di fondazione	-3772,36	[daN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	9982,11	[daN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	2427,85	[daN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0,31	[m]
Lunghezza fondazione reagente	2,50	[m]
Risultante in fondazione	10273,12	[daN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	13,67	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-3072,10	[daNm]
Carico ultimo della fondazione	154716,34	[daN]

#### Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	2,50	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	0,1044	[daN/cm <sup>2</sup> ]
Tensione terreno allo spigolo di monte	0,6942	[daN/cm <sup>2</sup> ]

#### Fattori per il calcolo della capacità portante

**Coeff. capacità portante**  $N_c = 77.50$        $N_q = 61.55$        $N_\gamma = 80.93$

**Fattori forma**  $s_c = 1,00$     $s_q = 1,00$     $s_\gamma = 1,00$

I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.

$N'_c = 77.50$        $N'_q = 61.55$        $N'_\gamma = 80.93$

#### COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a scorrimento 1.96  
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo 15.50

Sollecitazioni paramento

#### Combinazione n° 5

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

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

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in daN

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

Nr.	Y	N	M	T
1	0,11	53,57	0,11	2,99
2	1,11	778,27	123,31	319,74
3	2,30	1672,50	1062,19	1378,65

Sollecitazioni fondazione di valle

#### Combinazione n° 5

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

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in daNm

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

Nr.	X	M	T
1	0,00	0,00	0,00
2	1,10	549,78	1475,41

Sollecitazioni fondazione di monte

#### Combinazione n° 5

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
		<b>RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE</b>	<i>Codice documento</i> ST0191_F0.doc	<i>Rev</i> F0

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

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in daNm

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

Nr.	X	M	T
1	0,00	0,00	0,00
2	1,10	206,86	154,84

Armature e tensioni nei materiali del muro

#### Combinazione n° 5

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

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

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rsd</sub>
1	0,11	100, 20	10,05	10,05	308139	-615	5751,93	10278	--	--
2	1,11	100, 30	10,05	10,05	152213	-24117	195,58	13112	--	--
3	2,30	100, 30	0,00	0,00	0	0	0,00	12558	--	--

Armature e tensioni nei materiali della fondazione

#### Combinazione n° 5

Simbologia adottata

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

#### Fondazione di valle

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

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rsd</sub>
1	0,00	100, 40	10,05	10,05	0	0	1000,00	15220	--	--
2	1,10	100, 40	10,05	10,05	0	14102	25,65	15220	--	--

#### Fondazione di monte

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

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rsd</sub>
1	0,00	100, 40	10,05	18,10	0	0	1000,00	15220	--	--
2	1,10	100, 40	10,05	10,05	0	14102	68,17	15220	--	--

#### Verifica sperone di fondazione

Base sezione B= 100 cm    Altezza sezione H=40 [cm]  
 A<sub>fi</sub>=8,04 [cmq]    A<sub>fs</sub>=8,04 [cmq]

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
<b>RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE</b>		<i>Codice documento</i> ST0191_F0.doc	<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						

Sollecitazioni  $M=647,8$  [daNm]       $T=2427,9$  [daN]  
Momento ultimo sezione  $M_u = 11345,08$  [daNm]  
Coeff. sicurezza sezione = 17,51

#### COMBINAZIONE n° 6

Valore della spinta statica      2831,62 [daN]  
Componente orizzontale della spinta statica      2670,64 [daN]  
Componente verticale della spinta statica      941,17 [daN]  
Punto d'applicazione della spinta       $X = 1,20$  [m]       $Y = -2,04$  [m]  
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie      19,41 [°]  
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche      55,62 [°]

Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte      4220,10 [daN]  
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte       $X = 0,63$  [m]       $Y = -1,13$  [m]

#### Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale      2670,64 [daN]  
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale      9155,02 [daN]  
Resistenza passiva dente di fondazione -3477,16 [daN]  
Momento ribaltante rispetto allo spigolo a valle      1759,96 [daNm]  
Momento stabilizzante rispetto allo spigolo a valle      15862,52 [daNm]  
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione      9155,02 [daN]  
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione      2670,64 [daN]  
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione -0,29 [m]  
Lunghezza fondazione reagente      2,50 [m]  
Risultante in fondazione      9536,59 [daN]  
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)      16,26 [°]  
Momento rispetto al baricentro della fondazione      -2658,79 [daNm]

#### COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a ribaltamento 9.01

Stabilità globale muro + terreno

#### Combinazione n° 7

Le ascisse X sono considerate positive verso monte  
Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto  
Origine in testa al muro (spigolo contro terra)

W      peso della striscia espresso in [daN]  
 $\alpha$       angolo fra la base della striscia e l'orizzontale espresso in [°] (positivo antiorario)  
 $\phi$       angolo d'attrito del terreno lungo la base della striscia  
c      coesione del terreno lungo la base della striscia espressa in [daN/cm<sup>2</sup>]  
b      larghezza della striscia espressa in [m]  
u      pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [daN/cm<sup>2</sup>]

Metodo di Fellenius

Numero di cerchi analizzati      36  
Numero di strisce      25

Cerchio critico

Coordinate del centro       $X[m] = -0,51$        $Y[m] = 0,00$   
Raggio del cerchio  $R[m] = 3,54$   
Ascissa a valle del cerchio       $Xi[m] = -3,21$   
Ascissa a monte del cerchio       $Xs[m] = 3,03$   
Larghezza della striscia       $dx[m] = 0,25$   
Coefficiente di sicurezza       $C = 1,83$   
Le strisce sono numerate da monte verso valle

Caratteristiche delle strisce

Striscia	W	$\alpha(^{\circ})$	$W \sin \alpha$	$b / \cos \alpha$	$\phi$	c	u
1	293.40	79.18	288.18	1.33	29.26	0.000	0.000
2	700.67	63.78	628.57	0.56	29.26	0.000	0.000
3	896.53	55.62	739.94	0.44	29.26	0.000	0.000

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
<b>RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE</b>		<i>Codice documento</i> ST0191_F0.doc	<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						

4	1042.95	48.96	786.70	0.38	29.26	0.000	0.000
5	1159.91	43.12	792.80	0.34	29.82	0.000	0.000
6	1255.92	37.79	769.64	0.32	32.01	0.000	0.000
7	1335.61	32.83	724.12	0.30	32.01	0.000	0.000
8	1495.22	28.14	705.08	0.28	32.01	0.000	0.000
9	1591.51	23.64	638.14	0.27	32.01	0.000	0.000
10	1570.41	19.29	518.84	0.26	32.01	0.000	0.000
11	1605.13	15.06	417.05	0.26	32.01	0.000	0.000
12	1701.99	10.91	322.12	0.25	32.01	0.000	0.000
13	1945.82	6.82	230.98	0.25	32.01	0.000	0.000
14	624.46	2.76	30.07	0.25	32.01	0.000	0.000
15	625.91	-1.28	-14.02	0.25	32.01	0.000	0.000
16	619.41	-5.33	-57.58	0.25	32.01	0.000	0.000
17	604.88	-9.41	-98.91	0.25	32.01	0.000	0.000
18	536.38	-13.54	-125.55	0.26	32.01	0.000	0.000
19	480.74	-17.74	-146.45	0.26	32.01	0.000	0.000
20	440.10	-22.04	-165.13	0.27	32.01	0.000	0.000
21	389.46	-26.47	-173.62	0.28	32.01	0.000	0.000
22	327.71	-31.09	-169.23	0.29	32.01	0.000	0.000
23	253.22	-35.95	-148.65	0.31	32.01	0.000	0.000
24	163.58	-41.12	-107.59	0.33	32.01	0.000	0.000
25	54.97	-46.76	-40.05	0.36	29.26	0.000	0.000

$\Sigma W_i = 21715,89$  [daN]  
 $\Sigma W_i \sin \alpha_i = 6345,46$  [daN]  
 $\Sigma W_i \cos \alpha_i \tan \phi_i = 11587,39$  [daN]  
 $\Sigma c_i b_i / \cos \alpha_i = 0,00$  [daN]

#### COMBINAZIONE n° 8

#### Peso muro sfavorevole e Peso terrapieno favorevole

Valore della spinta statica 4896,09 [daN]  
Componente orizzontale della spinta statica 4484,05 [daN]  
Componente verticale della spinta statica 1965,97 [daN]  
Punto d'applicazione della spinta X = 1,20 [m] Y = -1,80 [m]  
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie 23,67 [°]  
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche 58,94 [°]

Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte 8289,00 [daN]  
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte X = 0,63 [m] Y = -1,13 [m]

#### Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale 4484,05 [daN]  
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale 16023,72 [daN]  
Resistenza passiva dente di fondazione -7264,04 [daN]  
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione 16023,72 [daN]  
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione 4484,05 [daN]  
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione -0,29 [m]  
Lunghezza fondazione reagente 2,50 [m]  
Risultante in fondazione 16639,30 [daN]  
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale) 15,63 [°]  
Momento rispetto al baricentro della fondazione -4619,43 [daNm]  
Carico ultimo della fondazione 435489,73 [daN]

#### Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente 2,50 [m]  
Tensione terreno allo spigolo di valle 0,1975 [daN/cm<sup>2</sup>]  
Tensione terreno allo spigolo di monte 1,0844 [daN/cm<sup>2</sup>]

#### Fattori per il calcolo della capacità portante

**Coeff. capacità portante**  $N_c = 77.50$   $N_q = 61.55$   $N_\gamma = 80.93$

**Fattori forma**  $s_c = 1,00$   $s_q = 1,00$   $s_\gamma = 1,00$

I coefficienti  $N'$  tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.

$N'_c = 77.50$   $N'_q = 61.55$   $N'_\gamma = 80.93$

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
<b>RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE</b>		<i>Codice documento</i> ST0191_F0.doc	<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						

### COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a scorrimento 2.05  
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo 27.18

Sollecitazioni paramento

#### Combinazione n° 8

L'ordinata Y (espressa in m) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro  
Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in daNm  
Sforzo normale positivo di compressione, espresso in daN  
Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in daN

Nr.	Y	N	M	T
1	0,11	69,64	3,94	74,60
2	1,11	1011,75	538,11	1067,23
3	2,30	2174,25	2850,95	2936,81

Sollecitazioni fondazione di valle

#### Combinazione n° 8

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

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in daNm  
Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in daN

Nr.	X	M	T
1	0,00	0,00	0,00
2	1,10	1195,28	2888,69

Sollecitazioni fondazione di monte

#### Combinazione n° 8

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

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in daNm  
Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in daN

Nr.	X	M	T
1	0,00	0,00	0,00
2	1,10	-551,91	-1388,02

Armature e tensioni nei materiali del muro

#### Combinazione n° 8

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

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

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rsd</sub>
1	0,11	100, 20	10,05	10,05	188709	-10672	2709,67	10280	--	--
2	1,11	100, 30	10,05	10,05	24505	-13033	24,22	13144	--	--
3	2,30	100, 30	0,00	0,00	0	0	0,00	12626	--	--

Armature e tensioni nei materiali della fondazione

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE</b>		<i>Codice documento</i> ST0191_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20-06-2011

#### Combinazione n° 8

Simbologia adottata

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

#### Fondazione di valle

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

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rsd</sub>
1	0,00	100, 40	10,05	10,05	0	0	1000,00	15220	--	--
2	1,10	100, 40	10,05	10,05	0	14102	11,80	15220	--	--

#### Fondazione di monte

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

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rsd</sub>
1	0,00	100, 40	10,05	18,10	0	0	1000,00	15220	--	--
2	1,10	100, 40	10,05	10,05	0	-14102	25,55	15220	--	--

#### Verifica sperone di fondazione

Base sezione B= 100 cm Altezza sezione H=40 [cm]  
A<sub>fi</sub>=8,04 [cmq] A<sub>fs</sub>=8,04 [cmq]  
Sollecitazioni M=1196,3 [daNm] T=4484,0 [daN]  
Momento ultimo sezione M<sub>u</sub> = 11345,08 [daNm]  
Coeff.sicurezza sezione = 9,48

#### COMBINAZIONE n° 9

##### Peso muro favorevole e Peso terrapieno favorevole

Valore della spinta statica	4896,09 [daN]	
Componente orizzontale della spinta statica	4484,05 [daN]	
Componente verticale della spinta statica	1965,97 [daN]	
Punto d'applicazione della spinta	X = 1,20 [m]	Y = -1,80 [m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	23,67 [°]	
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	58,94 [°]	
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	8289,00 [daN]	
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0,63 [m]	Y = -1,13 [m]

#### Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	4484,05 [daN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	14692,47 [daN]
Resistenza passiva dente di fondazione	6648,54 [daN]
Sfuerzo normale sul piano di posa della fondazione	14692,47 [daN]
Sfuerzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	4484,05 [daN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0,31 [m]
Lunghezza fondazione reagente	2,50 [m]
Risultante in fondazione	15361,49 [daN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	16,97 [°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-4499,06 [daNm]
Carico ultimo della fondazione	427371,43 [daN]

#### Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	2,50 [m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	0,1558 [daN/cm <sup>2</sup> ]

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
<b>RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE</b>		<i>Codice documento</i> ST0191_F0.doc	<table border="1"> <tr> <td><i>Rev</i></td> <td><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						

Tensione terreno allo spigolo di monte 1,0196 [daN/cm<sup>2</sup>]

Fattori per il calcolo della capacità portante

**Coeff. capacità portante**  $N_c = 77.50$   $N_q = 61.55$   $N_\gamma = 80.93$

**Fattori forma**  $s_c = 1,00$   $s_q = 1,00$   $s_\gamma = 1,00$

I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.

$N'_c = 77.50$   $N'_q = 61.55$   $N'_\gamma = 80.93$

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a scorrimento 1.88

Coefficiente di sicurezza a carico ultimo 29.09

Sollecitazioni paramento

Combinazione n° 9

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

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

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in daN

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

Nr.	Y	N	M	T
1	0,11	53,57	3,94	74,60
2	1,11	818,77	532,48	1067,23
3	2,30	1713,00	2845,33	2936,81

Sollecitazioni fondazione di valle

Combinazione n° 9

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

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in daNm

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

Nr.	X	M	T
1	0,00	0,00	0,00
2	1,10	1104,02	2704,13

Sollecitazioni fondazione di monte

Combinazione n° 9

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

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in daNm

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

Nr.	X	M	T
1	0,00	0,00	0,00
2	1,10	-633,98	-1594,95

Armature e tensioni nei materiali del muro

Combinazione n° 9

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

B base della sezione espressa in [cm]

H altezza della sezione espressa in [cm]

$A_{fs}$  area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [cm<sup>2</sup>]

$A_{fi}$  area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [cm<sup>2</sup>]

$N_u$  sforzo normale ultimo espresso in [daN]

$M_u$  momento ultimo espresso in [daNm]

CS coefficiente sicurezza sezione

VRcd Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [daN]

VRsd Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [daN]

VRd Resistenza al taglio, espresso in [daN]

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
		<b>RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE</b>	<i>Codice documento</i> ST0191_F0.doc	<i>Rev</i> F0

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rsd</sub>
1	0,11	100, 20	10,05	10,05	158678	-11666	2961,99	10278	--	--
2	1,11	100, 30	10,05	10,05	19056	-12393	23,27	13118	--	--
3	2,30	100, 30	0,00	0,00	0	0	0,00	12564	--	--

Armature e tensioni nei materiali della fondazione

Combinazione n° 9

Simbologia adottata

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

Fondazione di valle

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

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rsd</sub>
1	0,00	100, 40	10,05	10,05	0	0	1000,00	15220	--	--
2	1,10	100, 40	10,05	10,05	0	14102	12,77	15220	--	--

Fondazione di monte

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

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rsd</sub>
1	0,00	100, 40	10,05	18,10	0	0	1000,00	15220	--	--
2	1,10	100, 40	10,05	10,05	0	-14102	22,24	15220	--	--

Verifica sperone di fondazione

Base sezione B= 100 cm	Altezza sezione H=40 [cm]
A <sub>fi</sub> =8,04 [cmq]	A <sub>fs</sub> =8,04 [cmq]
Sollecitazioni M=1196,3 [daNm]	T=4484,0 [daN]
Momento ultimo sezione M <sub>u</sub> = 11345,08 [daNm]	
Coeff.sicurezza sezione = 9,48	

COMBINAZIONE n° 10

**Peso muro favorevole e Peso terrapieno sfavorevole**

Valore della spinta statica	4896,09 [daN]
Componente orizzontale della spinta statica	4484,05 [daN]
Componente verticale della spinta statica	1965,97 [daN]
Punto d'applicazione della spinta	X = 1,20 [m]      Y = -1,80 [m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	23,67 [°]
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	58,94 [°]
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	9695,70 [daN]
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0,63 [m]      Y = -1,13 [m]

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	4484,05 [daN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	17430,42 [daN]
Resistenza passiva dente di fondazione	-7763,21 [daN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	17430,42 [daN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	4484,05 [daN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0,32 [m]
Lunghezza fondazione reagente	2,50 [m]

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
<b>RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE</b>		<i>Codice documento</i> ST0191_F0.doc	<table border="1"> <tr> <td><i>Rev</i></td> <td><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						

Risultante in fondazione 17997,95 [daN]  
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale) 14,43 [°]  
Momento rispetto al baricentro della fondazione -5579,82 [daNm]  
Carico ultimo della fondazione 421075,04 [daN]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente 2,50 [m]  
Tensione terreno allo spigolo di valle 0,1616 [daN/cm<sup>2</sup>]  
Tensione terreno allo spigolo di monte 1,2329 [daN/cm<sup>2</sup>]

Fattori per il calcolo della capacità portante

**Coeff. capacità portante**  $N_c = 77.50$   $N_q = 61.55$   $N_\gamma = 80.93$

**Fattori forma**  $s_c = 1,00$   $s_q = 1,00$   $s_\gamma = 1,00$

I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.

$N'_c = 77.50$   $N'_q = 61.55$   $N'_\gamma = 80.93$

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a scorrimento 2.22  
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo 24.16

Sollecitazioni paramento

Combinazione n° 10

L'ordinata Y (espressa in m) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro  
Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in daNm  
Sforzo normale positivo di compressione, espresso in daN  
Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in daN

Nr.	Y	N	M	T
1	0,11	69,64	3,94	74,60
2	1,11	1011,75	538,11	1067,23
3	2,30	2174,25	2850,95	2936,81

Sollecitazioni fondazione di valle

Combinazione n° 10

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle  
Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in daNm  
Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in daN

Nr.	X	M	T
1	0,00	0,00	0,00
2	1,10	1141,53	2939,70

Sollecitazioni fondazione di monte

Combinazione n° 10

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte  
Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in daNm  
Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in daN

Nr.	X	M	T
1	0,00	0,00	0,00
2	1,10	182,69	-201,13

Armature e tensioni nei materiali del muro

Combinazione n° 10

L'ordinata Y (espressa in [m]) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro  
B base della sezione espressa in [cm]  
H altezza della sezione espressa in [cm]

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE</b>		<i>Codice documento</i> ST0191_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20-06-2011

$A_{fs}$  area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [cmq]  
 $A_{fi}$  area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [cmq]  
 $N_u$  sforzo normale ultimo espresso in [daN]  
 $M_u$  momento ultimo espresso in [daNm]  
CS coefficiente sicurezza sezione  
VRcd Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [daN]  
VRsd Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [daN]  
VRd Resistenza al taglio, espresso in [daN]

Nr.	Y	B, H	$A_{fs}$	$A_{fi}$	$N_u$	$M_u$	CS	$V_{Rd}$	$V_{Rcd}$	$V_{Rsd}$
1	0,11	100, 20	10,05	10,05	188709	-10672	2709,67	10280	--	--
2	1,11	100, 30	10,05	10,05	24505	-13033	24,22	13144	--	--
3	2,30	100, 30	0,00	0,00	0	0	0,00	12626	--	--

Armature e tensioni nei materiali della fondazione

#### Combinazione n° 10

Simbologia adottata

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

#### Fondazione di valle

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

Nr.	Y	B, H	$A_{fs}$	$A_{fi}$	$N_u$	$M_u$	CS	$V_{Rd}$	$V_{Rcd}$	$V_{Rsd}$
1	0,00	100, 40	10,05	10,05	0	0	1000,00	15220	--	--
2	1,10	100, 40	10,05	10,05	0	14102	12,35	15220	--	--

#### Fondazione di monte

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

Nr.	Y	B, H	$A_{fs}$	$A_{fi}$	$N_u$	$M_u$	CS	$V_{Rd}$	$V_{Rcd}$	$V_{Rsd}$
1	0,00	100, 40	10,05	18,10	0	0	1000,00	15220	--	--
2	1,10	100, 40	10,05	10,05	0	14102	77,19	15220	--	--

#### Verifica sperone di fondazione

Base sezione B= 100 cm      Altezza sezione H=40 [cm]  
 $A_{fi}=8,04$  [cmq]       $A_{fs}=8,04$  [cmq]  
Sollecitazioni M=1196,3 [daNm]      T=4484,0 [daN]  
Momento ultimo sezione  $M_u = 11345,08$  [daNm]  
Coeff.sicurezza sezione = 9,48

#### COMBINAZIONE n° 11

**Peso muro favorevole e Peso terrapieno sfavorevole**

Valore della spinta statica 4896,09 [daN]  
Componente orizzontale della spinta statica 4484,05 [daN]  
Componente verticale della spinta statica 1965,97 [daN]  
Punto d'applicazione della spinta X = 1,20 [m]      Y = -1,80 [m]  
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie 23,67 [°]  
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche 58,94 [°]

Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte 9695,70 [daN]

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
<b>RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE</b>		<i>Codice documento</i> ST0191_F0.doc	<table border="1"> <tr> <td><i>Rev</i></td> <td><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						

Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte    X = 0,63 [m]    Y = -1,13 [m]

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale    4484,05 [daN]  
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale    16099,17 [daN]  
Resistenza passiva dente di fondazione -7147,71 [daN]  
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione 16099,17 [daN]  
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione    4484,05 [daN]  
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione -0,34 [m]  
Lunghezza fondazione reagente    2,50 [m]  
Risultante in fondazione    16711,97 [daN]  
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale) 15,56 [°]  
Momento rispetto al baricentro della fondazione    -5459,45 [daNm]  
Carico ultimo della fondazione    412474,13 [daN]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente    2,50 [m]  
Tensione terreno allo spigolo di valle    0,1199 [daN/cm<sup>2</sup>]  
Tensione terreno allo spigolo di monte    1,1681 [daN/cm<sup>2</sup>]

Fattori per il calcolo della capacità portante

**Coef. capacità portante**    N<sub>c</sub> = 77.50    N<sub>q</sub> = 61.55    N<sub>γ</sub> = 80.93

**Fattori forma**    s<sub>c</sub> = 1,00    s<sub>q</sub> = 1,00    s<sub>γ</sub> = 1,00

I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.

N'<sub>c</sub> = 77.50    N'<sub>q</sub> = 61.55    N'<sub>γ</sub> = 80.93

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a scorrimento 2.05  
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo 25.62

Sollecitazioni paramento

Combinazione n° 11

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

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

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in daN

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

Nr.	Y	N	M	T
1	0,11	53,57	3,94	74,60
2	1,11	818,77	532,48	1067,23
3	2,30	1713,00	2845,33	2936,81

Sollecitazioni fondazione di valle

Combinazione n° 11

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

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in daNm

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

Nr.	X	M	T
1	0,00	0,00	0,00
2	1,10	1050,27	2755,14

Sollecitazioni fondazione di monte

Combinazione n° 11

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

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in daNm

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

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE		<i>Codice documento</i> ST0191_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20-06-2011

Nr.	X	M	T
1	0,00	0,00	0,00
2	1,10	100,62	-408,07

Armature e tensioni nei materiali del muro

Combinazione n° 11

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

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

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rsd</sub>
1	0,11	100, 20	10,05	10,05	158678	-11666	2961,99	10278	--	--
2	1,11	100, 30	10,05	10,05	19056	-12393	23,27	13118	--	--
3	2,30	100, 30	0,00	0,00	0	0	0,00	12564	--	--

Armature e tensioni nei materiali della fondazione

Combinazione n° 11

Simbologia adottata

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

Fondazione di valle

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

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rsd</sub>
1	0,00	100, 40	10,05	10,05	0	0	1000,00	15220	--	--
2	1,10	100, 40	10,05	10,05	0	14102	13,43	15220	--	--

Fondazione di monte

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

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rsd</sub>
1	0,00	100, 40	10,05	18,10	0	0	1000,00	15220	--	--
2	1,10	100, 40	10,05	10,05	0	14102	140,15	15220	--	--

Verifica sperone di fondazione

Base sezione B= 100 cm      Altezza sezione H=40 [cm]  
A<sub>fi</sub>=8,04 [cmq]      A<sub>fs</sub>=8,04 [cmq]  
Sollecitazioni M=1196,3 [daNm]      T=4484,0 [daN]  
Momento ultimo sezione M<sub>u</sub> = 11345,08 [daNm]  
Coeff.sicurezza sezione = 9,48

COMBINAZIONE n° 12

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
<b>RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE</b>		<i>Codice documento</i> ST0191_F0.doc	<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						

Valore della spinta statica 5005,59 [daN]  
Componente orizzontale della spinta statica 4723,50 [daN]  
Componente verticale della spinta statica 1656,66 [daN]  
Punto d'applicazione della spinta X = 1,20 [m] Y = -1,79 [m]  
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie 19,33 [°]  
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche 55,62 [°]

Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte 7809,00 [daN]  
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte X = 0,63 [m] Y = -1,13 [m]

#### Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale 4723,50 [daN]  
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale 13903,16 [daN]  
Resistenza passiva dente di fondazione -5229,31 [daN]  
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione 13903,16 [daN]  
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione 4723,50 [daN]  
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione -0,25 [m]  
Lunghezza fondazione reagente 2,50 [m]  
Risultante in fondazione 14683,64 [daN]  
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale) 18,76 [°]  
Momento rispetto al baricentro della fondazione -3514,99 [daNm]  
Carico ultimo della fondazione 163737,68 [daN]

#### Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente 2,50 [m]  
Tensione terreno allo spigolo di valle 0,2187 [daN/cm<sup>2</sup>]  
Tensione terreno allo spigolo di monte 0,8936 [daN/cm<sup>2</sup>]

#### Fattori per il calcolo della capacità portante

**Coeff. capacità portante**  $N_c = 77.50$   $N_q = 61.55$   $N_\gamma = 80.93$

**Fattori forma**  $s_c = 1,00$   $s_q = 1,00$   $s_\gamma = 1,00$

I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.

$N'_c = 77.50$   $N'_q = 61.55$   $N'_\gamma = 80.93$

#### COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a scorrimento 1.38  
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo 11.78

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
<b>RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE</b>		<i>Codice documento</i> ST0191_F0.doc	<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						

Sollecitazioni paramento

Combinazione n° 12

L'ordinata Y (espressa in m) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro  
Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in daNm  
Sforzo normale positivo di compressione, espresso in daN  
Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in daN

Nr.	Y	N	M	T
1	0,11	53,57	4,39	83,04
2	1,11	778,27	584,42	1152,97
3	2,30	1672,50	3051,92	3109,56

Sollecitazioni fondazione di valle

Combinazione n° 12

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle  
Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in daNm  
Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in daN

Nr.	X	M	T
1	0,00	0,00	0,00
2	1,10	1316,90	2938,77

Sollecitazioni fondazione di monte

Combinazione n° 12

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte  
Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in daNm  
Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in daN

Nr.	X	M	T
1	0,00	0,00	0,00
2	1,10	-235,47	-717,98

Armature e tensioni nei materiali del muro

Combinazione n° 12

L'ordinata Y (espressa in [m]) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro  
B base della sezione espressa in [cm]  
H altezza della sezione espressa in [cm]  
A<sub>fs</sub> area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [cmq]  
A<sub>fi</sub> area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [cmq]  
N<sub>u</sub> sforzo normale ultimo espresso in [daN]  
M<sub>u</sub> momento ultimo espresso in [daNm]  
CS coefficiente sicurezza sezione  
VR<sub>cd</sub> Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [daN]  
VR<sub>sd</sub> Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [daN]  
VRd Resistenza al taglio, espresso in [daN]

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rsd</sub>
1	0,11	100, 20	10,05	10,05	146769	-12030	2739,70	10278	--	--
2	1,11	100, 30	10,05	10,05	16029	-12037	20,60	13112	--	--
3	2,30	100, 30	0,00	0,00	0	0	0,00	12558	--	--

Armature e tensioni nei materiali della fondazione

Combinazione n° 12

Simbologia adottata

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE</b>		<i>Codice documento</i> ST0191_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20-06-2011

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

#### Fondazione di valle

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

Nr.	Y	B, H	$A_{fs}$	$A_{fi}$	$N_u$	$M_u$	CS	$V_{Rd}$	$V_{Rcd}$	$V_{Rsd}$
1	0,00	100, 40	10,05	10,05	0	0	1000,00	15220	--	--
2	1,10	100, 40	10,05	10,05	0	14102	10,71	15220	--	--

#### Fondazione di monte

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

Nr.	Y	B, H	$A_{fs}$	$A_{fi}$	$N_u$	$M_u$	CS	$V_{Rd}$	$V_{Rcd}$	$V_{Rsd}$
1	0,00	100, 40	10,05	18,10	0	0	1000,00	15220	--	--
2	1,10	100, 40	10,05	10,05	0	-14102	59,89	15220	--	--

#### Verifica sperone di fondazione

Base sezione B= 100 cm Altezza sezione H=40 [cm]  
 $A_{fi}=8,04$  [cmq]  $A_{fs}=8,04$  [cmq]  
Sollecitazioni  $M=1260,2$  [daNm]  $T=4723,5$  [daN]  
Momento ultimo sezione  $M_u = 11345,08$  [daNm]  
Coeff. sicurezza sezione = 9,00

#### COMBINAZIONE n° 13

Valore della spinta statica 5637,08 [daN]  
Componente orizzontale della spinta statica 5319,46 [daN]  
Componente verticale della spinta statica 1865,47 [daN]  
Punto d'applicazione della spinta X = 1,20 [m] Y = -1,79 [m]  
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie 19,33 [°]  
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche 55,62 [°]  
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte 7820,10 [daN]  
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte X = 0,63 [m] Y = -1,13 [m]

#### Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale 5319,46 [daN]  
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale 13679,32 [daN]  
Resistenza passiva dente di fondazione -5158,25 [daN]  
Momento ribaltante rispetto allo spigolo a valle 4862,11 [daNm]  
Momento stabilizzante rispetto allo spigolo a valle 25131,08 [daNm]  
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione 13679,32 [daN]  
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione 5319,46 [daN]  
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione -0,23 [m]  
Lunghezza fondazione reagente 2,50 [m]  
Risultante in fondazione 14677,20 [daN]  
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale) 21,25 [°]  
Momento rispetto al baricentro della fondazione -3169,83 [daNm]

#### COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a ribaltamento 5.17

Stabilità globale muro + terreno

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE</b>		<i>Codice documento</i> ST0191_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20-06-2011

#### Combinazione n° 14

Le ascisse X sono considerate positive verso monte

Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto

Origine in testa al muro (spigolo contro terra)

W peso della striscia espresso in [daN]

$\alpha$  angolo fra la base della striscia e l'orizzontale espresso in [°] (positivo antiorario)

$\phi$  angolo d'attrito del terreno lungo la base della striscia

c coesione del terreno lungo la base della striscia espressa in [daN/cm<sup>2</sup>]

b larghezza della striscia espressa in [m]

u pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [daN/cm<sup>2</sup>]

Metodo di Fellenius

Numero di cerchi analizzati 36

Numero di strisce 25

Cerchio critico

Coordinate del centro X[m]= -0,77 Y[m]= 0,26

Raggio del cerchio R[m]= 3,89

Ascissa a valle del cerchio Xi[m]= -3,71

Ascissa a monte del cerchio Xs[m]= 3,11

Larghezza della striscia dx[m]= 0,27

Coefficiente di sicurezza C= 1.38

Le strisce sono numerate da monte verso valle

Caratteristiche delle strisce

Striscia	W	$\alpha(^{\circ})$	$W\sin\alpha$	$b/\cos\alpha$	$\phi$	c	u
1	1010.15	76.95	984.06	1.21	29.26	0.000	0.000
2	1433.67	63.50	1283.04	0.61	29.26	0.000	0.000
3	1665.37	55.44	1371.54	0.48	29.26	0.000	0.000
4	1839.32	48.84	1384.79	0.41	29.26	0.000	0.000
5	1978.54	43.03	1350.20	0.37	29.92	0.000	0.000
6	2092.97	37.74	1281.03	0.35	32.01	0.000	0.000
7	2188.02	32.80	1185.38	0.32	32.01	0.000	0.000
8	2418.20	28.13	1140.14	0.31	32.01	0.000	0.000
9	2445.05	23.66	981.02	0.30	32.01	0.000	0.000
10	2461.48	19.33	814.72	0.29	32.01	0.000	0.000
11	2503.09	15.11	652.69	0.28	32.01	0.000	0.000
12	2482.91	10.98	473.06	0.28	32.01	0.000	0.000
13	938.16	6.91	112.87	0.27	32.01	0.000	0.000
14	727.67	2.87	36.45	0.27	32.01	0.000	0.000
15	729.68	-1.15	-14.69	0.27	32.01	0.000	0.000
16	722.25	-5.18	-65.26	0.27	32.01	0.000	0.000
17	642.06	-9.24	-103.10	0.28	32.01	0.000	0.000
18	602.07	-13.34	-138.96	0.28	32.01	0.000	0.000
19	565.02	-17.52	-170.09	0.29	32.01	0.000	0.000
20	517.07	-21.79	-191.97	0.29	32.01	0.000	0.000
21	457.30	-26.20	-201.91	0.30	32.01	0.000	0.000
22	384.41	-30.78	-196.73	0.32	32.01	0.000	0.000
23	296.52	-35.60	-172.60	0.34	32.01	0.000	0.000
24	190.87	-40.72	-124.52	0.36	32.01	0.000	0.000
25	63.09	-46.29	-45.60	0.39	29.26	0.000	0.000

$\Sigma W_i = 31354,93$  [daN]

$\Sigma W_i \sin\alpha_i = 11625,57$  [daN]

$\Sigma W_i \cos\alpha_i \tan\phi_i = 15997,34$  [daN]

$\Sigma c_i b_i / \cos\alpha_i = 0,00$  [daN]

#### COMBINAZIONE n° 15

Valore della spinta statica 2047,33 [daN]

Componente orizzontale della spinta statica 1873,68 [daN]

Componente verticale della spinta statica 825,16 [daN]

Punto d'applicazione della spinta X = 1,20 [m] Y = -2,04 [m]

Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie 23,77 [°]

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
<b>RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE</b>		<i>Codice documento</i> ST0191_F0.doc	<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						

Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche 58,94 [°]

Incremento sismico della spinta 553,45 [daN]

Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta X = 1,20 [m] Y = -1,55 [m]

Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche 54,76 [°]

Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte 4689,00 [daN]

Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte X = 0,63 [m] Y = -1,13 [m]

Inerzia del muro 397,31 [daN]

Inerzia verticale del muro 198,66 [daN]

Inerzia del terrapieno fondazione di monte 419,83 [daN]

Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte 209,91 [daN]

#### Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale 3197,33 [daN]

Risultante dei carichi applicati in dir. verticale 10583,29 [daN]

Resistenza passiva dente di fondazione -5071,12 [daN]

Sforzo normale sul piano di posa della fondazione 10583,29 [daN]

Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione 3197,33 [daN]

Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione -0,22 [m]

Lunghezza fondazione reagente 2,50 [m]

Risultante in fondazione 11055,72 [daN]

Inclinazione della risultante (rispetto alla normale) 16,81 [°]

Momento rispetto al baricentro della fondazione -2350,79 [daNm]

Carico ultimo della fondazione 465450,77 [daN]

#### Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente 2,50 [m]

Tensione terreno allo spigolo di valle 0,1977 [daN/cm<sup>2</sup>]

Tensione terreno allo spigolo di monte 0,6490 [daN/cm<sup>2</sup>]

#### Fattori per il calcolo della capacità portante

**Coeff. capacità portante** N<sub>c</sub> = 77.50 N<sub>q</sub> = 61.55 N<sub>γ</sub> = 80.93

**Fattori forma** s<sub>c</sub> = 1,00 s<sub>q</sub> = 1,00 s<sub>γ</sub> = 1,00

I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.

N'<sub>c</sub> = 77.50 N'<sub>q</sub> = 61.55 N'<sub>γ</sub> = 80.93

#### **COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a scorrimento 1.95

Coefficiente di sicurezza a carico ultimo 43.98

Sollecitazioni paramento

#### Combinazione n° 15

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

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

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in daN

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

Nr.	Y	N	M	T
1	0,11	53,57	1,05	20,40
2	1,11	778,27	201,74	442,79
3	2,30	1672,50	1297,74	1491,38

Sollecitazioni fondazione di valle

#### Combinazione n° 15

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

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in daNm

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

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
<b>RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE</b>		<i>Codice documento</i> ST0191_F0.doc	<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						

Nr.	X	M	T
1	0,00	0,00	0,00
2	1,10	991,32	2166,49

Sollecitazioni fondazione di monte

Combinazione n° 15

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

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in daNm

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

Nr.	X	M	T
1	0,00	0,00	0,00
2	1,10	56,30	-7,19

Armature e tensioni nei materiali del muro

Combinazione n° 15

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

B base della sezione espressa in [cm]

H altezza della sezione espressa in [cm]

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

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

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

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

CS coefficiente sicurezza sezione

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

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

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

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rsd</sub>
1	0,11	100, 20	10,05	10,05	288339	-5661	5382,33	10278	--	--
2	1,11	100, 30	10,05	10,05	70468	-18266	90,54	13112	--	--
3	2,30	100, 30	0,00	0,00	0	0	0,00	12558	--	--

Armature e tensioni nei materiali della fondazione

Combinazione n° 15

Simbologia adottata

B base della sezione espressa in [cm]

H altezza della sezione espressa in [cm]

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

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

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

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

CS coefficiente sicurezza sezione

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

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

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

Fondazione di valle

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

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rsd</sub>
1	0,00	100, 40	10,05	10,05	0	0	1000,00	15220	--	--
2	1,10	100, 40	10,05	10,05	0	14102	14,23	15220	--	--

Fondazione di monte

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

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
<b>RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE</b>		<i>Codice documento</i> ST0191_F0.doc	<table border="1"> <tr> <td><i>Rev</i></td> <td><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						

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rsd</sub>
1	0,00	100, 40	10,05	18,10	0	0	1000,00	15220	--	--
2	1,10	100, 40	10,05	10,05	0	14102	250,50	15220	--	--

#### Verifica sperone di fondazione

Base sezione B= 100 cm Altezza sezione H=40 [cm]  
A<sub>fi</sub>=8,04 [cmq] A<sub>fs</sub>=8,04 [cmq]  
Sollecitazioni M=853,0 [daNm] T=3197,3 [daN]  
Momento ultimo sezione M<sub>u</sub> = 11345,08 [daNm]  
Coeff.sicurezza sezione = 13,30

#### COMBINAZIONE n° 16

Valore della spinta statica 2047,33 [daN]  
Componente orizzontale della spinta statica 1873,68 [daN]  
Componente verticale della spinta statica 825,16 [daN]  
Punto d'applicazione della spinta X = 1,20 [m] Y = -2,04 [m]  
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie 23,77 [°]  
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche 58,94 [°]

Incremento sismico della spinta 374,55 [daN]  
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta X = 1,20 [m] Y = -1,55 [m]  
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche 54,32 [°]

Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte 4689,00 [daN]  
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte X = 0,63 [m] Y = -1,13 [m]  
Inerzia del muro 397,31 [daN]  
Inerzia verticale del muro -198,66 [daN]  
Inerzia del terrapieno fondazione di monte 419,83 [daN]  
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte -209,91 [daN]

#### Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale 3033,60 [daN]  
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale 9694,05 [daN]  
Resistenza passiva dente di fondazione -4686,02 [daN]  
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione 9694,05 [daN]  
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione 3033,60 [daN]  
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione -0,22 [m]  
Lunghezza fondazione reagente 2,50 [m]  
Risultante in fondazione 10157,62 [daN]  
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale) 17,38 [°]  
Momento rispetto al baricentro della fondazione -2126,83 [daNm]  
Carico ultimo della fondazione 466685,45 [daN]

#### Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente 2,50 [m]  
Tensione terreno allo spigolo di valle 0,1836 [daN/cm<sup>2</sup>]  
Tensione terreno allo spigolo di monte 0,5919 [daN/cm<sup>2</sup>]

#### Fattori per il calcolo della capacità portante

**Coeff. capacità portante** N<sub>c</sub> = 77.50 N<sub>q</sub> = 61.55 N<sub>γ</sub> = 80.93

**Fattori forma** s<sub>c</sub> = 1,00 s<sub>q</sub> = 1,00 s<sub>γ</sub> = 1,00

I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.

N'<sub>c</sub> = 77.50 N'<sub>q</sub> = 61.55 N'<sub>γ</sub> = 80.93

#### COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a scorrimento 1.90  
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo 48.14

Sollecitazioni paramento

#### Combinazione n° 16

L'ordinata Y (espressa in m) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro  
Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in daNm  
Sforzo normale positivo di compressione, espresso in daN

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE</b>		<i>Codice documento</i> ST0191_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20-06-2011

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

Nr.	Y	N	M	T
1	0,11	53,57	0,82	16,05
2	1,11	778,27	176,82	397,80
3	2,30	1672,50	1190,33	1397,98

Sollecitazioni fondazione di valle

Combinazione n° 16

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

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in daNm

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

Nr.	X	M	T
1	0,00	0,00	0,00
2	1,10	868,04	1907,66

Sollecitazioni fondazione di monte

Combinazione n° 16

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

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in daNm

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

Nr.	X	M	T
1	0,00	0,00	0,00
2	1,10	-250,82	-530,89

Armature e tensioni nei materiali del muro

Combinazione n° 16

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

B base della sezione espressa in [cm]

H altezza della sezione espressa in [cm]

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

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

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

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

CS coefficiente sicurezza sezione

VRcd Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [daN]

VRsd Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [daN]

VRd Resistenza al taglio, espresso in [daN]

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rsd</sub>
1	0,11	100, 20	10,05	10,05	293747	-4489	5483,28	10278	--	--
2	1,11	100, 30	10,05	10,05	88272	-20055	113,42	13112	--	--
3	2,30	100, 30	0,00	0,00	0	0	0,00	12558	--	--

Armature e tensioni nei materiali della fondazione

Combinazione n° 16

Simbologia adottata

B base della sezione espressa in [cm]

H altezza della sezione espressa in [cm]

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

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

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

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

CS coefficiente sicurezza sezione

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE</b>		<i>Codice documento</i> ST0191_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20-06-2011

VRcd Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [daN]  
VRsd Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [daN]  
VRd Resistenza al taglio, espresso in [daN]

#### Fondazione di valle

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

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rsd</sub>
1	0,00	100, 40	10,05	10,05	0	0	1000,00	15220	--	--
2	1,10	100, 40	10,05	10,05	0	14102	16,25	15220	--	--

#### Fondazione di monte

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

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rsd</sub>
1	0,00	100, 40	10,05	18,10	0	0	1000,00	15220	--	--
2	1,10	100, 40	10,05	10,05	0	-14102	56,22	15220	--	--

#### Verifica sperone di fondazione

Base sezione B= 100 cm Altezza sezione H=40 [cm]  
A<sub>fi</sub>=8,04 [cmq] A<sub>fs</sub>=8,04 [cmq]  
Sollecitazioni M=809,4 [daNm] T=3033,6 [daN]  
Momento ultimo sezione M<sub>u</sub> = 11345,08 [daNm]  
Coeff.sicurezza sezione = 14,02

#### COMBINAZIONE n° 17

Valore della spinta statica 2574,20 [daN]  
Componente orizzontale della spinta statica 2427,85 [daN]  
Componente verticale della spinta statica 855,61 [daN]  
Punto d'applicazione della spinta X = 1,20 [m] Y = -2,04 [m]  
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie 19,41 [°]  
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche 55,62 [°]  
Incremento sismico della spinta 635,22 [daN]  
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta X = 1,20 [m] Y = -1,55 [m]  
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche 51,00 [°]  
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte 4689,00 [daN]  
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte X = 0,63 [m] Y = -1,13 [m]  
Inerzia del muro 397,31 [daN]  
Inerzia verticale del muro 198,66 [daN]  
Inerzia del terrapieno fondazione di monte 419,83 [daN]  
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte 209,91 [daN]

#### Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale 3844,10 [daN]  
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale 10601,81 [daN]  
Resistenza passiva dente di fondazione -4184,00 [daN]  
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione 10601,81 [daN]  
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione 3844,10 [daN]  
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione -0,18 [m]  
Lunghezza fondazione reagente 2,50 [m]  
Risultante in fondazione 11277,21 [daN]  
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale) 19,93 [°]  
Momento rispetto al baricentro della fondazione -1909,14 [daNm]  
Carico ultimo della fondazione 175681,99 [daN]

#### Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente 2,50 [m]  
Tensione terreno allo spigolo di valle 0,2408 [daN/cm<sup>2</sup>]  
Tensione terreno allo spigolo di monte 0,6074 [daN/cm<sup>2</sup>]

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
<b>RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE</b>		<i>Codice documento</i> ST0191_F0.doc	<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						

Fattori per il calcolo della capacità portante

**Coeff. capacità portante**  $N_c = 77.50$   $N_q = 61.55$   $N_\gamma = 80.93$

**Fattori forma**  $s_c = 1,00$   $s_q = 1,00$   $s_\gamma = 1,00$

I coefficienti N tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.

$N'_c = 77.50$   $N'_q = 61.55$   $N'_\gamma = 80.93$

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a scorrimento 1.32

Coefficiente di sicurezza a carico ultimo 16.57

Sollecitazioni paramento

Combinazione n° 17

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

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

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in daN

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

Nr.	Y	N	M	T
1	0,11	53,57	1,20	23,48
2	1,11	778,27	242,07	539,59
3	2,30	1672,50	1594,91	1853,20

Sollecitazioni fondazione di valle

Combinazione n° 17

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

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in daNm

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

Nr.	X	M	T
1	0,00	0,00	0,00
2	1,10	1177,06	2435,80

Sollecitazioni fondazione di monte

Combinazione n° 17

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

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in daNm

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

Nr.	X	M	T
1	0,00	0,00	0,00
2	1,10	-120,49	-260,21

Armature e tensioni nei materiali del muro

Combinazione n° 17

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

B base della sezione espressa in [cm]

H altezza della sezione espressa in [cm]

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

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

$N_u$  sforzo normale ultimo espresso in [daN]

$M_u$  momento ultimo espresso in [daNm]

CS coefficiente sicurezza sezione

VRcd Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [daN]

VRsd Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [daN]

VRd Resistenza al taglio, espresso in [daN]

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
		<b>RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE</b>	<i>Codice documento</i> ST0191_F0.doc	<i>Rev</i> F0

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rsd</sub>
1	0,11	100, 20	10,05	10,05	278917	-6271	5206,45	10278	--	--
2	1,11	100, 30	10,05	10,05	52475	-16322	67,43	13112	--	--
3	2,30	100, 30	0,00	0,00	0	0	0,00	12558	--	--

Armature e tensioni nei materiali della fondazione

Combinazione n° 17

Simbologia adottata

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

Fondazione di valle

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

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rsd</sub>
1	0,00	100, 40	10,05	10,05	0	0	1000,00	15220	--	--
2	1,10	100, 40	10,05	10,05	0	14102	11,98	15220	--	--

Fondazione di monte

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

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rsd</sub>
1	0,00	100, 40	10,05	18,10	0	0	1000,00	15220	--	--
2	1,10	100, 40	10,05	10,05	0	-14102	117,04	15220	--	--

Verifica sperone di fondazione

Base sezione B= 100 cm    Altezza sezione H=40 [cm]  
A<sub>fi</sub>=8,04 [cmq]    A<sub>fs</sub>=8,04 [cmq]  
Sollecitazioni M=1025,6 [daNm]    T=3844,1 [daN]  
Momento ultimo sezione M<sub>u</sub> = 11345,08 [daNm]  
Coeff.sicurezza sezione = 11,06

COMBINAZIONE n° 18

Valore della spinta statica	2574,20 [daN]		
Componente orizzontale della spinta statica	2427,85 [daN]		
Componente verticale della spinta statica	855,61 [daN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 1,20 [m]	Y = -2,04 [m]	
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	19,41 [°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	55,62 [°]		
Incremento sismico della spinta	409,87 [daN]		
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 1,20 [m]	Y = -1,55 [m]	
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	50,56 [°]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	4689,00 [daN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0,63 [m]	Y = -1,13 [m]	
Inerzia del muro	397,31 [daN]		
Inerzia verticale del muro	-198,66 [daN]		
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	419,83 [daN]		
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	-209,91 [daN]		

Risultanti

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
<b>RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE</b>		<i>Codice documento</i> ST0191_F0.doc	<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						

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale 3631,56 [daN]  
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale 9709,77 [daN]  
Resistenza passiva dente di fondazione -3862,93 [daN]  
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione 9709,77 [daN]  
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione 3631,56 [daN]  
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione -0,18 [m]  
Lunghezza fondazione reagente 2,50 [m]  
Risultante in fondazione 10366,67 [daN]  
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale) 20,51 [°]  
Momento rispetto al baricentro della fondazione -1737,77 [daNm]  
Carico ultimo della fondazione 175863,53 [daN]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente 2,50 [m]  
Tensione terreno allo spigolo di valle 0,2216 [daN/cm<sup>2</sup>]  
Tensione terreno allo spigolo di monte 0,5552 [daN/cm<sup>2</sup>]

Fattori per il calcolo della capacità portante

**Coef. capacità portante**  $N_c = 77.50$   $N_q = 61.55$   $N_\gamma = 80.93$

**Fattori forma**  $s_c = 1,00$   $s_q = 1,00$   $s_\gamma = 1,00$

I coefficienti N tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.

$N'_c = 77.50$   $N'_q = 61.55$   $N'_\gamma = 80.93$

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a scorrimento 1.29  
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo 18.11

Sollecitazioni paramento

Combinazione n° 18

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

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

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in daN

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

Nr.	Y	N	M	T
1	0,11	53,57	0,90	17,86
2	1,11	778,27	209,87	481,46
3	2,30	1672,50	1456,10	1732,50

Sollecitazioni fondazione di valle

Combinazione n° 18

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

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in daNm

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

Nr.	X	M	T
1	0,00	0,00	0,00
2	1,10	1031,53	2144,65

Sollecitazioni fondazione di monte

Combinazione n° 18

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

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in daNm

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

Nr.	X	M	T
1	0,00	0,00	0,00
2	1,10	-406,70	-754,05

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE</b>		<i>Codice documento</i> ST0191_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20-06-2011

Armature e tensioni nei materiali del muro

Combinazione n° 18

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

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

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>RsD</sub>
1	0,11	100, 20	10,05	10,05	292123	-4926	5452,96	10278	--	--
2	1,11	100, 30	10,05	10,05	65991	-17795	84,79	13112	--	--
3	2,30	100, 30	0,00	0,00	0	0	0,00	12558	--	--

Armature e tensioni nei materiali della fondazione

Combinazione n° 18

Simbologia adottata

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

Fondazione di valle

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

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>RsD</sub>
1	0,00	100, 40	10,05	10,05	0	0	1000,00	15220	--	--
2	1,10	100, 40	10,05	10,05	0	14102	13,67	15220	--	--

Fondazione di monte

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

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>RsD</sub>
1	0,00	100, 40	10,05	18,10	0	0	1000,00	15220	--	--
2	1,10	100, 40	10,05	10,05	0	-14102	34,67	15220	--	--

Verifica sperone di fondazione

Base sezione B=	100 cm	Altezza sezione H=	40 [cm]
A <sub>fi</sub> =	8,04 [cmq]	A <sub>fs</sub> =	8,04 [cmq]
Sollecitazioni M=	968,9 [daNm]	T=	3631,6 [daN]
Momento ultimo sezione M <sub>u</sub>	= 11345,08 [daNm]		
Coeff. sicurezza sezione	= 11,71		

COMBINAZIONE n° 19

Valore della spinta statica	2574,20 [daN]
Componente orizzontale della spinta statica	2427,85 [daN]

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
<b>RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE</b>		<i>Codice documento</i> ST0191_F0.doc	<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						

Componente verticale della spinta statica	855,61	[daN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 1,20	[m]	Y = -2,04	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	19,41	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	55,62	[°]		
Incremento sismico della spinta	635,22	[daN]		
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 1,20	[m]	Y = -1,55	[m]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	51,00	[°]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	4689,00	[daN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0,63	[m]	Y = -1,13	[m]
Inerzia del muro	397,31	[daN]		
Inerzia verticale del muro	198,66	[daN]		
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	419,83	[daN]		
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	209,91	[daN]		

#### Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	3844,10	[daN]		
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	10601,81	[daN]		
Resistenza passiva dente di fondazione	-4184,00	[daN]		
Momento ribaltante rispetto allo spigolo a valle	3188,11	[daNm]		
Momento stabilizzante rispetto allo spigolo a valle	18349,51	[daNm]		
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	10601,81	[daN]		
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	3844,10	[daN]		
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0,18	[m]		
Lunghezza fondazione reagente	2,50	[m]		
Risultante in fondazione	11277,21	[daN]		
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	19,93	[°]		
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-1909,14	[daNm]		

#### **COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a ribaltamento 5.76

#### **COMBINAZIONE n° 20**

Valore della spinta statica	2574,20	[daN]		
Componente orizzontale della spinta statica	2427,85	[daN]		
Componente verticale della spinta statica	855,61	[daN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 1,20	[m]	Y = -2,04	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	19,41	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	55,62	[°]		
Incremento sismico della spinta	409,87	[daN]		
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 1,20	[m]	Y = -1,55	[m]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	50,56	[°]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	4689,00	[daN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0,63	[m]	Y = -1,13	[m]
Inerzia del muro	397,31	[daN]		
Inerzia verticale del muro	-198,66	[daN]		
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	419,83	[daN]		
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	-209,91	[daN]		

#### Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	3631,56	[daN]		
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	9709,77	[daN]		
Resistenza passiva dente di fondazione	-3862,93	[daN]		
Momento ribaltante rispetto allo spigolo a valle	3615,29	[daNm]		
Momento stabilizzante rispetto allo spigolo a valle	17490,27	[daNm]		
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	9709,77	[daN]		
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	3631,56	[daN]		
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0,18	[m]		
Lunghezza fondazione reagente	2,50	[m]		
Risultante in fondazione	10366,67	[daN]		
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	20,51	[°]		

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>	
<b>RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE</b>	<i>Codice documento</i> ST0191_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20-06-2011

Momento rispetto al baricentro della fondazione -1737,77 [daNm]

### **COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a ribaltamento 4.84

Stabilità globale muro + terreno

#### Combinazione n° 21

Le ascisse X sono considerate positive verso monte

Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto

Origine in testa al muro (spigolo contro terra)

W peso della striscia espresso in [daN]

$\alpha$  angolo fra la base della striscia e l'orizzontale espresso in [°] (positivo antiorario)

$\phi$  angolo d'attrito del terreno lungo la base della striscia

c coesione del terreno lungo la base della striscia espressa in [daN/cm<sup>q</sup>]

b larghezza della striscia espressa in [m]

u pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [daN/cm<sup>q</sup>]

Metodo di Fellenius

Numero di cerchi analizzati 36

Numero di strisce 25

Cerchio critico

Coordinate del centro X[m]= -0,77 Y[m]= 0,51

Raggio del cerchio R[m]= 4,11

Ascissa a valle del cerchio Xi[m]= -3,78

Ascissa a monte del cerchio Xs[m]= 3,32

Larghezza della striscia dx[m]= 0,28

Coefficiente di sicurezza C= 1.57

Le strisce sono numerate da monte verso valle

Caratteristiche delle strisce

Striscia	W	$\alpha(^{\circ})$	Wsin $\alpha$	b/cos $\alpha$	$\phi$	c	u
1	268.99	74.91	259.72	1.09	29.26	0.000	0.000
2	681.83	63.25	608.85	0.63	29.26	0.000	0.000
3	930.65	55.37	765.75	0.50	29.26	0.000	0.000
4	1118.67	48.87	842.67	0.43	29.26	0.000	0.000
5	1269.70	43.15	868.41	0.39	29.26	0.000	0.000
6	1394.18	37.93	857.03	0.36	31.61	0.000	0.000
7	1497.89	33.06	817.16	0.34	32.01	0.000	0.000
8	1668.69	28.45	794.95	0.32	32.01	0.000	0.000
9	1805.32	24.03	735.24	0.31	32.01	0.000	0.000
10	1793.86	19.76	606.59	0.30	32.01	0.000	0.000
11	1840.17	15.61	495.08	0.29	32.01	0.000	0.000
12	2122.04	11.53	424.28	0.29	32.01	0.000	0.000
13	1380.50	7.52	180.63	0.29	32.01	0.000	0.000
14	738.54	3.54	45.60	0.28	32.01	0.000	0.000
15	742.50	-0.42	-5.45	0.28	32.01	0.000	0.000
16	736.40	-4.38	-56.29	0.28	32.01	0.000	0.000
17	662.75	-8.37	-96.45	0.29	32.01	0.000	0.000
18	614.10	-12.39	-131.81	0.29	32.01	0.000	0.000
19	576.71	-16.48	-163.63	0.30	32.01	0.000	0.000
20	527.92	-20.66	-186.27	0.30	32.01	0.000	0.000
21	466.83	-24.96	-196.98	0.31	32.01	0.000	0.000
22	392.20	-29.41	-192.61	0.33	32.01	0.000	0.000
23	302.28	-34.07	-169.35	0.34	32.01	0.000	0.000
24	194.50	-39.01	-122.43	0.37	32.01	0.000	0.000
25	64.96	-44.32	-45.39	0.40	29.26	0.000	0.000

$\Sigma W_i = 23792,18$  [daN]

$\Sigma W_i \sin \alpha_i = 6935,28$  [daN]

$\Sigma W_i \cos \alpha_i \tan \phi_i = 12743,25$  [daN]

$\Sigma c_i b_i / \cos \alpha_i = 0,00$  [daN]

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE</b>		<i>Codice documento</i> ST0191_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20-06-2011

Stabilità globale muro + terreno

Combinazione n° 22

Le ascisse X sono considerate positive verso monte

Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto

Origine in testa al muro (spigolo contro terra)

W peso della striscia espresso in [daN]

$\alpha$  angolo fra la base della striscia e l'orizzontale espresso in [°] (positivo antiorario)

$\phi$  angolo d'attrito del terreno lungo la base della striscia

c coesione del terreno lungo la base della striscia espressa in [daN/cm<sup>2</sup>]

b larghezza della striscia espressa in [m]

u pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [daN/cm<sup>2</sup>]

Metodo di Fellenius

Numero di cerchi analizzati 36

Numero di strisce 25

Cerchio critico

Coordinate del centro X[m]= -0,77 Y[m]= 0,51

Raggio del cerchio R[m]= 4,11

Ascissa a valle del cerchio Xi[m]= -3,78

Ascissa a monte del cerchio Xs[m]= 3,32

Larghezza della striscia dx[m]= 0,28

Coefficiente di sicurezza C= 1.55

Le strisce sono numerate da monte verso valle

Caratteristiche delle strisce

Striscia	W	$\alpha$ (°)	Wsin $\alpha$	b/cos $\alpha$	$\phi$	c	u
1	268.99	74.91	259.72	1.09	29.26	0.000	0.000
2	681.83	63.25	608.85	0.63	29.26	0.000	0.000
3	930.65	55.37	765.75	0.50	29.26	0.000	0.000
4	1118.67	48.87	842.67	0.43	29.26	0.000	0.000
5	1269.70	43.15	868.41	0.39	29.26	0.000	0.000
6	1394.18	37.93	857.03	0.36	31.61	0.000	0.000
7	1497.89	33.06	817.16	0.34	32.01	0.000	0.000
8	1668.69	28.45	794.95	0.32	32.01	0.000	0.000
9	1805.32	24.03	735.24	0.31	32.01	0.000	0.000
10	1793.86	19.76	606.59	0.30	32.01	0.000	0.000
11	1840.17	15.61	495.08	0.29	32.01	0.000	0.000
12	2122.04	11.53	424.28	0.29	32.01	0.000	0.000
13	1380.50	7.52	180.63	0.29	32.01	0.000	0.000
14	738.54	3.54	45.60	0.28	32.01	0.000	0.000
15	742.50	-0.42	-5.45	0.28	32.01	0.000	0.000
16	736.40	-4.38	-56.29	0.28	32.01	0.000	0.000
17	662.75	-8.37	-96.45	0.29	32.01	0.000	0.000
18	614.10	-12.39	-131.81	0.29	32.01	0.000	0.000
19	576.71	-16.48	-163.63	0.30	32.01	0.000	0.000
20	527.92	-20.66	-186.27	0.30	32.01	0.000	0.000
21	466.83	-24.96	-196.98	0.31	32.01	0.000	0.000
22	392.20	-29.41	-192.61	0.33	32.01	0.000	0.000
23	302.28	-34.07	-169.35	0.34	32.01	0.000	0.000
24	194.50	-39.01	-122.43	0.37	32.01	0.000	0.000
25	64.96	-44.32	-45.39	0.40	29.26	0.000	0.000

$\Sigma W_i = 23792,18$  [daN]

$\Sigma W_i \sin \alpha_i = 6935,28$  [daN]

$\Sigma W_i \cos \alpha_i \tan \phi_i = 12743,25$  [daN]

$\Sigma c_i b_i / \cos \alpha_i = 0,00$  [daN]

COMBINAZIONE n° 23

**Peso muro favorevole e Peso terrapieno favorevole**

Valore della spinta statica 3537,04 [daN]

Componente orizzontale della spinta statica 3239,19 [daN]

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
<b>RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE</b>		<i>Codice documento</i> ST0191_F0.doc	<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						

Componente verticale della spinta statica	1420,67	[daN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 1,20	[m]	Y = -1,82	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	23,68	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	58,94	[°]		
Incremento sismico della spinta	953,83	[daN]		
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 1,20	[m]	Y = -1,55	[m]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	54,76	[°]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	7089,00	[daN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0,63	[m]	Y = -1,13	[m]
Inerzia del muro	397,31	[daN]		
Inerzia verticale del muro	198,66	[daN]		
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	634,71	[daN]		
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	317,36	[daN]		

#### Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	5144,72	[daN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	13846,29	[daN]
Resistenza passiva dente di fondazione	-6580,30	[daN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	13846,29	[daN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	5144,72	[daN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0,19	[m]
Lunghezza fondazione reagente	2,50	[m]
Risultante in fondazione	14771,19	[daN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	20,38	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-2642,92	[daNm]
Carico ultimo della fondazione	479600,16	[daN]

#### Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	2,50	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	0,3001	[daN/cm <sup>2</sup> ]
Tensione terreno allo spigolo di monte	0,8076	[daN/cm <sup>2</sup> ]

#### Fattori per il calcolo della capacità portante

**Coeff. capacità portante**  $N_c = 77.50$        $N_q = 61.55$        $N_\gamma = 80.93$

**Fattori forma**  $s_c = 1,00$     $s_q = 1,00$     $s_\gamma = 1,00$

I coefficienti N tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.

$N'_c = 77.50$        $N'_q = 61.55$        $N'_\gamma = 80.93$

#### **COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a scorrimento 1.56  
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo 34.64

Sollecitazioni paramento

#### Combinazione n° 23

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

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

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in daN

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

Nr.	Y	N	M	T
1	0,11	53,57	4,29	80,96
2	1,11	778,27	550,12	1072,21
3	2,30	1672,50	2800,77	2798,79

Sollecitazioni fondazione di valle

#### Combinazione n° 23

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

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in daNm

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE</b>		<i>Codice documento</i> ST0191_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20-06-2011

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

Nr.	X	M	T
1	0,00	0,00	0,00
2	1,10	1661,06	3429,45

Sollecitazioni fondazione di monte

Combinazione n° 23

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

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in daNm

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

Nr.	X	M	T
1	0,00	0,00	0,00
2	1,10	-244,16	-598,71

Armature e tensioni nei materiali del muro

Combinazione n° 23

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

B base della sezione espressa in [cm]

H altezza della sezione espressa in [cm]

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

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

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

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

CS coefficiente sicurezza sezione

VRcd Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [daN]

VRsd Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [daN]

VRd Resistenza al taglio, espresso in [daN]

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rsd</sub>
1	0,11	100, 20	10,05	10,05	149189	-11956	2784,86	10278	--	--
2	1,11	100, 30	10,05	10,05	17228	-12178	22,14	13112	--	--
3	2,30	100, 30	0,00	0,00	0	0	0,00	12558	--	--

Armature e tensioni nei materiali della fondazione

Combinazione n° 23

Simbologia adottata

B base della sezione espressa in [cm]

H altezza della sezione espressa in [cm]

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

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

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

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

CS coefficiente sicurezza sezione

VRcd Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [daN]

VRsd Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [daN]

VRd Resistenza al taglio, espresso in [daN]

Fondazione di valle

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

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rsd</sub>
1	0,00	100, 40	10,05	10,05	0	0	1000,00	15220	--	--
2	1,10	100, 40	10,05	10,05	0	14102	8,49	15220	--	--

Fondazione di monte

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

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
<b>RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE</b>		<i>Codice documento</i> ST0191_F0.doc	<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						

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rsd</sub>
1	0,00	100, 40	10,05	18,10	0	0	1000,00	15220	--	--
2	1,10	100, 40	10,05	10,05	0	-14102	57,76	15220	--	--

#### Verifica sperone di fondazione

Base sezione B= 100 cm Altezza sezione H=40 [cm]  
A<sub>fi</sub>=8,04 [cmq] A<sub>fs</sub>=8,04 [cmq]  
Sollecitazioni M=1372,6 [daNm] T=5144,7 [daN]  
Momento ultimo sezione M<sub>u</sub> = 11345,08 [daNm]  
Coeff. sicurezza sezione = 8,27

#### COMBINAZIONE n° 24

Valore della spinta statica 3537,04 [daN]  
Componente orizzontale della spinta statica 3239,19 [daN]  
Componente verticale della spinta statica 1420,67 [daN]  
Punto d'applicazione della spinta X = 1,20 [m] Y = -1,82 [m]  
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie 23,68 [°]  
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche 58,94 [°]  
  
Incremento sismico della spinta 644,73 [daN]  
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta X = 1,20 [m] Y = -1,55 [m]  
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche 54,32 [°]  
  
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte 7089,00 [daN]  
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte X = 0,63 [m] Y = -1,13 [m]  
Inerzia del muro 397,31 [daN]  
Inerzia verticale del muro -198,66 [daN]  
Inerzia del terrapieno fondazione di monte 634,71 [daN]  
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte -317,36 [daN]

#### Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale 4861,65 [daN]  
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale 12690,11 [daN]  
Resistenza passiva dente di fondazione -6080,87 [daN]  
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione 12690,11 [daN]  
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione 4861,65 [daN]  
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione -0,18 [m]  
Lunghezza fondazione reagente 2,50 [m]  
Risultante in fondazione 13589,50 [daN]  
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale) 20,96 [°]  
Momento rispetto al baricentro della fondazione -2344,77 [daNm]  
Carico ultimo della fondazione 482364,47 [daN]

#### Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente 2,50 [m]  
Tensione terreno allo spigolo di valle 0,2825 [daN/cm<sup>2</sup>]  
Tensione terreno allo spigolo di monte 0,7327 [daN/cm<sup>2</sup>]

#### Fattori per il calcolo della capacità portante

**Coeff. capacità portante** N<sub>c</sub> = 77.50 N<sub>q</sub> = 61.55 N<sub>γ</sub> = 80.93

**Fattori forma** s<sub>c</sub> = 1,00 s<sub>q</sub> = 1,00 s<sub>γ</sub> = 1,00

I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.

N'<sub>c</sub> = 77.50 N'<sub>q</sub> = 61.55 N'<sub>γ</sub> = 80.93

#### COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a scorrimento 1.52  
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo 38.01

Sollecitazioni paramento

#### Combinazione n° 24

L'ordinata Y (espressa in m) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro  
Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in daNm  
Sforzo normale positivo di compressione, espresso in daN

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE</b>		<i>Codice documento</i> ST0191_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20-06-2011

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

Nr.	Y	N	M	T
1	0,11	53,57	3,84	72,41
2	1,11	778,27	501,14	983,78
3	2,30	1672,50	2589,62	2615,18

Sollecitazioni fondazione di valle

Combinazione n° 24

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

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in daNm

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

Nr.	X	M	T
1	0,00	0,00	0,00
2	1,10	1503,64	3097,05

Sollecitazioni fondazione di monte

Combinazione n° 24

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

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in daNm

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

Nr.	X	M	T
1	0,00	0,00	0,00
2	1,10	-646,32	-1283,75

Armature e tensioni nei materiali del muro

Combinazione n° 24

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

B base della sezione espressa in [cm]

H altezza della sezione espressa in [cm]

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

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

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

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

CS coefficiente sicurezza sezione

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

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

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

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rs</sub>
1	0,11	100, 20	10,05	10,05	161682	-11575	3018,07	10278	--	--
2	1,11	100, 30	10,05	10,05	19288	-12420	24,78	13112	--	--
3	2,30	100, 30	0,00	0,00	0	0	0,00	12558	--	--

Armature e tensioni nei materiali della fondazione

Combinazione n° 24

Simbologia adottata

B base della sezione espressa in [cm]

H altezza della sezione espressa in [cm]

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

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

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

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

CS coefficiente sicurezza sezione

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE</b>		<i>Codice documento</i> ST0191_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20-06-2011

VRcd Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [daN]  
VRsd Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [daN]  
VRd Resistenza al taglio, espresso in [daN]

#### Fondazione di valle

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

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rsd</sub>
1	0,00	100, 40	10,05	10,05	0	0	1000,00	15220	--	--
2	1,10	100, 40	10,05	10,05	0	14102	9,38	15220	--	--

#### Fondazione di monte

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

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rsd</sub>
1	0,00	100, 40	10,05	18,10	0	0	1000,00	15220	--	--
2	1,10	100, 40	10,05	10,05	0	-14102	21,82	15220	--	--

#### Verifica sperone di fondazione

Base sezione B= 100 cm Altezza sezione H=40 [cm]  
A<sub>fi</sub>=8,04 [cmq] A<sub>fs</sub>=8,04 [cmq]  
Sollecitazioni M=1297,1 [daNm] T=4861,6 [daN]  
Momento ultimo sezione M<sub>u</sub> = 11345,08 [daNm]  
Coeff.sicurezza sezione = 8,75

#### COMBINAZIONE n° 25

Valore della spinta statica 4444,50 [daN]  
Componente orizzontale della spinta statica 4193,73 [daN]  
Componente verticale della spinta statica 1471,80 [daN]  
Punto d'applicazione della spinta X = 1,20 [m] Y = -1,83 [m]  
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie 19,34 [°]  
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche 55,62 [°]  
Incremento sismico della spinta 1094,63 [daN]  
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta X = 1,20 [m] Y = -1,55 [m]  
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche 51,00 [°]  
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte 7089,00 [daN]  
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte X = 0,63 [m] Y = -1,13 [m]  
Inerzia del muro 397,31 [daN]  
Inerzia verticale del muro 198,66 [daN]  
Inerzia del terrapieno fondazione di monte 634,71 [daN]  
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte 317,36 [daN]

#### Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale 6258,63 [daN]  
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale 13876,81 [daN]  
Resistenza passiva dente di fondazione -5489,77 [daN]  
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione 13876,81 [daN]  
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione 6258,63 [daN]  
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione -0,12 [m]  
Lunghezza fondazione reagente 2,50 [m]  
Risultante in fondazione 15222,88 [daN]  
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale) 24,28 [°]  
Momento rispetto al baricentro della fondazione -1674,89 [daNm]  
Carico ultimo della fondazione 185432,26 [daN]

#### Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente 2,50 [m]  
Tensione terreno allo spigolo di valle 0,3943 [daN/cm<sup>2</sup>]  
Tensione terreno allo spigolo di monte 0,7159 [daN/cm<sup>2</sup>]

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
<b>RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE</b>		<i>Codice documento</i> ST0191_F0.doc	<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						

Fattori per il calcolo della capacità portante

**Coeff. capacità portante**  $N_c = 77.50$   $N_q = 61.55$   $N_\gamma = 80.93$

**Fattori forma**  $s_c = 1,00$   $s_q = 1,00$   $s_\gamma = 1,00$

I coefficienti N tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.

$N'_c = 77.50$   $N'_q = 61.55$   $N'_\gamma = 80.93$

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a scorrimento 1.05

Coefficiente di sicurezza a carico ultimo 13.36

Sollecitazioni paramento

Combinazione n° 25

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

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

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in daN

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

Nr.	Y	N	M	T
1	0,11	53,57	5,31	100,22
2	1,11	778,27	683,56	1337,23
3	2,30	1672,50	3499,66	3510,04

Sollecitazioni fondazione di valle

Combinazione n° 25

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

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in daNm

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

Nr.	X	M	T
1	0,00	0,00	0,00
2	1,10	2065,76	4015,33

Sollecitazioni fondazione di monte

Combinazione n° 25

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

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in daNm

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

Nr.	X	M	T
1	0,00	0,00	0,00
2	1,10	-634,09	-1157,74

Armature e tensioni nei materiali del muro

Combinazione n° 25

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

B base della sezione espressa in [cm]

H altezza della sezione espressa in [cm]

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

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

$N_u$  sforzo normale ultimo espresso in [daN]

$M_u$  momento ultimo espresso in [daNm]

CS coefficiente sicurezza sezione

VRcd Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [daN]

VRsd Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [daN]

VRd Resistenza al taglio, espresso in [daN]

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
		<b>RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE</b>	<i>Codice documento</i> ST0191_F0.doc	<i>Rev</i> F0

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rsd</sub>
1	0,11	100, 20	10,05	10,05	125942	-12488	2350,93	10278	--	--
2	1,11	100, 30	10,05	10,05	13346	-11721	17,15	13112	--	--
3	2,30	100, 30	0,00	0,00	0	0	0,00	12558	--	--

Armature e tensioni nei materiali della fondazione

Combinazione n° 25

Simbologia adottata

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

Fondazione di valle

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

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rsd</sub>
1	0,00	100, 40	10,05	10,05	0	0	1000,00	15220	--	--
2	1,10	100, 40	10,05	10,05	0	14102	6,83	15220	--	--

Fondazione di monte

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

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rsd</sub>
1	0,00	100, 40	10,05	18,10	0	0	1000,00	15220	--	--
2	1,10	100, 40	10,05	10,05	0	-14102	22,24	15220	--	--

Verifica sperone di fondazione

Base sezione B= 100 cm    Altezza sezione H=40 [cm]  
A<sub>fi</sub>=8,04 [cmq]    A<sub>fs</sub>=8,04 [cmq]  
Sollecitazioni M=1669,8 [daNm]    T=6258,6 [daN]  
Momento ultimo sezione M<sub>u</sub> = 11345,08 [daNm]  
Coeff.sicurezza sezione = 6,79

COMBINAZIONE n° 26

Valore della spinta statica	4444,50 [daN]		
Componente orizzontale della spinta statica	4193,73 [daN]		
Componente verticale della spinta statica	1471,80 [daN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 1,20 [m]	Y = -1,83 [m]	
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	19,34 [°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	55,62 [°]		
Incremento sismico della spinta	705,55 [daN]		
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 1,20 [m]	Y = -1,55 [m]	
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	50,56 [°]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	7089,00 [daN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0,63 [m]	Y = -1,13 [m]	
Inerzia del muro	397,31 [daN]		
Inerzia verticale del muro	-198,66 [daN]		
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	634,71 [daN]		
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	-317,36 [daN]		

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
<b>RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE</b>		<i>Codice documento</i> ST0191_F0.doc	<table border="1"> <tr> <td><i>Rev</i></td> <td><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						

#### Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	5891,50	[daN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	12715,94	[daN]
Resistenza passiva dente di fondazione	-5069,65	[daN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	12715,94	[daN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	5891,50	[daN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0,12	[m]
Lunghezza fondazione reagente	2,50	[m]
Risultante in fondazione	14014,45	[daN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	24,86	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-1467,45	[daNm]
Carico ultimo della fondazione	186301,65	[daN]

#### Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	2,50	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	0,3678	[daN/cm <sup>2</sup> ]
Tensione terreno allo spigolo di monte	0,6495	[daN/cm <sup>2</sup> ]

#### Fattori per il calcolo della capacità portante

**Coeff. capacità portante**  $N_c = 77.50$        $N_q = 61.55$        $N_\gamma = 80.93$

**Fattori forma**  $s_c = 1,00$     $s_q = 1,00$     $s_\gamma = 1,00$

I coefficienti  $N'$  tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.

$N'_c = 77.50$        $N'_q = 61.55$        $N'_\gamma = 80.93$

#### COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a scorrimento 1.02

Coefficiente di sicurezza a carico ultimo 14.65

Sollecitazioni paramento

#### Combinazione n° 26

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

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

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in daN

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

Nr.	Y	N	M	T
1	0,11	53,57	4,72	89,16
2	1,11	778,27	620,26	1222,96
3	2,30	1672,50	3226,78	3272,77

Sollecitazioni fondazione di valle

#### Combinazione n° 26

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

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in daNm

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

Nr.	X	M	T
1	0,00	0,00	0,00
2	1,10	1869,97	3627,22

Sollecitazioni fondazione di monte

#### Combinazione n° 26

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

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in daNm

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

Nr.	X	M	T
1	0,00	0,00	0,00
2	1,10	-1000,16	-1791,20

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
		<b>RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE</b>	<i>Codice documento</i> ST0191_F0.doc	<i>Rev</i> F0

Armature e tensioni nei materiali del muro

Combinazione n° 26

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

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

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rsd</sub>
1	0,11	100, 20	10,05	10,05	138686	-12219	2588,80	10278	--	--
2	1,11	100, 30	10,05	10,05	14943	-11909	19,20	13112	--	--
3	2,30	100, 30	0,00	0,00	0	0	0,00	12558	--	--

Armature e tensioni nei materiali della fondazione

Combinazione n° 26

Simbologia adottata

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

Fondazione di valle

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

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rsd</sub>
1	0,00	100, 40	10,05	10,05	0	0	1000,00	15220	--	--
2	1,10	100, 40	10,05	10,05	0	14102	7,54	15220	--	--

Fondazione di monte

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

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rsd</sub>
1	0,00	100, 40	10,05	18,10	0	0	1000,00	15220	--	--
2	1,10	100, 40	10,05	10,05	0	-14102	14,10	15220	--	--

Verifica sperone di fondazione

Base sezione B= 100 cm Altezza sezione H=40 [cm]  
A<sub>fi</sub>=8,04 [cmq] A<sub>fs</sub>=8,04 [cmq]  
Sollecitazioni M=1571,9 [daNm] T=5891,5 [daN]  
Momento ultimo sezione M<sub>u</sub> = 11345,08 [daNm]  
Coeff.sicurezza sezione = 7,22

COMBINAZIONE n° 27

Valore della spinta statica 4444,50 [daN]  
Componente orizzontale della spinta statica 4193,73 [daN]  
Componente verticale della spinta statica 1471,80 [daN]

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
<b>RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE</b>		<i>Codice documento</i> ST0191_F0.doc	<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						

Punto d'applicazione della spinta      X = 1,20 [m]      Y = -1,83 [m]  
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie      19,34 [°]  
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche      55,62 [°]

Incremento sismico della spinta      705,55 [daN]  
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta      X = 1,20 [m]      Y = -1,55 [m]  
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche      50,56 [°]

Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte      7089,00 [daN]  
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte      X = 0,63 [m]      Y = -1,13 [m]  
Inerzia del muro      397,31 [daN]  
Inerzia verticale del muro      -198,66 [daN]  
Inerzia del terrapieno fondazione di monte      634,71 [daN]  
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte      -317,36 [daN]

**Risultanti**

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale      5891,50 [daN]  
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale      12715,94 [daN]  
Resistenza passiva dente di fondazione -5069,65 [daN]  
Momento ribaltante rispetto allo spigolo a valle      6550,47 [daNm]  
Momento stabilizzante rispetto allo spigolo a valle      23912,84 [daNm]  
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione      12715,94 [daN]  
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione      5891,50 [daN]  
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione -0,12 [m]  
Lunghezza fondazione reagente      2,50 [m]  
Risultante in fondazione      14014,45 [daN]  
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)      24,86 [°]  
Momento rispetto al baricentro della fondazione      -1467,45 [daNm]

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a ribaltamento 3.65

**COMBINAZIONE n° 28**

Valore della spinta statica      4444,50 [daN]  
Componente orizzontale della spinta statica      4193,73 [daN]  
Componente verticale della spinta statica      1471,80 [daN]  
Punto d'applicazione della spinta      X = 1,20 [m]      Y = -1,83 [m]  
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie      19,34 [°]  
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche      55,62 [°]

Incremento sismico della spinta      1094,63 [daN]  
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta      X = 1,20 [m]      Y = -1,55 [m]  
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche      51,00 [°]

Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte      7089,00 [daN]  
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte      X = 0,63 [m]      Y = -1,13 [m]  
Inerzia del muro      397,31 [daN]  
Inerzia verticale del muro      198,66 [daN]  
Inerzia del terrapieno fondazione di monte      634,71 [daN]  
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte      317,36 [daN]

**Risultanti**

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale      6258,63 [daN]  
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale      13876,81 [daN]  
Resistenza passiva dente di fondazione -5489,77 [daN]  
Momento ribaltante rispetto allo spigolo a valle      6093,70 [daNm]  
Momento stabilizzante rispetto allo spigolo a valle      25114,60 [daNm]  
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione      13876,81 [daN]  
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione      6258,63 [daN]  
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione -0,12 [m]  
Lunghezza fondazione reagente      2,50 [m]  
Risultante in fondazione      15222,88 [daN]  
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)      24,28 [°]  
Momento rispetto al baricentro della fondazione      -1674,89 [daNm]

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
<b>RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE</b>		<i>Codice documento</i> ST0191_F0.doc	<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						

### COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a ribaltamento 4.12

Stabilità globale muro + terreno

#### Combinazione n° 29

Le ascisse X sono considerate positive verso monte

Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto

Origine in testa al muro (spigolo contro terra)

W peso della striscia espresso in [daN]

$\alpha$  angolo fra la base della striscia e l'orizzontale espresso in [°] (positivo antiorario)

$\phi$  angolo d'attrito del terreno lungo la base della striscia

c coesione del terreno lungo la base della striscia espressa in [daN/cm<sup>2</sup>]

b larghezza della striscia espressa in [m]

u pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [daN/cm<sup>2</sup>]

Metodo di Fellenius

Numero di cerchi analizzati 36

Numero di strisce 25

Cerchio critico

Coordinate del centro X[m]= -1,02 Y[m]= 0,51

Raggio del cerchio R[m]= 4,24

Ascissa a valle del cerchio Xi[m]= -4,20

Ascissa a monte del cerchio Xs[m]= 3,19

Larghezza della striscia dx[m]= 0,30

Coefficiente di sicurezza C= 1.28

Le strisce sono numerate da monte verso valle

Caratteristiche delle strisce

Striscia	W	$\alpha(^{\circ})$	$W\sin\alpha$	$b/\cos\alpha$	$\phi$	c	u
1	886.65	75.04	856.61	1.15	29.26	0.000	0.000
2	1337.08	63.13	1192.75	0.65	29.26	0.000	0.000
3	1605.94	55.20	1318.67	0.52	29.26	0.000	0.000
4	1808.85	48.66	1358.13	0.45	29.26	0.000	0.000
5	1971.62	42.90	1342.17	0.40	30.04	0.000	0.000
6	2105.61	37.64	1286.01	0.37	32.01	0.000	0.000
7	2260.80	32.74	1222.68	0.35	32.01	0.000	0.000
8	2475.44	28.09	1165.72	0.34	32.01	0.000	0.000
9	2476.42	23.64	993.12	0.32	32.01	0.000	0.000
10	2531.28	19.34	838.25	0.31	32.01	0.000	0.000
11	2664.73	15.15	696.28	0.31	32.01	0.000	0.000
12	1595.91	11.04	305.52	0.30	32.01	0.000	0.000
13	825.32	6.98	100.34	0.30	32.01	0.000	0.000
14	839.05	2.97	43.41	0.30	32.01	0.000	0.000
15	841.70	-1.04	-15.25	0.30	32.01	0.000	0.000
16	765.84	-5.05	-67.37	0.30	32.01	0.000	0.000
17	730.93	-9.08	-115.35	0.30	32.01	0.000	0.000
18	699.91	-13.16	-159.35	0.30	32.01	0.000	0.000
19	656.94	-17.31	-195.46	0.31	32.01	0.000	0.000
20	601.26	-21.56	-220.90	0.32	32.01	0.000	0.000
21	531.83	-25.93	-232.56	0.33	32.01	0.000	0.000
22	447.16	-30.48	-226.79	0.34	32.01	0.000	0.000
23	345.12	-35.25	-199.17	0.36	32.01	0.000	0.000
24	222.58	-40.32	-144.02	0.39	32.01	0.000	0.000
25	74.66	-45.81	-53.54	0.42	29.26	0.000	0.000

$\Sigma W_i = 31302,64$  [daN]

$\Sigma W_i \sin\alpha_i = 11089,88$  [daN]

$\Sigma W_i \cos\alpha_i \tan\phi_i = 16086,09$  [daN]

$\Sigma c_i b_i / \cos\alpha_i = 0,00$  [daN]

Stabilità globale muro + terreno

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
<b>RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE</b>		<i>Codice documento</i> ST0191_F0.doc	<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						

#### Combinazione n° 30

Le ascisse X sono considerate positive verso monte

Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto

Origine in testa al muro (spigolo contro terra)

W peso della striscia espresso in [daN]  
 $\alpha$  angolo fra la base della striscia e l'orizzontale espresso in [°] (positivo antiorario)  
 $\phi$  angolo d'attrito del terreno lungo la base della striscia  
c coesione del terreno lungo la base della striscia espressa in [daN/cm<sup>2</sup>]  
b larghezza della striscia espressa in [m]  
u pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [daN/cm<sup>2</sup>]

Metodo di Fellenius

Numero di cerchi analizzati 36

Numero di strisce 25

Cerchio critico

Coordinate del centro X[m]= -1,02 Y[m]= 0,51

Raggio del cerchio R[m]= 4,24

Ascissa a valle del cerchio Xi[m]= -4,20

Ascissa a monte del cerchio Xs[m]= 3,19

Larghezza della striscia dx[m]= 0,30

Coefficiente di sicurezza C= 1.27

Le strisce sono numerate da monte verso valle

Caratteristiche delle strisce

Striscia	W	$\alpha(^{\circ})$	$W\sin\alpha$	$b/\cos\alpha$	$\phi$	c	u
1	886.65	75.04	856.61	1.15	29.26	0.000	0.000
2	1337.08	63.13	1192.75	0.65	29.26	0.000	0.000
3	1605.94	55.20	1318.67	0.52	29.26	0.000	0.000
4	1808.85	48.66	1358.13	0.45	29.26	0.000	0.000
5	1971.62	42.90	1342.17	0.40	30.04	0.000	0.000
6	2105.61	37.64	1286.01	0.37	32.01	0.000	0.000
7	2260.80	32.74	1222.68	0.35	32.01	0.000	0.000
8	2475.44	28.09	1165.72	0.34	32.01	0.000	0.000
9	2476.42	23.64	993.12	0.32	32.01	0.000	0.000
10	2531.28	19.34	838.25	0.31	32.01	0.000	0.000
11	2664.73	15.15	696.28	0.31	32.01	0.000	0.000
12	1595.91	11.04	305.52	0.30	32.01	0.000	0.000
13	825.32	6.98	100.34	0.30	32.01	0.000	0.000
14	839.05	2.97	43.41	0.30	32.01	0.000	0.000
15	841.70	-1.04	-15.25	0.30	32.01	0.000	0.000
16	765.84	-5.05	-67.37	0.30	32.01	0.000	0.000
17	730.93	-9.08	-115.35	0.30	32.01	0.000	0.000
18	699.91	-13.16	-159.35	0.30	32.01	0.000	0.000
19	656.94	-17.31	-195.46	0.31	32.01	0.000	0.000
20	601.26	-21.56	-220.90	0.32	32.01	0.000	0.000
21	531.83	-25.93	-232.56	0.33	32.01	0.000	0.000
22	447.16	-30.48	-226.79	0.34	32.01	0.000	0.000
23	345.12	-35.25	-199.17	0.36	32.01	0.000	0.000
24	222.58	-40.32	-144.02	0.39	32.01	0.000	0.000
25	74.66	-45.81	-53.54	0.42	29.26	0.000	0.000

$\Sigma W_i = 31302,64$  [daN]

$\Sigma W_i \sin\alpha_i = 11089,88$  [daN]

$\Sigma W_i \cos\alpha_i \tan\phi_i = 16086,09$  [daN]

$\Sigma c_i b_i / \cos\alpha_i = 0,00$  [daN]

#### COMBINAZIONE n° 31

Valore della spinta statica 3537,04 [daN]

Componente orizzontale della spinta statica 3239,19 [daN]

Componente verticale della spinta statica 1420,67 [daN]

Punto d'applicazione della spinta X = 1,20 [m] Y = -1,82 [m]

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
<b>RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE</b>		<i>Codice documento</i> ST0191_F0.doc	<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						

Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie 23,68 [°]  
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche 58,94 [°]

Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte 7089,00 [daN]  
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte X = 0,63 [m] Y = -1,13 [m]

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale 3239,19 [daN]  
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale 12947,17 [daN]  
Resistenza passiva dente di fondazione -5872,27 [daN]  
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione 12947,17 [daN]  
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione 3239,19 [daN]  
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione -0,32 [m]  
Lunghezza fondazione reagente 2,50 [m]  
Risultante in fondazione 13346,22 [daN]  
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale) 14,05 [°]  
Momento rispetto al baricentro della fondazione -4172,23 [daNm]  
Carico ultimo della fondazione 420110,27 [daN]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente 2,50 [m]  
Tensione terreno allo spigolo di valle 0,1174 [daN/cm<sup>2</sup>]  
Tensione terreno allo spigolo di monte 0,9184 [daN/cm<sup>2</sup>]

Fattori per il calcolo della capacità portante

**Coeff. capacità portante** N<sub>c</sub> = 77.50 N<sub>q</sub> = 61.55 N<sub>γ</sub> = 80.93

**Fattori forma** s<sub>c</sub> = 1,00 s<sub>q</sub> = 1,00 s<sub>γ</sub> = 1,00

I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.

N'<sub>c</sub> = 77.50 N'<sub>q</sub> = 61.55 N'<sub>γ</sub> = 80.93

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a scorrimento 2.31  
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo 32.45

Sollecitazioni paramento

Combinazione n° 31

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

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

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in daN

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

Nr.	Y	N	M	T
1	0,11	53,57	2,64	50,04
2	1,11	778,27	371,64	744,53
3	2,30	1672,50	2010,55	2100,33

Sollecitazioni fondazione di valle

Combinazione n° 31

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

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in daNm

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

Nr.	X	M	T
1	0,00	0,00	0,00
2	1,10	815,80	2129,47

Sollecitazioni fondazione di monte

Combinazione n° 31

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE</b>		<i>Codice documento</i> ST0191_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20-06-2011

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

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in daNm

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

Nr.	X	M	T
1	0,00	0,00	0,00
2	1,10	165,93	-89,96

Armature e tensioni nei materiali del muro

#### Combinazione n° 31

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

B	base della sezione espressa in [cm]
H	altezza della sezione espressa in [cm]
A <sub>fs</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [cmq]
A <sub>fi</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [cmq]
σ <sub>c</sub>	tensione nel calcestruzzo espressa in [daN/cmq]
τ <sub>c</sub>	tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [daN/cmq]
σ <sub>fs</sub>	tensione nell'armatura disposta sul lembo di monte in [daN/cmq]
σ <sub>fi</sub>	tensione nell'armatura disposta sul lembo di valle in [daN/cmq]

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	σ <sub>c</sub>	τ <sub>c</sub>	σ <sub>fs</sub>	σ <sub>fi</sub>
1	0,11	100, 20	10,05	10,05	0,06	0,03	0,03	-0,70
2	1,11	100, 30	10,05	10,05	3,62	0,32	114,64	-35,57
3	2,30	100, 30	0,00	0,00	0,00	0,92	0,00	0,00

Armature e tensioni nei materiali della fondazione

#### Combinazione n° 31

Simbologia adottata

B	base della sezione espressa in [cm]
H	altezza della sezione espressa in [cm]
A <sub>fi</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo inferiore in [cmq]
A <sub>fs</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo superiore in [cmq]
σ <sub>c</sub>	tensione nel calcestruzzo espressa in [daN/cmq]
τ <sub>c</sub>	tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [daN/cmq]
σ <sub>fi</sub>	tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo inferiore in [daN/cmq]
σ <sub>fs</sub>	tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo superiore in [daN/cmq]

#### Fondazione di valle

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

Nr.	X	B, H	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	σ <sub>c</sub>	τ <sub>c</sub>	σ <sub>fi</sub>	σ <sub>fs</sub>
1	0,00	100, 40	10,05	10,05	0,00	0,00	0,00	0,00
2	1,10	100, 40	10,05	10,05	4,63	0,68	237,49	-44,59

#### Fondazione di monte

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

Nr.	X	B, H	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	σ <sub>c</sub>	τ <sub>c</sub>	σ <sub>fi</sub>	σ <sub>fs</sub>
1	0,00	100, 40	10,05	18,10	0,00	0,00	0,00	0,00
2	1,10	100, 40	10,05	10,05	0,94	-0,03	48,30	-9,07

#### Verifica sperone di fondazione

Base sezione B= 100 cm Altezza sezione H=40 [cm]

A<sub>fi</sub>=8,04 [cmq] A<sub>fs</sub>=8,04 [cmq]

Sollecitazioni M=864,2 [daNm] T=3239,2 [daN]

Momento ultimo sezione M<sub>u</sub> = 11345,08 [daNm]

Coeff. sicurezza sezione = 13,13

Verifiche a fessurazione

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE</b>		<i>Codice documento</i> ST0191_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20-06-2011

**Combinazione n° 31**

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

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

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

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

 $M$  Momento agente nella sezione espressa in [daNm]

 $\epsilon_m$  deformazione media espressa in [%]

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

 $w$  Apertura media della fessura espressa in [mm]

Verifica fessurazione paramento

N°	Y	$A_{fs}$	$A_{fi}$	$M_{pf}$	M	$\epsilon_m$	$s_m$	w
1	0,00	10,05	10,05	-1116	0	0,0000	0,00	0,000
2	0,11	10,05	10,05	-1116	-3	0,0000	0,00	0,000
3	0,21	10,05	10,05	-1116	-11	0,0000	0,00	0,000
4	0,32	10,05	10,05	-1116	-25	0,0000	0,00	0,000
5	0,43	10,05	10,05	-1116	-46	0,0000	0,00	0,000
6	0,54	10,05	10,05	-1116	-75	0,0000	0,00	0,000
7	0,64	10,05	10,05	-1116	-110	0,0000	0,00	0,000
8	0,75	10,05	10,05	-1116	-154	0,0000	0,00	0,000
9	0,75	10,05	10,05	-2457	-160	0,0000	0,00	0,000
10	0,87	10,05	10,05	-2457	-219	0,0000	0,00	0,000
11	0,99	10,05	10,05	-2457	-289	0,0000	0,00	0,000
12	1,11	10,05	10,05	-2457	-372	0,0000	0,00	0,000
13	1,23	10,05	10,05	-2457	-467	0,0000	0,00	0,000
14	1,35	10,05	10,05	-2457	-576	0,0000	0,00	0,000
15	1,47	10,05	10,05	-2457	-698	0,0000	0,00	0,000
16	1,58	10,05	10,05	-2457	-836	0,0000	0,00	0,000
17	1,70	10,05	10,05	-2457	-989	0,0000	0,00	0,000
18	1,82	10,05	10,05	-2457	-1158	0,0000	0,00	0,000
19	1,94	10,05	10,05	-2457	-1344	0,0000	0,00	0,000
20	2,06	10,05	10,05	-2457	-1548	0,0000	0,00	0,000
21	2,18	10,05	0,00	-2409	-1770	0,0000	0,00	0,000
22	2,30	0,00	0,00	-2160	-2011	0,0000	0,00	0,000

Verifica fessurazione fondazione

N°	Y	$A_{fs}$	$A_{fi}$	$M_{pf}$	M	$\epsilon_m$	$s_m$	w
1	-1,30	10,05	10,05	-4282	0	0,0000	0,00	0,000
2	-1,19	10,05	10,05	4282	2	0,0000	0,00	0,000
3	-1,08	10,05	10,05	4282	10	0,0000	0,00	0,000
4	-0,97	10,05	10,05	4282	29	0,0000	0,00	0,000
5	-0,86	10,05	10,05	4282	62	0,0000	0,00	0,000
6	-0,75	10,05	10,05	4282	115	0,0000	0,00	0,000
7	-0,64	10,05	10,05	4282	191	0,0000	0,00	0,000
8	-0,53	10,05	10,05	4282	295	0,0000	0,00	0,000
9	-0,42	10,05	10,05	4282	431	0,0000	0,00	0,000
10	-0,31	10,05	10,05	4282	603	0,0000	0,00	0,000
11	-0,20	10,05	10,05	4282	816	0,0000	0,00	0,000
12	0,10	10,05	10,05	4282	166	0,0000	0,00	0,000
13	0,21	10,05	10,05	4282	168	0,0000	0,00	0,000
14	0,32	10,05	10,05	4282	156	0,0000	0,00	0,000
15	0,43	10,05	10,05	4282	134	0,0000	0,00	0,000
16	0,54	10,05	10,05	4282	108	0,0000	0,00	0,000
17	0,65	10,05	10,05	4282	80	0,0000	0,00	0,000
18	0,76	10,05	10,05	4282	56	0,0000	0,00	0,000
19	0,87	18,10	10,05	4340	38	0,0000	0,00	0,000
20	0,98	10,05	10,05	4282	20	0,0000	0,00	0,000
21	1,09	18,10	10,05	4340	6	0,0000	0,00	0,000
22	1,20	18,10	10,05	-4576	0	0,0000	0,00	0,000

**COMBINAZIONE n° 32**

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
<b>RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE</b>		<i>Codice documento</i> ST0191_F0.doc	<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						

Valore della spinta statica 3537,04 [daN]  
Componente orizzontale della spinta statica 3239,19 [daN]  
Componente verticale della spinta statica 1420,67 [daN]  
Punto d'applicazione della spinta X = 1,20 [m] Y = -1,82 [m]  
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie 23,68 [°]  
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche 58,94 [°]

Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte 7089,00 [daN]  
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte X = 0,63 [m] Y = -1,13 [m]

**Risultanti**

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale 3239,19 [daN]  
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale 12947,17 [daN]  
Resistenza passiva dente di fondazione -5872,27 [daN]  
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione 12947,17 [daN]  
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione 3239,19 [daN]  
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione -0,32 [m]  
Lunghezza fondazione reagente 2,50 [m]  
Risultante in fondazione 13346,22 [daN]  
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale) 14,05 [°]  
Momento rispetto al baricentro della fondazione -4172,23 [daNm]  
Carico ultimo della fondazione 420110,27 [daN]

**Tensioni sul terreno**

Lunghezza fondazione reagente 2,50 [m]  
Tensione terreno allo spigolo di valle 0,1174 [daN/cm<sup>2</sup>]  
Tensione terreno allo spigolo di monte 0,9184 [daN/cm<sup>2</sup>]

**Fattori per il calcolo della capacità portante**

**Coeff. capacità portante** N<sub>c</sub> = 77.50 N<sub>q</sub> = 61.55 N<sub>γ</sub> = 80.93

**Fattori forma** s<sub>c</sub> = 1,00 s<sub>q</sub> = 1,00 s<sub>γ</sub> = 1,00

I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.

N'<sub>c</sub> = 77.50 N'<sub>q</sub> = 61.55 N'<sub>γ</sub> = 80.93

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a scorrimento 2.31  
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo 32.45

Sollecitazioni paramento

**Combinazione n° 32**

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

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

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in daN

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

Nr.	Y	N	M	T
1	0,11	53,57	2,64	50,04
2	1,11	778,27	371,64	744,53
3	2,30	1672,50	2010,55	2100,33

Sollecitazioni fondazione di valle

**Combinazione n° 32**

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

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in daNm

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

Nr.	X	M	T
1	0,00	0,00	0,00
2	1,10	815,80	2129,47

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
<b>RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE</b>		<i>Codice documento</i> ST0191_F0.doc	<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						

Sollecitazioni fondazione di monte

Combinazione n° 32

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

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in daNm

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

Nr.	X	M	T
1	0,00	0,00	0,00
2	1,10	165,93	-89,96

Armature e tensioni nei materiali del muro

Combinazione n° 32

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

B base della sezione espressa in [cm]

H altezza della sezione espressa in [cm]

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

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

σ<sub>c</sub> tensione nel calcestruzzo espressa in [daN/cm<sup>2</sup>]

τ<sub>c</sub> tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [daN/cm<sup>2</sup>]

σ<sub>fs</sub> tensione nell'armatura disposta sul lembo di monte in [daN/cm<sup>2</sup>]

σ<sub>fi</sub> tensione nell'armatura disposta sul lembo di valle in [daN/cm<sup>2</sup>]

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	σ <sub>c</sub>	τ <sub>c</sub>	σ <sub>fs</sub>	σ <sub>fi</sub>
1	0,11	100, 20	10,05	10,05	0,06	0,03	0,03	-0,70
2	1,11	100, 30	10,05	10,05	3,62	0,32	114,64	-35,57
3	2,30	100, 30	0,00	0,00	0,00	0,92	0,00	0,00

Armature e tensioni nei materiali della fondazione

Combinazione n° 32

Simbologia adottata

B base della sezione espressa in [cm]

H altezza della sezione espressa in [cm]

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

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

σ<sub>c</sub> tensione nel calcestruzzo espressa in [daN/cm<sup>2</sup>]

τ<sub>c</sub> tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [daN/cm<sup>2</sup>]

σ<sub>fi</sub> tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo inferiore in [daN/cm<sup>2</sup>]

σ<sub>fs</sub> tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo superiore in [daN/cm<sup>2</sup>]

Fondazione di valle

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

Nr.	X	B, H	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	σ <sub>c</sub>	τ <sub>c</sub>	σ <sub>fi</sub>	σ <sub>fs</sub>
1	0,00	100, 40	10,05	10,05	0,00	0,00	0,00	0,00
2	1,10	100, 40	10,05	10,05	4,63	0,68	237,49	-44,59

Fondazione di monte

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

Nr.	X	B, H	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	σ <sub>c</sub>	τ <sub>c</sub>	σ <sub>fi</sub>	σ <sub>fs</sub>
1	0,00	100, 40	10,05	18,10	0,00	0,00	0,00	0,00
2	1,10	100, 40	10,05	10,05	0,94	-0,03	48,30	-9,07

Verifica sperone di fondazione

Base sezione B= 100 cm Altezza sezione H=40 [cm]

A<sub>fi</sub>=8,04 [cmq] A<sub>fs</sub>=8,04 [cmq]

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
<b>RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE</b>		<i>Codice documento</i> ST0191_F0.doc	<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						

Sollecitazioni  $M=864,2$  [daNm]       $T=3239,2$  [daN]  
Momento ultimo sezione  $M_u = 11345,08$  [daNm]  
Coeff. sicurezza sezione = 13,13

Verifiche a fessurazione

Combinazione n° 32

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

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

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

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

$M$  Momento agente nella sezione espressa in [daNm]

$\epsilon_m$  deformazione media espressa in [%]

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

$w$  Apertura media della fessura espressa in [mm]

Verifica fessurazione paramento

N°	Y	$A_{fs}$	$A_{fi}$	$M_{pf}$	M	$\epsilon_m$	$S_m$	w
1	0,00	10,05	10,05	-1116	0	0,0000	0,00	0,000
2	0,11	10,05	10,05	-1116	-3	0,0000	0,00	0,000
3	0,21	10,05	10,05	-1116	-11	0,0000	0,00	0,000
4	0,32	10,05	10,05	-1116	-25	0,0000	0,00	0,000
5	0,43	10,05	10,05	-1116	-46	0,0000	0,00	0,000
6	0,54	10,05	10,05	-1116	-75	0,0000	0,00	0,000
7	0,64	10,05	10,05	-1116	-110	0,0000	0,00	0,000
8	0,75	10,05	10,05	-1116	-154	0,0000	0,00	0,000
9	0,75	10,05	10,05	-2457	-160	0,0000	0,00	0,000
10	0,87	10,05	10,05	-2457	-219	0,0000	0,00	0,000
11	0,99	10,05	10,05	-2457	-289	0,0000	0,00	0,000
12	1,11	10,05	10,05	-2457	-372	0,0000	0,00	0,000
13	1,23	10,05	10,05	-2457	-467	0,0000	0,00	0,000
14	1,35	10,05	10,05	-2457	-576	0,0000	0,00	0,000
15	1,47	10,05	10,05	-2457	-698	0,0000	0,00	0,000
16	1,58	10,05	10,05	-2457	-836	0,0000	0,00	0,000
17	1,70	10,05	10,05	-2457	-989	0,0000	0,00	0,000
18	1,82	10,05	10,05	-2457	-1158	0,0000	0,00	0,000
19	1,94	10,05	10,05	-2457	-1344	0,0000	0,00	0,000
20	2,06	10,05	10,05	-2457	-1548	0,0000	0,00	0,000
21	2,18	10,05	0,00	-2409	-1770	0,0000	0,00	0,000
22	2,30	0,00	0,00	-2160	-2011	0,0000	0,00	0,000

Verifica fessurazione fondazione

N°	Y	$A_{fs}$	$A_{fi}$	$M_{pf}$	M	$\epsilon_m$	$S_m$	w
1	-1,30	10,05	10,05	-4282	0	0,0000	0,00	0,000
2	-1,19	10,05	10,05	4282	2	0,0000	0,00	0,000
3	-1,08	10,05	10,05	4282	10	0,0000	0,00	0,000
4	-0,97	10,05	10,05	4282	29	0,0000	0,00	0,000
5	-0,86	10,05	10,05	4282	62	0,0000	0,00	0,000
6	-0,75	10,05	10,05	4282	115	0,0000	0,00	0,000
7	-0,64	10,05	10,05	4282	191	0,0000	0,00	0,000
8	-0,53	10,05	10,05	4282	295	0,0000	0,00	0,000
9	-0,42	10,05	10,05	4282	431	0,0000	0,00	0,000
10	-0,31	10,05	10,05	4282	603	0,0000	0,00	0,000
11	-0,20	10,05	10,05	4282	816	0,0000	0,00	0,000
12	0,10	10,05	10,05	4282	166	0,0000	0,00	0,000
13	0,21	10,05	10,05	4282	168	0,0000	0,00	0,000
14	0,32	10,05	10,05	4282	156	0,0000	0,00	0,000
15	0,43	10,05	10,05	4282	134	0,0000	0,00	0,000
16	0,54	10,05	10,05	4282	108	0,0000	0,00	0,000
17	0,65	10,05	10,05	4282	80	0,0000	0,00	0,000
18	0,76	10,05	10,05	4282	56	0,0000	0,00	0,000
19	0,87	18,10	10,05	4340	38	0,0000	0,00	0,000
20	0,98	10,05	10,05	4282	20	0,0000	0,00	0,000

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
<b>RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE</b>		<i>Codice documento</i> ST0191_F0.doc	<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						

21	1,09	18,10	10,05	4340	6	0,0000	0,00	0,000
22	1,20	18,10	10,05	-4576	0	0,0000	0,00	0,000

#### COMBINAZIONE n° 33

Valore della spinta statica	3537,04	[daN]		
Componente orizzontale della spinta statica	3239,19	[daN]		
Componente verticale della spinta statica	1420,67	[daN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 1,20	[m]	Y = -1,82	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	23,68	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	58,94	[°]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	7089,00	[daN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0,63	[m]	Y = -1,13	[m]

#### Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	3239,19	[daN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	12947,17	[daN]
Resistenza passiva dente di fondazione	-5872,27	[daN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	12947,17	[daN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	3239,19	[daN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0,32	[m]
Lunghezza fondazione reagente	2,50	[m]
Risultante in fondazione	13346,22	[daN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	14,05	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-4172,23	[daNm]
Carico ultimo della fondazione	420110,27	[daN]

#### Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	2,50	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	0,1174	[daN/cm <sup>2</sup> ]
Tensione terreno allo spigolo di monte	0,9184	[daN/cm <sup>2</sup> ]

#### Fattori per il calcolo della capacità portante

**Coeff. capacità portante**  $N_c = 77.50$   $N_q = 61.55$   $N_\gamma = 80.93$

**Fattori forma**  $s_c = 1,00$   $s_q = 1,00$   $s_\gamma = 1,00$

I coefficienti  $N'$  tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.

$N'_c = 77.50$   $N'_q = 61.55$   $N'_\gamma = 80.93$

#### **COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a scorrimento 2.31  
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo 32.45

Sollecitazioni paramento

#### Combinazione n° 33

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

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

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in daN

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

Nr.	Y	N	M	T
1	0,11	53,57	2,64	50,04
2	1,11	778,27	371,64	744,53
3	2,30	1672,50	2010,55	2100,33

Sollecitazioni fondazione di valle

#### Combinazione n° 33

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

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in daNm

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

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>	
		<b>RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE</b>	<i>Codice documento</i> ST0191_F0.doc

Nr.	X	M	T
1	0,00	0,00	0,00
2	1,10	815,80	2129,47

Sollecitazioni fondazione di monte

Combinazione n° 33

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

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in daNm

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

Nr.	X	M	T
1	0,00	0,00	0,00
2	1,10	165,93	-89,96

Armature e tensioni nei materiali del muro

Combinazione n° 33

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

B base della sezione espressa in [cm]

H altezza della sezione espressa in [cm]

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

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

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

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

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

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

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	σ <sub>c</sub>	τ <sub>c</sub>	σ <sub>fs</sub>	σ <sub>fi</sub>
1	0,11	100, 20	10,05	10,05	0,06	0,03	0,03	-0,70
2	1,11	100, 30	10,05	10,05	3,62	0,32	114,64	-35,57
3	2,30	100, 30	0,00	0,00	0,00	0,92	0,00	0,00

Armature e tensioni nei materiali della fondazione

Combinazione n° 33

Simbologia adottata

B base della sezione espressa in [cm]

H altezza della sezione espressa in [cm]

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

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

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

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

σ<sub>fi</sub> tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo inferiore in [daN/cmq]

σ<sub>fs</sub> tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo superiore in [daN/cmq]

Fondazione di valle

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

Nr.	X	B, H	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	σ <sub>c</sub>	τ <sub>c</sub>	σ <sub>fi</sub>	σ <sub>fs</sub>
1	0,00	100, 40	10,05	10,05	0,00	0,00	0,00	0,00
2	1,10	100, 40	10,05	10,05	4,63	0,68	237,49	-44,59

Fondazione di monte

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

Nr.	X	B, H	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	σ <sub>c</sub>	τ <sub>c</sub>	σ <sub>fi</sub>	σ <sub>fs</sub>
1	0,00	100, 40	10,05	18,10	0,00	0,00	0,00	0,00

2      1,10      100,40      10,05      10,05      0,94      -0,03      48,30      -9,07

Verifica sperone di fondazione

Base sezione B= 100 cm      Altezza sezione H=40 [cm]  
 $A_{fs}=8,04$  [cmq]       $A_{fi}=8,04$  [cmq]  
 Sollecitazioni M=864,2 [daNm]      T=3239,2 [daN]  
 Momento ultimo sezione  $M_u = 11345,08$  [daNm]  
 Coeff.sicurezza sezione = 13,13

Verifiche a fessurazione

Combinazione n° 33

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

$A_{fs}$       area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [cmq]  
 $A_{fi}$       area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [cmq]  
 $M_{pf}$       Momento di prima fessurazione espressa in [daNm]  
 M      Momento agente nella sezione espressa in [daNm]  
 $\epsilon_m$       deformazione media espressa in [%]  
 $s_m$       Distanza media tra le fessure espressa in [mm]  
 w      Apertura media della fessura espressa in [mm]

Verifica fessurazione paramento

N°	Y	$A_{fs}$	$A_{fi}$	$M_{pf}$	M	$\epsilon_m$	$s_m$	w
1	0,00	10,05	10,05	-1116	0	0,0000	0,00	0,000
2	0,11	10,05	10,05	-1116	-3	0,0000	0,00	0,000
3	0,21	10,05	10,05	-1116	-11	0,0000	0,00	0,000
4	0,32	10,05	10,05	-1116	-25	0,0000	0,00	0,000
5	0,43	10,05	10,05	-1116	-46	0,0000	0,00	0,000
6	0,54	10,05	10,05	-1116	-75	0,0000	0,00	0,000
7	0,64	10,05	10,05	-1116	-110	0,0000	0,00	0,000
8	0,75	10,05	10,05	-1116	-154	0,0000	0,00	0,000
9	0,75	10,05	10,05	-2457	-160	0,0000	0,00	0,000
10	0,87	10,05	10,05	-2457	-219	0,0000	0,00	0,000
11	0,99	10,05	10,05	-2457	-289	0,0000	0,00	0,000
12	1,11	10,05	10,05	-2457	-372	0,0000	0,00	0,000
13	1,23	10,05	10,05	-2457	-467	0,0000	0,00	0,000
14	1,35	10,05	10,05	-2457	-576	0,0000	0,00	0,000
15	1,47	10,05	10,05	-2457	-698	0,0000	0,00	0,000
16	1,58	10,05	10,05	-2457	-836	0,0000	0,00	0,000
17	1,70	10,05	10,05	-2457	-989	0,0000	0,00	0,000
18	1,82	10,05	10,05	-2457	-1158	0,0000	0,00	0,000
19	1,94	10,05	10,05	-2457	-1344	0,0000	0,00	0,000
20	2,06	10,05	10,05	-2457	-1548	0,0000	0,00	0,000
21	2,18	10,05	0,00	-2409	-1770	0,0000	0,00	0,000
22	2,30	0,00	0,00	-2160	-2011	0,0000	0,00	0,000

Verifica fessurazione fondazione

N°	Y	$A_{fs}$	$A_{fi}$	$M_{pf}$	M	$\epsilon_m$	$s_m$	w
1	-1,30	10,05	10,05	-4282	0	0,0000	0,00	0,000
2	-1,19	10,05	10,05	4282	2	0,0000	0,00	0,000
3	-1,08	10,05	10,05	4282	10	0,0000	0,00	0,000
4	-0,97	10,05	10,05	4282	29	0,0000	0,00	0,000
5	-0,86	10,05	10,05	4282	62	0,0000	0,00	0,000
6	-0,75	10,05	10,05	4282	115	0,0000	0,00	0,000
7	-0,64	10,05	10,05	4282	191	0,0000	0,00	0,000
8	-0,53	10,05	10,05	4282	295	0,0000	0,00	0,000
9	-0,42	10,05	10,05	4282	431	0,0000	0,00	0,000
10	-0,31	10,05	10,05	4282	603	0,0000	0,00	0,000
11	-0,20	10,05	10,05	4282	816	0,0000	0,00	0,000
12	0,10	10,05	10,05	4282	166	0,0000	0,00	0,000
13	0,21	10,05	10,05	4282	168	0,0000	0,00	0,000
14	0,32	10,05	10,05	4282	156	0,0000	0,00	0,000
15	0,43	10,05	10,05	4282	134	0,0000	0,00	0,000

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE</b>		<i>Codice documento</i> ST0191_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20-06-2011

16	0,54	10,05	10,05	4282	108	0,0000	0,00	0,000
17	0,65	10,05	10,05	4282	80	0,0000	0,00	0,000
18	0,76	10,05	10,05	4282	56	0,0000	0,00	0,000
19	0,87	18,10	10,05	4340	38	0,0000	0,00	0,000
20	0,98	10,05	10,05	4282	20	0,0000	0,00	0,000
21	1,09	18,10	10,05	4340	6	0,0000	0,00	0,000
22	1,20	18,10	10,05	-4576	0	0,0000	0,00	0,000

#### COMBINAZIONE n° 34

Valore della spinta statica	3537,04	[daN]			
Componente orizzontale della spinta statica	3239,19	[daN]			
Componente verticale della spinta statica	1420,67	[daN]			
Punto d'applicazione della spinta	X = 1,20	[m]	Y = -1,82	[m]	
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie			23,68	[°]	
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	58,94	[°]			
Incremento sismico della spinta	177,29	[daN]			
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 1,20	[m]	Y = -1,55	[m]	
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	58,13	[°]			
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	7089,00	[daN]			
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0,63	[m]	Y = -1,13	[m]	
Inerzia del muro	78,76	[daN]			
Inerzia verticale del muro	39,38	[daN]			
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	125,83	[daN]			
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	62,91	[daN]			

#### Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	3606,14	[daN]			
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	13120,67	[daN]			
Resistenza passiva dente di fondazione	-6009,17	[daN]			
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	13120,67	[daN]			
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	3606,14	[daN]			
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0,30	[m]			
Lunghezza fondazione reagente	2,50	[m]			
Risultante in fondazione	13607,21	[daN]			
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	15,37	[°]			
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-3875,59	[daNm]			
Carico ultimo della fondazione	432277,71	[daN]			

#### Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	2,50	[m]			
Tensione terreno allo spigolo di valle	0,1528	[daN/cm <sup>2</sup> ]			
Tensione terreno allo spigolo di monte	0,8969	[daN/cm <sup>2</sup> ]			

#### Fattori per il calcolo della capacità portante

**Coeff. capacità portante**  $N_c = 77.50$   $N_q = 61.55$   $N_\gamma = 80.93$

**Fattori forma**  $s_c = 1,00$   $s_q = 1,00$   $s_\gamma = 1,00$

I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.

$N'_c = 77.50$   $N'_q = 61.55$   $N'_\gamma = 80.93$

#### COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a scorrimento 2.11  
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo 32.95

Sollecitazioni paramento

#### Combinazione n° 34

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

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

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in daN

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

**Nr.**      **Y**      **N**      **M**      **T**

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
<b>RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE</b>		<i>Codice documento</i> ST0191_F0.doc	<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						

1	0,11	53,57	2,95	55,85
2	1,11	778,27	405,17	806,15
3	2,30	1672,50	2159,24	2231,86

Sollecitazioni fondazione di valle

Combinazione n° 34

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

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in daNm

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

Nr.	X	M	T
1	0,00	0,00	0,00
2	1,10	979,54	2381,23

Sollecitazioni fondazione di monte

Combinazione n° 34

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

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in daNm

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

Nr.	X	M	T
1	0,00	0,00	0,00
2	1,10	86,17	-189,04

Armature e tensioni nei materiali del muro

Combinazione n° 34

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

B base della sezione espressa in [cm]

H altezza della sezione espressa in [cm]

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

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

σ<sub>c</sub> tensione nel calcestruzzo espressa in [daN/cm<sup>2</sup>]

τ<sub>c</sub> tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [daN/cm<sup>2</sup>]

σ<sub>fs</sub> tensione nell'armatura disposta sul lembo di monte in [daN/cm<sup>2</sup>]

σ<sub>fi</sub> tensione nell'armatura disposta sul lembo di valle in [daN/cm<sup>2</sup>]

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	σ <sub>c</sub>	τ <sub>c</sub>	σ <sub>fs</sub>	σ <sub>fi</sub>
1	0,11	100, 20	10,05	10,05	0,06	0,04	0,12	-0,75
2	1,11	100, 30	10,05	10,05	3,94	0,35	128,12	-38,33
3	2,30	100, 30	0,00	0,00	0,00	0,97	0,00	0,00

Armature e tensioni nei materiali della fondazione

Combinazione n° 34

Simbologia adottata

B base della sezione espressa in [cm]

H altezza della sezione espressa in [cm]

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

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

σ<sub>c</sub> tensione nel calcestruzzo espressa in [daN/cm<sup>2</sup>]

τ<sub>c</sub> tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [daN/cm<sup>2</sup>]

σ<sub>fi</sub> tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo inferiore in [daN/cm<sup>2</sup>]

σ<sub>fs</sub> tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo superiore in [daN/cm<sup>2</sup>]

Fondazione di valle

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

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
		<b>RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE</b>	<i>Codice documento</i> ST0191_F0.doc	<i>Rev</i> F0

Nr.	X	B, H	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	σ <sub>c</sub>	τ <sub>c</sub>	σ <sub>fi</sub>	σ <sub>fs</sub>
1	0,00	100, 40	10,05	10,05	0,00	0,00	0,00	0,00
2	1,10	100, 40	10,05	10,05	5,56	0,76	285,16	-53,53

#### Fondazione di monte

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

Nr.	X	B, H	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	σ <sub>c</sub>	τ <sub>c</sub>	σ <sub>fi</sub>	σ <sub>fs</sub>
1	0,00	100, 40	10,05	18,10	0,00	0,00	0,00	0,00
2	1,10	100, 40	10,05	10,05	0,49	-0,06	25,08	-4,71

#### Verifica sperone di fondazione

Base sezione B= 100 cm Altezza sezione H=40 [cm]  
A<sub>fi</sub>=8,04 [cmq] A<sub>fs</sub>=8,04 [cmq]  
Sollecitazioni M=962,1 [daNm] T=3606,1 [daN]  
Momento ultimo sezione M<sub>u</sub> = 11345,08 [daNm]  
Coeff.sicurezza sezione = 11,79

Verifiche a fessurazione

#### Combinazione n° 34

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

A<sub>fs</sub> area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [cmq]  
A<sub>fi</sub> area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [cmq]  
M<sub>pf</sub> Momento di prima fessurazione espressa in [daNm]  
M Momento agente nella sezione espressa in [daNm]  
ε<sub>m</sub> deformazione media espressa in [%]  
s<sub>m</sub> Distanza media tra le fessure espressa in [mm]  
w Apertura media della fessura espressa in [mm]

#### Verifica fessurazione paramento

N°	Y	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	M <sub>pf</sub>	M	ε <sub>m</sub>	s <sub>m</sub>	w
1	0,00	10,05	10,05	-1116	0	0,0000	0,00	0,000
2	0,11	10,05	10,05	-1116	-3	0,0000	0,00	0,000
3	0,21	10,05	10,05	-1116	-12	0,0000	0,00	0,000
4	0,32	10,05	10,05	-1116	-28	0,0000	0,00	0,000
5	0,43	10,05	10,05	-1116	-51	0,0000	0,00	0,000
6	0,54	10,05	10,05	-1116	-82	0,0000	0,00	0,000
7	0,64	10,05	10,05	-1116	-122	0,0000	0,00	0,000
8	0,75	10,05	10,05	-1116	-170	0,0000	0,00	0,000
9	0,75	10,05	10,05	-2457	-175	0,0000	0,00	0,000
10	0,87	10,05	10,05	-2457	-239	0,0000	0,00	0,000
11	0,99	10,05	10,05	-2457	-316	0,0000	0,00	0,000
12	1,11	10,05	10,05	-2457	-405	0,0000	0,00	0,000
13	1,23	10,05	10,05	-2457	-508	0,0000	0,00	0,000
14	1,35	10,05	10,05	-2457	-625	0,0000	0,00	0,000
15	1,47	10,05	10,05	-2457	-758	0,0000	0,00	0,000
16	1,58	10,05	10,05	-2457	-906	0,0000	0,00	0,000
17	1,70	10,05	10,05	-2457	-1070	0,0000	0,00	0,000
18	1,82	10,05	10,05	-2457	-1251	0,0000	0,00	0,000
19	1,94	10,05	10,05	-2457	-1450	0,0000	0,00	0,000
20	2,06	10,05	10,05	-2457	-1667	0,0000	0,00	0,000
21	2,18	10,05	0,00	-2409	-1903	0,0000	0,00	0,000
22	2,30	0,00	0,00	-2160	-2159	0,0000	0,00	0,000

#### Verifica fessurazione fondazione

N°	Y	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	M <sub>pf</sub>	M	ε <sub>m</sub>	s <sub>m</sub>	w
1	-1,30	10,05	10,05	-4282	0	0,0000	0,00	0,000
2	-1,19	10,05	10,05	4282	4	0,0000	0,00	0,000
3	-1,08	10,05	10,05	4282	18	0,0000	0,00	0,000
4	-0,97	10,05	10,05	4282	47	0,0000	0,00	0,000
5	-0,86	10,05	10,05	4282	93	0,0000	0,00	0,000

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
<b>RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE</b>		<i>Codice documento</i> ST0191_F0.doc	<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						

6	-0,75	10,05	10,05	4282	162	0,0000	0,00	0,000
7	-0,64	10,05	10,05	4282	258	0,0000	0,00	0,000
8	-0,53	10,05	10,05	4282	383	0,0000	0,00	0,000
9	-0,42	10,05	10,05	4282	542	0,0000	0,00	0,000
10	-0,31	10,05	10,05	4282	740	0,0000	0,00	0,000
11	-0,20	10,05	10,05	4282	980	0,0000	0,00	0,000
12	0,10	10,05	10,05	4282	86	0,0000	0,00	0,000
13	0,21	10,05	10,05	4282	99	0,0000	0,00	0,000
14	0,32	10,05	10,05	4282	98	0,0000	0,00	0,000
15	0,43	10,05	10,05	4282	88	0,0000	0,00	0,000
16	0,54	10,05	10,05	4282	72	0,0000	0,00	0,000
17	0,65	10,05	10,05	4282	54	0,0000	0,00	0,000
18	0,76	10,05	10,05	4282	39	0,0000	0,00	0,000
19	0,87	18,10	10,05	4340	27	0,0000	0,00	0,000
20	0,98	10,05	10,05	4282	15	0,0000	0,00	0,000
21	1,09	18,10	10,05	4340	4	0,0000	0,00	0,000
22	1,20	18,10	10,05	-4576	0	0,0000	0,00	0,000

#### COMBINAZIONE n° 35

Valore della spinta statica	3537,04	[daN]		
Componente orizzontale della spinta statica	3239,19	[daN]		
Componente verticale della spinta statica	1420,67	[daN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 1,20	[m]	Y = -1,82	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	23,68	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	58,94	[°]		
Incremento sismico della spinta	114,56	[daN]		
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 1,20	[m]	Y = -1,55	[m]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	58,13	[°]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	7089,00	[daN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0,63	[m]	Y = -1,13	[m]
Inerzia del muro	78,76	[daN]		
Inerzia verticale del muro	-39,38	[daN]		
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	125,83	[daN]		
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	-62,91	[daN]		

#### Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	3548,69	[daN]		
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	12890,89	[daN]		
Resistenza passiva dente di fondazione	-5909,74	[daN]		
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	12890,89	[daN]		
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	3548,69	[daN]		
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0,30	[m]		
Lunghezza fondazione reagente	2,50	[m]		
Risultante in fondazione	13370,42	[daN]		
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	15,39	[°]		
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-3817,28	[daNm]		
Carico ultimo della fondazione	431941,52	[daN]		

#### Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	2,50	[m]		
Tensione terreno allo spigolo di valle	0,1492	[daN/cm <sup>2</sup> ]		
Tensione terreno allo spigolo di monte	0,8821	[daN/cm <sup>2</sup> ]		

#### Fattori per il calcolo della capacità portante

**Coeff. capacità portante**  $N_c = 77.50$   $N_q = 61.55$   $N_\gamma = 80.93$

**Fattori forma**  $s_c = 1,00$   $s_q = 1,00$   $s_\gamma = 1,00$

I coefficienti  $N'$  tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.

$N'_c = 77.50$   $N'_q = 61.55$   $N'_\gamma = 80.93$

#### COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a scorrimento 2.11  
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo 33.51

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
<b>RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE</b>		<i>Codice documento</i> ST0191_F0.doc	<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						

Sollecitazioni paramento

Combinazione n° 35

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

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

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in daN

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

Nr.	Y	N	M	T
1	0,11	53,57	2,85	54,11
2	1,11	778,27	395,23	788,21
3	2,30	1672,50	2116,40	2194,61

Sollecitazioni fondazione di valle

Combinazione n° 35

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

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in daNm

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

Nr.	X	M	T
1	0,00	0,00	0,00
2	1,10	947,86	2314,60

Sollecitazioni fondazione di monte

Combinazione n° 35

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

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in daNm

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

Nr.	X	M	T
1	0,00	0,00	0,00
2	1,10	6,63	-324,62

Armature e tensioni nei materiali del muro

Combinazione n° 35

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

B base della sezione espressa in [cm]

H altezza della sezione espressa in [cm]

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

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

σ<sub>c</sub> tensione nel calcestruzzo espressa in [daN/cm<sup>2</sup>]

τ<sub>c</sub> tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [daN/cm<sup>2</sup>]

σ<sub>fs</sub> tensione nell'armatura disposta sul lembo di monte in [daN/cm<sup>2</sup>]

σ<sub>fi</sub> tensione nell'armatura disposta sul lembo di valle in [daN/cm<sup>2</sup>]

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	σ <sub>c</sub>	τ <sub>c</sub>	σ <sub>fs</sub>	σ <sub>fi</sub>
1	0,11	100, 20	10,05	10,05	0,06	0,04	0,09	-0,73
2	1,11	100, 30	10,05	10,05	3,85	0,34	124,12	-37,52
3	2,30	100, 30	0,00	0,00	0,00	0,96	0,00	0,00

Armature e tensioni nei materiali della fondazione

Combinazione n° 35

Simbologia adottata

B base della sezione espressa in [cm]

H altezza della sezione espressa in [cm]

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
<b>RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE</b>		<i>Codice documento</i> ST0191_F0.doc	<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						

$A_{fi}$  area di armatura in corrispondenza del lembo inferiore in [cmq]  
 $A_{fs}$  area di armatura in corrispondenza del lembo superiore in [cmq]  
 $\sigma_c$  tensione nel calcestruzzo espressa in [daN/cm<sup>2</sup>]  
 $\tau_c$  tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [daN/cm<sup>2</sup>]  
 $\sigma_{fi}$  tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo inferiore in [daN/cm<sup>2</sup>]  
 $\sigma_{fs}$  tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo superiore in [daN/cm<sup>2</sup>]

#### Fondazione di valle

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

Nr.	X	B, H	$A_{fi}$	$A_{fs}$	$\sigma_c$	$\tau_c$	$\sigma_{fi}$	$\sigma_{fs}$
1	0,00	100, 40	10,05	10,05	0,00	0,00	0,00	0,00
2	1,10	100, 40	10,05	10,05	5,38	0,74	275,93	-51,80

#### Fondazione di monte

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

Nr.	X	B, H	$A_{fi}$	$A_{fs}$	$\sigma_c$	$\tau_c$	$\sigma_{fi}$	$\sigma_{fs}$
1	0,00	100, 40	10,05	18,10	0,00	0,00	0,00	0,00
2	1,10	100, 40	10,05	10,05	0,04	-0,10	1,93	-0,36

#### Verifica sperone di fondazione

Base sezione B= 100 cm Altezza sezione H=40 [cm]  
 $A_{fi}=8,04$  [cmq]  $A_{fs}=8,04$  [cmq]  
Sollecitazioni M=946,8 [daNm] T=3548,7 [daN]  
Momento ultimo sezione  $M_u = 11345,08$  [daNm]  
Coeff.sicurezza sezione = 11,98

Verifiche a fessurazione

#### Combinazione n° 35

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

$A_{fs}$  area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [cmq]  
 $A_{fi}$  area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [cmq]  
 $M_{pf}$  Momento di prima fessurazione espressa in [daNm]  
M Momento agente nella sezione espressa in [daNm]  
 $\epsilon_m$  deformazione media espressa in [%]  
 $s_m$  Distanza media tra le fessure espressa in [mm]  
w Apertura media della fessura espressa in [mm]

#### Verifica fessurazione paramento

N°	Y	$A_{fs}$	$A_{fi}$	$M_{pf}$	M	$\epsilon_m$	$s_m$	w
1	0,00	10,05	10,05	-1116	0	0,0000	0,00	0,000
2	0,11	10,05	10,05	-1116	-3	0,0000	0,00	0,000
3	0,21	10,05	10,05	-1116	-12	0,0000	0,00	0,000
4	0,32	10,05	10,05	-1116	-27	0,0000	0,00	0,000
5	0,43	10,05	10,05	-1116	-50	0,0000	0,00	0,000
6	0,54	10,05	10,05	-1116	-80	0,0000	0,00	0,000
7	0,64	10,05	10,05	-1116	-118	0,0000	0,00	0,000
8	0,75	10,05	10,05	-1116	-165	0,0000	0,00	0,000
9	0,75	10,05	10,05	-2457	-170	0,0000	0,00	0,000
10	0,87	10,05	10,05	-2457	-233	0,0000	0,00	0,000
11	0,99	10,05	10,05	-2457	-308	0,0000	0,00	0,000
12	1,11	10,05	10,05	-2457	-395	0,0000	0,00	0,000
13	1,23	10,05	10,05	-2457	-496	0,0000	0,00	0,000
14	1,35	10,05	10,05	-2457	-611	0,0000	0,00	0,000
15	1,47	10,05	10,05	-2457	-740	0,0000	0,00	0,000
16	1,58	10,05	10,05	-2457	-885	0,0000	0,00	0,000
17	1,70	10,05	10,05	-2457	-1046	0,0000	0,00	0,000
18	1,82	10,05	10,05	-2457	-1224	0,0000	0,00	0,000
19	1,94	10,05	10,05	-2457	-1419	0,0000	0,00	0,000

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE</b>		<i>Codice documento</i> ST0191_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20-06-2011

20	2,06	10,05	10,05	-2457	-1633	0,0000	0,00	0,000
21	2,18	10,05	0,00	-2409	-1865	0,0000	0,00	0,000
22	2,30	0,00	0,00	-2160	-2116	0,0000	0,00	0,000

Verifica fessurazione fondazione

N°	Y	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	M <sub>pf</sub>	M	ε <sub>m</sub>	S <sub>m</sub>	w
1	-1,30	10,05	10,05	-4282	0	0,0000	0,00	0,000
2	-1,19	10,05	10,05	4282	4	0,0000	0,00	0,000
3	-1,08	10,05	10,05	4282	17	0,0000	0,00	0,000
4	-0,97	10,05	10,05	4282	44	0,0000	0,00	0,000
5	-0,86	10,05	10,05	4282	89	0,0000	0,00	0,000
6	-0,75	10,05	10,05	4282	156	0,0000	0,00	0,000
7	-0,64	10,05	10,05	4282	248	0,0000	0,00	0,000
8	-0,53	10,05	10,05	4282	369	0,0000	0,00	0,000
9	-0,42	10,05	10,05	4282	523	0,0000	0,00	0,000
10	-0,31	10,05	10,05	4282	715	0,0000	0,00	0,000
11	-0,20	10,05	10,05	4282	948	0,0000	0,00	0,000
12	0,10	10,05	10,05	4282	7	0,0000	0,00	0,000
13	0,21	10,05	10,05	4282	34	0,0000	0,00	0,000
14	0,32	10,05	10,05	4282	46	0,0000	0,00	0,000
15	0,43	10,05	10,05	4282	47	0,0000	0,00	0,000
16	0,54	10,05	10,05	4282	42	0,0000	0,00	0,000
17	0,65	10,05	10,05	4282	33	0,0000	0,00	0,000
18	0,76	10,05	10,05	4282	25	0,0000	0,00	0,000
19	0,87	18,10	10,05	4340	20	0,0000	0,00	0,000
20	0,98	10,05	10,05	4282	11	0,0000	0,00	0,000
21	1,09	18,10	10,05	4340	3	0,0000	0,00	0,000
22	1,20	18,10	10,05	-4576	0	0,0000	0,00	0,000

COMBINAZIONE n° 36

Valore della spinta statica	3537,04	[daN]			
Componente orizzontale della spinta statica	3239,19	[daN]			
Componente verticale della spinta statica	1420,67	[daN]			
Punto d'applicazione della spinta	X = 1,20	[m]	Y = -1,82	[m]	
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	23,68	[°]			
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	58,94	[°]			
Incremento sismico della spinta	177,29	[daN]			
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 1,20	[m]	Y = -1,55	[m]	
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	58,13	[°]			
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	7089,00	[daN]			
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0,63	[m]	Y = -1,13	[m]	
Inerzia del muro	78,76	[daN]			
Inerzia verticale del muro	39,38	[daN]			
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	125,83	[daN]			
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	62,91	[daN]			

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	3606,14	[daN]			
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	13120,67	[daN]			
Resistenza passiva dente di fondazione	-6009,17	[daN]			
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	13120,67	[daN]			
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	3606,14	[daN]			
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0,30	[m]			
Lunghezza fondazione reagente	2,50	[m]			
Risultante in fondazione	13607,21	[daN]			
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	15,37	[°]			
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-3875,59	[daNm]			
Carico ultimo della fondazione	432277,71	[daN]			

Tensioni sul terreno

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
<b>RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE</b>		<i>Codice documento</i> ST0191_F0.doc	<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						

Lunghezza fondazione reagente 2,50 [m]  
Tensione terreno allo spigolo di valle 0,1528 [daN/cm<sup>2</sup>]  
Tensione terreno allo spigolo di monte 0,8969 [daN/cm<sup>2</sup>]

Fattori per il calcolo della capacità portante

**Coef. capacità portante**  $N_c = 77.50$   $N_q = 61.55$   $N_\gamma = 80.93$

**Fattori forma**  $s_c = 1,00$   $s_q = 1,00$   $s_\gamma = 1,00$

I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.

$N'_c = 77.50$   $N'_q = 61.55$   $N'_\gamma = 80.93$

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a scorrimento 2.11

Coefficiente di sicurezza a carico ultimo 32.95

Sollecitazioni paramento

Combinazione n° 36

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

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

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in daN

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

Nr.	Y	N	M	T
1	0,11	53,57	2,95	55,85
2	1,11	778,27	405,17	806,15
3	2,30	1672,50	2159,24	2231,86

Sollecitazioni fondazione di valle

Combinazione n° 36

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

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in daNm

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

Nr.	X	M	T
1	0,00	0,00	0,00
2	1,10	979,54	2381,23

Sollecitazioni fondazione di monte

Combinazione n° 36

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

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in daNm

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

Nr.	X	M	T
1	0,00	0,00	0,00
2	1,10	86,17	-189,04

Armature e tensioni nei materiali del muro

Combinazione n° 36

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

B base della sezione espressa in [cm]

H altezza della sezione espressa in [cm]

$A_{fs}$  area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [cm<sup>2</sup>]

$A_{fi}$  area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [cm<sup>2</sup>]

$\sigma_c$  tensione nel calcestruzzo espressa in [daN/cm<sup>2</sup>]

$\tau_c$  tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [daN/cm<sup>2</sup>]

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
		<b>RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE</b>	<i>Codice documento</i> ST0191_F0.doc	<i>Rev</i> F0

$\sigma_{fs}$  tensione nell'armatura disposta sul lembo di monte in [daN/cm<sup>2</sup>]  
 $\sigma_{fi}$  tensione nell'armatura disposta sul lembo di valle in [daN/cm<sup>2</sup>]

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	$\sigma_c$	$\tau_c$	$\sigma_{fs}$	$\sigma_{fi}$
1	0,11	100, 20	10,05	10,05	0,06	0,04	0,12	-0,75
2	1,11	100, 30	10,05	10,05	3,94	0,35	128,12	-38,33
3	2,30	100, 30	0,00	0,00	0,00	0,97	0,00	0,00

Armature e tensioni nei materiali della fondazione

#### Combinazione n° 36

Simbologia adottata

B base della sezione espressa in [cm]  
H altezza della sezione espressa in [cm]  
A<sub>fi</sub> area di armatura in corrispondenza del lembo inferiore in [cm<sup>2</sup>]  
A<sub>fs</sub> area di armatura in corrispondenza del lembo superiore in [cm<sup>2</sup>]  
 $\sigma_c$  tensione nel calcestruzzo espressa in [daN/cm<sup>2</sup>]  
 $\tau_c$  tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [daN/cm<sup>2</sup>]  
 $\sigma_{fi}$  tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo inferiore in [daN/cm<sup>2</sup>]  
 $\sigma_{fs}$  tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo superiore in [daN/cm<sup>2</sup>]

#### Fondazione di valle

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

Nr.	X	B, H	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	$\sigma_c$	$\tau_c$	$\sigma_{fi}$	$\sigma_{fs}$
1	0,00	100, 40	10,05	10,05	0,00	0,00	0,00	0,00
2	1,10	100, 40	10,05	10,05	5,56	0,76	285,16	-53,53

#### Fondazione di monte

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

Nr.	X	B, H	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	$\sigma_c$	$\tau_c$	$\sigma_{fi}$	$\sigma_{fs}$
1	0,00	100, 40	10,05	18,10	0,00	0,00	0,00	0,00
2	1,10	100, 40	10,05	10,05	0,49	-0,06	25,08	-4,71

#### Verifica sperone di fondazione

Base sezione B= 100 cm Altezza sezione H=40 [cm]  
A<sub>fi</sub>=8,04 [cm<sup>2</sup>] A<sub>fs</sub>=8,04 [cm<sup>2</sup>]  
Sollecitazioni M=962,1 [daNm] T=3606,1 [daN]  
Momento ultimo sezione M<sub>u</sub> = 11345,08 [daNm]  
Coeff.sicurezza sezione = 11,79

Verifiche a fessurazione

#### Combinazione n° 36

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

A<sub>fs</sub> area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [cm<sup>2</sup>]  
A<sub>fi</sub> area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [cm<sup>2</sup>]  
M<sub>pf</sub> Momento di prima fessurazione espressa in [daNm]  
M Momento agente nella sezione espressa in [daNm]  
 $\epsilon_m$  deformazione media espressa in [%]  
s<sub>m</sub> Distanza media tra le fessure espressa in [mm]  
w Apertura media della fessura espressa in [mm]

#### Verifica fessurazione paramento

N°	Y	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	M <sub>pf</sub>	M	$\epsilon_m$	s <sub>m</sub>	w
1	0,00	10,05	10,05	-1116	0	0,0000	0,00	0,000
2	0,11	10,05	10,05	-1116	-3	0,0000	0,00	0,000
3	0,21	10,05	10,05	-1116	-12	0,0000	0,00	0,000
4	0,32	10,05	10,05	-1116	-28	0,0000	0,00	0,000

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE</b>		<i>Codice documento</i> ST0191_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20-06-2011

5	0,43	10,05	10,05	-1116	-51	0,0000	0,00	0,000
6	0,54	10,05	10,05	-1116	-82	0,0000	0,00	0,000
7	0,64	10,05	10,05	-1116	-122	0,0000	0,00	0,000
8	0,75	10,05	10,05	-1116	-170	0,0000	0,00	0,000
9	0,75	10,05	10,05	-2457	-175	0,0000	0,00	0,000
10	0,87	10,05	10,05	-2457	-239	0,0000	0,00	0,000
11	0,99	10,05	10,05	-2457	-316	0,0000	0,00	0,000
12	1,11	10,05	10,05	-2457	-405	0,0000	0,00	0,000
13	1,23	10,05	10,05	-2457	-508	0,0000	0,00	0,000
14	1,35	10,05	10,05	-2457	-625	0,0000	0,00	0,000
15	1,47	10,05	10,05	-2457	-758	0,0000	0,00	0,000
16	1,58	10,05	10,05	-2457	-906	0,0000	0,00	0,000
17	1,70	10,05	10,05	-2457	-1070	0,0000	0,00	0,000
18	1,82	10,05	10,05	-2457	-1251	0,0000	0,00	0,000
19	1,94	10,05	10,05	-2457	-1450	0,0000	0,00	0,000
20	2,06	10,05	10,05	-2457	-1667	0,0000	0,00	0,000
21	2,18	10,05	0,00	-2409	-1903	0,0000	0,00	0,000
22	2,30	0,00	0,00	-2160	-2159	0,0000	0,00	0,000

Verifica fessurazione fondazione

N°	Y	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	M <sub>pr</sub>	M	ε <sub>m</sub>	S <sub>m</sub>	w
1	-1,30	10,05	10,05	-4282	0	0,0000	0,00	0,000
2	-1,19	10,05	10,05	4282	4	0,0000	0,00	0,000
3	-1,08	10,05	10,05	4282	18	0,0000	0,00	0,000
4	-0,97	10,05	10,05	4282	47	0,0000	0,00	0,000
5	-0,86	10,05	10,05	4282	93	0,0000	0,00	0,000
6	-0,75	10,05	10,05	4282	162	0,0000	0,00	0,000
7	-0,64	10,05	10,05	4282	258	0,0000	0,00	0,000
8	-0,53	10,05	10,05	4282	383	0,0000	0,00	0,000
9	-0,42	10,05	10,05	4282	542	0,0000	0,00	0,000
10	-0,31	10,05	10,05	4282	740	0,0000	0,00	0,000
11	-0,20	10,05	10,05	4282	980	0,0000	0,00	0,000
12	0,10	10,05	10,05	4282	86	0,0000	0,00	0,000
13	0,21	10,05	10,05	4282	99	0,0000	0,00	0,000
14	0,32	10,05	10,05	4282	98	0,0000	0,00	0,000
15	0,43	10,05	10,05	4282	88	0,0000	0,00	0,000
16	0,54	10,05	10,05	4282	72	0,0000	0,00	0,000
17	0,65	10,05	10,05	4282	54	0,0000	0,00	0,000
18	0,76	10,05	10,05	4282	39	0,0000	0,00	0,000
19	0,87	18,10	10,05	4340	27	0,0000	0,00	0,000
20	0,98	10,05	10,05	4282	15	0,0000	0,00	0,000
21	1,09	18,10	10,05	4340	4	0,0000	0,00	0,000
22	1,20	18,10	10,05	-4576	0	0,0000	0,00	0,000

COMBINAZIONE n° 37

Valore della spinta statica	3537,04	[daN]		
Componente orizzontale della spinta statica	3239,19	[daN]		
Componente verticale della spinta statica	1420,67	[daN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 1,20	[m]	Y = -1,82	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	23,68	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	58,94	[°]		
Incremento sismico della spinta	114,56	[daN]		
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 1,20	[m]	Y = -1,55	[m]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	58,13	[°]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	7089,00	[daN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0,63	[m]	Y = -1,13	[m]
Inerzia del muro	78,76	[daN]		
Inerzia verticale del muro	-39,38	[daN]		
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	125,83	[daN]		
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	-62,91	[daN]		

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
<b>RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE</b>		<i>Codice documento</i> ST0191_F0.doc	<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						

#### Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	3548,69	[daN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	12890,89	[daN]
Resistenza passiva dente di fondazione	-5909,74	[daN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	12890,89	[daN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	3548,69	[daN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0,30	[m]
Lunghezza fondazione reagente	2,50	[m]
Risultante in fondazione	13370,42	[daN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	15,39	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-3817,28	[daNm]
Carico ultimo della fondazione	431941,52	[daN]

#### Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	2,50	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	0,1492	[daN/cm <sup>2</sup> ]
Tensione terreno allo spigolo di monte	0,8821	[daN/cm <sup>2</sup> ]

#### Fattori per il calcolo della capacità portante

**Coeff. capacità portante**     $N_c = 77.50$              $N_q = 61.55$              $N_\gamma = 80.93$

**Fattori forma**             $s_c = 1,00$      $s_q = 1,00$      $s_\gamma = 1,00$

I coefficienti N tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.

$N'_c = 77.50$              $N'_q = 61.55$              $N'_\gamma = 80.93$

#### **COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a scorrimento 2.11  
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo 33.51

Sollecitazioni paramento

#### Combinazione n° 37

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

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

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in daN

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

Nr.	Y	N	M	T
1	0,11	53,57	2,85	54,11
2	1,11	778,27	395,23	788,21
3	2,30	1672,50	2116,40	2194,61

Sollecitazioni fondazione di valle

#### Combinazione n° 37

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

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in daNm

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

Nr.	X	M	T
1	0,00	0,00	0,00
2	1,10	947,86	2314,60

Sollecitazioni fondazione di monte

#### Combinazione n° 37

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

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in daNm

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
<b>RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE</b>		<i>Codice documento</i> ST0191_F0.doc	<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						

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

Nr.	X	M	T
1	0,00	0,00	0,00
2	1,10	6,63	-324,62

Armature e tensioni nei materiali del muro

Combinazione n° 37

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

B	base della sezione espressa in [cm]
H	altezza della sezione espressa in [cm]
A <sub>fs</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [cmq]
A <sub>fi</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [cmq]
σ <sub>c</sub>	tensione nel calcestruzzo espressa in [daN/cm <sup>2</sup> ]
τ <sub>c</sub>	tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [daN/cm <sup>2</sup> ]
σ <sub>fs</sub>	tensione nell'armatura disposta sul lembo di monte in [daN/cm <sup>2</sup> ]
σ <sub>fi</sub>	tensione nell'armatura disposta sul lembo di valle in [daN/cm <sup>2</sup> ]

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	σ <sub>c</sub>	τ <sub>c</sub>	σ <sub>fs</sub>	σ <sub>fi</sub>
1	0,11	100, 20	10,05	10,05	0,06	0,04	0,09	-0,73
2	1,11	100, 30	10,05	10,05	3,85	0,34	124,12	-37,52
3	2,30	100, 30	0,00	0,00	0,00	0,96	0,00	0,00

Armature e tensioni nei materiali della fondazione

Combinazione n° 37

Simbologia adottata

B	base della sezione espressa in [cm]
H	altezza della sezione espressa in [cm]
A <sub>fi</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo inferiore in [cmq]
A <sub>fs</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo superiore in [cmq]
σ <sub>c</sub>	tensione nel calcestruzzo espressa in [daN/cm <sup>2</sup> ]
τ <sub>c</sub>	tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [daN/cm <sup>2</sup> ]
σ <sub>fi</sub>	tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo inferiore in [daN/cm <sup>2</sup> ]
σ <sub>fs</sub>	tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo superiore in [daN/cm <sup>2</sup> ]

Fondazione di valle

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

Nr.	X	B, H	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	σ <sub>c</sub>	τ <sub>c</sub>	σ <sub>fi</sub>	σ <sub>fs</sub>
1	0,00	100, 40	10,05	10,05	0,00	0,00	0,00	0,00
2	1,10	100, 40	10,05	10,05	5,38	0,74	275,93	-51,80

Fondazione di monte

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

Nr.	X	B, H	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	σ <sub>c</sub>	τ <sub>c</sub>	σ <sub>fi</sub>	σ <sub>fs</sub>
1	0,00	100, 40	10,05	18,10	0,00	0,00	0,00	0,00
2	1,10	100, 40	10,05	10,05	0,04	-0,10	1,93	-0,36

Verifica sperone di fondazione

Base sezione B= 100 cm      Altezza sezione H=40 [cm]  
A<sub>fi</sub>=8,04 [cmq]      A<sub>fs</sub>=8,04 [cmq]  
Sollecitazioni M=946,8 [daNm]      T=3548,7 [daN]  
Momento ultimo sezione M<sub>u</sub> = 11345,08 [daNm]  
Coeff. sicurezza sezione = 11,98

Verifiche a fessurazione

Combinazione n° 37

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

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

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
<b>RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE</b>		<i>Codice documento</i> ST0191_F0.doc	<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						

$A_{fi}$  area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [cmq]  
 $M_{pf}$  Momento di prima fessurazione espressa in [daNm]  
 $M$  Momento agente nella sezione espressa in [daNm]  
 $\epsilon_m$  deformazione media espressa in [%]  
 $s_m$  Distanza media tra le fessure espressa in [mm]  
 $w$  Apertura media della fessura espressa in [mm]

Verifica fessurazione paramento

N°	Y	$A_{fs}$	$A_{fi}$	$M_{pf}$	M	$\epsilon_m$	$s_m$	w
1	0,00	10,05	10,05	-1116	0	0,0000	0,00	0,000
2	0,11	10,05	10,05	-1116	-3	0,0000	0,00	0,000
3	0,21	10,05	10,05	-1116	-12	0,0000	0,00	0,000
4	0,32	10,05	10,05	-1116	-27	0,0000	0,00	0,000
5	0,43	10,05	10,05	-1116	-50	0,0000	0,00	0,000
6	0,54	10,05	10,05	-1116	-80	0,0000	0,00	0,000
7	0,64	10,05	10,05	-1116	-118	0,0000	0,00	0,000
8	0,75	10,05	10,05	-1116	-165	0,0000	0,00	0,000
9	0,75	10,05	10,05	-2457	-170	0,0000	0,00	0,000
10	0,87	10,05	10,05	-2457	-233	0,0000	0,00	0,000
11	0,99	10,05	10,05	-2457	-308	0,0000	0,00	0,000
12	1,11	10,05	10,05	-2457	-395	0,0000	0,00	0,000
13	1,23	10,05	10,05	-2457	-496	0,0000	0,00	0,000
14	1,35	10,05	10,05	-2457	-611	0,0000	0,00	0,000
15	1,47	10,05	10,05	-2457	-740	0,0000	0,00	0,000
16	1,58	10,05	10,05	-2457	-885	0,0000	0,00	0,000
17	1,70	10,05	10,05	-2457	-1046	0,0000	0,00	0,000
18	1,82	10,05	10,05	-2457	-1224	0,0000	0,00	0,000
19	1,94	10,05	10,05	-2457	-1419	0,0000	0,00	0,000
20	2,06	10,05	10,05	-2457	-1633	0,0000	0,00	0,000
21	2,18	10,05	0,00	-2409	-1865	0,0000	0,00	0,000
22	2,30	0,00	0,00	-2160	-2116	0,0000	0,00	0,000

Verifica fessurazione fondazione

N°	Y	$A_{fs}$	$A_{fi}$	$M_{pf}$	M	$\epsilon_m$	$s_m$	w
1	-1,30	10,05	10,05	-4282	0	0,0000	0,00	0,000
2	-1,19	10,05	10,05	4282	4	0,0000	0,00	0,000
3	-1,08	10,05	10,05	4282	17	0,0000	0,00	0,000
4	-0,97	10,05	10,05	4282	44	0,0000	0,00	0,000
5	-0,86	10,05	10,05	4282	89	0,0000	0,00	0,000
6	-0,75	10,05	10,05	4282	156	0,0000	0,00	0,000
7	-0,64	10,05	10,05	4282	248	0,0000	0,00	0,000
8	-0,53	10,05	10,05	4282	369	0,0000	0,00	0,000
9	-0,42	10,05	10,05	4282	523	0,0000	0,00	0,000
10	-0,31	10,05	10,05	4282	715	0,0000	0,00	0,000
11	-0,20	10,05	10,05	4282	948	0,0000	0,00	0,000
12	0,10	10,05	10,05	4282	7	0,0000	0,00	0,000
13	0,21	10,05	10,05	4282	34	0,0000	0,00	0,000
14	0,32	10,05	10,05	4282	46	0,0000	0,00	0,000
15	0,43	10,05	10,05	4282	47	0,0000	0,00	0,000
16	0,54	10,05	10,05	4282	42	0,0000	0,00	0,000
17	0,65	10,05	10,05	4282	33	0,0000	0,00	0,000
18	0,76	10,05	10,05	4282	25	0,0000	0,00	0,000
19	0,87	18,10	10,05	4340	20	0,0000	0,00	0,000
20	0,98	10,05	10,05	4282	11	0,0000	0,00	0,000
21	1,09	18,10	10,05	4340	3	0,0000	0,00	0,000
22	1,20	18,10	10,05	-4576	0	0,0000	0,00	0,000

COMBINAZIONE n° 38

Valore della spinta statica 3537,04 [daN]  
Componente orizzontale della spinta statica 3239,19 [daN]  
Componente verticale della spinta statica 1420,67 [daN]  
Punto d'applicazione della spinta X = 1,20 [m] Y = -1,82 [m]

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE</b>		<i>Codice documento</i> ST0191_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20-06-2011

Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	23,68	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	58,94	[°]		
Incremento sismico della spinta	177,29	[daN]		
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 1,20	[m]	Y = -1,55	[m]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	58,13	[°]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	7089,00	[daN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0,63	[m]	Y = -1,13	[m]
Inerzia del muro	78,76	[daN]		
Inerzia verticale del muro	39,38	[daN]		
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	125,83	[daN]		
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	62,91	[daN]		

#### Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	3606,14	[daN]		
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	13120,67	[daN]		
Resistenza passiva dente di fondazione	-6009,17	[daN]		
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	13120,67	[daN]		
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	3606,14	[daN]		
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0,30	[m]		
Lunghezza fondazione reagente	2,50	[m]		
Risultante in fondazione	13607,21	[daN]		
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	15,37	[°]		
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-3875,59	[daNm]		
Carico ultimo della fondazione	432277,71	[daN]		

#### Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	2,50	[m]		
Tensione terreno allo spigolo di valle	0,1528	[daN/cm <sup>2</sup> ]		
Tensione terreno allo spigolo di monte	0,8969	[daN/cm <sup>2</sup> ]		

#### Fattori per il calcolo della capacità portante

**Coeff. capacità portante**  $N_c = 77.50$        $N_q = 61.55$        $N_\gamma = 80.93$

**Fattori forma**  $s_c = 1,00$     $s_q = 1,00$     $s_\gamma = 1,00$

I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.

$N'_c = 77.50$        $N'_q = 61.55$        $N'_\gamma = 80.93$

#### **COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a scorrimento 2.11  
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo 32.95

Sollecitazioni paramento

#### Combinazione n° 38

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

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

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in daN

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

Nr.	Y	N	M	T
1	0,11	53,57	2,95	55,85
2	1,11	778,27	405,17	806,15
3	2,30	1672,50	2159,24	2231,86

Sollecitazioni fondazione di valle

#### Combinazione n° 38

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

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in daNm

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

Nr.	X	M	T
-----	---	---	---

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>	
		<b>RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE</b>	<i>Codice documento</i> ST0191_F0.doc

1	0,00	0,00	0,00
2	1,10	979,54	2381,23

Sollecitazioni fondazione di monte

Combinazione n° 38

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

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in daNm

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

Nr.	X	M	T
1	0,00	0,00	0,00
2	1,10	86,17	-189,04

Armature e tensioni nei materiali del muro

Combinazione n° 38

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

B base della sezione espressa in [cm]

H altezza della sezione espressa in [cm]

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

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

σ<sub>c</sub> tensione nel calcestruzzo espressa in [daN/cm<sup>2</sup>]

τ<sub>c</sub> tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [daN/cm<sup>2</sup>]

σ<sub>fs</sub> tensione nell'armatura disposta sul lembo di monte in [daN/cm<sup>2</sup>]

σ<sub>fi</sub> tensione nell'armatura disposta sul lembo di valle in [daN/cm<sup>2</sup>]

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	σ <sub>c</sub>	τ <sub>c</sub>	σ <sub>fs</sub>	σ <sub>fi</sub>
1	0,11	100, 20	10,05	10,05	0,06	0,04	0,12	-0,75
2	1,11	100, 30	10,05	10,05	3,94	0,35	128,12	-38,33
3	2,30	100, 30	0,00	0,00	0,00	0,97	0,00	0,00

Armature e tensioni nei materiali della fondazione

Combinazione n° 38

Simbologia adottata

B base della sezione espressa in [cm]

H altezza della sezione espressa in [cm]

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

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

σ<sub>c</sub> tensione nel calcestruzzo espressa in [daN/cm<sup>2</sup>]

τ<sub>c</sub> tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [daN/cm<sup>2</sup>]

σ<sub>fi</sub> tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo inferiore in [daN/cm<sup>2</sup>]

σ<sub>fs</sub> tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo superiore in [daN/cm<sup>2</sup>]

Fondazione di valle

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

Nr.	X	B, H	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	σ <sub>c</sub>	τ <sub>c</sub>	σ <sub>fi</sub>	σ <sub>fs</sub>
1	0,00	100, 40	10,05	10,05	0,00	0,00	0,00	0,00
2	1,10	100, 40	10,05	10,05	5,56	0,76	285,16	-53,53

Fondazione di monte

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

Nr.	X	B, H	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	σ <sub>c</sub>	τ <sub>c</sub>	σ <sub>fi</sub>	σ <sub>fs</sub>
1	0,00	100, 40	10,05	18,10	0,00	0,00	0,00	0,00
2	1,10	100, 40	10,05	10,05	0,49	-0,06	25,08	-4,71

Verifica sperone di fondazione

Base sezione B= 100 cm    Altezza sezione H=40 [cm]  
 $A_{fs}=8,04$  [cmq]     $A_{fi}=8,04$  [cmq]  
 Sollecitazioni M=962,1 [daNm]    T=3606,1 [daN]  
 Momento ultimo sezione  $M_u = 11345,08$  [daNm]  
 Coeff.sicurezza sezione = 11,79

Verifiche a fessurazione

Combinazione n° 38

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

$A_{fs}$  area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [cmq]  
 $A_{fi}$  area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [cmq]  
 $M_{pf}$  Momento di prima fessurazione espressa in [daNm]  
 M Momento agente nella sezione espressa in [daNm]  
 $\epsilon_m$  deformazione media espressa in [%]  
 $s_m$  Distanza media tra le fessure espressa in [mm]  
 w Apertura media della fessura espressa in [mm]

Verifica fessurazione paramento

N°	Y	$A_{fs}$	$A_{fi}$	$M_{pf}$	M	$\epsilon_m$	$s_m$	w
1	0,00	10,05	10,05	-1116	0	0,0000	0,00	0,000
2	0,11	10,05	10,05	-1116	-3	0,0000	0,00	0,000
3	0,21	10,05	10,05	-1116	-12	0,0000	0,00	0,000
4	0,32	10,05	10,05	-1116	-28	0,0000	0,00	0,000
5	0,43	10,05	10,05	-1116	-51	0,0000	0,00	0,000
6	0,54	10,05	10,05	-1116	-82	0,0000	0,00	0,000
7	0,64	10,05	10,05	-1116	-122	0,0000	0,00	0,000
8	0,75	10,05	10,05	-1116	-170	0,0000	0,00	0,000
9	0,75	10,05	10,05	-2457	-175	0,0000	0,00	0,000
10	0,87	10,05	10,05	-2457	-239	0,0000	0,00	0,000
11	0,99	10,05	10,05	-2457	-316	0,0000	0,00	0,000
12	1,11	10,05	10,05	-2457	-405	0,0000	0,00	0,000
13	1,23	10,05	10,05	-2457	-508	0,0000	0,00	0,000
14	1,35	10,05	10,05	-2457	-625	0,0000	0,00	0,000
15	1,47	10,05	10,05	-2457	-758	0,0000	0,00	0,000
16	1,58	10,05	10,05	-2457	-906	0,0000	0,00	0,000
17	1,70	10,05	10,05	-2457	-1070	0,0000	0,00	0,000
18	1,82	10,05	10,05	-2457	-1251	0,0000	0,00	0,000
19	1,94	10,05	10,05	-2457	-1450	0,0000	0,00	0,000
20	2,06	10,05	10,05	-2457	-1667	0,0000	0,00	0,000
21	2,18	10,05	0,00	-2409	-1903	0,0000	0,00	0,000
22	2,30	0,00	0,00	-2160	-2159	0,0000	0,00	0,000

Verifica fessurazione fondazione

N°	Y	$A_{fs}$	$A_{fi}$	$M_{pf}$	M	$\epsilon_m$	$s_m$	w
1	-1,30	10,05	10,05	-4282	0	0,0000	0,00	0,000
2	-1,19	10,05	10,05	4282	4	0,0000	0,00	0,000
3	-1,08	10,05	10,05	4282	18	0,0000	0,00	0,000
4	-0,97	10,05	10,05	4282	47	0,0000	0,00	0,000
5	-0,86	10,05	10,05	4282	93	0,0000	0,00	0,000
6	-0,75	10,05	10,05	4282	162	0,0000	0,00	0,000
7	-0,64	10,05	10,05	4282	258	0,0000	0,00	0,000
8	-0,53	10,05	10,05	4282	383	0,0000	0,00	0,000
9	-0,42	10,05	10,05	4282	542	0,0000	0,00	0,000
10	-0,31	10,05	10,05	4282	740	0,0000	0,00	0,000
11	-0,20	10,05	10,05	4282	980	0,0000	0,00	0,000
12	0,10	10,05	10,05	4282	86	0,0000	0,00	0,000
13	0,21	10,05	10,05	4282	99	0,0000	0,00	0,000
14	0,32	10,05	10,05	4282	98	0,0000	0,00	0,000
15	0,43	10,05	10,05	4282	88	0,0000	0,00	0,000
16	0,54	10,05	10,05	4282	72	0,0000	0,00	0,000
17	0,65	10,05	10,05	4282	54	0,0000	0,00	0,000
18	0,76	10,05	10,05	4282	39	0,0000	0,00	0,000

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE</b>		<i>Codice documento</i> ST0191_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20-06-2011

19	0,87	18,10	10,05	4340	27	0,0000	0,00	0,000
20	0,98	10,05	10,05	4282	15	0,0000	0,00	0,000
21	1,09	18,10	10,05	4340	4	0,0000	0,00	0,000
22	1,20	18,10	10,05	-4576	0	0,0000	0,00	0,000

#### COMBINAZIONE n° 39

Valore della spinta statica	3537,04	[daN]						
Componente orizzontale della spinta statica	3239,19	[daN]						
Componente verticale della spinta statica	1420,67	[daN]						
Punto d'applicazione della spinta	X = 1,20	[m]				Y = -1,82	[m]	
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	23,68	[°]						
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	58,94	[°]						
Incremento sismico della spinta	114,56	[daN]						
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 1,20	[m]				Y = -1,55	[m]	
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	58,13	[°]						
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	7089,00	[daN]						
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0,63	[m]				Y = -1,13	[m]	
Inerzia del muro	78,76	[daN]						
Inerzia verticale del muro	-39,38	[daN]						
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	125,83	[daN]						
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	-62,91	[daN]						

#### Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	3548,69	[daN]						
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	12890,89	[daN]						
Resistenza passiva dente di fondazione	-5909,74	[daN]						
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	12890,89	[daN]						
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	3548,69	[daN]						
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0,30	[m]						
Lunghezza fondazione reagente	2,50	[m]						
Risultante in fondazione	13370,42	[daN]						
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	15,39	[°]						
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-3817,28	[daNm]						
Carico ultimo della fondazione	431941,52	[daN]						

#### Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	2,50	[m]						
Tensione terreno allo spigolo di valle	0,1492	[daN/cm <sup>2</sup> ]						
Tensione terreno allo spigolo di monte	0,8821	[daN/cm <sup>2</sup> ]						

#### Fattori per il calcolo della capacità portante

**Coeff. capacità portante**  $N_c = 77.50$   $N_q = 61.55$   $N_\gamma = 80.93$

**Fattori forma**  $s_c = 1,00$   $s_q = 1,00$   $s_\gamma = 1,00$

I coefficienti N tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.

$N_c = 77.50$   $N_q = 61.55$   $N_\gamma = 80.93$

#### COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a scorrimento 2.11  
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo 33.51

Sollecitazioni paramento

#### Combinazione n° 39

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

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

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in daN

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

Nr.	Y	N	M	T
1	0,11	53,57	2,85	54,11
2	1,11	778,27	395,23	788,21
3	2,30	1672,50	2116,40	2194,61

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
<b>RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE</b>		<i>Codice documento</i> ST0191_F0.doc	<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						

Sollecitazioni fondazione di valle

Combinazione n° 39

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

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in daNm

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

Nr.	X	M	T
1	0,00	0,00	0,00
2	1,10	947,86	2314,60

Sollecitazioni fondazione di monte

Combinazione n° 39

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

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in daNm

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

Nr.	X	M	T
1	0,00	0,00	0,00
2	1,10	6,63	-324,62

Armature e tensioni nei materiali del muro

Combinazione n° 39

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

B base della sezione espressa in [cm]

H altezza della sezione espressa in [cm]

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

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

σ<sub>c</sub> tensione nel calcestruzzo espressa in [daN/cm<sup>2</sup>]

τ<sub>c</sub> tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [daN/cm<sup>2</sup>]

σ<sub>fs</sub> tensione nell'armatura disposta sul lembo di monte in [daN/cm<sup>2</sup>]

σ<sub>fi</sub> tensione nell'armatura disposta sul lembo di valle in [daN/cm<sup>2</sup>]

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	σ <sub>c</sub>	τ <sub>c</sub>	σ <sub>fs</sub>	σ <sub>fi</sub>
1	0,11	100, 20	10,05	10,05	0,06	0,04	0,09	-0,73
2	1,11	100, 30	10,05	10,05	3,85	0,34	124,12	-37,52
3	2,30	100, 30	0,00	0,00	0,00	0,96	0,00	0,00

Armature e tensioni nei materiali della fondazione

Combinazione n° 39

Simbologia adottata

B base della sezione espressa in [cm]

H altezza della sezione espressa in [cm]

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

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

σ<sub>c</sub> tensione nel calcestruzzo espressa in [daN/cm<sup>2</sup>]

τ<sub>c</sub> tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [daN/cm<sup>2</sup>]

σ<sub>fi</sub> tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo inferiore in [daN/cm<sup>2</sup>]

σ<sub>fs</sub> tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo superiore in [daN/cm<sup>2</sup>]

Fondazione di valle

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

Nr.	X	B, H	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	σ <sub>c</sub>	τ <sub>c</sub>	σ <sub>fi</sub>	σ <sub>fs</sub>
-----	---	------	-----------------	-----------------	----------------	----------------	-----------------	-----------------

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
		<b>RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE</b>	<i>Codice documento</i> ST0191_F0.doc	<i>Rev</i> F0

1	0,00	100,40	10,05	10,05	0,00	0,00	0,00	0,00
2	1,10	100,40	10,05	10,05	5,38	0,74	275,93	-51,80

#### Fondazione di monte

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

Nr.	X	B, H	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	σ <sub>c</sub>	τ <sub>c</sub>	σ <sub>fi</sub>	σ <sub>fs</sub>
1	0,00	100,40	10,05	18,10	0,00	0,00	0,00	0,00
2	1,10	100,40	10,05	10,05	0,04	-0,10	1,93	-0,36

#### Verifica sperone di fondazione

Base sezione B= 100 cm Altezza sezione H=40 [cm]

A<sub>fi</sub>=8,04 [cmq] A<sub>fs</sub>=8,04 [cmq]

Sollecitazioni M=946,8 [daNm] T=3548,7 [daN]

Momento ultimo sezione M<sub>u</sub> = 11345,08 [daNm]

Coeff.sicurezza sezione = 11,98

Verifiche a fessurazione

#### Combinazione n° 39

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

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

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

M<sub>pf</sub> Momento di prima fessurazione espressa in [daNm]

M Momento agente nella sezione espressa in [daNm]

ε<sub>m</sub> deformazione media espressa in [%]

S<sub>m</sub> Distanza media tra le fessure espressa in [mm]

w Apertura media della fessura espressa in [mm]

#### Verifica fessurazione paramento

N°	Y	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	M <sub>pf</sub>	M	ε <sub>m</sub>	S <sub>m</sub>	w
1	0,00	10,05	10,05	-1116	0	0,0000	0,00	0,000
2	0,11	10,05	10,05	-1116	-3	0,0000	0,00	0,000
3	0,21	10,05	10,05	-1116	-12	0,0000	0,00	0,000
4	0,32	10,05	10,05	-1116	-27	0,0000	0,00	0,000
5	0,43	10,05	10,05	-1116	-50	0,0000	0,00	0,000
6	0,54	10,05	10,05	-1116	-80	0,0000	0,00	0,000
7	0,64	10,05	10,05	-1116	-118	0,0000	0,00	0,000
8	0,75	10,05	10,05	-1116	-165	0,0000	0,00	0,000
9	0,75	10,05	10,05	-2457	-170	0,0000	0,00	0,000
10	0,87	10,05	10,05	-2457	-233	0,0000	0,00	0,000
11	0,99	10,05	10,05	-2457	-308	0,0000	0,00	0,000
12	1,11	10,05	10,05	-2457	-395	0,0000	0,00	0,000
13	1,23	10,05	10,05	-2457	-496	0,0000	0,00	0,000
14	1,35	10,05	10,05	-2457	-611	0,0000	0,00	0,000
15	1,47	10,05	10,05	-2457	-740	0,0000	0,00	0,000
16	1,58	10,05	10,05	-2457	-885	0,0000	0,00	0,000
17	1,70	10,05	10,05	-2457	-1046	0,0000	0,00	0,000
18	1,82	10,05	10,05	-2457	-1224	0,0000	0,00	0,000
19	1,94	10,05	10,05	-2457	-1419	0,0000	0,00	0,000
20	2,06	10,05	10,05	-2457	-1633	0,0000	0,00	0,000
21	2,18	10,05	0,00	-2409	-1865	0,0000	0,00	0,000
22	2,30	0,00	0,00	-2160	-2116	0,0000	0,00	0,000

#### Verifica fessurazione fondazione

N°	Y	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	M <sub>pf</sub>	M	ε <sub>m</sub>	S <sub>m</sub>	w
1	-1,30	10,05	10,05	-4282	0	0,0000	0,00	0,000
2	-1,19	10,05	10,05	4282	4	0,0000	0,00	0,000
3	-1,08	10,05	10,05	4282	17	0,0000	0,00	0,000
4	-0,97	10,05	10,05	4282	44	0,0000	0,00	0,000
5	-0,86	10,05	10,05	4282	89	0,0000	0,00	0,000

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE</b>		<i>Codice documento</i> ST0191_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20-06-2011

6	-0,75	10,05	10,05	4282	156	0,0000	0,00	0,000
7	-0,64	10,05	10,05	4282	248	0,0000	0,00	0,000
8	-0,53	10,05	10,05	4282	369	0,0000	0,00	0,000
9	-0,42	10,05	10,05	4282	523	0,0000	0,00	0,000
10	-0,31	10,05	10,05	4282	715	0,0000	0,00	0,000
11	-0,20	10,05	10,05	4282	948	0,0000	0,00	0,000
12	0,10	10,05	10,05	4282	7	0,0000	0,00	0,000
13	0,21	10,05	10,05	4282	34	0,0000	0,00	0,000
14	0,32	10,05	10,05	4282	46	0,0000	0,00	0,000
15	0,43	10,05	10,05	4282	47	0,0000	0,00	0,000
16	0,54	10,05	10,05	4282	42	0,0000	0,00	0,000
17	0,65	10,05	10,05	4282	33	0,0000	0,00	0,000
18	0,76	10,05	10,05	4282	25	0,0000	0,00	0,000
19	0,87	18,10	10,05	4340	20	0,0000	0,00	0,000
20	0,98	10,05	10,05	4282	11	0,0000	0,00	0,000
21	1,09	18,10	10,05	4340	3	0,0000	0,00	0,000
22	1,20	18,10	10,05	-4576	0	0,0000	0,00	0,000

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
<b>RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE</b>		<i>Codice documento</i> ST0191_F0.doc	<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						

Elenco ferri

*Simbologia adottata*

*Destinazione* Destinazione ferro  
 $\phi$  Diametro ferro espresso in [mm]  
 $n$  Numero tondini  
 $L$  Lunghezza totale ferro espressa in [cm]  
 $P$  Peso singolo ferro espresso in [daN]  
 $P_g$  Peso gruppo espresso in [daN]

<b>Destinazione</b>	<b><math>\phi</math></b>	<b><math>n</math></b>	<b><math>L</math></b>	<b><math>P</math></b>	<b><math>P_g</math></b>
Fondazione	16,00	5	375,20	5,92	29,61
Fondazione	16,00	5	375,20	5,92	29,61
Fondazione	16,00	4	202,00	3,19	12,75
Paramento	16,00	5	177,00	2,79	13,97
Paramento	16,00	5	288,00	4,55	22,73
Paramento	16,00	5	183,99	2,90	14,52
Paramento	16,00	5	219,00	3,46	17,28
Paramento	16,00	5	167,00	2,64	13,18
Paramento	16,00	5	294,00	4,64	23,20

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
<b>RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE</b>		<i>Codice documento</i> ST0191_F0.doc	<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						

### 6.1.1.3 MURO TIPO B

Geometria muro e fondazione

Descrizione **Muro a mensola in c.a.**

Altezza del paramento	1,10 [m]
Spessore in sommità	0,20 [m]
Spessore all'attacco con la fondazione	0,20 [m]
Inclinazione paramento esterno	0,00 [°]
Inclinazione paramento interno	0,00 [°]
Lunghezza del muro	1,00 [m]

#### Fondazione

Lunghezza mensola fondazione di valle	0,40 [m]
Lunghezza mensola fondazione di monte	0,40 [m]
Lunghezza totale fondazione	1,00 [m]
Inclinazione piano di posa della fondazione	0,00 [°]
Spessore fondazione	0,30 [m]
Spessore magrone	0,05 [m]

Altezza dello sperone di fondazione	0,30 [m]
Spessore dello sperone di fondazione	0,20 [m]

Materiali utilizzati per la struttura

#### Calcestruzzo

Peso specifico	2500,0 [daN/mc]
Classe di Resistenza	C25/30
Resistenza caratteristica a compressione $R_{ck}$	305,9 [daN/cm <sup>2</sup> ]
Modulo elastico E	320665,55 [daN/cm <sup>2</sup> ]

#### Acciaio

Tipo	B450C
Tensione di snervamento $\sigma_{ra}$	4588,0 [daN/cm <sup>2</sup> ]

Geometria profilo terreno a monte del muro

#### Simbologia adottata e sistema di riferimento

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

N numero ordine del punto

X ascissa del punto espressa in [m]

Y ordinata del punto espressa in [m]

A inclinazione del tratto espressa in [°]

N	X	Y	A
1	5,00	1,50	16,70

Terreno a valle del muro

Inclinazione terreno a valle del muro rispetto all'orizzontale	0,00 [°]
Altezza del rinterro rispetto all'attacco fondaz. valle-paramento	0,00 [m]

Descrizione terreni

#### Simbologia adottata

Nr.	Indice del terreno
Descrizione	Descrizione terreno
$\gamma$	Peso di volume del terreno espresso in [daN/mc]
$\gamma_s$	Peso di volume saturo del terreno espresso in [daN/mc]
$\phi$	Angolo d'attrito interno espresso in [°]
$\delta$	Angolo d'attrito terra-muro espresso in [°]

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE</b>		<i>Codice documento</i> ST0191_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20-06-2011

c Coesione espressa in [daN/cm<sup>2</sup>]  
c<sub>a</sub> Adesione terra-muro espressa in [daN/cm<sup>2</sup>]

Descrizione	$\gamma$	$\gamma_s$	$\phi$	$\delta$	c	c <sub>a</sub>
Terreno 1 1800	1800	35.00	23.33	0,000	0,000	
Terreno 2 1800	2000	38.00	25.33	0,000	0,000	

Stratigrafia

*Simbologia adottata*

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

Nr.	H	a	Kw	Ks	Terreno
1	1,40	0,00	2,22	0,00	Terreno 1
2	3,00	0,00	3,23	0,00	Terreno 2

Descrizione combinazioni di carico

*Simbologia adottata*

F/S Effetto dell'azione (FAV: Favorevole, SFAV: Sfavorevole)  
 $\gamma$  Coefficiente di partecipazione della condizione  
 $\Psi$  Coefficiente di combinazione della condizione

Combinazione n° 1 - Caso A1-M1 (STR)

S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$		
Peso proprio muro	FAV	1,00	1,00	1,00	
Peso proprio terrapieno	FAV	1,00	1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,30	1,00	1,30	

Combinazione n° 2 - Caso A2-M2 (GEO)

S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$		
Peso proprio muro	SFAV	1,00	1,00	1,00	
Peso proprio terrapieno	SFAV	1,00	1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1,00	1,00	

Combinazione n° 3 - Caso EQU (SLU)

S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$		
Peso proprio muro	FAV	0,90	1,00	0,90	
Peso proprio terrapieno	FAV	0,90	1,00	1,00	0,90
Spinta terreno	SFAV	1,10	1,00	1,10	

Combinazione n° 4 - Caso A2-M2 (GEO-STAB)

S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$		
Peso proprio muro	SFAV	1,00	1,00	1,00	
Peso proprio terrapieno	SFAV	1,00	1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1,00	1,00	

Combinazione n° 5 - Caso A1-M1 (STR) - Sisma Vert. negativo

S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$		
Peso proprio muro	SFAV	1,00	1,00	1,00	
Peso proprio terrapieno	SFAV	1,00	1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1,00	1,00	

Combinazione n° 6 - Caso A1-M1 (STR) - Sisma Vert. positivo

S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$		
Peso proprio muro	SFAV	1,00	1,00	1,00	
Peso proprio terrapieno	SFAV	1,00	1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1,00	1,00	

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE</b>		<i>Codice documento</i> ST0191_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20-06-2011

Combinazione n° 7 - Caso A2-M2 (GEO) - Sisma Vert. positivo

S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma^* \Psi$		
Peso proprio muro	SFAV	1,00	1,00	1,00	
Peso proprio terrapieno	SFAV	1,00	1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1,00	1,00	

Combinazione n° 8 - Caso A2-M2 (GEO) - Sisma Vert. negativo

S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma^* \Psi$		
Peso proprio muro	SFAV	1,00	1,00	1,00	
Peso proprio terrapieno	SFAV	1,00	1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1,00	1,00	

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

S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma^* \Psi$		
Peso proprio muro	FAV	1,00	1,00	1,00	
Peso proprio terrapieno	FAV	1,00	1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1,00	1,00	

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

S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma^* \Psi$		
Peso proprio muro	FAV	1,00	1,00	1,00	
Peso proprio terrapieno	FAV	1,00	1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1,00	1,00	

Combinazione n° 11 - Caso A2-M2 (GEO-STAB) - Sisma Vert. positivo

S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma^* \Psi$		
Peso proprio muro	SFAV	1,00	1,00	1,00	
Peso proprio terrapieno	SFAV	1,00	1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1,00	1,00	

Combinazione n° 12 - Caso A2-M2 (GEO-STAB) - Sisma Vert. negativo

S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma^* \Psi$		
Peso proprio muro	SFAV	1,00	1,00	1,00	
Peso proprio terrapieno	SFAV	1,00	1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1,00	1,00	

Combinazione n° 13 - Quasi Permanente (SLE)

S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma^* \Psi$		
Peso proprio muro	--	1,00	1,00	1,00	
Peso proprio terrapieno	--	1,00	1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	--	1,00	1,00	1,00	

Combinazione n° 14 - Frequente (SLE)

S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma^* \Psi$		
Peso proprio muro	--	1,00	1,00	1,00	
Peso proprio terrapieno	--	1,00	1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	--	1,00	1,00	1,00	

Combinazione n° 15 - Rara (SLE)

S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma^* \Psi$		
Peso proprio muro	--	1,00	1,00	1,00	
Peso proprio terrapieno	--	1,00	1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	--	1,00	1,00	1,00	

Combinazione n° 16 - Quasi Permanente (SLE) - Sisma Vert. positivo

S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma^* \Psi$		
Peso proprio muro	--	1,00	1,00	1,00	
Peso proprio terrapieno	--	1,00	1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	--	1,00	1,00	1,00	

Combinazione n° 17 - Quasi Permanente (SLE) - Sisma Vert. negativo

S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma^* \Psi$		
Peso proprio muro	--	1,00	1,00	1,00	
Peso proprio terrapieno	--	1,00	1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	--	1,00	1,00	1,00	

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
<b>RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE</b>		<i>Codice documento</i> ST0191_F0.doc	<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						

Combinazione n° 18 - Frequente (SLE) - Sisma Vert. positivo

S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma^* \Psi$		
Peso proprio muro	--	1,00	1,00	1,00	
Peso proprio terrapieno	--		1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	--	1,00	1,00	1,00	

Combinazione n° 19 - Frequente (SLE) - Sisma Vert. negativo

S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma^* \Psi$		
Peso proprio muro	--	1,00	1,00	1,00	
Peso proprio terrapieno	--		1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	--	1,00	1,00	1,00	

Combinazione n° 20 - Rara (SLE) - Sisma Vert. positivo

S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma^* \Psi$		
Peso proprio muro	--	1,00	1,00	1,00	
Peso proprio terrapieno	--		1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	--	1,00	1,00	1,00	

Combinazione n° 21 - Rara (SLE) - Sisma Vert. negativo

S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma^* \Psi$		
Peso proprio muro	--	1,00	1,00	1,00	
Peso proprio terrapieno	--		1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	--	1,00	1,00	1,00	

Impostazioni di analisi

Metodo verifica sezioni **Stato limite**

**Impostazioni verifiche SLU**

Coefficienti parziali per resistenze di calcolo dei materiali

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

**Impostazioni verifiche SLE**

Condizioni ambientali Ordinarie

Armatura ad aderenza migliorata

Verifica fessurazione

Sensibilità delle armature Poco sensibile

Valori limite delle aperture delle fessure  $w_1 = 0.10$

$$w_2 = 0.10$$

$$w_3 = 0.10$$

Metodo di calcolo aperture delle fessure E.C. 2

Verifica delle tensioni

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

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

Calcolo della portanza metodo di Terzaghi

Coefficiente correttivo su  $N_\gamma$  per effetti cinematici (combinazioni sismiche SLU): 1,00

Coefficiente correttivo su  $N_\gamma$  per effetti cinematici (combinazioni sismiche SLE): 1,00

**Impostazioni avanzate**

Diagramma correttivo per eccentricità negativa con aliquota di parzializzazione pari a 0.00

Quadro riassuntivo coeff. di sicurezza calcolati

*Simbologia adottata*

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
<b>RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE</b>		<i>Codice documento</i> ST0191_F0.doc	<table border="1"> <tr> <td><i>Rev</i></td> <td><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						

C Identificativo della combinazione  
*Tipo* Tipo combinazione  
*Sisma* Combinazione sismica  
*CS<sub>sco</sub>* Coeff. di sicurezza allo scorrimento  
*CS<sub>rib</sub>* Coeff. di sicurezza al ribaltamento  
*CS<sub>qlim</sub>* Coeff. di sicurezza a carico limite  
*CS<sub>stab</sub>* Coeff. di sicurezza a stabilità globale

C	Tipo	Sisma	CS <sub>sco</sub>	CS <sub>rib</sub>	CS <sub>qlim</sub>	CS <sub>stab</sub>				
1	A1-M1 - [1]	--	--	2,08	--	32,85	--			
2	A2-M2 - [1]	--	--	1,57	--	13,25	--			
3	EQU - [1]	--	--	4,51	--	--	--			
4	STAB - [1]	--	--	--	--	--	--	1,67		
5	A1-M1 - [2]	Orizzontale + Verticale negativo	--	--	--	--	--	1,77	--	39,72
6	A1-M1 - [2]	Orizzontale + Verticale positivo	--	--	--	--	--	1,81	--	36,48
7	A2-M2 - [2]	Orizzontale + Verticale positivo	--	--	--	--	--	1,15	--	12,78
8	A2-M2 - [2]	Orizzontale + Verticale negativo	--	--	--	--	--	1,12	--	13,94
9	EQU - [2]	Orizzontale + Verticale negativo	--	--	--	--	--	2,76	--	--
10	EQU - [2]	Orizzontale + Verticale positivo	--	--	--	--	--	2,94	--	--
11	STAB - [2]	Orizzontale + Verticale positivo	--	--	--	--	--	--	--	1,43
12	STAB - [2]	Orizzontale + Verticale negativo	--	--	--	--	--	--	--	1,41
13	SLEQ - [1]	--	--	2,59	--	33,17	--	--	--	--
14	SLEF - [1]	--	--	2,59	--	33,17	--	--	--	--
15	SLER - [1]	--	--	2,59	--	33,17	--	--	--	--
16	SLEQ - [1]	Orizzontale + Verticale positivo	--	--	--	--	--	2,39	--	33,91
17	SLEQ - [1]	Orizzontale + Verticale negativo	--	--	--	--	--	2,38	--	34,42
18	SLEF - [1]	Orizzontale + Verticale positivo	--	--	--	--	--	2,39	--	33,91
19	SLEF - [1]	Orizzontale + Verticale negativo	--	--	--	--	--	2,38	--	34,42
20	SLER - [1]	Orizzontale + Verticale positivo	--	--	--	--	--	2,39	--	33,91
21	SLER - [1]	Orizzontale + Verticale negativo	--	--	--	--	--	2,38	--	34,42

Analisi della spinta e verifiche

Sistema di riferimento adottato per le coordinate :  
Origine in testa al muro (spigolo di monte)  
Ascisse X (espresse in [m]) positive verso monte  
Ordinate Y (espresse in [m]) positive verso l'alto  
Le forze orizzontali sono considerate positive se agenti da monte verso valle  
Le forze verticali sono considerate positive se agenti dall'alto verso il basso

Calcolo riferito ad 1 metro di muro

Tipo di analisi

Calcolo della spinta metodo di Culmann  
Calcolo del carico limite metodo di Terzaghi  
Calcolo della stabilità globale metodo di Fellenius  
Calcolo della spinta in condizioni di Spinta attiva

Sisma

**Combinazioni SLU**

Accelerazione al suolo  $a_g$  2.44 [m/s<sup>2</sup>]  
Coefficiente di amplificazione per tipo di sottosuolo (S) 1.16  
Coefficiente di amplificazione topografica (St) 1.00  
Coefficiente riduzione ( $\beta_m$ ) 0.31  
Rapporto intensità sismica verticale/orizzontale 0.50  
Coefficiente di intensità sismica orizzontale (percento)  $k_h=(a_g/g*\beta_m*St*S) = 8.95$   
Coefficiente di intensità sismica verticale (percento)  $k_v=0.50 * k_h = 4.48$

**Combinazioni SLE**

Accelerazione al suolo  $a_g$  0.81 [m/s<sup>2</sup>]  
Coefficiente di amplificazione per tipo di sottosuolo (S) 1.20  
Coefficiente di amplificazione topografica (St) 1.00  
Coefficiente riduzione ( $\beta_m$ ) 0.18

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
<b>RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE</b>		<i>Codice documento</i> ST0191_F0.doc	<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						

Rapporto intensità sismica verticale/orizzontale 0.50  
Coefficiente di intensità sismica orizzontale (per cento)  $k_h=(a_g/g*\beta_m*St*S) = 1.77$   
Coefficiente di intensità sismica verticale (per cento)  $k_v=0.50 * k_h = 0.89$

Forma diagramma incremento sismico Rettangolare

Partecipazione spinta passiva (per cento) 0,0  
Lunghezza del muro 1,00 [m]

Peso muro 1450,00 [daN]  
Baricentro del muro X=-0,06 Y=-1,02

Superficie di spinta

Punto inferiore superficie di spinta X = 0,40 Y = -1,70  
Punto superiore superficie di spinta X = 0,40 Y = 0,12  
Altezza della superficie di spinta 1,82 [m]  
Inclinazione superficie di spinta (rispetto alla verticale) 0,00 [°]

COMBINAZIONE n° 1

**Peso muro favorevole e Peso terrapieno favorevole**

Valore della spinta statica 1138,18 [daN]  
Componente orizzontale della spinta statica 1041,17 [daN]  
Componente verticale della spinta statica 459,80 [daN]  
Punto d'applicazione della spinta X = 0,40 [m] Y = -1,08 [m]  
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie 23,83 [°]  
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche 55,01 [°]  
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte 835,20 [daN]  
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte X = 0,20 [m] Y = -0,52 [m]

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale 1041,17 [daN]  
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale 2745,00 [daN]  
Resistenza passiva dente di fondazione -1811,11 [daN]  
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione 2745,00 [daN]  
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione 1041,17 [daN]  
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione -0,07 [m]  
Lunghezza fondazione reagente 1,00 [m]  
Risultante in fondazione 2935,83 [daN]  
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale) 20,77 [°]  
Momento rispetto al baricentro della fondazione -205,74 [daNm]  
Carico ultimo della fondazione 90174,39 [daN]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente 1,00 [m]  
Tensione terreno allo spigolo di valle 0,1511 [daN/cm<sup>2</sup>]  
Tensione terreno allo spigolo di monte 0,3979 [daN/cm<sup>2</sup>]

Fattori per il calcolo della capacità portante

**Coeff. capacità portante**  $N_c = 77.50$   $N_q = 61.55$   $N_\gamma = 80.93$

**Fattori forma**  $s_c = 1,00$   $s_q = 1,00$   $s_\gamma = 1,00$

I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.

$N'_c = 77.50$   $N'_q = 61.55$   $N'_\gamma = 80.93$

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a scorrimento 2.08  
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo 32.85

Sollecitazioni paramento

Combinazione n° 1

L'ordinata Y (espressa in m) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro  
Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in daNm  
Sforzo normale positivo di compressione, espresso in daN

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE</b>		<i>Codice documento</i> ST0191_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20-06-2011

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

Nr.	Y	N	M	T
1	0,00	0,00	0,00	0,00
2	0,55	275,00	18,09	98,69
3	1,10	550,00	144,74	394,45

Sollecitazioni fondazione di valle

Combinazione n° 1

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

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in daNm

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

Nr.	X	M	T
1	0,00	0,00	0,00
2	0,40	87,18	501,74

Sollecitazioni fondazione di monte

Combinazione n° 1

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

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in daNm

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

Nr.	X	M	T
1	0,00	0,00	0,00
2	0,40	-33,88	-141,50

Armature e tensioni nei materiali del muro

Combinazione n° 1

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

B base della sezione espressa in [cm]

H altezza della sezione espressa in [cm]

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

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

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

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

CS coefficiente sicurezza sezione

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

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

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

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rsd</sub>
1	0,00	100, 20	6,79	5,65	0	0	1000,00	9010	--	--
2	0,55	100, 20	6,79	5,65	149563	-9840	543,87	9045	--	--
3	1,10	100, 20	6,79	5,65	22595	-5946	41,08	9080	--	--

Armature e tensioni nei materiali della fondazione

Combinazione n° 1

Simbologia adottata

B base della sezione espressa in [cm]

H altezza della sezione espressa in [cm]

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

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

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

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

CS coefficiente sicurezza sezione

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE</b>		<i>Codice documento</i> ST0191_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20-06-2011

VRcd Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [daN]  
VRsd Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [daN]  
VRd Resistenza al taglio, espresso in [daN]

#### Fondazione di valle

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

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rsd</sub>
1	0,00	100, 30	6,79	6,79	0	0	1000,00	12332	--	--
2	0,40	100, 30	6,79	6,79	0	6958	79,81	12332	--	--

#### Fondazione di monte

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

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rsd</sub>
1	0,00	100, 30	6,79	11,31	0	0	1000,00	12332	--	--
2	0,40	100, 30	6,79	6,79	0	-6958	205,39	12332	--	--

#### Verifica sperone di fondazione

Base sezione B= 100 cm Altezza sezione H=20 [cm]  
A<sub>fi</sub>=4,52 [cmq] A<sub>fs</sub>=4,52 [cmq]  
Sollecitazioni M=208,3 [daNm] T=1041,2 [daN]  
Momento ultimo sezione M<sub>u</sub> = 2978,88 [daNm]  
Coeff.sicurezza sezione = 14,30

#### COMBINAZIONE n° 2

Valore della spinta statica 1149,62 [daN]  
Componente orizzontale della spinta statica 1083,92 [daN]  
Componente verticale della spinta statica 383,06 [daN]  
Punto d'applicazione della spinta X = 0,40 [m] Y = -1,08 [m]  
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie 19,46 [°]  
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche 49,69 [°]  
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte 835,20 [daN]  
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte X = 0,20 [m] Y = -0,52 [m]

#### Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale 1083,92 [daN]  
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale 2668,26 [daN]  
Resistenza passiva dente di fondazione -1437,42 [daN]  
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione 2668,26 [daN]  
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione 1083,92 [daN]  
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione -0,06 [m]  
Lunghezza fondazione reagente 1,00 [m]  
Risultante in fondazione 2880,01 [daN]  
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale) 22,11 [°]  
Momento rispetto al baricentro della fondazione -155,85 [daNm]  
Carico ultimo della fondazione 35355,60 [daN]

#### Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente 1,00 [m]  
Tensione terreno allo spigolo di valle 0,1733 [daN/cm<sup>2</sup>]  
Tensione terreno allo spigolo di monte 0,3603 [daN/cm<sup>2</sup>]

#### Fattori per il calcolo della capacità portante

**Coeff. capacità portante** N<sub>c</sub> = 77.50 N<sub>q</sub> = 61.55 N<sub>γ</sub> = 80.93

**Fattori forma** s<sub>c</sub> = 1,00 s<sub>q</sub> = 1,00 s<sub>γ</sub> = 1,00

I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.

N'<sub>c</sub> = 77.50 N'<sub>q</sub> = 61.55 N'<sub>γ</sub> = 80.93

#### COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a scorrimento 1.57

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
<b>RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE</b>		<i>Codice documento</i> ST0191_F0.doc	<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						

Coefficiente di sicurezza a carico ultimo 13.25

Sollecitazioni paramento

Combinazione n° 2

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

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

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in daN

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

Nr.	Y	N	M	T
1	0,00	0,00	0,00	0,00
2	0,55	275,00	18,75	102,28
3	1,10	550,00	150,01	408,79

Sollecitazioni fondazione di valle

Combinazione n° 2

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

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in daNm

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

Nr.	X	M	T
1	0,00	0,00	0,00
2	0,40	98,60	542,88

Sollecitazioni fondazione di monte

Combinazione n° 2

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

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in daNm

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

Nr.	X	M	T
1	0,00	0,00	0,00
2	0,40	-6,60	6,52

Armature e tensioni nei materiali del muro

Combinazione n° 2

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

B base della sezione espressa in [cm]

H altezza della sezione espressa in [cm]

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

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

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

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

CS coefficiente sicurezza sezione

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

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

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

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rsd</sub>
1	0,00	100, 20	6,79	5,65	0	0	1000,00	9010	--	--
2	0,55	100, 20	6,79	5,65	145659	-9932	529,67	9045	--	--
3	1,10	100, 20	6,79	5,65	21519	-5869	39,13	9080	--	--

Armature e tensioni nei materiali della fondazione

Combinazione n° 2

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE</b>		<i>Codice documento</i> ST0191_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20-06-2011

**Simbologia adottata**

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

Fondazione di valle

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

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rsd</sub>
1	0,00	100, 30	6,79	6,79	0	0	1000,00	12332	--	--
2	0,40	100, 30	6,79	6,79	0	6958	70,57	12332	--	--

Fondazione di monte

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

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rsd</sub>
1	0,00	100, 30	6,79	11,31	0	0	1000,00	12332	--	--
2	0,40	100, 30	6,79	6,79	0	-6958	1054,10	12332	--	--

Verifica sperone di fondazione

Base sezione B= 100 cm    Altezza sezione H=20 [cm]  
A<sub>fi</sub>=4,52 [cmq]    A<sub>fs</sub>=4,52 [cmq]  
Sollecitazioni    M=216,9 [daNm]    T=1083,9 [daN]  
Momento ultimo sezione    M<sub>u</sub> = 2978,88 [daNm]  
Coeff.sicurezza sezione = 13,73

COMBINAZIONE n° 3

Valore della spinta statica    1264,58 [daN]  
Componente orizzontale della spinta statica    1192,31 [daN]  
Componente verticale della spinta statica    421,36 [daN]  
Punto d'applicazione della spinta    X = 0,40 [m]    Y = -1,08 [m]  
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie    19,46 [°]  
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche    49,69 [°]  
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte    751,68 [daN]  
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte    X = 0,20 [m]    Y = -0,52 [m]

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale    1192,31 [daN]  
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale    2478,04 [daN]  
Resistenza passiva dente di fondazione -1353,44 [daN]  
Momento ribaltante rispetto allo spigolo a valle    384,03 [daNm]  
Momento stabilizzante rispetto allo spigolo a valle    1731,80 [daNm]  
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione    2478,04 [daN]  
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione    1192,31 [daN]  
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione -0,04 [m]  
Lunghezza fondazione reagente    1,00 [m]  
Risultante in fondazione    2749,96 [daN]  
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)    25,69 [°]  
Momento rispetto al baricentro della fondazione    -108,75 [daNm]

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a ribaltamento 4.51

Stabilità globale muro + terreno

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>	
<b>RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE</b>	<i>Codice documento</i> ST0191_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20-06-2011

#### Combinazione n° 4

Le ascisse X sono considerate positive verso monte

Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto

Origine in testa al muro (spigolo contro terra)

- W peso della striscia espresso in [daN]  
 $\alpha$  angolo fra la base della striscia e l'orizzontale espresso in [°] (positivo antiorario)  
 $\phi$  angolo d'attrito del terreno lungo la base della striscia  
c coesione del terreno lungo la base della striscia espressa in [daN/cm<sup>2</sup>]  
b larghezza della striscia espressa in [m]  
u pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [daN/cm<sup>2</sup>]

Metodo di Fellenius

Numero di cerchi analizzati 36

Numero di strisce 25

Cerchio critico

Coordinate del centro X[m]= -0,41 Y[m]= 1,08

Raggio del cerchio R[m]= 2,90

Ascissa a valle del cerchio Xi[m]= -2,32

Ascissa a monte del cerchio Xs[m]= 2,48

Larghezza della striscia dx[m]= 0,19

Coefficiente di sicurezza C= 1.67

Le strisce sono numerate da monte verso valle

Caratteristiche delle strisce

Striscia	W	$\alpha(^{\circ})$	$W\sin\alpha$	$b/\cos\alpha$	$\phi$	c	u
1	115.42	75.17	111.57	0.75	29.26	0.000	0.000
2	289.29	64.11	260.26	0.44	29.26	0.000	0.000
3	387.63	56.33	322.60	0.35	29.26	0.000	0.000
4	457.04	49.94	349.83	0.30	29.26	0.000	0.000
5	509.06	44.33	355.74	0.27	29.26	0.000	0.000
6	548.68	39.22	346.95	0.25	29.26	0.000	0.000
7	578.65	34.46	327.45	0.23	29.26	0.000	0.000
8	600.66	29.96	300.01	0.22	31.26	0.000	0.000
9	615.83	25.66	266.70	0.21	32.01	0.000	0.000
10	624.95	21.51	229.16	0.21	32.01	0.000	0.000
11	642.22	17.48	192.86	0.20	32.01	0.000	0.000
12	702.60	13.53	164.36	0.20	32.01	0.000	0.000
13	674.04	9.65	112.95	0.19	32.01	0.000	0.000
14	785.78	5.81	79.52	0.19	32.01	0.000	0.000
15	286.14	2.00	9.97	0.19	32.01	0.000	0.000
16	286.26	-1.81	-9.02	0.19	32.01	0.000	0.000
17	243.10	-5.62	-23.80	0.19	32.01	0.000	0.000
18	232.81	-9.45	-38.24	0.19	32.01	0.000	0.000
19	219.41	-13.33	-50.60	0.20	32.01	0.000	0.000
20	201.22	-17.28	-59.76	0.20	32.01	0.000	0.000
21	177.94	-21.31	-64.66	0.21	32.01	0.000	0.000
22	149.18	-25.45	-64.11	0.21	32.01	0.000	0.000
23	114.41	-29.75	-56.76	0.22	32.01	0.000	0.000
24	72.84	-34.23	-40.98	0.23	29.26	0.000	0.000
25	23.38	-38.98	-14.70	0.25	29.26	0.000	0.000

$\Sigma W_i = 9538,52$  [daN]

$\Sigma W_i \sin\alpha_i = 3007,31$  [daN]

$\Sigma W_i \cos\alpha_i \tan\phi_i = 5021,47$  [daN]

$\Sigma c_i b_i / \cos\alpha_i = 0,00$  [daN]

#### COMBINAZIONE n° 5

Valore della spinta statica 875,53 [daN]

Componente orizzontale della spinta statica 800,90 [daN]

Componente verticale della spinta statica 353,70 [daN]

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
<b>RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE</b>		<i>Codice documento</i> ST0191_F0.doc	<table border="1"> <tr> <td><i>Rev</i></td> <td><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						

Punto d'applicazione della spinta      X = 0,40 [m]      Y = -1,08 [m]  
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie      23,83 [°]  
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche      55,01 [°]

Incremento sismico della spinta      220,18 [daN]  
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta      X = 0,40 [m]      Y = -0,79 [m]  
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche      48,76 [°]

Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte      835,20 [daN]  
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte      X = 0,20 [m]      Y = -0,52 [m]  
Inerzia del muro      129,83 [daN]  
Inerzia verticale del muro      -64,91 [daN]  
Inerzia del terrapieno fondazione di monte      74,78 [daN]  
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte      -37,39 [daN]

#### Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale      1206,92 [daN]  
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale      2625,54 [daN]  
Resistenza passiva dente di fondazione -1876,21 [daN]  
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione 2625,54 [daN]  
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione      1206,92 [daN]  
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione -0,01 [m]  
Lunghezza fondazione reagente      1,00 [m]  
Risultante in fondazione      2889,66 [daN]  
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale) 24,69 [°]  
Momento rispetto al baricentro della fondazione -22,06 [daNm]  
Carico ultimo della fondazione      104292,73 [daN]

#### Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente      1,00 [m]  
Tensione terreno allo spigolo di valle      0,2493 [daN/cm<sup>2</sup>]  
Tensione terreno allo spigolo di monte      0,2758 [daN/cm<sup>2</sup>]

#### Fattori per il calcolo della capacità portante

**Coeff. capacità portante**      N<sub>c</sub> = 77.50      N<sub>q</sub> = 61.55      N<sub>γ</sub> = 80.93

**Fattori forma**      s<sub>c</sub> = 1,00      s<sub>q</sub> = 1,00      s<sub>γ</sub> = 1,00

I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.

N'<sub>c</sub> = 77.50      N'<sub>q</sub> = 61.55      N'<sub>γ</sub> = 80.93

#### **COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a scorrimento      1.77

Coefficiente di sicurezza a carico ultimo      39.72

Sollecitazioni paramento

#### Combinazione n° 5

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

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

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in daN

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

Nr.	Y	N	M	T
1	0,00	0,00	0,00	0,00
2	0,55	275,00	31,04	138,16
3	1,10	550,00	179,81	427,92

Sollecitazioni fondazione di valle

#### Combinazione n° 5

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

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in daNm

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

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE</b>		<i>Codice documento</i> ST0191_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20-06-2011

Nr.	X	M	T
1	0,00	0,00	0,00
2	0,40	142,28	718,45

Sollecitazioni fondazione di monte

Combinazione n° 5

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

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in daNm

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

Nr.	X	M	T
1	0,00	0,00	0,00
2	0,40	-57,11	-203,22

Armature e tensioni nei materiali del muro

Combinazione n° 5

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

B base della sezione espressa in [cm]

H altezza della sezione espressa in [cm]

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

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

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

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

CS coefficiente sicurezza sezione

VRcd Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [daN]

VRsd Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [daN]

VRd Resistenza al taglio, espresso in [daN]

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rsd</sub>
1	0,00	100, 20	6,79	5,65	0	0	1000,00	9010	--	--
2	0,55	100, 20	6,79	5,65	84216	-9504	306,24	9045	--	--
3	1,10	100, 20	6,79	5,65	16950	-5541	30,82	9080	--	--

Armature e tensioni nei materiali della fondazione

Combinazione n° 5

Simbologia adottata

B base della sezione espressa in [cm]

H altezza della sezione espressa in [cm]

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

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

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

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

CS coefficiente sicurezza sezione

VRcd Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [daN]

VRsd Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [daN]

VRd Resistenza al taglio, espresso in [daN]

Fondazione di valle

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

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rsd</sub>
1	0,00	100, 30	6,79	6,79	0	0	1000,00	12332	--	--
2	0,40	100, 30	6,79	6,79	0	6958	48,90	12332	--	--

Fondazione di monte

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE</b>		<i>Codice documento</i> ST0191_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20-06-2011

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

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rsd</sub>
1	0,00	100, 30	6,79	11,31	0	0	1000,00	12332	--	--
2	0,40	100, 30	6,79	6,79	0	-6958	121,83	12332	--	--

#### Verifica sperone di fondazione

Base sezione B= 100 cm Altezza sezione H=20 [cm]  
A<sub>fi</sub>=4,52 [cmq] A<sub>fs</sub>=4,52 [cmq]  
Sollecitazioni M=241,5 [daNm] T=1206,9 [daN]  
Momento ultimo sezione M<sub>u</sub> = 2978,88 [daNm]  
Coeff. sicurezza sezione = 12,33

#### COMBINAZIONE n° 6

Valore della spinta statica	875,53	[daN]								
Componente orizzontale della spinta statica	800,90	[daN]								
Componente verticale della spinta statica	353,70	[daN]								
Punto d'applicazione della spinta	X = 0,40	[m]							Y = -1,08	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	23,83	[°]								
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	55,01	[°]								
Incremento sismico della spinta	294,43	[daN]								
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 0,40	[m]							Y = -0,79	[m]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	49,32	[°]								
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	835,20	[daN]								
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0,20	[m]							Y = -0,52	[m]
Inerzia del muro	129,83	[daN]								
Inerzia verticale del muro	64,91	[daN]								
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	74,78	[daN]								
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	37,39	[daN]								

#### Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	1274,85	[daN]								
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	2860,14	[daN]								
Resistenza passiva dente di fondazione	-2028,44	[daN]								
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	2860,14	[daN]								
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	1274,85	[daN]								
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0,01	[m]								
Lunghezza fondazione reagente	1,00	[m]								
Risultante in fondazione	3131,40	[daN]								
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	24,02	[°]								
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-23,57	[daNm]								
Carico ultimo della fondazione	104327,07	[daN]								

#### Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	1,00	[m]								
Tensione terreno allo spigolo di valle	0,2719	[daN/cm <sup>2</sup> ]								
Tensione terreno allo spigolo di monte	0,3002	[daN/cm <sup>2</sup> ]								

#### Fattori per il calcolo della capacità portante

**Coeff. capacità portante** N<sub>c</sub> = 77.50 N<sub>q</sub> = 61.55 N<sub>γ</sub> = 80.93

**Fattori forma** s<sub>c</sub> = 1,00 s<sub>q</sub> = 1,00 s<sub>γ</sub> = 1,00

I coefficienti N tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.

N<sub>c</sub> = 77.50 N<sub>q</sub> = 61.55 N<sub>γ</sub> = 80.93

#### COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a scorrimento 1.81  
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo 36.48

Sollecitazioni paramento

#### Combinazione n° 6

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

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE</b>		<i>Codice documento</i> ST0191_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20-06-2011

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

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in daN

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

Nr.	Y	N	M	T
1	0,00	0,00	0,00	0,00
2	0,55	275,00	34,58	151,03
3	1,10	550,00	193,97	453,66

Sollecitazioni fondazione di valle

Combinazione n° 6

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

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in daNm

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

Nr.	X	M	T
1	0,00	0,00	0,00
2	0,40	160,52	810,12

Sollecitazioni fondazione di monte

Combinazione n° 6

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

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in daNm

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

Nr.	X	M	T
1	0,00	0,00	0,00
2	0,40	-37,81	-107,21

Armature e tensioni nei materiali del muro

Combinazione n° 6

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

B base della sezione espressa in [cm]

H altezza della sezione espressa in [cm]

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

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

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

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

CS coefficiente sicurezza sezione

VRcd Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [daN]

VRsd Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [daN]

VRd Resistenza al taglio, espresso in [daN]

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rsd</sub>
1	0,00	100, 20	6,79	5,65	0	0	1000,00	9010	--	--
2	0,55	100, 20	6,79	5,65	71448	-8983	259,81	9045	--	--
3	1,10	100, 20	6,79	5,65	15397	-5430	27,99	9080	--	--

Armature e tensioni nei materiali della fondazione

Combinazione n° 6

Simbologia adottata

B base della sezione espressa in [cm]

H altezza della sezione espressa in [cm]

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

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

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

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

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE</b>		<i>Codice documento</i> ST0191_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20-06-2011

CS      coefficiente sicurezza sezione  
VRcd   Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [daN]  
VRsd   Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [daN]  
VRd    Resistenza al taglio, espresso in [daN]

#### Fondazione di valle

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

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rsd</sub>
1	0,00	100, 30	6,79	6,79	0	0	1000,00	12332	--	--
2	0,40	100, 30	6,79	6,79	0	6958	43,35	12332	--	--

#### Fondazione di monte

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

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rsd</sub>
1	0,00	100, 30	6,79	11,31	0	0	1000,00	12332	--	--
2	0,40	100, 30	6,79	6,79	0	-6958	184,00	12332	--	--

#### Verifica sperone di fondazione

Base sezione B= 100 cm      Altezza sezione H=20 [cm]  
A<sub>fi</sub>=4,52 [cmq]      A<sub>fs</sub>=4,52 [cmq]  
Sollecitazioni    M=255,1 [daNm]      T=1274,8 [daN]  
Momento ultimo sezione    M<sub>u</sub> = 2978,88 [daNm]  
Coeff.sicurezza sezione = 11,68

#### COMBINAZIONE n° 7

Valore della spinta statica      1149,62 [daN]  
Componente orizzontale della spinta statica      1083,92 [daN]  
Componente verticale della spinta statica      383,06 [daN]  
Punto d'applicazione della spinta      X = 0,40 [m]      Y = -1,08 [m]  
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie      19,46 [°]  
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche      49,69 [°]  
Incremento sismico della spinta      392,75 [daN]  
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta      X = 0,40 [m]      Y = -0,79 [m]  
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche      42,37 [°]  
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte      835,20 [daN]  
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte      X = 0,20 [m]      Y = -0,52 [m]  
Inerzia del muro      129,83 [daN]  
Inerzia verticale del muro      64,91 [daN]  
Inerzia del terrapieno fondazione di monte      74,78 [daN]  
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte      37,39 [daN]

#### Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale      1658,83 [daN]  
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale      2901,42 [daN]  
Resistenza passiva dente di fondazione -1723,69 [daN]  
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione      2901,42 [daN]  
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione      1658,83 [daN]  
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione      0,04 [m]  
Lunghezza fondazione reagente      1,00 [m]  
Risultante in fondazione      3342,15 [daN]  
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)      29,76 [°]  
Momento rispetto al baricentro della fondazione      106,78 [daNm]  
Carico ultimo della fondazione      37085,51 [daN]

#### Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente      1,00 [m]  
Tensione terreno allo spigolo di valle      0,3542 [daN/cm<sup>2</sup>]  
Tensione terreno allo spigolo di monte      0,2261 [daN/cm<sup>2</sup>]

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
<b>RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE</b>		<i>Codice documento</i> ST0191_F0.doc	<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						

Fattori per il calcolo della capacità portante

**Coeff. capacità portante**  $N_c = 77.50$   $N_q = 61.55$   $N_\gamma = 80.93$

**Fattori forma**  $s_c = 1,00$   $s_q = 1,00$   $s_\gamma = 1,00$

I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.

$N'_c = 77.50$   $N'_q = 61.55$   $N'_\gamma = 80.93$

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a scorrimento 1.15

Coefficiente di sicurezza a carico ultimo 12.78

Sollecitazioni paramento

Combinazione n° 7

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

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

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in daN

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

Nr.	Y	N	M	T
1	0,00	0,00	0,00	0,00
2	0,55	275,00	44,63	196,39
3	1,10	550,00	253,53	597,01

Sollecitazioni fondazione di valle

Combinazione n° 7

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

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in daNm

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

Nr.	X	M	T
1	0,00	0,00	0,00
2	0,40	209,70	1014,33

Sollecitazioni fondazione di monte

Combinazione n° 7

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

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in daNm

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

Nr.	X	M	T
1	0,00	0,00	0,00
2	0,40	-80,39	-278,39

Armature e tensioni nei materiali del muro

Combinazione n° 7

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

B base della sezione espressa in [cm]

H altezza della sezione espressa in [cm]

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

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

$N_u$  sforzo normale ultimo espresso in [daN]

$M_u$  momento ultimo espresso in [daNm]

CS coefficiente sicurezza sezione

VRcd Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [daN]

VRsd Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [daN]

VRd Resistenza al taglio, espresso in [daN]

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
		<b>RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE</b>	<i>Codice documento</i> ST0191_F0.doc	<i>Rev</i> F0

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rsd</sub>
1	0,00	100, 20	6,79	5,65	0	0	1000,00	9010	--	--
2	0,55	100, 20	6,79	5,65	46769	-7590	170,07	9045	--	--
3	1,10	100, 20	6,79	5,65	11114	-5123	20,21	9080	--	--

Armature e tensioni nei materiali della fondazione

#### Combinazione n° 7

Simbologia adottata

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

#### Fondazione di valle

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

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rsd</sub>
1	0,00	100, 30	6,79	6,79	0	0	1000,00	12332	--	--
2	0,40	100, 30	6,79	6,79	0	6958	33,18	12332	--	--

#### Fondazione di monte

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

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rsd</sub>
1	0,00	100, 30	6,79	11,31	0	0	1000,00	12332	--	--
2	0,40	100, 30	6,79	6,79	0	-6958	86,55	12332	--	--

#### Verifica sperone di fondazione

Base sezione B= 100 cm    Altezza sezione H=20 [cm]  
A<sub>fi</sub>=4,52 [cmq]    A<sub>fs</sub>=4,52 [cmq]  
Sollecitazioni M=331,9 [daNm]    T=1658,8 [daN]  
Momento ultimo sezione M<sub>u</sub> = 2978,88 [daNm]  
Coeff.sicurezza sezione = 8,97

#### COMBINAZIONE n° 8

Valore della spinta statica	1149,62 [daN]		
Componente orizzontale della spinta statica	1083,92 [daN]		
Componente verticale della spinta statica	383,06 [daN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 0,40 [m]	Y = -1,08 [m]	
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	19,46 [°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	49,69 [°]		
Incremento sismico della spinta	297,44 [daN]		
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 0,40 [m]	Y = -0,79 [m]	
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	41,56 [°]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	835,20 [daN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0,20 [m]	Y = -0,52 [m]	
Inerzia del muro	129,83 [daN]		
Inerzia verticale del muro	-64,91 [daN]		
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	74,78 [daN]		
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	-37,39 [daN]		

#### Risultanti

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
<b>RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE</b>		<i>Codice documento</i> ST0191_F0.doc	<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						

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale 1568,96 [daN]  
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale 2665,06 [daN]  
Resistenza passiva dente di fondazione -1593,33 [daN]  
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione 2665,06 [daN]  
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione 1568,96 [daN]  
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione 0,04 [m]  
Lunghezza fondazione reagente 1,00 [m]  
Risultante in fondazione 3092,60 [daN]  
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale) 30,49 [°]  
Momento rispetto al baricentro della fondazione 95,79 [daNm]  
Carico ultimo della fondazione 37154,14 [daN]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente 1,00 [m]  
Tensione terreno allo spigolo di valle 0,3240 [daN/cm<sup>2</sup>]  
Tensione terreno allo spigolo di monte 0,2090 [daN/cm<sup>2</sup>]

Fattori per il calcolo della capacità portante

**Coef. capacità portante**  $N_c = 77.50$   $N_q = 61.55$   $N_\gamma = 80.93$

**Fattori forma**  $s_c = 1,00$   $s_q = 1,00$   $s_\gamma = 1,00$

I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.

$N'_c = 77.50$   $N'_q = 61.55$   $N'_\gamma = 80.93$

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a scorrimento 1.12  
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo 13.94

Sollecitazioni paramento

Combinazione n° 8

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

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

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in daN

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

Nr.	Y	N	M	T
1	0,00	0,00	0,00	0,00
2	0,55	275,00	39,98	179,46
3	1,10	550,00	234,90	563,15

Sollecitazioni fondazione di valle

Combinazione n° 8

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

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in daNm

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

Nr.	X	M	T
1	0,00	0,00	0,00
2	0,40	186,92	903,97

Sollecitazioni fondazione di monte

Combinazione n° 8

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

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in daNm

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

Nr.	X	M	T
1	0,00	0,00	0,00
2	0,40	-95,44	-357,12

Armature e tensioni nei materiali del muro

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE</b>		<i>Codice documento</i> ST0191_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20-06-2011

#### Combinazione n° 8

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

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

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rsd</sub>
1	0,00	100, 20	6,79	5,65	0	0	1000,00	9010	--	--
2	0,55	100, 20	6,79	5,65	56264	-8179	204,60	9045	--	--
3	1,10	100, 20	6,79	5,65	12173	-5199	22,13	9080	--	--

Armature e tensioni nei materiali della fondazione

#### Combinazione n° 8

Simbologia adottata

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

#### Fondazione di valle

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

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rsd</sub>
1	0,00	100, 30	6,79	6,79	0	0	1000,00	12332	--	--
2	0,40	100, 30	6,79	6,79	0	6958	37,22	12332	--	--

#### Fondazione di monte

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

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rsd</sub>
1	0,00	100, 30	6,79	11,31	0	0	1000,00	12332	--	--
2	0,40	100, 30	6,79	6,79	0	-6958	72,91	12332	--	--

#### Verifica sperone di fondazione

Base sezione B= 100 cm    Altezza sezione H=20 [cm]  
A<sub>fi</sub>=4,52 [cmq]    A<sub>fs</sub>=4,52 [cmq]  
Sollecitazioni    M=313,9 [daNm]    T=1569,0 [daN]  
Momento ultimo sezione    M<sub>u</sub> = 2978,88 [daNm]  
Coeff.sicurezza sezione = 9,49

#### COMBINAZIONE n° 9

Valore della spinta statica    1149,62 [daN]  
Componente orizzontale della spinta statica    1083,92 [daN]  
Componente verticale della spinta statica    383,06 [daN]  
Punto d'applicazione della spinta    X = 0,40 [m]    Y = -1,08 [m]  
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie    19,46 [°]

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
<b>RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE</b>		<i>Codice documento</i> ST0191_F0.doc	<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						

Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	49,69	[°]			
Incremento sismico della spinta	297,44	[daN]			
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 0,40	[m]	Y = -0,79	[m]	
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	41,56	[°]			
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	835,20	[daN]			
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0,20	[m]	Y = -0,52	[m]	
Inerzia del muro	129,83	[daN]			
Inerzia verticale del muro	-64,91	[daN]			
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	74,78	[daN]			
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	-37,39	[daN]			

**Risultanti**

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	1568,96	[daN]			
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	2665,06	[daN]			
Resistenza passiva dente di fondazione	-1593,33	[daN]			
Momento ribaltante rispetto allo spigolo a valle	701,47	[daNm]			
Momento stabilizzante rispetto allo spigolo a valle	1938,20	[daNm]			
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	2665,06	[daN]			
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	1568,96	[daN]			
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0,04	[m]			
Lunghezza fondazione reagente	1,00	[m]			
Risultante in fondazione	3092,60	[daN]			
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	30,49	[°]			
Momento rispetto al baricentro della fondazione	95,79	[daNm]			

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a ribaltamento 2.76

**COMBINAZIONE n° 10**

Valore della spinta statica	1149,62	[daN]			
Componente orizzontale della spinta statica	1083,92	[daN]			
Componente verticale della spinta statica	383,06	[daN]			
Punto d'applicazione della spinta	X = 0,40	[m]	Y = -1,08	[m]	
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	19,46	[°]			
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	49,69	[°]			
Incremento sismico della spinta	392,75	[daN]			
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 0,40	[m]	Y = -0,79	[m]	
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	42,37	[°]			
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	835,20	[daN]			
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0,20	[m]	Y = -0,52	[m]	
Inerzia del muro	129,83	[daN]			
Inerzia verticale del muro	64,91	[daN]			
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	74,78	[daN]			
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	37,39	[daN]			

**Risultanti**

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	1658,83	[daN]			
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	2901,42	[daN]			
Resistenza passiva dente di fondazione	-1723,69	[daN]			
Momento ribaltante rispetto allo spigolo a valle	691,21	[daNm]			
Momento stabilizzante rispetto allo spigolo a valle	2035,14	[daNm]			
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	2901,42	[daN]			
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	1658,83	[daN]			
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0,04	[m]			
Lunghezza fondazione reagente	1,00	[m]			
Risultante in fondazione	3342,15	[daN]			
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	29,76	[°]			
Momento rispetto al baricentro della fondazione	106,78	[daNm]			

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
<b>RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE</b>		<i>Codice documento</i> ST0191_F0.doc	<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						

Coefficiente di sicurezza a ribaltamento 2.94

Stabilità globale muro + terreno

Combinazione n° 11

Le ascisse X sono considerate positive verso monte

Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto

Origine in testa al muro (spigolo contro terra)

- W peso della striscia espresso in [daN]
- $\alpha$  angolo fra la base della striscia e l'orizzontale espresso in [°] (positivo antiorario)
- $\phi$  angolo d'attrito del terreno lungo la base della striscia
- c coesione del terreno lungo la base della striscia espressa in [daN/cm<sup>2</sup>]
- b larghezza della striscia espressa in [m]
- u pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [daN/cm<sup>2</sup>]

Metodo di Fellenius

Numero di cerchi analizzati 36

Numero di strisce 25

Cerchio critico

Coordinate del centro X[m]= -0,41 Y[m]= 1,22

Raggio del cerchio R[m]= 3,03

Ascissa a valle del cerchio Xi[m]= -2,37

Ascissa a monte del cerchio Xs[m]= 2,60

Larghezza della striscia dx[m]= 0,20

Coefficiente di sicurezza C= 1.43

Le strisce sono numerate da monte verso valle

Caratteristiche delle strisce

Striscia	W	$\alpha(^{\circ})$	$W\sin\alpha$	$b/\cos\alpha$	$\phi$	c	u
1	114.96	74.24	110.64	0.73	29.26	0.000	0.000
2	290.75	63.61	260.45	0.45	29.26	0.000	0.000
3	393.53	56.02	326.31	0.36	29.26	0.000	0.000
4	466.73	49.74	356.18	0.31	29.26	0.000	0.000
5	521.82	44.21	363.87	0.28	29.26	0.000	0.000
6	563.92	39.16	356.14	0.26	29.26	0.000	0.000
7	595.86	34.46	337.16	0.24	29.26	0.000	0.000
8	619.40	30.01	309.80	0.23	30.67	0.000	0.000
9	635.71	25.75	276.21	0.22	32.01	0.000	0.000
10	645.61	21.64	238.13	0.21	32.01	0.000	0.000
11	649.69	17.65	196.99	0.21	32.01	0.000	0.000
12	726.65	13.74	172.63	0.20	32.01	0.000	0.000
13	686.50	9.90	118.03	0.20	32.01	0.000	0.000
14	822.60	6.10	87.45	0.20	32.01	0.000	0.000
15	339.36	2.33	13.80	0.20	32.01	0.000	0.000
16	294.15	-1.43	-7.34	0.20	32.01	0.000	0.000
17	252.49	-5.20	-22.87	0.20	32.01	0.000	0.000
18	239.52	-8.99	-37.42	0.20	32.01	0.000	0.000
19	225.85	-12.82	-50.10	0.20	32.01	0.000	0.000
20	207.14	-16.71	-59.55	0.21	32.01	0.000	0.000
21	183.12	-20.68	-64.66	0.21	32.01	0.000	0.000
22	153.38	-24.76	-64.23	0.22	32.01	0.000	0.000
23	117.40	-28.97	-56.87	0.23	32.01	0.000	0.000
24	74.41	-33.37	-40.93	0.24	29.26	0.000	0.000
25	23.34	-38.01	-14.37	0.25	29.26	0.000	0.000

$\Sigma W_i = 9843,90$  [daN]

$\Sigma W_i \sin\alpha_i = 3105,47$  [daN]

$\Sigma W_i \cos\alpha_i \tan\phi_i = 5190,66$  [daN]

$\Sigma c_i b_i / \cos\alpha_i = 0,00$  [daN]

Stabilità globale muro + terreno

Combinazione n° 12

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE</b>		<i>Codice documento</i> ST0191_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20-06-2011

Le ascisse X sono considerate positive verso monte

Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto

Origine in testa al muro (spigolo contro terra)

W peso della striscia espresso in [daN]

$\alpha$  angolo fra la base della striscia e l'orizzontale espresso in [°] (positivo antiorario)

$\phi$  angolo d'attrito del terreno lungo la base della striscia

c coesione del terreno lungo la base della striscia espressa in [daN/cm<sup>q</sup>]

b larghezza della striscia espressa in [m]

u pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [daN/cm<sup>q</sup>]

Metodo di Fellenius

Numero di cerchi analizzati 36

Numero di strisce 25

Cerchio critico

Coordinate del centro X[m]= -0,41 Y[m]= 1,22

Raggio del cerchio R[m]= 3,03

Ascissa a valle del cerchio Xi[m]= -2,37

Ascissa a monte del cerchio Xs[m]= 2,60

Larghezza della striscia dx[m]= 0,20

Coefficiente di sicurezza C= 1.41

Le strisce sono numerate da monte verso valle

Caratteristiche delle strisce

Striscia	W	$\alpha(^{\circ})$	$W\sin\alpha$	$b/\cos\alpha$	$\phi$	c	u
1	114.96	74.24	110.64	0.73	29.26	0.000	0.000
2	290.75	63.61	260.45	0.45	29.26	0.000	0.000
3	393.53	56.02	326.31	0.36	29.26	0.000	0.000
4	466.73	49.74	356.18	0.31	29.26	0.000	0.000
5	521.82	44.21	363.87	0.28	29.26	0.000	0.000
6	563.92	39.16	356.14	0.26	29.26	0.000	0.000
7	595.86	34.46	337.16	0.24	29.26	0.000	0.000
8	619.40	30.01	309.80	0.23	30.67	0.000	0.000
9	635.71	25.75	276.21	0.22	32.01	0.000	0.000
10	645.61	21.64	238.13	0.21	32.01	0.000	0.000
11	649.69	17.65	196.99	0.21	32.01	0.000	0.000
12	726.65	13.74	172.63	0.20	32.01	0.000	0.000
13	686.50	9.90	118.03	0.20	32.01	0.000	0.000
14	822.60	6.10	87.45	0.20	32.01	0.000	0.000
15	339.36	2.33	13.80	0.20	32.01	0.000	0.000
16	294.15	-1.43	-7.34	0.20	32.01	0.000	0.000
17	252.49	-5.20	-22.87	0.20	32.01	0.000	0.000
18	239.52	-8.99	-37.42	0.20	32.01	0.000	0.000
19	225.85	-12.82	-50.10	0.20	32.01	0.000	0.000
20	207.14	-16.71	-59.55	0.21	32.01	0.000	0.000
21	183.12	-20.68	-64.66	0.21	32.01	0.000	0.000
22	153.38	-24.76	-64.23	0.22	32.01	0.000	0.000
23	117.40	-28.97	-56.87	0.23	32.01	0.000	0.000
24	74.41	-33.37	-40.93	0.24	29.26	0.000	0.000
25	23.34	-38.01	-14.37	0.25	29.26	0.000	0.000

$\Sigma W_i = 9843,90$  [daN]

$\Sigma W_i \sin\alpha_i = 3105,47$  [daN]

$\Sigma W_i \cos\alpha_i \tan\phi_i = 5190,66$  [daN]

$\Sigma c_i b_i / \cos\alpha_i = 0,00$  [daN]

**COMBINAZIONE n° 13**

Valore della spinta statica 875,53 [daN]

Componente orizzontale della spinta statica 800,90 [daN]

Componente verticale della spinta statica 353,70 [daN]

Punto d'applicazione della spinta X = 0,40 [m] Y = -1,08 [m]

Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie 23,83 [°]

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
<b>RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE</b>		<i>Codice documento</i> ST0191_F0.doc	<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						

Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche 55,01 [°]  
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte 835,20 [daN]  
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte X = 0,20 [m] Y = -0,52 [m]

**Risultanti**

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale 800,90 [daN]  
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale 2638,90 [daN]  
Resistenza passiva dente di fondazione -1722,35 [daN]  
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione 2638,90 [daN]  
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione 800,90 [daN]  
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione -0,09 [m]  
Lunghezza fondazione reagente 1,00 [m]  
Risultante in fondazione 2757,76 [daN]  
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale) 16,88 [°]  
Momento rispetto al baricentro della fondazione -230,59 [daNm]  
Carico ultimo della fondazione 87536,91 [daN]

**Tensioni sul terreno**

Lunghezza fondazione reagente 1,00 [m]  
Tensione terreno allo spigolo di valle 0,1255 [daN/cm<sup>2</sup>]  
Tensione terreno allo spigolo di monte 0,4022 [daN/cm<sup>2</sup>]

**Fattori per il calcolo della capacità portante**

**Coeff. capacità portante** N<sub>c</sub> = 77.50 N<sub>q</sub> = 61.55 N<sub>γ</sub> = 80.93

**Fattori forma** s<sub>c</sub> = 1,00 s<sub>q</sub> = 1,00 s<sub>γ</sub> = 1,00

I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.

N'<sub>c</sub> = 77.50 N'<sub>q</sub> = 61.55 N'<sub>γ</sub> = 80.93

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a scorrimento 2.59  
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo 33.17

Sollecitazioni paramento

**Combinazione n° 13**

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

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

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in daN

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

Nr.	Y	N	M	T
1	0,00	0,00	0,00	0,00
2	0,55	275,00	13,92	75,92
3	1,10	550,00	111,34	303,42

Sollecitazioni fondazione di valle

**Combinazione n° 13**

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

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in daNm

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

Nr.	X	M	T
1	0,00	0,00	0,00
2	0,40	69,94	423,51

Sollecitazioni fondazione di monte

**Combinazione n° 13**

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

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in daNm

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
<b>RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE</b>		<i>Codice documento</i> ST0191_F0.doc	<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						

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

Nr.	X	M	T
1	0,00	0,00	0,00
2	0,40	17,36	102,41

Armature e tensioni nei materiali del muro

Combinazione n° 13

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

B	base della sezione espressa in [cm]
H	altezza della sezione espressa in [cm]
A <sub>fs</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [cmq]
A <sub>fi</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [cmq]
σ <sub>c</sub>	tensione nel calcestruzzo espressa in [daN/cm <sup>2</sup> ]
τ <sub>c</sub>	tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [daN/cm <sup>2</sup> ]
σ <sub>fs</sub>	tensione nell'armatura disposta sul lembo di monte in [daN/cm <sup>2</sup> ]
σ <sub>fi</sub>	tensione nell'armatura disposta sul lembo di valle in [daN/cm <sup>2</sup> ]

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	σ <sub>c</sub>	τ <sub>c</sub>	σ <sub>fs</sub>	σ <sub>fi</sub>
1	0,00	100, 20	6,79	5,65	0,00	0,00	0,00	0,00
2	0,55	100, 20	6,79	5,65	0,33	0,05	0,40	-3,95
3	1,10	100, 20	6,79	5,65	2,77	0,21	68,61	-22,16

Armature e tensioni nei materiali della fondazione

Combinazione n° 13

Simbologia adottata

B	base della sezione espressa in [cm]
H	altezza della sezione espressa in [cm]
A <sub>fi</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo inferiore in [cmq]
A <sub>fs</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo superiore in [cmq]
σ <sub>c</sub>	tensione nel calcestruzzo espressa in [daN/cm <sup>2</sup> ]
τ <sub>c</sub>	tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [daN/cm <sup>2</sup> ]
σ <sub>fi</sub>	tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo inferiore in [daN/cm <sup>2</sup> ]
σ <sub>fs</sub>	tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo superiore in [daN/cm <sup>2</sup> ]

Fondazione di valle

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

Nr.	X	B, H	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	σ <sub>c</sub>	τ <sub>c</sub>	σ <sub>fi</sub>	σ <sub>fs</sub>
1	0,00	100, 30	6,79	6,79	0,00	0,00	0,00	0,00
2	0,40	100, 30	6,79	6,79	0,80	0,18	41,49	-6,02

Fondazione di monte

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

Nr.	X	B, H	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	σ <sub>c</sub>	τ <sub>c</sub>	σ <sub>fi</sub>	σ <sub>fs</sub>
1	0,00	100, 30	6,79	11,31	0,00	0,00	0,00	0,00
2	0,40	100, 30	6,79	6,79	0,20	0,04	10,30	-1,49

Verifica sperone di fondazione

Base sezione B= 100 cm    Altezza sezione H=20 [cm]  
A<sub>fi</sub>=4,52 [cmq]    A<sub>fs</sub>=4,52 [cmq]  
Sollecitazioni M=160,3 [daNm]    T=800,9 [daN]  
Momento ultimo sezione M<sub>u</sub> = 2978,88 [daNm]  
Coeff.sicurezza sezione = 18,59

Verifiche a fessurazione

Combinazione n° 13

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

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE</b>		<i>Codice documento</i> ST0191_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20-06-2011

$A_{fs}$  area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [cmq]  
 $A_{fi}$  area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [cmq]  
 $M_{pf}$  Momento di prima fessurazione espressa in [daNm]  
 $M$  Momento agente nella sezione espressa in [daNm]  
 $\epsilon_m$  deformazione media espressa in [%]  
 $s_m$  Distanza media tra le fessure espressa in [mm]  
 $w$  Apertura media della fessura espressa in [mm]

Verifica fessurazione paramento

N°	Y	$A_{fs}$	$A_{fi}$	$M_{pf}$	M	$\epsilon_m$	$s_m$	w
1	0,00	6,79	5,65	-1063	0	0,0000	0,00	0,000
2	0,06	6,79	5,65	-1063	0	0,0000	0,00	0,000
3	0,11	6,79	5,65	-1063	0	0,0000	0,00	0,000
4	0,17	6,79	5,65	-1063	0	0,0000	0,00	0,000
5	0,22	6,79	5,65	-1063	-1	0,0000	0,00	0,000
6	0,28	6,79	5,65	-1063	-2	0,0000	0,00	0,000
7	0,33	6,79	5,65	-1063	-3	0,0000	0,00	0,000
8	0,39	6,79	5,65	-1063	-5	0,0000	0,00	0,000
9	0,44	6,79	5,65	-1063	-7	0,0000	0,00	0,000
10	0,50	6,79	5,65	-1063	-10	0,0000	0,00	0,000
11	0,55	6,79	5,65	-1063	-14	0,0000	0,00	0,000
12	0,61	13,57	11,31	-1167	-19	0,0000	0,00	0,000
13	0,66	6,79	5,65	-1063	-24	0,0000	0,00	0,000
14	0,72	6,79	5,65	-1063	-31	0,0000	0,00	0,000
15	0,77	6,79	5,65	-1063	-38	0,0000	0,00	0,000
16	0,83	6,79	5,65	-1063	-47	0,0000	0,00	0,000
17	0,88	6,79	5,65	-1063	-57	0,0000	0,00	0,000
18	0,94	6,79	5,65	-1063	-68	0,0000	0,00	0,000
19	0,99	6,79	5,65	-1063	-81	0,0000	0,00	0,000
20	1,05	6,79	5,65	-1063	-95	0,0000	0,00	0,000
21	1,10	6,79	5,65	-1063	-111	0,0000	0,00	0,000

Verifica fessurazione fondazione

N°	Y	$A_{fs}$	$A_{fi}$	$M_{pf}$	M	$\epsilon_m$	$s_m$	w
1	-0,60	6,79	6,79	-2360	0	0,0000	0,00	0,000
2	-0,56	6,79	6,79	2360	0	0,0000	0,00	0,000
3	-0,52	6,79	6,79	2360	2	0,0000	0,00	0,000
4	-0,48	6,79	6,79	2360	4	0,0000	0,00	0,000
5	-0,44	6,79	6,79	2360	8	0,0000	0,00	0,000
6	-0,40	6,79	6,79	2360	14	0,0000	0,00	0,000
7	-0,36	6,79	6,79	2360	21	0,0000	0,00	0,000
8	-0,32	6,79	6,79	2360	30	0,0000	0,00	0,000
9	-0,28	6,79	6,79	2360	41	0,0000	0,00	0,000
10	-0,24	6,79	6,79	2360	54	0,0000	0,00	0,000
11	-0,20	6,79	6,79	2360	70	0,0000	0,00	0,000
12	0,00	6,79	6,79	2360	17	0,0000	0,00	0,000
13	0,04	6,79	6,79	2360	13	0,0000	0,00	0,000
14	0,08	6,79	6,79	2360	10	0,0000	0,00	0,000
15	0,12	6,79	6,79	2360	7	0,0000	0,00	0,000
16	0,16	6,79	6,79	2360	5	0,0000	0,00	0,000
17	0,20	6,79	6,79	2360	4	0,0000	0,00	0,000
18	0,24	11,31	6,79	2380	3	0,0000	0,00	0,000
19	0,28	15,83	6,79	2400	2	0,0000	0,00	0,000
20	0,32	15,83	6,79	2400	1	0,0000	0,00	0,000
21	0,36	11,31	6,79	2380	0	0,0000	0,00	0,000
22	0,40	11,31	6,79	-2473	0	0,0000	0,00	0,000

COMBINAZIONE n° 14

Valore della spinta statica 875,53 [daN]  
Componente orizzontale della spinta statica 800,90 [daN]  
Componente verticale della spinta statica 353,70 [daN]  
Punto d'applicazione della spinta X = 0,40 [m] Y = -1,08 [m]

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
<b>RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE</b>		<i>Codice documento</i> ST0191_F0.doc	<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						

Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie 23,83 [°]  
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche 55,01 [°]

Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte 835,20 [daN]  
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte X = 0,20 [m] Y = -0,52 [m]

#### Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale 800,90 [daN]  
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale 2638,90 [daN]  
Resistenza passiva dente di fondazione -1722,35 [daN]  
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione 2638,90 [daN]  
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione 800,90 [daN]  
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione -0,09 [m]  
Lunghezza fondazione reagente 1,00 [m]  
Risultante in fondazione 2757,76 [daN]  
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale) 16,88 [°]  
Momento rispetto al baricentro della fondazione -230,59 [daNm]  
Carico ultimo della fondazione 87536,91 [daN]

#### Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente 1,00 [m]  
Tensione terreno allo spigolo di valle 0,1255 [daN/cm<sup>2</sup>]  
Tensione terreno allo spigolo di monte 0,4022 [daN/cm<sup>2</sup>]

#### Fattori per il calcolo della capacità portante

**Coeff. capacità portante**  $N_c = 77.50$   $N_q = 61.55$   $N_\gamma = 80.93$

**Fattori forma**  $s_c = 1,00$   $s_q = 1,00$   $s_\gamma = 1,00$

I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.

$N'_c = 77.50$   $N'_q = 61.55$   $N'_\gamma = 80.93$

#### **COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a scorrimento 2.59  
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo 33.17

Sollecitazioni paramento

#### Combinazione n° 14

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

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

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in daN

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

Nr.	Y	N	M	T
1	0,00	0,00	0,00	0,00
2	0,55	275,00	13,92	75,92
3	1,10	550,00	111,34	303,42

Sollecitazioni fondazione di valle

#### Combinazione n° 14

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

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in daNm

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

Nr.	X	M	T
1	0,00	0,00	0,00
2	0,40	69,94	423,51

Sollecitazioni fondazione di monte

#### Combinazione n° 14

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

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in daNm

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
<b>RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE</b>		<i>Codice documento</i> ST0191_F0.doc	<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						

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

Nr.	X	M	T
1	0,00	0,00	0,00
2	0,40	17,36	102,41

Armature e tensioni nei materiali del muro

Combinazione n° 14

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

B	base della sezione espressa in [cm]
H	altezza della sezione espressa in [cm]
A <sub>fs</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [cmq]
A <sub>fi</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [cmq]
σ <sub>c</sub>	tensione nel calcestruzzo espressa in [daN/cm <sup>2</sup> ]
τ <sub>c</sub>	tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [daN/cm <sup>2</sup> ]
σ <sub>fs</sub>	tensione nell'armatura disposta sul lembo di monte in [daN/cm <sup>2</sup> ]
σ <sub>fi</sub>	tensione nell'armatura disposta sul lembo di valle in [daN/cm <sup>2</sup> ]

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	σ <sub>c</sub>	τ <sub>c</sub>	σ <sub>fs</sub>	σ <sub>fi</sub>
1	0,00	100, 20	6,79	5,65	0,00	0,00	0,00	0,00
2	0,55	100, 20	6,79	5,65	0,33	0,05	0,40	-3,95
3	1,10	100, 20	6,79	5,65	2,77	0,21	68,61	-22,16

Armature e tensioni nei materiali della fondazione

Combinazione n° 14

Simbologia adottata

B	base della sezione espressa in [cm]
H	altezza della sezione espressa in [cm]
A <sub>fi</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo inferiore in [cmq]
A <sub>fs</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo superiore in [cmq]
σ <sub>c</sub>	tensione nel calcestruzzo espressa in [daN/cm <sup>2</sup> ]
τ <sub>c</sub>	tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [daN/cm <sup>2</sup> ]
σ <sub>fi</sub>	tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo inferiore in [daN/cm <sup>2</sup> ]
σ <sub>fs</sub>	tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo superiore in [daN/cm <sup>2</sup> ]

Fondazione di valle

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

Nr.	X	B, H	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	σ <sub>c</sub>	τ <sub>c</sub>	σ <sub>fi</sub>	σ <sub>fs</sub>
1	0,00	100, 30	6,79	6,79	0,00	0,00	0,00	0,00
2	0,40	100, 30	6,79	6,79	0,80	0,18	41,49	-6,02

Fondazione di monte

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

Nr.	X	B, H	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	σ <sub>c</sub>	τ <sub>c</sub>	σ <sub>fi</sub>	σ <sub>fs</sub>
1	0,00	100, 30	6,79	11,31	0,00	0,00	0,00	0,00
2	0,40	100, 30	6,79	6,79	0,20	0,04	10,30	-1,49

Verifica sperone di fondazione

Base sezione B= 100 cm Altezza sezione H=20 [cm]

A<sub>fi</sub>=4,52 [cmq] A<sub>fs</sub>=4,52 [cmq]

Sollecitazioni M=160,3 [daNm] T=800,9 [daN]

Momento ultimo sezione M<sub>u</sub> = 2978,88 [daNm]

Coeff. sicurezza sezione = 18,59

Verifiche a fessurazione

Combinazione n° 14

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

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

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
<b>RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE</b>		<i>Codice documento</i> ST0191_F0.doc	<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						

$A_{fi}$  area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [cmq]  
 $M_{pf}$  Momento di prima fessurazione espressa in [daNm]  
 $M$  Momento agente nella sezione espressa in [daNm]  
 $\epsilon_m$  deformazione media espressa in [%]  
 $S_m$  Distanza media tra le fessure espressa in [mm]  
 $w$  Apertura media della fessura espressa in [mm]

Verifica fessurazione paramento

N°	Y	$A_{fs}$	$A_{fi}$	$M_{pf}$	M	$\epsilon_m$	$S_m$	w
1	0,00	6,79	5,65	-1063	0	0,0000	0,00	0,000
2	0,06	6,79	5,65	-1063	0	0,0000	0,00	0,000
3	0,11	6,79	5,65	-1063	0	0,0000	0,00	0,000
4	0,17	6,79	5,65	-1063	0	0,0000	0,00	0,000
5	0,22	6,79	5,65	-1063	-1	0,0000	0,00	0,000
6	0,28	6,79	5,65	-1063	-2	0,0000	0,00	0,000
7	0,33	6,79	5,65	-1063	-3	0,0000	0,00	0,000
8	0,39	6,79	5,65	-1063	-5	0,0000	0,00	0,000
9	0,44	6,79	5,65	-1063	-7	0,0000	0,00	0,000
10	0,50	6,79	5,65	-1063	-10	0,0000	0,00	0,000
11	0,55	6,79	5,65	-1063	-14	0,0000	0,00	0,000
12	0,61	13,57	11,31	-1167	-19	0,0000	0,00	0,000
13	0,66	6,79	5,65	-1063	-24	0,0000	0,00	0,000
14	0,72	6,79	5,65	-1063	-31	0,0000	0,00	0,000
15	0,77	6,79	5,65	-1063	-38	0,0000	0,00	0,000
16	0,83	6,79	5,65	-1063	-47	0,0000	0,00	0,000
17	0,88	6,79	5,65	-1063	-57	0,0000	0,00	0,000
18	0,94	6,79	5,65	-1063	-68	0,0000	0,00	0,000
19	0,99	6,79	5,65	-1063	-81	0,0000	0,00	0,000
20	1,05	6,79	5,65	-1063	-95	0,0000	0,00	0,000
21	1,10	6,79	5,65	-1063	-111	0,0000	0,00	0,000

Verifica fessurazione fondazione

N°	Y	$A_{fs}$	$A_{fi}$	$M_{pf}$	M	$\epsilon_m$	$S_m$	w
1	-0,60	6,79	6,79	-2360	0	0,0000	0,00	0,000
2	-0,56	6,79	6,79	2360	0	0,0000	0,00	0,000
3	-0,52	6,79	6,79	2360	2	0,0000	0,00	0,000
4	-0,48	6,79	6,79	2360	4	0,0000	0,00	0,000
5	-0,44	6,79	6,79	2360	8	0,0000	0,00	0,000
6	-0,40	6,79	6,79	2360	14	0,0000	0,00	0,000
7	-0,36	6,79	6,79	2360	21	0,0000	0,00	0,000
8	-0,32	6,79	6,79	2360	30	0,0000	0,00	0,000
9	-0,28	6,79	6,79	2360	41	0,0000	0,00	0,000
10	-0,24	6,79	6,79	2360	54	0,0000	0,00	0,000
11	-0,20	6,79	6,79	2360	70	0,0000	0,00	0,000
12	0,00	6,79	6,79	2360	17	0,0000	0,00	0,000
13	0,04	6,79	6,79	2360	13	0,0000	0,00	0,000
14	0,08	6,79	6,79	2360	10	0,0000	0,00	0,000
15	0,12	6,79	6,79	2360	7	0,0000	0,00	0,000
16	0,16	6,79	6,79	2360	5	0,0000	0,00	0,000
17	0,20	6,79	6,79	2360	4	0,0000	0,00	0,000
18	0,24	11,31	6,79	2380	3	0,0000	0,00	0,000
19	0,28	15,83	6,79	2400	2	0,0000	0,00	0,000
20	0,32	15,83	6,79	2400	1	0,0000	0,00	0,000
21	0,36	11,31	6,79	2380	0	0,0000	0,00	0,000
22	0,40	11,31	6,79	-2473	0	0,0000	0,00	0,000

COMBINAZIONE n° 15

Valore della spinta statica 875,53 [daN]  
Componente orizzontale della spinta statica 800,90 [daN]  
Componente verticale della spinta statica 353,70 [daN]  
Punto d'applicazione della spinta X = 0,40 [m] Y = -1,08 [m]  
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie 23,83 [°]

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
<b>RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE</b>		<i>Codice documento</i> ST0191_F0.doc	<table border="1"> <tr> <td><i>Rev</i></td> <td><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						

Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche 55,01 [°]  
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte 835,20 [daN]  
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte X = 0,20 [m] Y = -0,52 [m]

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale 800,90 [daN]  
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale 2638,90 [daN]  
Resistenza passiva dente di fondazione -1722,35 [daN]  
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione 2638,90 [daN]  
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione 800,90 [daN]  
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione -0,09 [m]  
Lunghezza fondazione reagente 1,00 [m]  
Risultante in fondazione 2757,76 [daN]  
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale) 16,88 [°]  
Momento rispetto al baricentro della fondazione -230,59 [daNm]  
Carico ultimo della fondazione 87536,91 [daN]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente 1,00 [m]  
Tensione terreno allo spigolo di valle 0,1255 [daN/cm<sup>2</sup>]  
Tensione terreno allo spigolo di monte 0,4022 [daN/cm<sup>2</sup>]

Fattori per il calcolo della capacità portante

**Coeff. capacità portante** N<sub>c</sub> = 77.50 N<sub>q</sub> = 61.55 N<sub>γ</sub> = 80.93

**Fattori forma** s<sub>c</sub> = 1,00 s<sub>q</sub> = 1,00 s<sub>γ</sub> = 1,00

I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.

N'<sub>c</sub> = 77.50 N'<sub>q</sub> = 61.55 N'<sub>γ</sub> = 80.93

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a scorrimento 2.59  
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo 33.17

Sollecitazioni paramento

Combinazione n° 15

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

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

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in daN

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

Nr.	Y	N	M	T
1	0,00	0,00	0,00	0,00
2	0,55	275,00	13,92	75,92
3	1,10	550,00	111,34	303,42

Sollecitazioni fondazione di valle

Combinazione n° 15

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

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in daNm

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

Nr.	X	M	T
1	0,00	0,00	0,00
2	0,40	69,94	423,51

Sollecitazioni fondazione di monte

Combinazione n° 15

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

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
<b>RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE</b>		<i>Codice documento</i> ST0191_F0.doc	<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						

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in daNm  
Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in daN

Nr.	X	M	T
1	0,00	0,00	0,00
2	0,40	17,36	102,41

Armature e tensioni nei materiali del muro

Combinazione n° 15

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

B	base della sezione espressa in [cm]
H	altezza della sezione espressa in [cm]
A <sub>fs</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [cmq]
A <sub>fi</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [cmq]
σ <sub>c</sub>	tensione nel calcestruzzo espressa in [daN/cm <sup>2</sup> ]
τ <sub>c</sub>	tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [daN/cm <sup>2</sup> ]
σ <sub>fs</sub>	tensione nell'armatura disposta sul lembo di monte in [daN/cm <sup>2</sup> ]
σ <sub>fi</sub>	tensione nell'armatura disposta sul lembo di valle in [daN/cm <sup>2</sup> ]

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	σ <sub>c</sub>	τ <sub>c</sub>	σ <sub>fs</sub>	σ <sub>fi</sub>
1	0,00	100, 20	6,79	5,65	0,00	0,00	0,00	0,00
2	0,55	100, 20	6,79	5,65	0,33	0,05	0,40	-3,95
3	1,10	100, 20	6,79	5,65	2,77	0,21	68,61	-22,16

Armature e tensioni nei materiali della fondazione

Combinazione n° 15

Simbologia adottata

B	base della sezione espressa in [cm]
H	altezza della sezione espressa in [cm]
A <sub>fi</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo inferiore in [cmq]
A <sub>fs</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo superiore in [cmq]
σ <sub>c</sub>	tensione nel calcestruzzo espressa in [daN/cm <sup>2</sup> ]
τ <sub>c</sub>	tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [daN/cm <sup>2</sup> ]
σ <sub>fi</sub>	tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo inferiore in [daN/cm <sup>2</sup> ]
σ <sub>fs</sub>	tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo superiore in [daN/cm <sup>2</sup> ]

Fondazione di valle

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

Nr.	X	B, H	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	σ <sub>c</sub>	τ <sub>c</sub>	σ <sub>fi</sub>	σ <sub>fs</sub>
1	0,00	100, 30	6,79	6,79	0,00	0,00	0,00	0,00
2	0,40	100, 30	6,79	6,79	0,80	0,18	41,49	-6,02

Fondazione di monte

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

Nr.	X	B, H	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	σ <sub>c</sub>	τ <sub>c</sub>	σ <sub>fi</sub>	σ <sub>fs</sub>
1	0,00	100, 30	6,79	11,31	0,00	0,00	0,00	0,00
2	0,40	100, 30	6,79	6,79	0,20	0,04	10,30	-1,49

Verifica sperone di fondazione

Base sezione B= 100 cm    Altezza sezione H=20 [cm]  
A<sub>fi</sub>=4,52 [cmq]    A<sub>fs</sub>=4,52 [cmq]  
Sollecitazioni M=160,3 [daNm]    T=800,9 [daN]  
Momento ultimo sezione M<sub>u</sub> = 2978,88 [daNm]  
Coeff. sicurezza sezione = 18,59

Verifiche a fessurazione

Combinazione n° 15

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE</b>		<i>Codice documento</i> ST0191_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20-06-2011

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

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

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

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

$M$  Momento agente nella sezione espressa in [daNm]

$\epsilon_m$  deformazione media espressa in [%]

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

$w$  Apertura media della fessura espressa in [mm]

#### Verifica fessurazione paramento

N°	Y	$A_{fs}$	$A_{fi}$	$M_{pf}$	$M$	$\epsilon_m$	$s_m$	$w$
1	0,00	6,79	5,65	-1063	0	0,0000	0,00	0,000
2	0,06	6,79	5,65	-1063	0	0,0000	0,00	0,000
3	0,11	6,79	5,65	-1063	0	0,0000	0,00	0,000
4	0,17	6,79	5,65	-1063	0	0,0000	0,00	0,000
5	0,22	6,79	5,65	-1063	-1	0,0000	0,00	0,000
6	0,28	6,79	5,65	-1063	-2	0,0000	0,00	0,000
7	0,33	6,79	5,65	-1063	-3	0,0000	0,00	0,000
8	0,39	6,79	5,65	-1063	-5	0,0000	0,00	0,000
9	0,44	6,79	5,65	-1063	-7	0,0000	0,00	0,000
10	0,50	6,79	5,65	-1063	-10	0,0000	0,00	0,000
11	0,55	6,79	5,65	-1063	-14	0,0000	0,00	0,000
12	0,61	13,57	11,31	-1167	-19	0,0000	0,00	0,000
13	0,66	6,79	5,65	-1063	-24	0,0000	0,00	0,000
14	0,72	6,79	5,65	-1063	-31	0,0000	0,00	0,000
15	0,77	6,79	5,65	-1063	-38	0,0000	0,00	0,000
16	0,83	6,79	5,65	-1063	-47	0,0000	0,00	0,000
17	0,88	6,79	5,65	-1063	-57	0,0000	0,00	0,000
18	0,94	6,79	5,65	-1063	-68	0,0000	0,00	0,000
19	0,99	6,79	5,65	-1063	-81	0,0000	0,00	0,000
20	1,05	6,79	5,65	-1063	-95	0,0000	0,00	0,000
21	1,10	6,79	5,65	-1063	-111	0,0000	0,00	0,000

#### Verifica fessurazione fondazione

N°	Y	$A_{fs}$	$A_{fi}$	$M_{pf}$	$M$	$\epsilon_m$	$s_m$	$w$
1	-0,60	6,79	6,79	-2360	0	0,0000	0,00	0,000
2	-0,56	6,79	6,79	2360	0	0,0000	0,00	0,000
3	-0,52	6,79	6,79	2360	2	0,0000	0,00	0,000
4	-0,48	6,79	6,79	2360	4	0,0000	0,00	0,000
5	-0,44	6,79	6,79	2360	8	0,0000	0,00	0,000
6	-0,40	6,79	6,79	2360	14	0,0000	0,00	0,000
7	-0,36	6,79	6,79	2360	21	0,0000	0,00	0,000
8	-0,32	6,79	6,79	2360	30	0,0000	0,00	0,000
9	-0,28	6,79	6,79	2360	41	0,0000	0,00	0,000
10	-0,24	6,79	6,79	2360	54	0,0000	0,00	0,000
11	-0,20	6,79	6,79	2360	70	0,0000	0,00	0,000
12	0,00	6,79	6,79	2360	17	0,0000	0,00	0,000
13	0,04	6,79	6,79	2360	13	0,0000	0,00	0,000
14	0,08	6,79	6,79	2360	10	0,0000	0,00	0,000
15	0,12	6,79	6,79	2360	7	0,0000	0,00	0,000
16	0,16	6,79	6,79	2360	5	0,0000	0,00	0,000
17	0,20	6,79	6,79	2360	4	0,0000	0,00	0,000
18	0,24	11,31	6,79	2380	3	0,0000	0,00	0,000
19	0,28	15,83	6,79	2400	2	0,0000	0,00	0,000
20	0,32	15,83	6,79	2400	1	0,0000	0,00	0,000
21	0,36	11,31	6,79	2380	0	0,0000	0,00	0,000
22	0,40	11,31	6,79	-2473	0	0,0000	0,00	0,000

#### COMBINAZIONE n° 16

Valore della spinta statica 875,53 [daN]

Componente orizzontale della spinta statica 800,90 [daN]

Componente verticale della spinta statica 353,70 [daN]

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE</b>		<i>Codice documento</i> ST0191_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20-06-2011

Punto d'applicazione della spinta	X = 0,40 [m]	Y = -1,08 [m]	
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie		23,83 [°]	
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	55,01	[°]	
Incremento sismico della spinta	52,41 [daN]		
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 0,40 [m]	Y = -0,79 [m]	
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	53,94	[°]	
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	835,20 [daN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0,20 [m]	Y = -0,52 [m]	
Inerzia del muro	25,74 [daN]		
Inerzia verticale del muro	12,87 [daN]		
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	14,82 [daN]		
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	7,41 [daN]		

#### Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	889,41 [daN]	
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	2680,35 [daN]	
Resistenza passiva dente di fondazione	-1779,79 [daN]	
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	2680,35 [daN]	
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	889,41 [daN]	
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0,07 [m]	
Lunghezza fondazione reagente	1,00 [m]	
Risultante in fondazione	2824,06 [daN]	
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	18,36 [°]	
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-191,68 [daNm]	
Carico ultimo della fondazione	90903,33 [daN]	

#### Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	1,00 [m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	0,1530 [daN/cm <sup>2</sup> ]
Tensione terreno allo spigolo di monte	0,3830 [daN/cm <sup>2</sup> ]

#### Fattori per il calcolo della capacità portante

**Coeff. capacità portante**  $N_c = 77.50$   $N_q = 61.55$   $N_\gamma = 80.93$

**Fattori forma**  $s_c = 1,00$   $s_q = 1,00$   $s_\gamma = 1,00$

I coefficienti  $N'$  tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.

$N'_c = 77.50$   $N'_q = 61.55$   $N'_\gamma = 80.93$

#### **COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a scorrimento 2.39  
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo 33.91

Sollecitazioni paramento

#### Combinazione n° 16

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

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

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in daN

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

Nr.	Y	N	M	T
1	0,00	0,00	0,00	0,00
2	0,55	275,00	17,73	89,78
3	1,10	550,00	126,59	331,15

Sollecitazioni fondazione di valle

#### Combinazione n° 16

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

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in daNm

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

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
<b>RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE</b>		<i>Codice documento</i> ST0191_F0.doc	<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						

Nr.	X	M	T
1	0,00	0,00	0,00
2	0,40	86,96	496,12

Sollecitazioni fondazione di monte

Combinazione n° 16

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

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in daNm

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

Nr.	X	M	T
1	0,00	0,00	0,00
2	0,40	6,98	62,96

Armature e tensioni nei materiali del muro

Combinazione n° 16

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

B base della sezione espressa in [cm]

H altezza della sezione espressa in [cm]

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

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

σ<sub>c</sub> tensione nel calcestruzzo espressa in [daN/cm<sup>2</sup>]

τ<sub>c</sub> tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [daN/cm<sup>2</sup>]

σ<sub>fs</sub> tensione nell'armatura disposta sul lembo di monte in [daN/cm<sup>2</sup>]

σ<sub>fi</sub> tensione nell'armatura disposta sul lembo di valle in [daN/cm<sup>2</sup>]

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	σ <sub>c</sub>	τ <sub>c</sub>	σ <sub>fs</sub>	σ <sub>fi</sub>
1	0,00	100, 20	6,79	5,65	0,00	0,00	0,00	0,00
2	0,55	100, 20	6,79	5,65	0,41	0,06	1,96	-4,68
3	1,10	100, 20	6,79	5,65	3,16	0,23	83,06	-24,37

Armature e tensioni nei materiali della fondazione

Combinazione n° 16

Simbologia adottata

B base della sezione espressa in [cm]

H altezza della sezione espressa in [cm]

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

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

σ<sub>c</sub> tensione nel calcestruzzo espressa in [daN/cm<sup>2</sup>]

τ<sub>c</sub> tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [daN/cm<sup>2</sup>]

σ<sub>fi</sub> tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo inferiore in [daN/cm<sup>2</sup>]

σ<sub>fs</sub> tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo superiore in [daN/cm<sup>2</sup>]

Fondazione di valle

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

Nr.	X	B, H	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	σ <sub>c</sub>	τ <sub>c</sub>	σ <sub>fi</sub>	σ <sub>fs</sub>
1	0,00	100, 30	6,79	6,79	0,00	0,00	0,00	0,00
2	0,40	100, 30	6,79	6,79	0,99	0,22	51,58	-7,48

Fondazione di monte

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

Nr.	X	B, H	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	σ <sub>c</sub>	τ <sub>c</sub>	σ <sub>fi</sub>	σ <sub>fs</sub>
1	0,00	100, 30	6,79	11,31	0,00	0,00	0,00	0,00
2	0,40	100, 30	6,79	6,79	0,08	0,03	4,14	-0,60

Verifica sperone di fondazione

Base sezione B= 100 cm    Altezza sezione H=20 [cm]  
 $A_{fs}=4,52$  [cmq]     $A_{fi}=4,52$  [cmq]  
 Sollecitazioni M=178,0 [daNm]    T=889,4 [daN]  
 Momento ultimo sezione  $M_u = 2978,88$  [daNm]  
 Coeff.sicurezza sezione = 16,74

Verifiche a fessurazione

Combinazione n° 16

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

$A_{fs}$  area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [cmq]  
 $A_{fi}$  area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [cmq]  
 $M_{pf}$  Momento di prima fessurazione espressa in [daNm]  
 M Momento agente nella sezione espressa in [daNm]  
 $\epsilon_m$  deformazione media espressa in [%]  
 $s_m$  Distanza media tra le fessure espressa in [mm]  
 w Apertura media della fessura espressa in [mm]

Verifica fessurazione paramento

N°	Y	$A_{fs}$	$A_{fi}$	$M_{pf}$	M	$\epsilon_m$	$s_m$	w
1	0,00	6,79	5,65	-1063	0	0,0000	0,00	0,000
2	0,06	6,79	5,65	-1063	0	0,0000	0,00	0,000
3	0,11	6,79	5,65	-1063	0	0,0000	0,00	0,000
4	0,17	6,79	5,65	-1063	-1	0,0000	0,00	0,000
5	0,22	6,79	5,65	-1063	-2	0,0000	0,00	0,000
6	0,28	6,79	5,65	-1063	-3	0,0000	0,00	0,000
7	0,33	6,79	5,65	-1063	-4	0,0000	0,00	0,000
8	0,39	6,79	5,65	-1063	-7	0,0000	0,00	0,000
9	0,44	6,79	5,65	-1063	-10	0,0000	0,00	0,000
10	0,50	6,79	5,65	-1063	-13	0,0000	0,00	0,000
11	0,55	6,79	5,65	-1063	-18	0,0000	0,00	0,000
12	0,61	13,57	11,31	-1167	-23	0,0000	0,00	0,000
13	0,66	6,79	5,65	-1063	-30	0,0000	0,00	0,000
14	0,72	6,79	5,65	-1063	-37	0,0000	0,00	0,000
15	0,77	6,79	5,65	-1063	-46	0,0000	0,00	0,000
16	0,83	6,79	5,65	-1063	-56	0,0000	0,00	0,000
17	0,88	6,79	5,65	-1063	-67	0,0000	0,00	0,000
18	0,94	6,79	5,65	-1063	-79	0,0000	0,00	0,000
19	0,99	6,79	5,65	-1063	-94	0,0000	0,00	0,000
20	1,05	6,79	5,65	-1063	-109	0,0000	0,00	0,000
21	1,10	6,79	5,65	-1063	-127	0,0000	0,00	0,000

Verifica fessurazione fondazione

N°	Y	$A_{fs}$	$A_{fi}$	$M_{pf}$	M	$\epsilon_m$	$s_m$	w
1	-0,60	6,79	6,79	-2360	0	0,0000	0,00	0,000
2	-0,56	6,79	6,79	2360	1	0,0000	0,00	0,000
3	-0,52	6,79	6,79	2360	3	0,0000	0,00	0,000
4	-0,48	6,79	6,79	2360	6	0,0000	0,00	0,000
5	-0,44	6,79	6,79	2360	12	0,0000	0,00	0,000
6	-0,40	6,79	6,79	2360	19	0,0000	0,00	0,000
7	-0,36	6,79	6,79	2360	28	0,0000	0,00	0,000
8	-0,32	6,79	6,79	2360	39	0,0000	0,00	0,000
9	-0,28	6,79	6,79	2360	53	0,0000	0,00	0,000
10	-0,24	6,79	6,79	2360	68	0,0000	0,00	0,000
11	-0,20	6,79	6,79	2360	87	0,0000	0,00	0,000
12	0,00	6,79	6,79	2360	7	0,0000	0,00	0,000
13	0,04	6,79	6,79	2360	5	0,0000	0,00	0,000
14	0,08	6,79	6,79	2360	3	0,0000	0,00	0,000
15	0,12	6,79	6,79	2360	1	0,0000	0,00	0,000
16	0,16	6,79	6,79	2360	0	0,0000	0,00	0,000
17	0,20	6,79	6,79	2360	0	0,0000	0,00	0,000
18	0,24	11,31	6,79	2380	1	0,0000	0,00	0,000
19	0,28	15,83	6,79	2400	0	0,0000	0,00	0,000

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE</b>		<i>Codice documento</i> ST0191_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20-06-2011

20	0,32	15,83	6,79	2400	0	0,0000	0,00	0,000
21	0,36	11,31	6,79	2380	0	0,0000	0,00	0,000
22	0,40	11,31	6,79	-2473	0	0,0000	0,00	0,000

#### COMBINAZIONE n° 17

Valore della spinta statica	875,53	[daN]						
Componente orizzontale della spinta statica	800,90	[daN]						
Componente verticale della spinta statica	353,70	[daN]						
Punto d'applicazione della spinta	X = 0,40	[m]				Y = -1,08	[m]	
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	23,83	[°]						
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	55,01	[°]						
Incremento sismico della spinta	36,89	[daN]						
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 0,40	[m]				Y = -0,79	[m]	
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	53,88	[°]						
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	835,20	[daN]						
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0,20	[m]				Y = -0,52	[m]	
Inerzia del muro	25,74	[daN]						
Inerzia verticale del muro	-12,87	[daN]						
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	14,82	[daN]						
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	-7,41	[daN]						

#### Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	875,21	[daN]						
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	2633,52	[daN]						
Resistenza passiva dente di fondazione	-1749,18	[daN]						
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	2633,52	[daN]						
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	875,21	[daN]						
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0,07	[m]						
Lunghezza fondazione reagente	1,00	[m]						
Risultante in fondazione	2775,14	[daN]						
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	18,38	[°]						
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-191,67	[daNm]						
Carico ultimo della fondazione	90634,73	[daN]						

#### Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	1,00	[m]						
Tensione terreno allo spigolo di valle	0,1484	[daN/cm <sup>2</sup> ]						
Tensione terreno allo spigolo di monte	0,3784	[daN/cm <sup>2</sup> ]						

#### Fattori per il calcolo della capacità portante

**Coeff. capacità portante**  $N_c = 77.50$   $N_q = 61.55$   $N_\gamma = 80.93$

**Fattori forma**  $s_c = 1,00$   $s_q = 1,00$   $s_\gamma = 1,00$

I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.

$N'_c = 77.50$   $N'_q = 61.55$   $N'_\gamma = 80.93$

#### COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a scorrimento 2.38  
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo 34.42

Sollecitazioni paramento

#### Combinazione n° 17

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

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

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in daN

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

Nr.	Y	N	M	T
1	0,00	0,00	0,00	0,00
2	0,55	275,00	16,99	87,09

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
<b>RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE</b>		<i>Codice documento</i> ST0191_F0.doc	<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						

3      1,10      550,00      123,63      325,77

Sollecitazioni fondazione di valle

Combinazione n° 17

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

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in daNm

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

Nr.	X	M	T
1	0,00	0,00	0,00
2	0,40	83,21	477,41

Sollecitazioni fondazione di monte

Combinazione n° 17

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

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in daNm

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

Nr.	X	M	T
1	0,00	0,00	0,00
2	0,40	3,23	44,21

Armature e tensioni nei materiali del muro

Combinazione n° 17

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

B base della sezione espressa in [cm]

H altezza della sezione espressa in [cm]

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

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

σ<sub>c</sub> tensione nel calcestruzzo espressa in [daN/cm<sup>2</sup>]

τ<sub>c</sub> tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [daN/cm<sup>2</sup>]

σ<sub>fs</sub> tensione nell'armatura disposta sul lembo di monte in [daN/cm<sup>2</sup>]

σ<sub>fi</sub> tensione nell'armatura disposta sul lembo di valle in [daN/cm<sup>2</sup>]

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	σ <sub>c</sub>	τ <sub>c</sub>	σ <sub>fs</sub>	σ <sub>fi</sub>
1	0,00	100, 20	6,79	5,65	0,00	0,00	0,00	0,00
2	0,55	100, 20	6,79	5,65	0,39	0,06	1,60	-4,53
3	1,10	100, 20	6,79	5,65	3,09	0,23	80,25	-23,95

Armature e tensioni nei materiali della fondazione

Combinazione n° 17

Simbologia adottata

B base della sezione espressa in [cm]

H altezza della sezione espressa in [cm]

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

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

σ<sub>c</sub> tensione nel calcestruzzo espressa in [daN/cm<sup>2</sup>]

τ<sub>c</sub> tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [daN/cm<sup>2</sup>]

σ<sub>fi</sub> tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo inferiore in [daN/cm<sup>2</sup>]

σ<sub>fs</sub> tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo superiore in [daN/cm<sup>2</sup>]

Fondazione di valle

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

Nr.	X	B, H	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	σ <sub>c</sub>	τ <sub>c</sub>	σ <sub>fi</sub>	σ <sub>fs</sub>
-----	---	------	-----------------	-----------------	----------------	----------------	-----------------	-----------------

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
		<b>RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE</b>	<i>Codice documento</i> ST0191_F0.doc	<i>Rev</i> F0

1	0,00	100, 30	6,79	6,79	0,00	0,00	0,00	0,00
2	0,40	100, 30	6,79	6,79	0,95	0,21	49,36	-7,16

#### Fondazione di monte

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

Nr.	X	B, H	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	σ <sub>c</sub>	τ <sub>c</sub>	σ <sub>fi</sub>	σ <sub>fs</sub>
1	0,00	100, 30	6,79	11,31	0,00	0,00	0,00	0,00
2	0,40	100, 30	6,79	6,79	0,04	0,02	1,92	-0,28

#### Verifica sperone di fondazione

Base sezione B= 100 cm Altezza sezione H=20 [cm]

A<sub>fi</sub>=4,52 [cmq] A<sub>fs</sub>=4,52 [cmq]

Sollecitazioni M=175,1 [daNm] T=875,2 [daN]

Momento ultimo sezione M<sub>u</sub> = 2978,88 [daNm]

Coeff.sicurezza sezione = 17,01

Verifiche a fessurazione

#### Combinazione n° 17

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

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

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

M<sub>pf</sub> Momento di prima fessurazione espressa in [daNm]

M Momento agente nella sezione espressa in [daNm]

ε<sub>m</sub> deformazione media espressa in [%]

S<sub>m</sub> Distanza media tra le fessure espressa in [mm]

w Apertura media della fessura espressa in [mm]

#### Verifica fessurazione paramento

N°	Y	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	M <sub>pf</sub>	M	ε <sub>m</sub>	S <sub>m</sub>	w
1	0,00	6,79	5,65	-1063	0	0,0000	0,00	0,000
2	0,06	6,79	5,65	-1063	0	0,0000	0,00	0,000
3	0,11	6,79	5,65	-1063	0	0,0000	0,00	0,000
4	0,17	6,79	5,65	-1063	-1	0,0000	0,00	0,000
5	0,22	6,79	5,65	-1063	-1	0,0000	0,00	0,000
6	0,28	6,79	5,65	-1063	-3	0,0000	0,00	0,000
7	0,33	6,79	5,65	-1063	-4	0,0000	0,00	0,000
8	0,39	6,79	5,65	-1063	-6	0,0000	0,00	0,000
9	0,44	6,79	5,65	-1063	-9	0,0000	0,00	0,000
10	0,50	6,79	5,65	-1063	-13	0,0000	0,00	0,000
11	0,55	6,79	5,65	-1063	-17	0,0000	0,00	0,000
12	0,61	13,57	11,31	-1167	-22	0,0000	0,00	0,000
13	0,66	6,79	5,65	-1063	-28	0,0000	0,00	0,000
14	0,72	6,79	5,65	-1063	-36	0,0000	0,00	0,000
15	0,77	6,79	5,65	-1063	-44	0,0000	0,00	0,000
16	0,83	6,79	5,65	-1063	-54	0,0000	0,00	0,000
17	0,88	6,79	5,65	-1063	-65	0,0000	0,00	0,000
18	0,94	6,79	5,65	-1063	-77	0,0000	0,00	0,000
19	0,99	6,79	5,65	-1063	-91	0,0000	0,00	0,000
20	1,05	6,79	5,65	-1063	-107	0,0000	0,00	0,000
21	1,10	6,79	5,65	-1063	-124	0,0000	0,00	0,000

#### Verifica fessurazione fondazione

N°	Y	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	M <sub>pf</sub>	M	ε <sub>m</sub>	S <sub>m</sub>	w
1	-0,60	6,79	6,79	-2360	0	0,0000	0,00	0,000
2	-0,56	6,79	6,79	2360	1	0,0000	0,00	0,000
3	-0,52	6,79	6,79	2360	3	0,0000	0,00	0,000
4	-0,48	6,79	6,79	2360	6	0,0000	0,00	0,000
5	-0,44	6,79	6,79	2360	11	0,0000	0,00	0,000
6	-0,40	6,79	6,79	2360	18	0,0000	0,00	0,000
7	-0,36	6,79	6,79	2360	26	0,0000	0,00	0,000

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
<b>RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE</b>		<i>Codice documento</i> ST0191_F0.doc	<table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td style="text-align: center;"><i>Rev</i></td> <td style="text-align: center;"><i>Data</i></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">F0</td> <td style="text-align: center;">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						

8	-0,32	6,79	6,79	2360	37	0,0000	0,00	0,000
9	-0,28	6,79	6,79	2360	50	0,0000	0,00	0,000
10	-0,24	6,79	6,79	2360	65	0,0000	0,00	0,000
11	-0,20	6,79	6,79	2360	83	0,0000	0,00	0,000
12	0,00	6,79	6,79	2360	3	0,0000	0,00	0,000
13	0,04	6,79	6,79	2360	2	0,0000	0,00	0,000
14	0,08	6,79	6,79	2360	0	0,0000	0,00	0,000
15	0,12	6,79	6,79	-2360	-1	0,0000	0,00	0,000
16	0,16	6,79	6,79	-2360	-1	0,0000	0,00	0,000
17	0,20	6,79	6,79	-2360	-1	0,0000	0,00	0,000
18	0,24	11,31	6,79	-2473	0	0,0000	0,00	0,000
19	0,28	15,83	6,79	2400	0	0,0000	0,00	0,000
20	0,32	15,83	6,79	2400	0	0,0000	0,00	0,000
21	0,36	11,31	6,79	2380	0	0,0000	0,00	0,000
22	0,40	11,31	6,79	-2473	0	0,0000	0,00	0,000

#### COMBINAZIONE n° 18

Valore della spinta statica	875,53	[daN]		
Componente orizzontale della spinta statica	800,90	[daN]		
Componente verticale della spinta statica	353,70	[daN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 0,40	[m]	Y = -1,08	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	23,83	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	55,01	[°]		
Incremento sismico della spinta	52,41	[daN]		
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 0,40	[m]	Y = -0,79	[m]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	53,94	[°]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	835,20	[daN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0,20	[m]	Y = -0,52	[m]
Inerzia del muro	25,74	[daN]		
Inerzia verticale del muro	12,87	[daN]		
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	14,82	[daN]		
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	7,41	[daN]		

#### Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	889,41	[daN]		
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	2680,35	[daN]		
Resistenza passiva dente di fondazione	-1779,79	[daN]		
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	2680,35	[daN]		
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	889,41	[daN]		
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0,07	[m]		
Lunghezza fondazione reagente	1,00	[m]		
Risultante in fondazione	2824,06	[daN]		
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	18,36	[°]		
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-191,68	[daNm]		
Carico ultimo della fondazione	90903,33	[daN]		

#### Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	1,00	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	0,1530	[daN/cm <sup>2</sup> ]
Tensione terreno allo spigolo di monte	0,3830	[daN/cm <sup>2</sup> ]

#### Fattori per il calcolo della capacità portante

**Coeff. capacità portante**  $N_c = 77.50$   $N_q = 61.55$   $N_\gamma = 80.93$

**Fattori forma**  $s_c = 1,00$   $s_q = 1,00$   $s_\gamma = 1,00$

I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.

$N'_c = 77.50$   $N'_q = 61.55$   $N'_\gamma = 80.93$

#### COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a scorrimento 2.39  
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo 33.91

Sollecitazioni paramento

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
<b>RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE</b>		<i>Codice documento</i> ST0191_F0.doc	<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						

**Combinazione n° 18**

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

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

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in daN

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

Nr.	Y	N	M	T
1	0,00	0,00	0,00	0,00
2	0,55	275,00	17,73	89,78
3	1,10	550,00	126,59	331,15

Sollecitazioni fondazione di valle

**Combinazione n° 18**

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

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in daNm

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

Nr.	X	M	T
1	0,00	0,00	0,00
2	0,40	86,96	496,12

Sollecitazioni fondazione di monte

**Combinazione n° 18**

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

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in daNm

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

Nr.	X	M	T
1	0,00	0,00	0,00
2	0,40	6,98	62,96

Armature e tensioni nei materiali del muro

**Combinazione n° 18**

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

B base della sezione espressa in [cm]

H altezza della sezione espressa in [cm]

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

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

σ<sub>c</sub> tensione nel calcestruzzo espressa in [daN/cm<sup>2</sup>]

τ<sub>c</sub> tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [daN/cm<sup>2</sup>]

σ<sub>fs</sub> tensione nell'armatura disposta sul lembo di monte in [daN/cm<sup>2</sup>]

σ<sub>fi</sub> tensione nell'armatura disposta sul lembo di valle in [daN/cm<sup>2</sup>]

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	σ <sub>c</sub>	τ <sub>c</sub>	σ <sub>fs</sub>	σ <sub>fi</sub>
1	0,00	100, 20	6,79	5,65	0,00	0,00	0,00	0,00
2	0,55	100, 20	6,79	5,65	0,41	0,06	1,96	-4,68
3	1,10	100, 20	6,79	5,65	3,16	0,23	83,06	-24,37

Armature e tensioni nei materiali della fondazione

**Combinazione n° 18**

Simbologia adottata

B base della sezione espressa in [cm]

H altezza della sezione espressa in [cm]

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

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

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
<b>RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE</b>		<i>Codice documento</i> ST0191_F0.doc	<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						

$\sigma_c$  tensione nel calcestruzzo espressa in [daN/cm<sup>2</sup>]  
 $\tau_c$  tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [daN/cm<sup>2</sup>]  
 $\sigma_{fi}$  tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo inferiore in [daN/cm<sup>2</sup>]  
 $\sigma_{fs}$  tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo superiore in [daN/cm<sup>2</sup>]

#### Fondazione di valle

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

Nr.	X	B, H	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	$\sigma_c$	$\tau_c$	$\sigma_{fi}$	$\sigma_{fs}$
1	0,00	100, 30	6,79	6,79	0,00	0,00	0,00	0,00
2	0,40	100, 30	6,79	6,79	0,99	0,22	51,58	-7,48

#### Fondazione di monte

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

Nr.	X	B, H	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	$\sigma_c$	$\tau_c$	$\sigma_{fi}$	$\sigma_{fs}$
1	0,00	100, 30	6,79	11,31	0,00	0,00	0,00	0,00
2	0,40	100, 30	6,79	6,79	0,08	0,03	4,14	-0,60

#### Verifica sperone di fondazione

Base sezione B= 100 cm Altezza sezione H=20 [cm]  
A<sub>fi</sub>=4,52 [cm<sup>2</sup>] A<sub>fs</sub>=4,52 [cm<sup>2</sup>]  
Sollecitazioni M=178,0 [daNm] T=889,4 [daN]  
Momento ultimo sezione M<sub>u</sub> = 2978,88 [daNm]  
Coeff.sicurezza sezione = 16,74

Verifiche a fessurazione

#### Combinazione n° 18

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

A<sub>fs</sub> area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [cm<sup>2</sup>]  
A<sub>fi</sub> area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [cm<sup>2</sup>]  
M<sub>pf</sub> Momento di prima fessurazione espressa in [daNm]  
M Momento agente nella sezione espressa in [daNm]  
 $\epsilon_m$  deformazione media espressa in [%]  
S<sub>m</sub> Distanza media tra le fessure espressa in [mm]  
w Apertura media della fessura espressa in [mm]

#### Verifica fessurazione paramento

N°	Y	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	M <sub>pf</sub>	M	$\epsilon_m$	S <sub>m</sub>	w
1	0,00	6,79	5,65	-1063	0	0,0000	0,00	0,000
2	0,06	6,79	5,65	-1063	0	0,0000	0,00	0,000
3	0,11	6,79	5,65	-1063	0	0,0000	0,00	0,000
4	0,17	6,79	5,65	-1063	-1	0,0000	0,00	0,000
5	0,22	6,79	5,65	-1063	-2	0,0000	0,00	0,000
6	0,28	6,79	5,65	-1063	-3	0,0000	0,00	0,000
7	0,33	6,79	5,65	-1063	-4	0,0000	0,00	0,000
8	0,39	6,79	5,65	-1063	-7	0,0000	0,00	0,000
9	0,44	6,79	5,65	-1063	-10	0,0000	0,00	0,000
10	0,50	6,79	5,65	-1063	-13	0,0000	0,00	0,000
11	0,55	6,79	5,65	-1063	-18	0,0000	0,00	0,000
12	0,61	13,57	11,31	-1167	-23	0,0000	0,00	0,000
13	0,66	6,79	5,65	-1063	-30	0,0000	0,00	0,000
14	0,72	6,79	5,65	-1063	-37	0,0000	0,00	0,000
15	0,77	6,79	5,65	-1063	-46	0,0000	0,00	0,000
16	0,83	6,79	5,65	-1063	-56	0,0000	0,00	0,000
17	0,88	6,79	5,65	-1063	-67	0,0000	0,00	0,000
18	0,94	6,79	5,65	-1063	-79	0,0000	0,00	0,000
19	0,99	6,79	5,65	-1063	-94	0,0000	0,00	0,000
20	1,05	6,79	5,65	-1063	-109	0,0000	0,00	0,000
21	1,10	6,79	5,65	-1063	-127	0,0000	0,00	0,000

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE</b>		<i>Codice documento</i> ST0191_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20-06-2011

Verifica fessurazione fondazione

N°	Y	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	M <sub>pf</sub>	M	ε <sub>m</sub>	S <sub>m</sub>	w
1	-0,60	6,79	6,79	-2360	0	0,0000	0,00	0,000
2	-0,56	6,79	6,79	2360	1	0,0000	0,00	0,000
3	-0,52	6,79	6,79	2360	3	0,0000	0,00	0,000
4	-0,48	6,79	6,79	2360	6	0,0000	0,00	0,000
5	-0,44	6,79	6,79	2360	12	0,0000	0,00	0,000
6	-0,40	6,79	6,79	2360	19	0,0000	0,00	0,000
7	-0,36	6,79	6,79	2360	28	0,0000	0,00	0,000
8	-0,32	6,79	6,79	2360	39	0,0000	0,00	0,000
9	-0,28	6,79	6,79	2360	53	0,0000	0,00	0,000
10	-0,24	6,79	6,79	2360	68	0,0000	0,00	0,000
11	-0,20	6,79	6,79	2360	87	0,0000	0,00	0,000
12	0,00	6,79	6,79	2360	7	0,0000	0,00	0,000
13	0,04	6,79	6,79	2360	5	0,0000	0,00	0,000
14	0,08	6,79	6,79	2360	3	0,0000	0,00	0,000
15	0,12	6,79	6,79	2360	1	0,0000	0,00	0,000
16	0,16	6,79	6,79	2360	0	0,0000	0,00	0,000
17	0,20	6,79	6,79	2360	0	0,0000	0,00	0,000
18	0,24	11,31	6,79	2380	1	0,0000	0,00	0,000
19	0,28	15,83	6,79	2400	0	0,0000	0,00	0,000
20	0,32	15,83	6,79	2400	0	0,0000	0,00	0,000
21	0,36	11,31	6,79	2380	0	0,0000	0,00	0,000
22	0,40	11,31	6,79	-2473	0	0,0000	0,00	0,000

COMBINAZIONE n° 19

Valore della spinta statica	875,53	[daN]		
Componente orizzontale della spinta statica	800,90	[daN]		
Componente verticale della spinta statica	353,70	[daN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 0,40	[m]	Y = -1,08	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	23,83	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	55,01	[°]		
Incremento sismico della spinta	36,89	[daN]		
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 0,40	[m]	Y = -0,79	[m]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	53,88	[°]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	835,20	[daN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0,20	[m]	Y = -0,52	[m]
Inerzia del muro	25,74	[daN]		
Inerzia verticale del muro	-12,87	[daN]		
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	14,82	[daN]		
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	-7,41	[daN]		

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	875,21	[daN]		
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	2633,52	[daN]		
Resistenza passiva dente di fondazione	-1749,18	[daN]		
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	2633,52	[daN]		
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	875,21	[daN]		
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0,07	[m]		
Lunghezza fondazione reagente	1,00	[m]		
Risultante in fondazione	2775,14	[daN]		
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	18,38	[°]		
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-191,67	[daNm]		
Carico ultimo della fondazione	90634,73	[daN]		

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	1,00	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	0,1484	[daN/cm <sup>2</sup> ]
Tensione terreno allo spigolo di monte	0,3784	[daN/cm <sup>2</sup> ]

Fattori per il calcolo della capacità portante

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
<b>RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE</b>		<i>Codice documento</i> ST0191_F0.doc	<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						

**Coeff. capacità portante**     $N_c = 77.50$              $N_q = 61.55$              $N_\gamma = 80.93$

**Fattori forma**             $s_c = 1,00$      $s_q = 1,00$      $s_\gamma = 1,00$

I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.

$N'_c = 77.50$              $N'_q = 61.55$              $N'_\gamma = 80.93$

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a scorrimento 2.38

Coefficiente di sicurezza a carico ultimo 34.42

Sollecitazioni paramento

Combinazione n° 19

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

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

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in daN

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

Nr.	Y	N	M	T
1	0,00	0,00	0,00	0,00
2	0,55	275,00	16,99	87,09
3	1,10	550,00	123,63	325,77

Sollecitazioni fondazione di valle

Combinazione n° 19

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

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in daNm

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

Nr.	X	M	T
1	0,00	0,00	0,00
2	0,40	83,21	477,41

Sollecitazioni fondazione di monte

Combinazione n° 19

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

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in daNm

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

Nr.	X	M	T
1	0,00	0,00	0,00
2	0,40	3,23	44,21

Armature e tensioni nei materiali del muro

Combinazione n° 19

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

B base della sezione espressa in [cm]

H altezza della sezione espressa in [cm]

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

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

$\sigma_c$  tensione nel calcestruzzo espressa in [daN/cm<sup>2</sup>]

$\tau_c$  tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [daN/cm<sup>2</sup>]

$\sigma_{fs}$  tensione nell'armatura disposta sul lembo di monte in [daN/cm<sup>2</sup>]

$\sigma_{fi}$  tensione nell'armatura disposta sul lembo di valle in [daN/cm<sup>2</sup>]

Nr.	Y	B, H	$A_{fs}$	$A_{fi}$	$\sigma_c$	$\tau_c$	$\sigma_{fs}$	$\sigma_{fi}$
1	0,00	100, 20	6,79	5,65	0,00	0,00	0,00	0,00
2	0,55	100, 20	6,79	5,65	0,39	0,06	1,60	-4,53
3	1,10	100, 20	6,79	5,65	3,09	0,23	80,25	-23,95

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE</b>		<i>Codice documento</i> ST0191_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20-06-2011

Armature e tensioni nei materiali della fondazione

Combinazione n° 19

Simbologia adottata

B	base della sezione espressa in [cm]
H	altezza della sezione espressa in [cm]
A <sub>fi</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo inferiore in [cmq]
A <sub>fs</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo superiore in [cmq]
σ <sub>c</sub>	tensione nel calcestruzzo espressa in [daN/cmq]
τ <sub>c</sub>	tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [daN/cmq]
σ <sub>fi</sub>	tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo inferiore in [daN/cmq]
σ <sub>fs</sub>	tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo superiore in [daN/cmq]

Fondazione di valle

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

Nr.	X	B, H	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	σ <sub>c</sub>	τ <sub>c</sub>	σ <sub>fi</sub>	σ <sub>fs</sub>
1	0,00	100, 30	6,79	6,79	0,00	0,00	0,00	0,00
2	0,40	100, 30	6,79	6,79	0,95	0,21	49,36	-7,16

Fondazione di monte

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

Nr.	X	B, H	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	σ <sub>c</sub>	τ <sub>c</sub>	σ <sub>fi</sub>	σ <sub>fs</sub>
1	0,00	100, 30	6,79	11,31	0,00	0,00	0,00	0,00
2	0,40	100, 30	6,79	6,79	0,04	0,02	1,92	-0,28

Verifica sperone di fondazione

Base sezione B= 100 cm Altezza sezione H=20 [cm]

A<sub>fi</sub>=4,52 [cmq] A<sub>fs</sub>=4,52 [cmq]

Sollecitazioni M=175,1 [daNm] T=875,2 [daN]

Momento ultimo sezione M<sub>u</sub> = 2978,88 [daNm]

Coeff.sicurezza sezione = 17,01

Verifiche a fessurazione

Combinazione n° 19

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

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

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

M<sub>pf</sub> Momento di prima fessurazione espressa in [daNm]

M Momento agente nella sezione espressa in [daNm]

ε<sub>m</sub> deformazione media espressa in [%]

S<sub>m</sub> Distanza media tra le fessure espressa in [mm]

w Apertura media della fessura espressa in [mm]

Verifica fessurazione paramento

N°	Y	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	M <sub>pf</sub>	M	ε <sub>m</sub>	S <sub>m</sub>	w
1	0,00	6,79	5,65	-1063	0	0,0000	0,00	0,000
2	0,06	6,79	5,65	-1063	0	0,0000	0,00	0,000
3	0,11	6,79	5,65	-1063	0	0,0000	0,00	0,000
4	0,17	6,79	5,65	-1063	-1	0,0000	0,00	0,000
5	0,22	6,79	5,65	-1063	-1	0,0000	0,00	0,000
6	0,28	6,79	5,65	-1063	-3	0,0000	0,00	0,000
7	0,33	6,79	5,65	-1063	-4	0,0000	0,00	0,000
8	0,39	6,79	5,65	-1063	-6	0,0000	0,00	0,000
9	0,44	6,79	5,65	-1063	-9	0,0000	0,00	0,000
10	0,50	6,79	5,65	-1063	-13	0,0000	0,00	0,000
11	0,55	6,79	5,65	-1063	-17	0,0000	0,00	0,000
12	0,61	13,57	11,31	-1167	-22	0,0000	0,00	0,000

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE</b>		<i>Codice documento</i> ST0191_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20-06-2011

13	0,66	6,79	5,65	-1063	-28	0,0000	0,00	0,000
14	0,72	6,79	5,65	-1063	-36	0,0000	0,00	0,000
15	0,77	6,79	5,65	-1063	-44	0,0000	0,00	0,000
16	0,83	6,79	5,65	-1063	-54	0,0000	0,00	0,000
17	0,88	6,79	5,65	-1063	-65	0,0000	0,00	0,000
18	0,94	6,79	5,65	-1063	-77	0,0000	0,00	0,000
19	0,99	6,79	5,65	-1063	-91	0,0000	0,00	0,000
20	1,05	6,79	5,65	-1063	-107	0,0000	0,00	0,000
21	1,10	6,79	5,65	-1063	-124	0,0000	0,00	0,000

Verifica fessurazione fondazione

N°	Y	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	M <sub>pf</sub>	M	ε <sub>m</sub>	S <sub>m</sub>	W
1	-0,60	6,79	6,79	-2360	0	0,0000	0,00	0,000
2	-0,56	6,79	6,79	2360	1	0,0000	0,00	0,000
3	-0,52	6,79	6,79	2360	3	0,0000	0,00	0,000
4	-0,48	6,79	6,79	2360	6	0,0000	0,00	0,000
5	-0,44	6,79	6,79	2360	11	0,0000	0,00	0,000
6	-0,40	6,79	6,79	2360	18	0,0000	0,00	0,000
7	-0,36	6,79	6,79	2360	26	0,0000	0,00	0,000
8	-0,32	6,79	6,79	2360	37	0,0000	0,00	0,000
9	-0,28	6,79	6,79	2360	50	0,0000	0,00	0,000
10	-0,24	6,79	6,79	2360	65	0,0000	0,00	0,000
11	-0,20	6,79	6,79	2360	83	0,0000	0,00	0,000
12	0,00	6,79	6,79	2360	3	0,0000	0,00	0,000
13	0,04	6,79	6,79	2360	2	0,0000	0,00	0,000
14	0,08	6,79	6,79	2360	0	0,0000	0,00	0,000
15	0,12	6,79	6,79	-2360	-1	0,0000	0,00	0,000
16	0,16	6,79	6,79	-2360	-1	0,0000	0,00	0,000
17	0,20	6,79	6,79	-2360	-1	0,0000	0,00	0,000
18	0,24	11,31	6,79	-2473	0	0,0000	0,00	0,000
19	0,28	15,83	6,79	2400	0	0,0000	0,00	0,000
20	0,32	15,83	6,79	2400	0	0,0000	0,00	0,000
21	0,36	11,31	6,79	2380	0	0,0000	0,00	0,000
22	0,40	11,31	6,79	-2473	0	0,0000	0,00	0,000

COMBINAZIONE n° 20

Valore della spinta statica	875,53	[daN]		
Componente orizzontale della spinta statica	800,90	[daN]		
Componente verticale della spinta statica	353,70	[daN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 0,40	[m]	Y = -1,08	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	23,83	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	55,01	[°]		
Incremento sismico della spinta	52,41	[daN]		
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 0,40	[m]	Y = -0,79	[m]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	53,94	[°]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	835,20	[daN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0,20	[m]	Y = -0,52	[m]
Inerzia del muro	25,74	[daN]		
Inerzia verticale del muro	12,87	[daN]		
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	14,82	[daN]		
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	7,41	[daN]		

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	889,41	[daN]		
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	2680,35	[daN]		
Resistenza passiva dente di fondazione	-1779,79	[daN]		
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	2680,35	[daN]		
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	889,41	[daN]		
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0,07	[m]		
Lunghezza fondazione reagente	1,00	[m]		
Risultante in fondazione	2824,06	[daN]		

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
<b>RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE</b>		<i>Codice documento</i> ST0191_F0.doc	<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						

Inclinazione della risultante (rispetto alla normale) 18,36 [°]  
Momento rispetto al baricentro della fondazione -191,68 [daNm]  
Carico ultimo della fondazione 90903,33 [daN]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente 1,00 [m]  
Tensione terreno allo spigolo di valle 0,1530 [daN/cm<sup>2</sup>]  
Tensione terreno allo spigolo di monte 0,3830 [daN/cm<sup>2</sup>]

Fattori per il calcolo della capacità portante

**Coeff. capacità portante**  $N_c = 77.50$   $N_q = 61.55$   $N_\gamma = 80.93$

**Fattori forma**  $s_c = 1,00$   $s_q = 1,00$   $s_\gamma = 1,00$

I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.

$N'_c = 77.50$   $N'_q = 61.55$   $N'_\gamma = 80.93$

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a scorrimento 2.39  
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo 33.91

Sollecitazioni paramento

Combinazione n° 20

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

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

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in daN

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

Nr.	Y	N	M	T
1	0,00	0,00	0,00	0,00
2	0,55	275,00	17,73	89,78
3	1,10	550,00	126,59	331,15

Sollecitazioni fondazione di valle

Combinazione n° 20

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

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in daNm

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

Nr.	X	M	T
1	0,00	0,00	0,00
2	0,40	86,96	496,12

Sollecitazioni fondazione di monte

Combinazione n° 20

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

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in daNm

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

Nr.	X	M	T
1	0,00	0,00	0,00
2	0,40	6,98	62,96

Armature e tensioni nei materiali del muro

Combinazione n° 20

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

B base della sezione espressa in [cm]

H altezza della sezione espressa in [cm]

A<sub>fs</sub> area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [cm<sup>2</sup>]

A<sub>fi</sub> area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [cm<sup>2</sup>]

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
		<b>RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE</b>	<i>Codice documento</i> ST0191_F0.doc	<i>Rev</i> F0

$\sigma_c$  tensione nel calcestruzzo espressa in [daN/cm<sup>2</sup>]  
 $\tau_c$  tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [daN/cm<sup>2</sup>]  
 $\sigma_{fs}$  tensione nell'armatura disposta sul lembo di monte in [daN/cm<sup>2</sup>]  
 $\sigma_{fi}$  tensione nell'armatura disposta sul lembo di valle in [daN/cm<sup>2</sup>]

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	$\sigma_c$	$\tau_c$	$\sigma_{fs}$	$\sigma_{fi}$
1	0,00	100, 20	6,79	5,65	0,00	0,00	0,00	0,00
2	0,55	100, 20	6,79	5,65	0,41	0,06	1,96	-4,68
3	1,10	100, 20	6,79	5,65	3,16	0,23	83,06	-24,37

Armature e tensioni nei materiali della fondazione

#### Combinazione n° 20

Simbologia adottata

B base della sezione espressa in [cm]  
H altezza della sezione espressa in [cm]  
A<sub>fi</sub> area di armatura in corrispondenza del lembo inferiore in [cm<sup>2</sup>]  
A<sub>fs</sub> area di armatura in corrispondenza del lembo superiore in [cm<sup>2</sup>]  
 $\sigma_c$  tensione nel calcestruzzo espressa in [daN/cm<sup>2</sup>]  
 $\tau_c$  tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [daN/cm<sup>2</sup>]  
 $\sigma_{fi}$  tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo inferiore in [daN/cm<sup>2</sup>]  
 $\sigma_{fs}$  tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo superiore in [daN/cm<sup>2</sup>]

#### Fondazione di valle

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

Nr.	X	B, H	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	$\sigma_c$	$\tau_c$	$\sigma_{fi}$	$\sigma_{fs}$
1	0,00	100, 30	6,79	6,79	0,00	0,00	0,00	0,00
2	0,40	100, 30	6,79	6,79	0,99	0,22	51,58	-7,48

#### Fondazione di monte

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

Nr.	X	B, H	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	$\sigma_c$	$\tau_c$	$\sigma_{fi}$	$\sigma_{fs}$
1	0,00	100, 30	6,79	11,31	0,00	0,00	0,00	0,00
2	0,40	100, 30	6,79	6,79	0,08	0,03	4,14	-0,60

#### Verifica sperone di fondazione

Base sezione B= 100 cm Altezza sezione H=20 [cm]  
A<sub>fi</sub>=4,52 [cm<sup>2</sup>] A<sub>fs</sub>=4,52 [cm<sup>2</sup>]  
Sollecitazioni M=178,0 [daNm] T=889,4 [daN]  
Momento ultimo sezione M<sub>u</sub> = 2978,88 [daNm]  
Coeff.sicurezza sezione = 16,74

Verifiche a fessurazione

#### Combinazione n° 20

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

A<sub>fs</sub> area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [cm<sup>2</sup>]  
A<sub>fi</sub> area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [cm<sup>2</sup>]  
M<sub>pf</sub> Momento di prima fessurazione espressa in [daNm]  
M Momento agente nella sezione espressa in [daNm]  
 $\epsilon_m$  deformazione media espressa in [%]  
s<sub>m</sub> Distanza media tra le fessure espressa in [mm]  
w Apertura media della fessura espressa in [mm]

#### Verifica fessurazione paramento

N°	Y	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	M <sub>pf</sub>	M	$\epsilon_m$	s <sub>m</sub>	w
1	0,00	6,79	5,65	-1063	0	0,0000	0,00	0,000
2	0,06	6,79	5,65	-1063	0	0,0000	0,00	0,000
3	0,11	6,79	5,65	-1063	0	0,0000	0,00	0,000
4	0,17	6,79	5,65	-1063	-1	0,0000	0,00	0,000

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
<b>RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE</b>		<i>Codice documento</i> ST0191_F0.doc	<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						

5	0,22	6,79	5,65	-1063	-2	0,0000	0,00	0,000
6	0,28	6,79	5,65	-1063	-3	0,0000	0,00	0,000
7	0,33	6,79	5,65	-1063	-4	0,0000	0,00	0,000
8	0,39	6,79	5,65	-1063	-7	0,0000	0,00	0,000
9	0,44	6,79	5,65	-1063	-10	0,0000	0,00	0,000
10	0,50	6,79	5,65	-1063	-13	0,0000	0,00	0,000
11	0,55	6,79	5,65	-1063	-18	0,0000	0,00	0,000
12	0,61	13,57	11,31	-1167	-23	0,0000	0,00	0,000
13	0,66	6,79	5,65	-1063	-30	0,0000	0,00	0,000
14	0,72	6,79	5,65	-1063	-37	0,0000	0,00	0,000
15	0,77	6,79	5,65	-1063	-46	0,0000	0,00	0,000
16	0,83	6,79	5,65	-1063	-56	0,0000	0,00	0,000
17	0,88	6,79	5,65	-1063	-67	0,0000	0,00	0,000
18	0,94	6,79	5,65	-1063	-79	0,0000	0,00	0,000
19	0,99	6,79	5,65	-1063	-94	0,0000	0,00	0,000
20	1,05	6,79	5,65	-1063	-109	0,0000	0,00	0,000
21	1,10	6,79	5,65	-1063	-127	0,0000	0,00	0,000

Verifica fessurazione fondazione

N°	Y	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	M <sub>pf</sub>	M	ε <sub>m</sub>	S <sub>m</sub>	w
1	-0,60	6,79	6,79	-2360	0	0,0000	0,00	0,000
2	-0,56	6,79	6,79	2360	1	0,0000	0,00	0,000
3	-0,52	6,79	6,79	2360	3	0,0000	0,00	0,000
4	-0,48	6,79	6,79	2360	6	0,0000	0,00	0,000
5	-0,44	6,79	6,79	2360	12	0,0000	0,00	0,000
6	-0,40	6,79	6,79	2360	19	0,0000	0,00	0,000
7	-0,36	6,79	6,79	2360	28	0,0000	0,00	0,000
8	-0,32	6,79	6,79	2360	39	0,0000	0,00	0,000
9	-0,28	6,79	6,79	2360	53	0,0000	0,00	0,000
10	-0,24	6,79	6,79	2360	68	0,0000	0,00	0,000
11	-0,20	6,79	6,79	2360	87	0,0000	0,00	0,000
12	0,00	6,79	6,79	2360	7	0,0000	0,00	0,000
13	0,04	6,79	6,79	2360	5	0,0000	0,00	0,000
14	0,08	6,79	6,79	2360	3	0,0000	0,00	0,000
15	0,12	6,79	6,79	2360	1	0,0000	0,00	0,000
16	0,16	6,79	6,79	2360	0	0,0000	0,00	0,000
17	0,20	6,79	6,79	2360	0	0,0000	0,00	0,000
18	0,24	11,31	6,79	2380	1	0,0000	0,00	0,000
19	0,28	15,83	6,79	2400	0	0,0000	0,00	0,000
20	0,32	15,83	6,79	2400	0	0,0000	0,00	0,000
21	0,36	11,31	6,79	2380	0	0,0000	0,00	0,000
22	0,40	11,31	6,79	-2473	0	0,0000	0,00	0,000

COMBINAZIONE n° 21

Valore della spinta statica	875,53	[daN]		
Componente orizzontale della spinta statica	800,90	[daN]		
Componente verticale della spinta statica	353,70	[daN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 0,40	[m]	Y = -1,08	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	23,83	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	55,01	[°]		
Incremento sismico della spinta	36,89	[daN]		
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 0,40	[m]	Y = -0,79	[m]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	53,88	[°]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	835,20	[daN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0,20	[m]	Y = -0,52	[m]
Inerzia del muro	25,74	[daN]		
Inerzia verticale del muro	-12,87	[daN]		
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	14,82	[daN]		
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	-7,41	[daN]		

Risultanti

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
<b>RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE</b>		<i>Codice documento</i> ST0191_F0.doc	<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						

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale 875,21 [daN]  
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale 2633,52 [daN]  
Resistenza passiva dente di fondazione -1749,18 [daN]  
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione 2633,52 [daN]  
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione 875,21 [daN]  
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione -0,07 [m]  
Lunghezza fondazione reagente 1,00 [m]  
Risultante in fondazione 2775,14 [daN]  
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale) 18,38 [°]  
Momento rispetto al baricentro della fondazione -191,67 [daNm]  
Carico ultimo della fondazione 90634,73 [daN]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente 1,00 [m]  
Tensione terreno allo spigolo di valle 0,1484 [daN/cm<sup>2</sup>]  
Tensione terreno allo spigolo di monte 0,3784 [daN/cm<sup>2</sup>]

Fattori per il calcolo della capacità portante

**Coef. capacità portante**  $N_c = 77.50$   $N_q = 61.55$   $N_\gamma = 80.93$

**Fattori forma**  $s_c = 1,00$   $s_q = 1,00$   $s_\gamma = 1,00$

I coefficienti N tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.

$N'_c = 77.50$   $N'_q = 61.55$   $N'_\gamma = 80.93$

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a scorrimento 2.38  
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo 34.42

Sollecitazioni paramento

Combinazione n° 21

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

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

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in daN

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

Nr.	Y	N	M	T
1	0,00	0,00	0,00	0,00
2	0,55	275,00	16,99	87,09
3	1,10	550,00	123,63	325,77

Sollecitazioni fondazione di valle

Combinazione n° 21

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

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in daNm

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

Nr.	X	M	T
1	0,00	0,00	0,00
2	0,40	83,21	477,41

Sollecitazioni fondazione di monte

Combinazione n° 21

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

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in daNm

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

Nr.	X	M	T
1	0,00	0,00	0,00

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
<b>RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE</b>		<i>Codice documento</i> ST0191_F0.doc	<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						

2      0,40      3,23      44,21

Armature e tensioni nei materiali del muro

Combinazione n° 21

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

B      base della sezione espressa in [cm]  
H      altezza della sezione espressa in [cm]  
A<sub>fs</sub>    area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [cmq]  
A<sub>fi</sub>    area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [cmq]  
σ<sub>c</sub>     tensione nel calcestruzzo espressa in [daN/cm<sup>2</sup>]  
τ<sub>c</sub>     tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [daN/cm<sup>2</sup>]  
σ<sub>fs</sub>    tensione nell'armatura disposta sul lembo di monte in [daN/cm<sup>2</sup>]  
σ<sub>fi</sub>    tensione nell'armatura disposta sul lembo di valle in [daN/cm<sup>2</sup>]

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	σ <sub>c</sub>	τ <sub>c</sub>	σ <sub>fs</sub>	σ <sub>fi</sub>
1	0,00	100, 20	6,79	5,65	0,00	0,00	0,00	0,00
2	0,55	100, 20	6,79	5,65	0,39	0,06	1,60	-4,53
3	1,10	100, 20	6,79	5,65	3,09	0,23	80,25	-23,95

Armature e tensioni nei materiali della fondazione

Combinazione n° 21

Simbologia adottata

B      base della sezione espressa in [cm]  
H      altezza della sezione espressa in [cm]  
A<sub>fi</sub>    area di armatura in corrispondenza del lembo inferiore in [cmq]  
A<sub>fs</sub>    area di armatura in corrispondenza del lembo superiore in [cmq]  
σ<sub>c</sub>     tensione nel calcestruzzo espressa in [daN/cm<sup>2</sup>]  
τ<sub>c</sub>     tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [daN/cm<sup>2</sup>]  
σ<sub>fi</sub>    tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo inferiore in [daN/cm<sup>2</sup>]  
σ<sub>fs</sub>    tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo superiore in [daN/cm<sup>2</sup>]

Fondazione di valle

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

Nr.	X	B, H	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	σ <sub>c</sub>	τ <sub>c</sub>	σ <sub>fi</sub>	σ <sub>fs</sub>
1	0,00	100, 30	6,79	6,79	0,00	0,00	0,00	0,00
2	0,40	100, 30	6,79	6,79	0,95	0,21	49,36	-7,16

Fondazione di monte

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

Nr.	X	B, H	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	σ <sub>c</sub>	τ <sub>c</sub>	σ <sub>fi</sub>	σ <sub>fs</sub>
1	0,00	100, 30	6,79	11,31	0,00	0,00	0,00	0,00
2	0,40	100, 30	6,79	6,79	0,04	0,02	1,92	-0,28

Verifica sperone di fondazione

Base sezione B= 100 cm      Altezza sezione H=20 [cm]  
A<sub>fi</sub>=4,52 [cmq]      A<sub>fs</sub>=4,52 [cmq]  
Sollecitazioni M=175,1 [daNm]      T=875,2 [daN]  
Momento ultimo sezione M<sub>u</sub> = 2978,88 [daNm]  
Coeff.sicurezza sezione = 17,01

Verifiche a fessurazione

Combinazione n° 21

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

A<sub>fs</sub>    area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [cmq]  
A<sub>fi</sub>    area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [cmq]  
M<sub>pf</sub>    Momento di prima fessurazione espressa in [daNm]  
M      Momento agente nella sezione espressa in [daNm]

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
<b>RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE</b>		<i>Codice documento</i> ST0191_F0.doc	<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						

$\epsilon_m$  deformazione media espressa in [%]  
 $S_m$  Distanza media tra le fessure espressa in [mm]  
 $w$  Apertura media della fessura espressa in [mm]

Verifica fessurazione paramento

N°	Y	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	M <sub>pf</sub>	M	$\epsilon_m$	S <sub>m</sub>	w
1	0,00	6,79	5,65	-1063	0	0,0000	0,00	0,000
2	0,06	6,79	5,65	-1063	0	0,0000	0,00	0,000
3	0,11	6,79	5,65	-1063	0	0,0000	0,00	0,000
4	0,17	6,79	5,65	-1063	-1	0,0000	0,00	0,000
5	0,22	6,79	5,65	-1063	-1	0,0000	0,00	0,000
6	0,28	6,79	5,65	-1063	-3	0,0000	0,00	0,000
7	0,33	6,79	5,65	-1063	-4	0,0000	0,00	0,000
8	0,39	6,79	5,65	-1063	-6	0,0000	0,00	0,000
9	0,44	6,79	5,65	-1063	-9	0,0000	0,00	0,000
10	0,50	6,79	5,65	-1063	-13	0,0000	0,00	0,000
11	0,55	6,79	5,65	-1063	-17	0,0000	0,00	0,000
12	0,61	13,57	11,31	-1167	-22	0,0000	0,00	0,000
13	0,66	6,79	5,65	-1063	-28	0,0000	0,00	0,000
14	0,72	6,79	5,65	-1063	-36	0,0000	0,00	0,000
15	0,77	6,79	5,65	-1063	-44	0,0000	0,00	0,000
16	0,83	6,79	5,65	-1063	-54	0,0000	0,00	0,000
17	0,88	6,79	5,65	-1063	-65	0,0000	0,00	0,000
18	0,94	6,79	5,65	-1063	-77	0,0000	0,00	0,000
19	0,99	6,79	5,65	-1063	-91	0,0000	0,00	0,000
20	1,05	6,79	5,65	-1063	-107	0,0000	0,00	0,000
21	1,10	6,79	5,65	-1063	-124	0,0000	0,00	0,000

Verifica fessurazione fondazione

N°	Y	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	M <sub>pf</sub>	M	$\epsilon_m$	S <sub>m</sub>	w
1	-0,60	6,79	6,79	-2360	0	0,0000	0,00	0,000
2	-0,56	6,79	6,79	2360	1	0,0000	0,00	0,000
3	-0,52	6,79	6,79	2360	3	0,0000	0,00	0,000
4	-0,48	6,79	6,79	2360	6	0,0000	0,00	0,000
5	-0,44	6,79	6,79	2360	11	0,0000	0,00	0,000
6	-0,40	6,79	6,79	2360	18	0,0000	0,00	0,000
7	-0,36	6,79	6,79	2360	26	0,0000	0,00	0,000
8	-0,32	6,79	6,79	2360	37	0,0000	0,00	0,000
9	-0,28	6,79	6,79	2360	50	0,0000	0,00	0,000
10	-0,24	6,79	6,79	2360	65	0,0000	0,00	0,000
11	-0,20	6,79	6,79	2360	83	0,0000	0,00	0,000
12	0,00	6,79	6,79	2360	3	0,0000	0,00	0,000
13	0,04	6,79	6,79	2360	2	0,0000	0,00	0,000
14	0,08	6,79	6,79	2360	0	0,0000	0,00	0,000
15	0,12	6,79	6,79	-2360	-1	0,0000	0,00	0,000
16	0,16	6,79	6,79	-2360	-1	0,0000	0,00	0,000
17	0,20	6,79	6,79	-2360	-1	0,0000	0,00	0,000
18	0,24	11,31	6,79	-2473	0	0,0000	0,00	0,000
19	0,28	15,83	6,79	2400	0	0,0000	0,00	0,000
20	0,32	15,83	6,79	2400	0	0,0000	0,00	0,000
21	0,36	11,31	6,79	2380	0	0,0000	0,00	0,000
22	0,40	11,31	6,79	-2473	0	0,0000	0,00	0,000

Elenco ferri

*Simbologia adottata*

*Destinazione* Destinazione ferro  
 $\phi$  Diametro ferro espresso in [mm]  
 $n$  Numero tondini  
 $L$  Lunghezza totale ferro espressa in [cm]  
 $P$  Peso singolo ferro espresso in [daN]  
 $P_g$  Peso gruppo espresso in [daN]

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
<b>RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE</b>		<i>Codice documento</i> ST0191_F0.doc	<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						

<b>Destinazione</b>	<b>φ</b>	<b>n</b>	<b>L</b>	<b>P</b>	<b>P<sub>g</sub></b>
Fondazione	12,00	6	192,40	1,71	10,25
Fondazione	12,00	6	192,40	1,71	10,25
Fondazione	12,00	4	142,00	1,26	5,04
Paramento	12,00	5	147,00	1,31	6,53
Paramento	12,00	5	156,00	1,38	6,92
Paramento	12,00	6	146,00	1,30	7,78
Paramento	12,00	6	156,00	1,38	8,31
Fondazione	8,00	6	40,19	0,16	0,95
Paramento	8,00	6	30,32	0,12	0,72

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
<b>RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE</b>		<i>Codice documento</i> ST0191_F0.doc	<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						

#### 6.1.1.4 MURO TIPO C

Geometria muro e fondazione

Descrizione

**Muro a gradoni in c.a.**

Descrizione dei gradoni

##### *Simbologia adottata*

Nr.	numero d'ordine del gradone (a partire dall'alto)
Bs	base superiore del gradone espressa in [m]
Bi	base inferiore del gradone espressa in [m]
Hg	altezza del gradone espressa in [m]
$\alpha_e$	inclinazione esterna del gradone espressa in [°]
$\alpha_i$	inclinazione interna del gradone espressa in [°]

Nr.	Bs	Bi	Hg	$\alpha_e$	$\alpha_i$
1	0,20	0,20	0,75	0,00	0,00
2	0,30	0,30	1,55	0,00	0,00

Altezza del paramento      2,30 [m]

##### Fondazione

Lunghezza mensola fondazione di valle	1,10 [m]
Lunghezza mensola fondazione di monte	1,10 [m]
Lunghezza totale fondazione	2,50 [m]
Inclinazione piano di posa della fondazione	0,00 [°]
Spessore fondazione	0,40 [m]
Spessore magrone	0,05 [m]
Altezza dello sperone di fondazione	0,40 [m]
Spessore dello sperone di fondazione	0,40 [m]

Materiali utilizzati per la struttura

##### *Calcestruzzo*

Peso specifico	2500,0 [daN/mc]
Classe di Resistenza	C25/30
Resistenza caratteristica a compressione $R_{ck}$	305,9 [daN/cm <sup>2</sup> ]
Modulo elastico E	320665,55 [daN/cm <sup>2</sup> ]

##### *Acciaio*

Tipo	B450C
Tensione di snervamento $\sigma_{fa}$	4588,0 [daN/cm <sup>2</sup> ]

Geometria profilo terreno a monte del muro

##### *Simbologia adottata e sistema di riferimento*

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

N numero ordine del punto  
X ascissa del punto espressa in [m]  
Y ordinata del punto espressa in [m]  
A inclinazione del tratto espressa in [°]

N	X	Y	A
1	5,00	0,00	0,00

Terreno a valle del muro

Inclinazione terreno a valle del muro rispetto all'orizzontale	0,00 [°]
Altezza del rinterro rispetto all'attacco fondaz.valle-paramento	0,00 [m]

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
<b>RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE</b>		<i>Codice documento</i> ST0191_F0.doc	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 15%;"><i>Rev</i></td> <td style="width: 15%;"><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						

Descrizione terreni

*Simbologia adottata*

<i>Nr.</i>	Indice del terreno
<i>Descrizione</i>	Descrizione terreno
$\gamma$	Peso di volume del terreno espresso in [daN/mc]
$\gamma_s$	Peso di volume saturo del terreno espresso in [daN/mc]
$\phi$	Angolo d'attrito interno espresso in [°]
$\delta$	Angolo d'attrito terra-muro espresso in [°]
<i>c</i>	Coesione espressa in [daN/cm <sup>2</sup> ]
<i>c<sub>a</sub></i>	Adesione terra-muro espressa in [daN/cm <sup>2</sup> ]

Descrizione	$\gamma$	$\gamma_s$	$\phi$	$\delta$	<i>c</i>	<i>c<sub>a</sub></i>
Terreno 1 1800	1800	35.00	23.33	0,000	0,000	
Terreno 2 1800	2000	38.00	25.33	0,000	0,000	

Stratigrafia

*Simbologia adottata*

<i>N</i>	Indice dello strato
<i>H</i>	Spessore dello strato espresso in [m]
<i>a</i>	Inclinazione espressa in [°]
<i>K<sub>w</sub></i>	Costante di Winkler orizzontale espressa in DaN/cm <sup>2</sup> /cm
<i>K<sub>s</sub></i>	Coefficiente di spinta
<i>Terreno</i>	Terreno dello strato

Nr.	H	a	K <sub>w</sub>	K <sub>s</sub>	Terreno
1	2,65	0,00	2,22	0,00	Terreno 1
2	3,00	0,00	4,32	0,00	Terreno 2

Condizioni di carico

*Simbologia e convenzioni di segno adottate*

Carichi verticali positivi verso il basso.

Carichi orizzontali positivi verso sinistra.

Momento positivo senso antiorario.

<i>X</i>	Ascissa del punto di applicazione del carico concentrato espressa in [m]
<i>F<sub>x</sub></i>	Componente orizzontale del carico concentrato espressa in [daN]
<i>F<sub>y</sub></i>	Componente verticale del carico concentrato espressa in [daN]
<i>M</i>	Momento espresso in [daNm]
<i>X<sub>i</sub></i>	Ascissa del punto iniziale del carico ripartito espressa in [m]
<i>X<sub>f</sub></i>	Ascissa del punto finale del carico ripartito espressa in [m]
<i>Q<sub>i</sub></i>	Intensità del carico per $x=X_i$ espressa in [daN/m]
<i>Q<sub>f</sub></i>	Intensità del carico per $x=X_f$ espressa in [daN/m]
<i>D / C</i>	Tipo carico : D=distribuito C=concentrato

Condizione n° 1 (Sovraccarico)

D	Profilo	$X_i=0,00$	$X_f=5,00$	$Q_i=2000,00$	$Q_f=2000,00$
---	---------	------------	------------	---------------	---------------

Descrizione combinazioni di carico

*Simbologia adottata*

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

$\gamma$  Coefficiente di partecipazione della condizione

$\Psi$  Coefficiente di combinazione della condizione

Combinazione n° 1 - Caso A1-M1 (STR)

S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$	
Peso proprio muro	FAV	1,00	1,00	1,00
Peso proprio terrapieno	FAV	1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,30	1,00	1,30

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE</b>		<i>Codice documento</i> ST0191_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20-06-2011

Combinazione n° 2 - Caso A1-M1 (STR)

S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$		
Peso proprio muro	SFAV	1,30	1,00	1,30	
Peso proprio terrapieno	SFAV	1,30	1,00	1,30	1,30
Spinta terreno	SFAV	1,30	1,00	1,30	

Combinazione n° 3 - Caso A1-M1 (STR)

S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$		
Peso proprio muro	SFAV	1,30	1,00	1,30	
Peso proprio terrapieno	FAV	1,00	1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,30	1,00	1,30	

Combinazione n° 4 - Caso A1-M1 (STR)

S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$		
Peso proprio muro	FAV	1,00	1,00	1,00	
Peso proprio terrapieno	SFAV	1,30	1,00	1,30	1,30
Spinta terreno	SFAV	1,30	1,00	1,30	

Combinazione n° 5 - Caso A2-M2 (GEO)

S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$		
Peso proprio muro	SFAV	1,00	1,00	1,00	
Peso proprio terrapieno	SFAV	1,00	1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1,00	1,00	

Combinazione n° 6 - Caso EQU (SLU)

S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$		
Peso proprio muro	FAV	0,90	1,00	0,90	
Peso proprio terrapieno	FAV	0,90	1,00	0,90	0,90
Spinta terreno	SFAV	1,10	1,00	1,10	

Combinazione n° 7 - Caso A2-M2 (GEO-STAB)

S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$		
Peso proprio muro	SFAV	1,00	1,00	1,00	
Peso proprio terrapieno	SFAV	1,00	1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1,00	1,00	

Combinazione n° 8 - Caso A1-M1 (STR)

S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$		
Peso proprio muro	FAV	1,00	1,00	1,00	
Peso proprio terrapieno	SFAV	1,30	1,00	1,30	1,30
Spinta terreno	SFAV	1,30	1,00	1,30	
Sovraccarico	SFAV	1,50	1,00	1,50	

Combinazione n° 9 - Caso A1-M1 (STR)

S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$		
Peso proprio muro	FAV	1,00	1,00	1,00	
Peso proprio terrapieno	FAV	1,00	1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,30	1,00	1,30	
Sovraccarico	SFAV	1,50	1,00	1,50	

Combinazione n° 10 - Caso A1-M1 (STR)

S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$		
Peso proprio muro	SFAV	1,30	1,00	1,30	
Peso proprio terrapieno	SFAV	1,30	1,00	1,30	1,30
Spinta terreno	SFAV	1,30	1,00	1,30	
Sovraccarico	SFAV	1,50	1,00	1,50	

Combinazione n° 11 - Caso A1-M1 (STR)

S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$		
Peso proprio muro	SFAV	1,30	1,00	1,30	
Peso proprio terrapieno	FAV	1,00	1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,30	1,00	1,30	
Sovraccarico	SFAV	1,50	1,00	1,50	

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE</b>		<i>Codice documento</i> ST0191_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20-06-2011

**Combinazione n° 12 - Caso A2-M2 (GEO)**

S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma^* \Psi$		
Peso proprio muro	SFAV	1,00	1,00	1,00	
Peso proprio terrapieno	SFAV	1,00	1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1,00	1,00	
Sovraccarico	SFAV	1,30	1,00	1,30	

**Combinazione n° 13 - Caso EQU (SLU)**

S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma^* \Psi$		
Peso proprio muro	FAV	0,90	1,00	0,90	
Peso proprio terrapieno	FAV	0,90	1,00	1,00	0,90
Spinta terreno	SFAV	1,10	1,00	1,10	
Sovraccarico	SFAV	1,50	1,00	1,50	

**Combinazione n° 14 - Caso A2-M2 (GEO-STAB)**

S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma^* \Psi$		
Peso proprio muro	SFAV	1,00	1,00	1,00	
Peso proprio terrapieno	SFAV	1,00	1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1,00	1,00	
Sovraccarico	SFAV	1,30	1,00	1,30	

**Combinazione n° 15 - Caso A1-M1 (STR) - Sisma Vert. positivo**

S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma^* \Psi$		
Peso proprio muro	SFAV	1,00	1,00	1,00	
Peso proprio terrapieno	SFAV	1,00	1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1,00	1,00	

**Combinazione n° 16 - Caso A1-M1 (STR) - Sisma Vert. negativo**

S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma^* \Psi$		
Peso proprio muro	SFAV	1,00	1,00	1,00	
Peso proprio terrapieno	SFAV	1,00	1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1,00	1,00	

**Combinazione n° 17 - Caso A2-M2 (GEO) - Sisma Vert. positivo**

S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma^* \Psi$		
Peso proprio muro	SFAV	1,00	1,00	1,00	
Peso proprio terrapieno	SFAV	1,00	1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1,00	1,00	

**Combinazione n° 18 - Caso A2-M2 (GEO) - Sisma Vert. negativo**

S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma^* \Psi$		
Peso proprio muro	SFAV	1,00	1,00	1,00	
Peso proprio terrapieno	SFAV	1,00	1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1,00	1,00	

**Combinazione n° 19 - Caso EQU (SLU) - Sisma Vert. positivo**

S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma^* \Psi$		
Peso proprio muro	FAV	1,00	1,00	1,00	
Peso proprio terrapieno	FAV	1,00	1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1,00	1,00	

**Combinazione n° 20 - Caso EQU (SLU) - Sisma Vert. negativo**

S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma^* \Psi$		
Peso proprio muro	FAV	1,00	1,00	1,00	
Peso proprio terrapieno	FAV	1,00	1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1,00	1,00	

**Combinazione n° 21 - Caso A2-M2 (GEO-STAB) - Sisma Vert. positivo**

S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma^* \Psi$		
Peso proprio muro	SFAV	1,00	1,00	1,00	
Peso proprio terrapieno	SFAV	1,00	1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1,00	1,00	

**Combinazione n° 22 - Caso A2-M2 (GEO-STAB) - Sisma Vert. negativo**

S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma^* \Psi$
-----	----------	--------	-----------------

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE</b>		<i>Codice documento</i> ST0191_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20-06-2011

Peso proprio muro	SFAV	1,00	1,00	1,00	
Peso proprio terrapieno	SFAV	1,00	1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1,00	1,00	

**Combinazione n° 23 - Caso A1-M1 (STR) - Sisma Vert. positivo**

S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma^* \Psi$		
Peso proprio muro	FAV	1,00	1,00	1,00	
Peso proprio terrapieno	FAV	1,00	1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1,00	1,00	
Sovraccarico	SFAV	1,00	1,00	1,00	

**Combinazione n° 24 - Caso A1-M1 (STR) - Sisma Vert. negativo**

S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma^* \Psi$		
Peso proprio muro	SFAV	1,00	1,00	1,00	
Peso proprio terrapieno	SFAV	1,00	1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1,00	1,00	
Sovraccarico	SFAV	1,00	1,00	1,00	

**Combinazione n° 25 - Caso A2-M2 (GEO) - Sisma Vert. positivo**

S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma^* \Psi$		
Peso proprio muro	SFAV	1,00	1,00	1,00	
Peso proprio terrapieno	SFAV	1,00	1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1,00	1,00	
Sovraccarico	SFAV	1,00	1,00	1,00	

**Combinazione n° 26 - Caso A2-M2 (GEO) - Sisma Vert. negativo**

S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma^* \Psi$		
Peso proprio muro	SFAV	1,00	1,00	1,00	
Peso proprio terrapieno	SFAV	1,00	1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1,00	1,00	
Sovraccarico	SFAV	1,00	1,00	1,00	

**Combinazione n° 27 - Caso EQU (SLU) - Sisma Vert. negativo**

S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma^* \Psi$		
Peso proprio muro	FAV	1,00	1,00	1,00	
Peso proprio terrapieno	FAV	1,00	1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1,00	1,00	
Sovraccarico	SFAV	1,00	1,00	1,00	

**Combinazione n° 28 - Caso EQU (SLU) - Sisma Vert. positivo**

S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma^* \Psi$		
Peso proprio muro	FAV	1,00	1,00	1,00	
Peso proprio terrapieno	FAV	1,00	1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1,00	1,00	
Sovraccarico	SFAV	1,00	1,00	1,00	

**Combinazione n° 29 - Caso A2-M2 (GEO-STAB) - Sisma Vert. positivo**

S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma^* \Psi$		
Peso proprio muro	SFAV	1,00	1,00	1,00	
Peso proprio terrapieno	SFAV	1,00	1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1,00	1,00	
Sovraccarico	SFAV	1,00	1,00	1,00	

**Combinazione n° 30 - Caso A2-M2 (GEO-STAB) - Sisma Vert. negativo**

S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma^* \Psi$		
Peso proprio muro	SFAV	1,00	1,00	1,00	
Peso proprio terrapieno	SFAV	1,00	1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1,00	1,00	
Sovraccarico	SFAV	1,00	1,00	1,00	

**Combinazione n° 31 - Quasi Permanente (SLE)**

S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma^* \Psi$		
Peso proprio muro	--	1,00	1,00	1,00	
Peso proprio terrapieno	--	1,00	1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	--	1,00	1,00	1,00	

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE</b>		<i>Codice documento</i> ST0191_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20-06-2011

Sovraccarico SFAV 1.00 1.00 1.00

Combinazione n° 32 - Frequente (SLE)

S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma^* \Psi$		
Peso proprio muro	--	1,00	1,00	1,00	
Peso proprio terrapieno	--		1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	--	1,00	1,00	1,00	
Sovraccarico	SFAV	1,00	1,00	1,00	

Combinazione n° 33 - Rara (SLE)

S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma^* \Psi$		
Peso proprio muro	--	1,00	1,00	1,00	
Peso proprio terrapieno	--		1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	--	1,00	1,00	1,00	
Sovraccarico	SFAV	1,00	1,00	1,00	

Combinazione n° 34 - Quasi Permanente (SLE) - Sisma Vert. positivo

S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma^* \Psi$		
Peso proprio muro	--	1,00	1,00	1,00	
Peso proprio terrapieno	--		1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	--	1,00	1,00	1,00	
Sovraccarico	SFAV	1,00	1,00	1,00	

Combinazione n° 35 - Quasi Permanente (SLE) - Sisma Vert. negativo

S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma^* \Psi$		
Peso proprio muro	--	1,00	1,00	1,00	
Peso proprio terrapieno	--		1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	--	1,00	1,00	1,00	
Sovraccarico	SFAV	1,00	1,00	1,00	

Combinazione n° 36 - Frequente (SLE) - Sisma Vert. positivo

S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma^* \Psi$		
Peso proprio muro	--	1,00	1,00	1,00	
Peso proprio terrapieno	--		1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	--	1,00	1,00	1,00	
Sovraccarico	SFAV	1,00	1,00	1,00	

Combinazione n° 37 - Frequente (SLE) - Sisma Vert. negativo

S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma^* \Psi$		
Peso proprio muro	--	1,00	1,00	1,00	
Peso proprio terrapieno	--		1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	--	1,00	1,00	1,00	
Sovraccarico	SFAV	1,00	1,00	1,00	

Combinazione n° 38 - Rara (SLE) - Sisma Vert. positivo

S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma^* \Psi$		
Peso proprio muro	--	1,00	1,00	1,00	
Peso proprio terrapieno	--		1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	--	1,00	1,00	1,00	
Sovraccarico	SFAV	1,00	1,00	1,00	

Combinazione n° 39 - Rara (SLE) - Sisma Vert. negativo

S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma^* \Psi$		
Peso proprio muro	--	1,00	1,00	1,00	
Peso proprio terrapieno	--		1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	--	1,00	1,00	1,00	
Sovraccarico	SFAV	1,00	1,00	1,00	

Impostazioni di analisi

Metodo verifica sezioni **Stato limite**

**Impostazioni verifiche SLU**

Coefficienti parziali per resistenze di calcolo dei materiali

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
<b>RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE</b>		<i>Codice documento</i> ST0191_F0.doc	<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						

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

#### Impostazioni verifiche SLE

Condizioni ambientali Ordinarie  
Armatura ad aderenza migliorata

#### Verifica fessurazione

Sensibilità delle armature Poco sensibile  
Valori limite delle aperture delle fessure  $w_1 = 0.10$   
 $w_2 = 0.10$   
 $w_3 = 0.10$

Metodo di calcolo aperture delle fessure E.C. 2

#### Verifica delle tensioni

Combinazione di carico Rara  $\sigma_c < 0.60 f_{ck}$  -  $\sigma_t < 0.80 f_{yk}$   
Quasi permanente  $\sigma_c < 0.45 f_{ck}$

Calcolo della portanza metodo di Terzaghi

Coefficiente correttivo su  $N_y$  per effetti cinematici (combinazioni sismiche SLU): 1,00  
Coefficiente correttivo su  $N_y$  per effetti cinematici (combinazioni sismiche SLE): 1,00

#### Impostazioni avanzate

Diagramma correttivo per eccentricità negativa con aliquota di parzializzazione pari a 0.00

Quadro riassuntivo coeff. di sicurezza calcolati

#### Simbologia adottata

C Identificativo della combinazione  
Tipo Tipo combinazione  
Sisma Combinazione sismica  
 $CS_{SCO}$  Coeff. di sicurezza allo scorrimento  
 $CS_{RIB}$  Coeff. di sicurezza al ribaltamento  
 $CS_{OLIM}$  Coeff. di sicurezza a carico limite  
 $CS_{STAB}$  Coeff. di sicurezza a stabilità globale

C	Tipo	Sisma	$CS_{SCO}$	$CS_{RIB}$	$CS_{qlim}$	$CS_{stab}$			
1	A1-M1 - [1]		--	2,46	--	41,00	--		
2	A1-M1 - [1]		--	3,07	--	31,82	--		
3	A1-M1 - [1]		--	2,77	--	34,35	--		
4	A1-M1 - [1]		--	2,76	--	37,34	--		
5	A2-M2 - [1]		--	1,96	--	15,50	--		
6	EQU - [1]	--	--	9,01	--	--	--		
7	STAB - [1]		--	--	--	--	1,83		
8	A1-M1 - [2]		--	2,05	--	27,18	--		
9	A1-M1 - [2]		--	1,88	--	29,09	--		
10	A1-M1 - [2]		--	2,22	--	24,16	--		
11	A1-M1 - [2]		--	2,05	--	25,62	--		
12	A2-M2 - [2]		--	1,38	--	11,78	--		
13	EQU - [2]	--	--	5,17	--	--	--		
14	STAB - [2]		--	--	--	--	1,38		
15	A1-M1 - [3]			Orizzontale + Verticale positivo		1,95	--	43,98	--
16	A1-M1 - [3]			Orizzontale + Verticale negativo		1,90	--	48,14	--
17	A2-M2 - [3]			Orizzontale + Verticale positivo		1,32	--	16,57	--
18	A2-M2 - [3]			Orizzontale + Verticale negativo		1,29	--	18,11	--
19	EQU - [3]	Orizzontale + Verticale positivo	--	--	--	5,76	--	--	--
20	EQU - [3]	Orizzontale + Verticale negativo	--	--	--	4,84	--	--	--
21	STAB - [3]	Orizzontale + Verticale positivo	--	--	--	--	--	1,57	--
22	STAB - [3]	Orizzontale + Verticale negativo	--	--	--	--	--	1,55	--
23	A1-M1 - [4]			Orizzontale + Verticale positivo		1,56	--	34,64	--

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
<b>RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE</b>		<i>Codice documento</i> ST0191_F0.doc	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 30%;"><i>Rev</i></td> <td><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						

24	A1-M1 - [4]	Orizzontale + Verticale negativo	1,52	--	38,01	--
25	A2-M2 - [4]	Orizzontale + Verticale positivo	1,05	--	13,36	--
26	A2-M2 - [4]	Orizzontale + Verticale negativo	1,02	--	14,65	--
27	EQU - [4]	Orizzontale + Verticale negativo	--	3,65	--	--
28	EQU - [4]	Orizzontale + Verticale positivo	--	4,12	--	--
29	STAB - [4]	Orizzontale + Verticale positivo	--	--	--	1,28
30	STAB - [4]	Orizzontale + Verticale negativo	--	--	--	1,27
31	SLEQ - [1]	-- 2,31 -- 32,45	--	--	--	--
32	SLEF - [1]	-- 2,31 -- 32,45	--	--	--	--
33	SLER - [1]	-- 2,31 -- 32,45	--	--	--	--
34	SLEQ - [1]	Orizzontale + Verticale positivo	2,11	--	32,95	--
35	SLEQ - [1]	Orizzontale + Verticale negativo	2,11	--	33,51	--
36	SLEF - [1]	Orizzontale + Verticale positivo	2,11	--	32,95	--
37	SLEF - [1]	Orizzontale + Verticale negativo	2,11	--	33,51	--
38	SLER - [1]	Orizzontale + Verticale positivo	2,11	--	32,95	--
39	SLER - [1]	Orizzontale + Verticale negativo	2,11	--	33,51	--

#### Analisi della spinta e verifiche

Sistema di riferimento adottato per le coordinate :

Origine in testa al muro (spigolo di monte)

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

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

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

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

Calcolo riferito ad 1 metro di muro

#### Tipo di analisi

Calcolo della spinta metodo di Culmann

Calcolo del carico limite metodo di Terzaghi

Calcolo della stabilità globale metodo di Fellenius

Calcolo della spinta in condizioni di Spinta attiva

#### Sisma

##### **Combinazioni SLU**

Accelerazione al suolo  $a_g$  2.44 [m/s<sup>2</sup>]

Coefficiente di amplificazione per tipo di sottosuolo (S) 1.16

Coefficiente di amplificazione topografica (St) 1.00

Coefficiente riduzione ( $\beta_m$ ) 0.31

Rapporto intensità sismica verticale/orizzontale 0.50

Coefficiente di intensità sismica orizzontale (percento)  $k_h=(a_g/g*\beta_m*St*S) = 8.95$

Coefficiente di intensità sismica verticale (percento)  $k_v=0.50 * k_h = 4.48$

##### **Combinazioni SLE**

Accelerazione al suolo  $a_g$  0.81 [m/s<sup>2</sup>]

Coefficiente di amplificazione per tipo di sottosuolo (S) 1.20

Coefficiente di amplificazione topografica (St) 1.00

Coefficiente riduzione ( $\beta_m$ ) 0.18

Rapporto intensità sismica verticale/orizzontale 0.50

Coefficiente di intensità sismica orizzontale (percento)  $k_h=(a_g/g*\beta_m*St*S) = 1.77$

Coefficiente di intensità sismica verticale (percento)  $k_v=0.50 * k_h = 0.89$

Forma diagramma incremento sismico Rettangolare

Partecipazione spinta passiva (percento) 0,0

Lunghezza del muro 1,00 [m]

Peso muro 4437,50 [daN]

Baricentro del muro X=0,04 Y=-2,10

#### Superficie di spinta

Punto inferiore superficie di spinta X = 1,20 Y = -3,10

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
<b>RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE</b>		<i>Codice documento</i> ST0191_F0.doc	<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						

Punto superiore superficie di spinta X = 1,20 Y = 0,00  
Altezza della superficie di spinta 3,10 [m]  
Inclinazione superficie di spinta (rispetto alla verticale) 0,00 [°]

#### COMBINAZIONE n° 1

##### **Peso muro favorevole e Peso terrapieno favorevole**

Valore della spinta statica 2661,53 [daN]  
Componente orizzontale della spinta statica 2435,79 [daN]  
Componente verticale della spinta statica 1072,71 [daN]  
Punto d'applicazione della spinta X = 1,20 [m] Y = -2,04 [m]  
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie 23,77 [°]  
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche 58,94 [°]

Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte 4689,00 [daN]  
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte X = 0,63 [m] Y = -1,13 [m]

#### Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale 2435,79 [daN]  
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale 10199,21 [daN]  
Resistenza passiva dente di fondazione -4709,58 [daN]  
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione 10199,21 [daN]  
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione 2435,79 [daN]  
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione -0,33 [m]  
Lunghezza fondazione reagente 2,50 [m]  
Risultante in fondazione 10486,03 [daN]  
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale) 13,43 [°]  
Momento rispetto al baricentro della fondazione -3329,62 [daNm]  
Carico ultimo della fondazione 418204,50 [daN]

#### Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente 2,50 [m]  
Tensione terreno allo spigolo di valle 0,0883 [daN/cm<sup>2</sup>]  
Tensione terreno allo spigolo di monte 0,7276 [daN/cm<sup>2</sup>]

#### Fattori per il calcolo della capacità portante

**Coeff. capacità portante** N<sub>c</sub> = 77.50 N<sub>q</sub> = 61.55 N<sub>γ</sub> = 80.93

**Fattori forma** s<sub>c</sub> = 1,00 s<sub>q</sub> = 1,00 s<sub>γ</sub> = 1,00

I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.

N'<sub>c</sub> = 77.50 N'<sub>q</sub> = 61.55 N'<sub>γ</sub> = 80.93

#### COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a scorrimento 2.46  
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo 41.00

Sollecitazioni paramento

#### Combinazione n° 1

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

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

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in daN

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

Nr.	Y	N	M	T
1	0,11	53,57	0,11	3,01
2	1,11	818,77	120,14	322,14
3	2,30	1713,00	1066,06	1388,98

Sollecitazioni fondazione di valle

#### Combinazione n° 1

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

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE</b>		<i>Codice documento</i> ST0191_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20-06-2011

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in daNm  
Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in daN

Nr.	X	M	T
1	0,00	0,00	0,00
2	1,10	496,62	1418,65

Sollecitazioni fondazione di monte

Combinazione n° 1

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

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in daNm  
Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in daN

Nr.	X	M	T
1	0,00	0,00	0,00
2	1,10	-386,32	-963,55

Armature e tensioni nei materiali del muro

Combinazione n° 1

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

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

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rsd</sub>
1	0,11	100, 20	10,05	10,05	308122	-619	5751,62	10278	--	--
2	1,11	100, 30	10,05	10,05	168680	-24752	206,02	13118	--	--
3	2,30	100, 30	0,00	0,00	0	0	0,00	12564	--	--

Armature e tensioni nei materiali della fondazione

Combinazione n° 1

Simbologia adottata

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

Fondazione di valle

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

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rsd</sub>
1	0,00	100, 40	10,05	10,05	0	0	1000,00	15220	--	--
2	1,10	100, 40	10,05	10,05	0	14102	28,40	15220	--	--

Fondazione di monte

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE</b>		<i>Codice documento</i> ST0191_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20-06-2011

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

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rsd</sub>
1	0,00	100, 40	10,05	18,10	0	0	1000,00	15220	--	--
2	1,10	100, 40	10,05	10,05	0	-14102	36,50	15220	--	--

#### Verifica sperone di fondazione

Base sezione B= 100 cm Altezza sezione H=40 [cm]  
 A<sub>fi</sub>=8,04 [cmq] A<sub>fs</sub>=8,04 [cmq]  
 Sollecitazioni M=649,9 [daNm] T=2435,8 [daN]  
 Momento ultimo sezione M<sub>u</sub> = 11345,08 [daNm]  
 Coeff.sicurezza sezione = 17,46

#### COMBINAZIONE n° 2

##### **Peso muro favorevole e Peso terrapieno sfavorevole**

Valore della spinta statica 2661,53 [daN]  
 Componente orizzontale della spinta statica 2435,79 [daN]  
 Componente verticale della spinta statica 1072,71 [daN]  
 Punto d'applicazione della spinta X = 1,20 [m] Y = -2,04 [m]  
 Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie 23,77 [°]  
 Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche 58,94 [°]  
 Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte 6095,70 [daN]  
 Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte X = 0,63 [m] Y = -1,13 [m]

#### Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale 2435,79 [daN]  
 Risultante dei carichi applicati in dir. verticale 12937,16 [daN]  
 Resistenza passiva dente di fondazione -5824,25 [daN]  
 Sforzo normale sul piano di posa della fondazione 12937,16 [daN]  
 Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione 2435,79 [daN]  
 Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione -0,34 [m]  
 Lunghezza fondazione reagente 2,50 [m]  
 Risultante in fondazione 13164,46 [daN]  
 Inclinazione della risultante (rispetto alla normale) 10,66 [°]  
 Momento rispetto al baricentro della fondazione -4410,39 [daNm]  
 Carico ultimo della fondazione 411661,32 [daN]

#### Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente 2,50 [m]  
 Tensione terreno allo spigolo di valle 0,0941 [daN/cm<sup>2</sup>]  
 Tensione terreno allo spigolo di monte 0,9409 [daN/cm<sup>2</sup>]

#### Fattori per il calcolo della capacità portante

**Coeff. capacità portante** N<sub>c</sub> = 77.50 N<sub>q</sub> = 61.55 N<sub>γ</sub> = 80.93

**Fattori forma** s<sub>c</sub> = 1,00 s<sub>q</sub> = 1,00 s<sub>γ</sub> = 1,00

I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.

N'<sub>c</sub> = 77.50 N'<sub>q</sub> = 61.55 N'<sub>γ</sub> = 80.93

#### COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a scorrimento 3.07  
 Coefficiente di sicurezza a carico ultimo 31.82

Sollecitazioni paramento

#### Combinazione n° 2

L'ordinata Y (espressa in m) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro  
 Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in daNm  
 Sforzo normale positivo di compressione, espresso in daN  
 Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in daN

Nr.	Y	N	M	T
-----	---	---	---	---

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE</b>		<i>Codice documento</i> ST0191_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20-06-2011

1	0,11	69,64	0,11	3,01
2	1,11	1011,75	125,77	322,14
3	2,30	2174,25	1071,68	1388,98

Sollecitazioni fondazione di valle

Combinazione n° 2

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

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in daNm

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

Nr.	X	M	T
1	0,00	0,00	0,00
2	1,10	534,13	1654,22

Sollecitazioni fondazione di monte

Combinazione n° 2

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

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in daNm

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

Nr.	X	M	T
1	0,00	0,00	0,00
2	1,10	430,34	430,27

Armature e tensioni nei materiali del muro

Combinazione n° 2

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

B base della sezione espressa in [cm]

H altezza della sezione espressa in [cm]

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

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

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

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

CS coefficiente sicurezza sezione

VRcd Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [daN]

VRsd Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [daN]

VRd Resistenza al taglio, espresso in [daN]

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rsd</sub>
1	0,11	100, 20	10,05	10,05	308650	-477	4431,90	10280	--	--
2	1,11	100, 30	10,05	10,05	202680	-25195	200,33	13144	--	--
3	2,30	100, 30	0,00	0,00	0	0	0,00	12626	--	--

Armature e tensioni nei materiali della fondazione

Combinazione n° 2

Simbologia adottata

B base della sezione espressa in [cm]

H altezza della sezione espressa in [cm]

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

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

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

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

CS coefficiente sicurezza sezione

VRcd Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [daN]

VRsd Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [daN]

VRd Resistenza al taglio, espresso in [daN]

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE</b>		<i>Codice documento</i> ST0191_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20-06-2011

#### Fondazione di valle

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

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rsd</sub>
1	0,00	100, 40	10,05	10,05	0	0	1000,00	15220	--	--
2	1,10	100, 40	10,05	10,05	0	14102	26,40	15220	--	--

#### Fondazione di monte

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

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rsd</sub>
1	0,00	100, 40	10,05	18,10	0	0	1000,00	15220	--	--
2	1,10	100, 40	10,05	10,05	0	14102	32,77	15220	--	--

#### Verifica sperone di fondazione

Base sezione B= 100 cm Altezza sezione H=40 [cm]  
A<sub>fi</sub>=8,04 [cmq] A<sub>fs</sub>=8,04 [cmq]  
Sollecitazioni M=649,9 [daNm] T=2435,8 [daN]  
Momento ultimo sezione M<sub>u</sub> = 11345,08 [daNm]  
Coeff.sicurezza sezione = 17,46

#### COMBINAZIONE n° 3

##### **Peso muro favorevole e Peso terrapieno sfavorevole**

Valore della spinta statica 2661,53 [daN]  
Componente orizzontale della spinta statica 2435,79 [daN]  
Componente verticale della spinta statica 1072,71 [daN]  
Punto d'applicazione della spinta X = 1,20 [m] Y = -2,04 [m]  
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie 23,77 [°]  
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche 58,94 [°]  
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte 6095,70 [daN]  
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte X = 0,63 [m] Y = -1,13 [m]

#### Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale 2435,79 [daN]  
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale 11605,91 [daN]  
Resistenza passiva dente di fondazione -5208,75 [daN]  
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione 11605,91 [daN]  
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione 2435,79 [daN]  
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione -0,37 [m]  
Lunghezza fondazione reagente 2,50 [m]  
Risultante in fondazione 11858,76 [daN]  
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale) 11,85 [°]  
Momento rispetto al baricentro della fondazione -4290,01 [daNm]  
Carico ultimo della fondazione 398650,75 [daN]

#### Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente 2,50 [m]  
Tensione terreno allo spigolo di valle 0,0524 [daN/cm<sup>2</sup>]  
Tensione terreno allo spigolo di monte 0,8761 [daN/cm<sup>2</sup>]

#### Fattori per il calcolo della capacità portante

**Coeff. capacità portante** N<sub>c</sub> = 77.50 N<sub>q</sub> = 61.55 N<sub>γ</sub> = 80.93

**Fattori forma** s<sub>c</sub> = 1,00 s<sub>q</sub> = 1,00 s<sub>γ</sub> = 1,00

I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.

N'<sub>c</sub> = 77.50 N'<sub>q</sub> = 61.55 N'<sub>γ</sub> = 80.93

#### COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a scorrimento 2.77

Coefficiente di sicurezza a carico ultimo 34.35

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>	
<b>RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE</b>	<i>Codice documento</i> ST0191_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20-06-2011

Sollecitazioni paramento

Combinazione n° 3

L'ordinata Y (espressa in m) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro  
Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in daNm  
Sforzo normale positivo di compressione, espresso in daN  
Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in daN

Nr.	Y	N	M	T
1	0,11	53,57	0,11	3,01
2	1,11	818,77	120,14	322,14
3	2,30	1713,00	1066,06	1388,98

Sollecitazioni fondazione di valle

Combinazione n° 3

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle  
Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in daNm  
Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in daN

Nr.	X	M	T
1	0,00	0,00	0,00
2	1,10	442,87	1469,66

Sollecitazioni fondazione di monte

Combinazione n° 3

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte  
Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in daNm  
Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in daN

Nr.	X	M	T
1	0,00	0,00	0,00
2	1,10	348,28	223,34

Armature e tensioni nei materiali del muro

Combinazione n° 3

L'ordinata Y (espressa in [m]) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro  
B base della sezione espressa in [cm]  
H altezza della sezione espressa in [cm]  
A<sub>fs</sub> area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [cmq]  
A<sub>fi</sub> area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [cmq]  
N<sub>u</sub> sforzo normale ultimo espresso in [daN]  
M<sub>u</sub> momento ultimo espresso in [daNm]  
CS coefficiente sicurezza sezione  
VR<sub>cd</sub> Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [daN]  
VR<sub>sd</sub> Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [daN]  
VR<sub>d</sub> Resistenza al taglio, espresso in [daN]

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rsd</sub>
1	0,11	100, 20	10,05	10,05	308122	-619	5751,62	10278	--	--
2	1,11	100, 30	10,05	10,05	168680	-24752	206,02	13118	--	--
3	2,30	100, 30	0,00	0,00	0	0	0,00	12564	--	--

Armature e tensioni nei materiali della fondazione

Combinazione n° 3

Simbologia adottata

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE</b>		<i>Codice documento</i> ST0191_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20-06-2011

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

#### Fondazione di valle

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

Nr.	Y	B, H	$A_{fs}$	$A_{fi}$	$N_u$	$M_u$	CS	$V_{Rd}$	$V_{Rcd}$	$V_{Rsd}$
1	0,00	100, 40	10,05	10,05	0	0	1000,00	15220	--	--
2	1,10	100, 40	10,05	10,05	0	14102	31,84	15220	--	--

#### Fondazione di monte

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

Nr.	Y	B, H	$A_{fs}$	$A_{fi}$	$N_u$	$M_u$	CS	$V_{Rd}$	$V_{Rcd}$	$V_{Rsd}$
1	0,00	100, 40	10,05	18,10	0	0	1000,00	15220	--	--
2	1,10	100, 40	10,05	10,05	0	14102	40,49	15220	--	--

#### Verifica sperone di fondazione

Base sezione B= 100 cm Altezza sezione H=40 [cm]  
 $A_{fi}=8,04$  [cmq]  $A_{fs}=8,04$  [cmq]  
Sollecitazioni  $M=649,9$  [daNm]  $T=2435,8$  [daN]  
Momento ultimo sezione  $M_u = 11345,08$  [daNm]  
Coeff. sicurezza sezione = 17,46

#### COMBINAZIONE n° 4

##### **Peso muro sfavorevole e Peso terrapieno favorevole**

Valore della spinta statica 2661,53 [daN]  
Componente orizzontale della spinta statica 2435,79 [daN]  
Componente verticale della spinta statica 1072,71 [daN]  
Punto d'applicazione della spinta X = 1,20 [m] Y = -2,04 [m]  
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie 23,77 [°]  
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche 58,94 [°]

Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte 4689,00 [daN]  
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte X = 0,63 [m] Y = -1,13 [m]

#### Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale 2435,79 [daN]  
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale 11530,46 [daN]  
Resistenza passiva dente di fondazione -5325,08 [daN]  
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione 11530,46 [daN]  
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione 2435,79 [daN]  
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione -0,30 [m]  
Lunghezza fondazione reagente 2,50 [m]  
Risultante in fondazione 11784,93 [daN]  
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale) 11,93 [°]  
Momento rispetto al baricentro della fondazione -3450,00 [daNm]  
Carico ultimo della fondazione 430544,76 [daN]

#### Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente 2,50 [m]  
Tensione terreno allo spigolo di valle 0,1300 [daN/cm<sup>2</sup>]  
Tensione terreno allo spigolo di monte 0,7924 [daN/cm<sup>2</sup>]

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
<b>RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE</b>		<i>Codice documento</i> ST0191_F0.doc	<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						

Fattori per il calcolo della capacità portante

**Coeff. capacità portante**  $N_c = 77.50$   $N_q = 61.55$   $N_\gamma = 80.93$

**Fattori forma**  $s_c = 1,00$   $s_q = 1,00$   $s_\gamma = 1,00$

I coefficienti N tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.

$N'_c = 77.50$   $N'_q = 61.55$   $N'_\gamma = 80.93$

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a scorrimento 2.76

Coefficiente di sicurezza a carico ultimo 37.34

Sollecitazioni paramento

Combinazione n° 4

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

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

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in daN

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

Nr.	Y	N	M	T
1	0,11	69,64	0,11	3,01
2	1,11	1011,75	125,77	322,14
3	2,30	2174,25	1071,68	1388,98

Sollecitazioni fondazione di valle

Combinazione n° 4

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

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in daNm

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

Nr.	X	M	T
1	0,00	0,00	0,00
2	1,10	587,88	1603,21

Sollecitazioni fondazione di monte

Combinazione n° 4

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

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in daNm

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

Nr.	X	M	T
1	0,00	0,00	0,00
2	1,10	-304,25	-756,61

Armature e tensioni nei materiali del muro

Combinazione n° 4

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

B base della sezione espressa in [cm]

H altezza della sezione espressa in [cm]

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

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

$N_u$  sforzo normale ultimo espresso in [daN]

$M_u$  momento ultimo espresso in [daNm]

CS coefficiente sicurezza sezione

VRcd Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [daN]

VRsd Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [daN]

VRd Resistenza al taglio, espresso in [daN]

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
		<b>RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE</b>	<i>Codice documento</i> ST0191_F0.doc	<i>Rev</i> F0

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rsd</sub>
1	0,11	100, 20	10,05	10,05	308650	-477	4431,90	10280	--	--
2	1,11	100, 30	10,05	10,05	202680	-25195	200,33	13144	--	--
3	2,30	100, 30	0,00	0,00	0	0	0,00	12626	--	--

Armature e tensioni nei materiali della fondazione

#### Combinazione n° 4

Simbologia adottata

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

#### Fondazione di valle

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

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rsd</sub>
1	0,00	100, 40	10,05	10,05	0	0	1000,00	15220	--	--
2	1,10	100, 40	10,05	10,05	0	14102	23,99	15220	--	--

#### Fondazione di monte

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

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rsd</sub>
1	0,00	100, 40	10,05	18,10	0	0	1000,00	15220	--	--
2	1,10	100, 40	10,05	10,05	0	-14102	46,35	15220	--	--

#### Verifica sperone di fondazione

Base sezione B= 100 cm Altezza sezione H=40 [cm]  
A<sub>fi</sub>=8,04 [cmq] A<sub>fs</sub>=8,04 [cmq]  
Sollecitazioni M=649,9 [daNm] T=2435,8 [daN]  
Momento ultimo sezione M<sub>u</sub> = 11345,08 [daNm]  
Coeff.sicurezza sezione = 17,46

#### COMBINAZIONE n° 5

Valore della spinta statica	2574,20 [daN]
Componente orizzontale della spinta statica	2427,85 [daN]
Componente verticale della spinta statica	855,61 [daN]
Punto d'applicazione della spinta	X = 1,20 [m] Y = -2,04 [m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	19,41 [°]
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	55,62 [°]
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	4689,00 [daN]
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0,63 [m] Y = -1,13 [m]

#### Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	2427,85 [daN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	9982,11 [daN]
Resistenza passiva dente di fondazione	-3772,36 [daN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	9982,11 [daN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	2427,85 [daN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0,31 [m]
Lunghezza fondazione reagente	2,50 [m]

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
<b>RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE</b>		<i>Codice documento</i> ST0191_F0.doc	<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						

Risultante in fondazione 10273,12 [daN]  
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale) 13,67 [°]  
Momento rispetto al baricentro della fondazione -3072,10 [daNm]  
Carico ultimo della fondazione 154716,34 [daN]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente 2,50 [m]  
Tensione terreno allo spigolo di valle 0,1044 [daN/cm<sup>2</sup>]  
Tensione terreno allo spigolo di monte 0,6942 [daN/cm<sup>2</sup>]

Fattori per il calcolo della capacità portante

**Coeff. capacità portante**  $N_c = 77.50$   $N_q = 61.55$   $N_\gamma = 80.93$

**Fattori forma**  $s_c = 1,00$   $s_q = 1,00$   $s_\gamma = 1,00$

I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.

$N'_c = 77.50$   $N'_q = 61.55$   $N'_\gamma = 80.93$

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a scorrimento 1.96  
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo 15.50

Sollecitazioni paramento

Combinazione n° 5

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

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

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in daN

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

Nr.	Y	N	M	T
1	0,11	53,57	0,11	2,99
2	1,11	778,27	123,31	319,74
3	2,30	1672,50	1062,19	1378,65

Sollecitazioni fondazione di valle

Combinazione n° 5

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

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in daNm

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

Nr.	X	M	T
1	0,00	0,00	0,00
2	1,10	549,78	1475,41

Sollecitazioni fondazione di monte

Combinazione n° 5

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

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in daNm

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

Nr.	X	M	T
1	0,00	0,00	0,00
2	1,10	206,86	154,84

Armature e tensioni nei materiali del muro

Combinazione n° 5

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

B base della sezione espressa in [cm]

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE</b>		<i>Codice documento</i> ST0191_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20-06-2011

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

Nr.	Y	B, H	$A_{fs}$	$A_{fi}$	$N_u$	$M_u$	CS	$V_{Rd}$	$V_{Rcd}$	$V_{Rsd}$
1	0,11	100, 20	10,05	10,05	308139	-615	5751,93	10278	--	--
2	1,11	100, 30	10,05	10,05	152213	-24117	195,58	13112	--	--
3	2,30	100, 30	0,00	0,00	0	0	0,00	12558	--	--

Armature e tensioni nei materiali della fondazione

#### Combinazione n° 5

Simbologia adottata

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

#### Fondazione di valle

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

Nr.	Y	B, H	$A_{fs}$	$A_{fi}$	$N_u$	$M_u$	CS	$V_{Rd}$	$V_{Rcd}$	$V_{Rsd}$
1	0,00	100, 40	10,05	10,05	0	0	1000,00	15220	--	--
2	1,10	100, 40	10,05	10,05	0	14102	25,65	15220	--	--

#### Fondazione di monte

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

Nr.	Y	B, H	$A_{fs}$	$A_{fi}$	$N_u$	$M_u$	CS	$V_{Rd}$	$V_{Rcd}$	$V_{Rsd}$
1	0,00	100, 40	10,05	18,10	0	0	1000,00	15220	--	--
2	1,10	100, 40	10,05	10,05	0	14102	68,17	15220	--	--

#### Verifica sperone di fondazione

Base sezione B= 100 cm      Altezza sezione H=40 [cm]  
 $A_{fi}=8,04$  [cmq]       $A_{fs}=8,04$  [cmq]  
Sollecitazioni M=647,8 [daNm]      T=2427,9 [daN]  
Momento ultimo sezione  $M_u = 11345,08$  [daNm]  
Coeff.sicurezza sezione = 17,51

#### COMBINAZIONE n° 6

Valore della spinta statica 2831,62 [daN]  
Componente orizzontale della spinta statica 2670,64 [daN]  
Componente verticale della spinta statica 941,17 [daN]  
Punto d'applicazione della spinta X = 1,20 [m]      Y = -2,04 [m]  
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie 19,41 [°]  
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche 55,62 [°]

Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte 4220,10 [daN]  
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte X = 0,63 [m]      Y = -1,13 [m]

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE</b>		<i>Codice documento</i> ST0191_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20-06-2011

#### Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	2670,64	[daN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	9155,02	[daN]
Resistenza passiva dente di fondazione	-3477,16	[daN]
Momento ribaltante rispetto allo spigolo a valle	1759,96	[daNm]
Momento stabilizzante rispetto allo spigolo a valle	15862,52	[daNm]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	9155,02	[daN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	2670,64	[daN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0,29	[m]
Lunghezza fondazione reagente	2,50	[m]
Risultante in fondazione	9536,59	[daN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	16,26	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-2658,79	[daNm]

#### COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a ribaltamento 9.01

Stabilità globale muro + terreno

#### Combinazione n° 7

Le ascisse X sono considerate positive verso monte

Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto

Origine in testa al muro (spigolo contro terra)

W	peso della striscia espresso in [daN]
$\alpha$	angolo fra la base della striscia e l'orizzontale espresso in [°] (positivo antiorario)
$\phi$	angolo d'attrito del terreno lungo la base della striscia
c	coesione del terreno lungo la base della striscia espressa in [daN/cm <sup>q</sup> ]
b	larghezza della striscia espressa in [m]
u	pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [daN/cm <sup>q</sup> ]

Metodo di Fellenius

Numero di cerchi analizzati 36

Numero di strisce 25

Cerchio critico

Coordinate del centro X[m]= -0,51 Y[m]= 0,00

Raggio del cerchio R[m]= 3,54

Ascissa a valle del cerchio Xi[m]= -3,21

Ascissa a monte del cerchio Xs[m]= 3,03

Larghezza della striscia dx[m]= 0,25

Coefficiente di sicurezza C= 1.83

Le strisce sono numerate da monte verso valle

Caratteristiche delle strisce

Striscia	W	$\alpha(^{\circ})$	Wsin $\alpha$	b/cos $\alpha$	$\phi$	c	u
1	293.40	79.18	288.18	1.33	29.26	0.000	0.000
2	700.67	63.78	628.57	0.56	29.26	0.000	0.000
3	896.53	55.62	739.94	0.44	29.26	0.000	0.000
4	1042.95	48.96	786.70	0.38	29.26	0.000	0.000
5	1159.91	43.12	792.80	0.34	29.82	0.000	0.000
6	1255.92	37.79	769.64	0.32	32.01	0.000	0.000
7	1335.61	32.83	724.12	0.30	32.01	0.000	0.000
8	1495.22	28.14	705.08	0.28	32.01	0.000	0.000
9	1591.51	23.64	638.14	0.27	32.01	0.000	0.000
10	1570.41	19.29	518.84	0.26	32.01	0.000	0.000
11	1605.13	15.06	417.05	0.26	32.01	0.000	0.000
12	1701.99	10.91	322.12	0.25	32.01	0.000	0.000
13	1945.82	6.82	230.98	0.25	32.01	0.000	0.000
14	624.46	2.76	30.07	0.25	32.01	0.000	0.000
15	625.91	-1.28	-14.02	0.25	32.01	0.000	0.000
16	619.41	-5.33	-57.58	0.25	32.01	0.000	0.000
17	604.88	-9.41	-98.91	0.25	32.01	0.000	0.000
18	536.38	-13.54	-125.55	0.26	32.01	0.000	0.000

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
<b>RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE</b>		<i>Codice documento</i> ST0191_F0.doc	<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						

19	480.74	-17.74	-146.45	0.26	32.01	0.000	0.000
20	440.10	-22.04	-165.13	0.27	32.01	0.000	0.000
21	389.46	-26.47	-173.62	0.28	32.01	0.000	0.000
22	327.71	-31.09	-169.23	0.29	32.01	0.000	0.000
23	253.22	-35.95	-148.65	0.31	32.01	0.000	0.000
24	163.58	-41.12	-107.59	0.33	32.01	0.000	0.000
25	54.97	-46.76	-40.05	0.36	29.26	0.000	0.000

$\Sigma W_i = 21715,89$  [daN]  
 $\Sigma W_i \sin \alpha_i = 6345,46$  [daN]  
 $\Sigma W_i \cos \alpha_i \tan \phi_i = 11587,39$  [daN]  
 $\Sigma c_i b_i / \cos \alpha_i = 0,00$  [daN]

**COMBINAZIONE n° 8**  
**Peso muro sfavorevole e Peso terrapieno favorevole**

Valore della spinta statica 4896,09 [daN]  
Componente orizzontale della spinta statica 4484,05 [daN]  
Componente verticale della spinta statica 1965,97 [daN]  
Punto d'applicazione della spinta X = 1,20 [m] Y = -1,80 [m]  
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie 23,67 [°]  
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche 58,94 [°]

Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte 8289,00 [daN]  
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte X = 0,63 [m] Y = -1,13 [m]

**Risultanti**

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale 4484,05 [daN]  
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale 16023,72 [daN]  
Resistenza passiva dente di fondazione -7264,04 [daN]  
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione 16023,72 [daN]  
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione 4484,05 [daN]  
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione -0,29 [m]  
Lunghezza fondazione reagente 2,50 [m]  
Risultante in fondazione 16639,30 [daN]  
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale) 15,63 [°]  
Momento rispetto al baricentro della fondazione -4619,43 [daNm]  
Carico ultimo della fondazione 435489,73 [daN]

**Tensioni sul terreno**

Lunghezza fondazione reagente 2,50 [m]  
Tensione terreno allo spigolo di valle 0,1975 [daN/cm<sup>2</sup>]  
Tensione terreno allo spigolo di monte 1,0844 [daN/cm<sup>2</sup>]

**Fattori per il calcolo della capacità portante**

**Coeff. capacità portante**  $N_c = 77.50$   $N_q = 61.55$   $N_\gamma = 80.93$   
**Fattori forma**  $s_c = 1,00$   $s_q = 1,00$   $s_\gamma = 1,00$   
I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.  
 $N'_c = 77.50$   $N'_q = 61.55$   $N'_\gamma = 80.93$

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a scorrimento 2.05  
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo 27.18

Sollecitazioni paramento

**Combinazione n° 8**

L'ordinata Y (espressa in m) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro  
Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in daNm  
Sforzo normale positivo di compressione, espresso in daN  
Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in daN

Nr.	Y	N	M	T
1	0,11	69,64	3,94	74,60
2	1,11	1011,75	538,11	1067,23

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE</b>		<i>Codice documento</i> ST0191_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20-06-2011

3      2,30      2174,25    2850,95    2936,81

Sollecitazioni fondazione di valle

Combinazione n° 8

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

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in daNm

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

Nr.	X	M	T
1	0,00	0,00	0,00
2	1,10	1195,28	2888,69

Sollecitazioni fondazione di monte

Combinazione n° 8

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

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in daNm

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

Nr.	X	M	T
1	0,00	0,00	0,00
2	1,10	-551,91	-1388,02

Armature e tensioni nei materiali del muro

Combinazione n° 8

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

B base della sezione espressa in [cm]

H altezza della sezione espressa in [cm]

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

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

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

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

CS coefficiente sicurezza sezione

VRcd Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [daN]

VRsd Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [daN]

VRd Resistenza al taglio, espresso in [daN]

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rsd</sub>
1	0,11	100, 20	10,05	10,05	188709	-10672	2709,67	10280	--	--
2	1,11	100, 30	10,05	10,05	24505	-13033	24,22	13144	--	--
3	2,30	100, 30	0,00	0,00	0	0	0,00	12626	--	--

Armature e tensioni nei materiali della fondazione

Combinazione n° 8

Simbologia adottata

B base della sezione espressa in [cm]

H altezza della sezione espressa in [cm]

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

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

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

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

CS coefficiente sicurezza sezione

VRcd Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [daN]

VRsd Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [daN]

VRd Resistenza al taglio, espresso in [daN]

Fondazione di valle

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE</b>		<i>Codice documento</i> ST0191_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20-06-2011

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

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rsd</sub>
1	0,00	100, 40	10,05	10,05	0	0	1000,00	15220	--	--
2	1,10	100, 40	10,05	10,05	0	14102	11,80	15220	--	--

#### Fondazione di monte

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

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rsd</sub>
1	0,00	100, 40	10,05	18,10	0	0	1000,00	15220	--	--
2	1,10	100, 40	10,05	10,05	0	-14102	25,55	15220	--	--

#### Verifica sperone di fondazione

Base sezione B= 100 cm Altezza sezione H=40 [cm]  
 A<sub>fi</sub>=8,04 [cmq] A<sub>fs</sub>=8,04 [cmq]  
 Sollecitazioni M=1196,3 [daNm] T=4484,0 [daN]  
 Momento ultimo sezione M<sub>u</sub> = 11345,08 [daNm]  
 Coeff.sicurezza sezione = 9,48

#### COMBINAZIONE n° 9

##### **Peso muro favorevole e Peso terrapieno favorevole**

Valore della spinta statica 4896,09 [daN]  
 Componente orizzontale della spinta statica 4484,05 [daN]  
 Componente verticale della spinta statica 1965,97 [daN]  
 Punto d'applicazione della spinta X = 1,20 [m] Y = -1,80 [m]  
 Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie 23,67 [°]  
 Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche 58,94 [°]  
 Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte 8289,00 [daN]  
 Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte X = 0,63 [m] Y = -1,13 [m]

#### Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale 4484,05 [daN]  
 Risultante dei carichi applicati in dir. verticale 14692,47 [daN]  
 Resistenza passiva dente di fondazione -6648,54 [daN]  
 Sforzo normale sul piano di posa della fondazione 14692,47 [daN]  
 Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione 4484,05 [daN]  
 Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione -0,31 [m]  
 Lunghezza fondazione reagente 2,50 [m]  
 Risultante in fondazione 15361,49 [daN]  
 Inclinazione della risultante (rispetto alla normale) 16,97 [°]  
 Momento rispetto al baricentro della fondazione -4499,06 [daNm]  
 Carico ultimo della fondazione 427371,43 [daN]

#### Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente 2,50 [m]  
 Tensione terreno allo spigolo di valle 0,1558 [daN/cm<sup>2</sup>]  
 Tensione terreno allo spigolo di monte 1,0196 [daN/cm<sup>2</sup>]

#### Fattori per il calcolo della capacità portante

**Coeff. capacità portante** N<sub>c</sub> = 77.50 N<sub>q</sub> = 61.55 N<sub>γ</sub> = 80.93

**Fattori forma** s<sub>c</sub> = 1,00 s<sub>q</sub> = 1,00 s<sub>γ</sub> = 1,00

I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.

N'<sub>c</sub> = 77.50 N'<sub>q</sub> = 61.55 N'<sub>γ</sub> = 80.93

#### COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a scorrimento 1.88  
 Coefficiente di sicurezza a carico ultimo 29.09

Sollecitazioni paramento

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
<b>RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE</b>		<i>Codice documento</i> ST0191_F0.doc	<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						

#### Combinazione n° 9

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

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

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in daN

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

Nr.	Y	N	M	T
1	0,11	53,57	3,94	74,60
2	1,11	818,77	532,48	1067,23
3	2,30	1713,00	2845,33	2936,81

Sollecitazioni fondazione di valle

#### Combinazione n° 9

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

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in daNm

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

Nr.	X	M	T
1	0,00	0,00	0,00
2	1,10	1104,02	2704,13

Sollecitazioni fondazione di monte

#### Combinazione n° 9

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

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in daNm

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

Nr.	X	M	T
1	0,00	0,00	0,00
2	1,10	-633,98	-1594,95

Armature e tensioni nei materiali del muro

#### Combinazione n° 9

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

B base della sezione espressa in [cm]

H altezza della sezione espressa in [cm]

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

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

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

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

CS coefficiente sicurezza sezione

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

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

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

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rsds</sub>
1	0,11	100, 20	10,05	10,05	158678	-11666	2961,99	10278	--	--
2	1,11	100, 30	10,05	10,05	19056	-12393	23,27	13118	--	--
3	2,30	100, 30	0,00	0,00	0	0	0,00	12564	--	--

Armature e tensioni nei materiali della fondazione

#### Combinazione n° 9

Simbologia adottata

B base della sezione espressa in [cm]

H altezza della sezione espressa in [cm]

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

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

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE</b>		<i>Codice documento</i> ST0191_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20-06-2011

$N_u$  sforzo normale ultimo espresso in [daN]  
 $M_u$  momento ultimo espresso in [daNm]  
CS coefficiente sicurezza sezione  
VRcd Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [daN]  
VRsd Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [daN]  
VRd Resistenza al taglio, espresso in [daN]

#### Fondazione di valle

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

Nr.	Y	B, H	$A_{fs}$	$A_{fi}$	$N_u$	$M_u$	CS	$V_{Rd}$	$V_{Rcd}$	$V_{Rsd}$
1	0,00	100, 40	10,05	10,05	0	0	1000,00	15220	--	--
2	1,10	100, 40	10,05	10,05	0	14102	12,77	15220	--	--

#### Fondazione di monte

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

Nr.	Y	B, H	$A_{fs}$	$A_{fi}$	$N_u$	$M_u$	CS	$V_{Rd}$	$V_{Rcd}$	$V_{Rsd}$
1	0,00	100, 40	10,05	18,10	0	0	1000,00	15220	--	--
2	1,10	100, 40	10,05	10,05	0	-14102	22,24	15220	--	--

#### Verifica sperone di fondazione

Base sezione  $B = 100$  cm Altezza sezione  $H = 40$  [cm]  
 $A_{fi} = 8,04$  [cmq]  $A_{fs} = 8,04$  [cmq]  
Sollecitazioni  $M = 1196,3$  [daNm]  $T = 4484,0$  [daN]  
Momento ultimo sezione  $M_u = 11345,08$  [daNm]  
Coeff. sicurezza sezione = 9,48

#### COMBINAZIONE n° 10

##### **Peso muro favorevole e Peso terrapieno sfavorevole**

Valore della spinta statica 4896,09 [daN]  
Componente orizzontale della spinta statica 4484,05 [daN]  
Componente verticale della spinta statica 1965,97 [daN]  
Punto d'applicazione della spinta  $X = 1,20$  [m]  $Y = -1,80$  [m]  
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie 23,67 [°]  
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche 58,94 [°]  
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte 9695,70 [daN]  
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte  $X = 0,63$  [m]  $Y = -1,13$  [m]

#### Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale 4484,05 [daN]  
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale 17430,42 [daN]  
Resistenza passiva dente di fondazione -7763,21 [daN]  
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione 17430,42 [daN]  
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione 4484,05 [daN]  
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione -0,32 [m]  
Lunghezza fondazione reagente 2,50 [m]  
Risultante in fondazione 17997,95 [daN]  
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale) 14,43 [°]  
Momento rispetto al baricentro della fondazione -5579,82 [daNm]  
Carico ultimo della fondazione 421075,04 [daN]

#### Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente 2,50 [m]  
Tensione terreno allo spigolo di valle 0,1616 [daN/cm<sup>2</sup>]  
Tensione terreno allo spigolo di monte 1,2329 [daN/cm<sup>2</sup>]

#### Fattori per il calcolo della capacità portante

**Coeff. capacità portante**  $N_c = 77.50$   $N_q = 61.55$   $N_\gamma = 80.93$

**Fattori forma**  $s_c = 1,00$   $s_q = 1,00$   $s_\gamma = 1,00$

I coefficienti N tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
<b>RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE</b>		<i>Codice documento</i> ST0191_F0.doc	<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						

$N'_c = 77.50$        $N'_q = 61.55$        $N'_\gamma = 80.93$

#### **COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a scorrimento 2.22  
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo 24.16

Sollecitazioni paramento

#### Combinazione n° 10

L'ordinata Y (espressa in m) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro  
Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in daNm  
Sforzo normale positivo di compressione, espresso in daN  
Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in daN

Nr.	Y	N	M	T
1	0,11	69,64	3,94	74,60
2	1,11	1011,75	538,11	1067,23
3	2,30	2174,25	2850,95	2936,81

Sollecitazioni fondazione di valle

#### Combinazione n° 10

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle  
Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in daNm  
Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in daN

Nr.	X	M	T
1	0,00	0,00	0,00
2	1,10	1141,53	2939,70

Sollecitazioni fondazione di monte

#### Combinazione n° 10

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte  
Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in daNm  
Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in daN

Nr.	X	M	T
1	0,00	0,00	0,00
2	1,10	182,69	-201,13

Armature e tensioni nei materiali del muro

#### Combinazione n° 10

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

B base della sezione espressa in [cm]  
H altezza della sezione espressa in [cm]  
 $A_{fs}$  area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [cmq]  
 $A_{fi}$  area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [cmq]  
 $N_u$  sforzo normale ultimo espresso in [daN]  
 $M_u$  momento ultimo espresso in [daNm]  
CS coefficiente sicurezza sezione  
VRcd Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [daN]  
VRsd Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [daN]  
VRd Resistenza al taglio, espresso in [daN]

Nr.	Y	B, H	$A_{fs}$	$A_{fi}$	$N_u$	$M_u$	CS	$V_{Rd}$	$V_{Rcd}$	$V_{Rsd}$
1	0,11	100, 20	10,05	10,05	188709	-10672	2709,67	10280	--	--
2	1,11	100, 30	10,05	10,05	24505	-13033	24,22	13144	--	--
3	2,30	100, 30	0,00	0,00	0	0	0,00	12626	--	--

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
<b>RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE</b>		<i>Codice documento</i> ST0191_F0.doc	<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						

Armature e tensioni nei materiali della fondazione

Combinazione n° 10

Simbologia adottata

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

Fondazione di valle

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

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>RsD</sub>
1	0,00	100, 40	10,05	10,05	0	0	1000,00	15220	--	--
2	1,10	100, 40	10,05	10,05	0	14102	12,35	15220	--	--

Fondazione di monte

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

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>RsD</sub>
1	0,00	100, 40	10,05	18,10	0	0	1000,00	15220	--	--
2	1,10	100, 40	10,05	10,05	0	14102	77,19	15220	--	--

Verifica sperone di fondazione

Base sezione B= 100 cm    Altezza sezione H=40 [cm]  
A<sub>fi</sub>=8,04 [cmq]    A<sub>fs</sub>=8,04 [cmq]  
Sollecitazioni    M=1196,3 [daNm]    T=4484,0 [daN]  
Momento ultimo sezione    M<sub>u</sub> = 11345,08 [daNm]  
Coeff.sicurezza sezione = 9,48

COMBINAZIONE n° 11

**Peso muro favorevole e Peso terrapieno sfavorevole**

Valore della spinta statica	4896,09 [daN]	
Componente orizzontale della spinta statica	4484,05 [daN]	
Componente verticale della spinta statica	1965,97 [daN]	
Punto d'applicazione della spinta	X = 1,20 [m]	Y = -1,80 [m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	23,67 [°]	
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	58,94 [°]	
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	9695,70 [daN]	
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0,63 [m]	Y = -1,13 [m]

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	4484,05 [daN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	16099,17 [daN]
Resistenza passiva dente di fondazione	-7147,71 [daN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	16099,17 [daN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	4484,05 [daN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0,34 [m]
Lunghezza fondazione reagente	2,50 [m]
Risultante in fondazione	16711,97 [daN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	15,56 [°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-5459,45 [daNm]
Carico ultimo della fondazione	412474,13 [daN]

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
<b>RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE</b>		<i>Codice documento</i> ST0191_F0.doc	<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						

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente 2,50 [m]  
Tensione terreno allo spigolo di valle 0,1199 [daN/cm<sup>2</sup>]  
Tensione terreno allo spigolo di monte 1,1681 [daN/cm<sup>2</sup>]

Fattori per il calcolo della capacità portante

**Coeff. capacità portante**  $N_c = 77.50$   $N_q = 61.55$   $N_\gamma = 80.93$

**Fattori forma**  $s_c = 1,00$   $s_q = 1,00$   $s_\gamma = 1,00$

I coefficienti  $N'$  tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.

$N'_c = 77.50$   $N'_q = 61.55$   $N'_\gamma = 80.93$

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a scorrimento 2.05  
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo 25.62

Sollecitazioni paramento

Combinazione n° 11

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

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

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in daN

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

Nr.	Y	N	M	T
1	0,11	53,57	3,94	74,60
2	1,11	818,77	532,48	1067,23
3	2,30	1713,00	2845,33	2936,81

Sollecitazioni fondazione di valle

Combinazione n° 11

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

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in daNm

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

Nr.	X	M	T
1	0,00	0,00	0,00
2	1,10	1050,27	2755,14

Sollecitazioni fondazione di monte

Combinazione n° 11

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

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in daNm

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

Nr.	X	M	T
1	0,00	0,00	0,00
2	1,10	100,62	-408,07

Armature e tensioni nei materiali del muro

Combinazione n° 11

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

B base della sezione espressa in [cm]

H altezza della sezione espressa in [cm]

$A_{fs}$  area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [cm<sup>2</sup>]

$A_{fi}$  area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [cm<sup>2</sup>]

$N_u$  sforzo normale ultimo espresso in [daN]

$M_u$  momento ultimo espresso in [daNm]

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE</b>		<i>Codice documento</i> ST0191_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20-06-2011

CS      coefficiente sicurezza sezione  
VRcd   Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [daN]  
VRsd   Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [daN]  
VRd    Resistenza al taglio, espresso in [daN]

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rsud</sub>
1	0,11	100, 20	10,05	10,05	158678	-11666	2961,99	10278	--	--
2	1,11	100, 30	10,05	10,05	19056	-12393	23,27	13118	--	--
3	2,30	100, 30	0,00	0,00	0	0	0,00	12564	--	--

Armature e tensioni nei materiali della fondazione

Combinazione n° 11

Simbologia adottata

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

Fondazione di valle

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

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rsud</sub>
1	0,00	100, 40	10,05	10,05	0	0	1000,00	15220	--	--
2	1,10	100, 40	10,05	10,05	0	14102	13,43	15220	--	--

Fondazione di monte

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

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rsud</sub>
1	0,00	100, 40	10,05	18,10	0	0	1000,00	15220	--	--
2	1,10	100, 40	10,05	10,05	0	14102	140,15	15220	--	--

Verifica sperone di fondazione

Base sezione B= 100 cm      Altezza sezione H=40 [cm]  
A<sub>fi</sub>=8,04 [cmq]      A<sub>fs</sub>=8,04 [cmq]  
Sollecitazioni M=1196,3 [daNm]      T=4484,0 [daN]  
Momento ultimo sezione M<sub>u</sub> = 11345,08 [daNm]  
Coeff. sicurezza sezione = 9,48

COMBINAZIONE n° 12

Valore della spinta statica      5005,59 [daN]  
Componente orizzontale della spinta statica      4723,50 [daN]  
Componente verticale della spinta statica      1656,66 [daN]  
Punto d'applicazione della spinta      X = 1,20 [m]      Y = -1,79 [m]  
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie      19,33 [°]  
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche      55,62 [°]  
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte      7809,00 [daN]  
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte      X = 0,63 [m]      Y = -1,13 [m]

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale      4723,50 [daN]  
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale      13903,16 [daN]  
Resistenza passiva dente di fondazione -5229,31 [daN]

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
<b>RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE</b>		<i>Codice documento</i> ST0191_F0.doc	<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						

Sforzo normale sul piano di posa della fondazione 13903,16 [daN]  
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione 4723,50 [daN]  
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione -0,25 [m]  
Lunghezza fondazione reagente 2,50 [m]  
Risultante in fondazione 14683,64 [daN]  
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale) 18,76 [°]  
Momento rispetto al baricentro della fondazione -3514,99 [daNm]  
Carico ultimo della fondazione 163737,68 [daN]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente 2,50 [m]  
Tensione terreno allo spigolo di valle 0,2187 [daN/cm<sup>2</sup>]  
Tensione terreno allo spigolo di monte 0,8936 [daN/cm<sup>2</sup>]

Fattori per il calcolo della capacità portante

**Coeff. capacità portante**  $N_c = 77.50$        $N_q = 61.55$        $N_\gamma = 80.93$

**Fattori forma**  $s_c = 1,00$     $s_q = 1,00$     $s_\gamma = 1,00$

I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.

$N'_c = 77.50$        $N'_q = 61.55$        $N'_\gamma = 80.93$

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a scorrimento 1.38  
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo 11.78

Sollecitazioni paramento

Combinazione n° 12

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

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

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in daN

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

Nr.	Y	N	M	T
1	0,11	53,57	4,39	83,04
2	1,11	778,27	584,42	1152,97
3	2,30	1672,50	3051,92	3109,56

Sollecitazioni fondazione di valle

Combinazione n° 12

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

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in daNm

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

Nr.	X	M	T
1	0,00	0,00	0,00
2	1,10	1316,90	2938,77

Sollecitazioni fondazione di monte

Combinazione n° 12

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

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in daNm

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

Nr.	X	M	T
1	0,00	0,00	0,00
2	1,10	-235,47	-717,98

Armature e tensioni nei materiali del muro

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE</b>		<i>Codice documento</i> ST0191_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20-06-2011

#### Combinazione n° 12

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

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

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rsd</sub>
1	0,11	100, 20	10,05	10,05	146769	-12030	2739,70	10278	--	--
2	1,11	100, 30	10,05	10,05	16029	-12037	20,60	13112	--	--
3	2,30	100, 30	0,00	0,00	0	0	0,00	12558	--	--

Armature e tensioni nei materiali della fondazione

#### Combinazione n° 12

Simbologia adottata

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

#### Fondazione di valle

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

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rsd</sub>
1	0,00	100, 40	10,05	10,05	0	0	1000,00	15220	--	--
2	1,10	100, 40	10,05	10,05	0	14102	10,71	15220	--	--

#### Fondazione di monte

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

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rsd</sub>
1	0,00	100, 40	10,05	18,10	0	0	1000,00	15220	--	--
2	1,10	100, 40	10,05	10,05	0	-14102	59,89	15220	--	--

#### Verifica sperone di fondazione

Base sezione B=	100 cm	Altezza sezione H=	40 [cm]
A <sub>fi</sub> =	8,04 [cmq]	A <sub>fs</sub> =	8,04 [cmq]
Sollecitazioni M=	1260,2 [daNm]	T=	4723,5 [daN]
Momento ultimo sezione M <sub>u</sub> =	11345,08 [daNm]		
Coeff. sicurezza sezione =	9,00		

#### COMBINAZIONE n° 13

Valore della spinta statica	5637,08 [daN]
Componente orizzontale della spinta statica	5319,46 [daN]
Componente verticale della spinta statica	1865,47 [daN]
Punto d'applicazione della spinta	X = 1,20 [m]      Y = -1,79 [m]

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>	
<b>RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE</b>	<i>Codice documento</i> ST0191_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20-06-2011

Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie 19,33 [°]  
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche 55,62 [°]

Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte 7820,10 [daN]  
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte X = 0,63 [m] Y = -1,13 [m]

#### Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale 5319,46 [daN]  
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale 13679,32 [daN]  
Resistenza passiva dente di fondazione -5158,25 [daN]  
Momento ribaltante rispetto allo spigolo a valle 4862,11 [daNm]  
Momento stabilizzante rispetto allo spigolo a valle 25131,08 [daNm]  
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione 13679,32 [daN]  
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione 5319,46 [daN]  
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione -0,23 [m]  
Lunghezza fondazione reagente 2,50 [m]  
Risultante in fondazione 14677,20 [daN]  
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale) 21,25 [°]  
Momento rispetto al baricentro della fondazione -3169,83 [daNm]

#### COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a ribaltamento 5.17

Stabilità globale muro + terreno

#### Combinazione n° 14

Le ascisse X sono considerate positive verso monte  
Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto  
Origine in testa al muro (spigolo contro terra)

W peso della striscia espresso in [daN]  
 $\alpha$  angolo fra la base della striscia e l'orizzontale espresso in [°] (positivo antiorario)  
 $\phi$  angolo d'attrito del terreno lungo la base della striscia  
c coesione del terreno lungo la base della striscia espressa in [daN/cm<sup>2</sup>]  
b larghezza della striscia espressa in [m]  
u pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [daN/cm<sup>2</sup>]

Metodo di Fellenius

Numero di cerchi analizzati 36  
Numero di strisce 25

Cerchio critico

Coordinate del centro X[m]= -0,77 Y[m]= 0,26  
Raggio del cerchio R[m]= 3,89  
Ascissa a valle del cerchio Xi[m]= -3,71  
Ascissa a monte del cerchio Xs[m]= 3,11  
Larghezza della striscia dx[m]= 0,27  
Coefficiente di sicurezza C= 1.38  
Le strisce sono numerate da monte verso valle

Caratteristiche delle strisce

Striscia	W	$\alpha(^{\circ})$	$W\sin\alpha$	$b/\cos\alpha$	$\phi$	c	u
1	1010.15	76.95	984.06	1.21	29.26	0.000	0.000
2	1433.67	63.50	1283.04	0.61	29.26	0.000	0.000
3	1665.37	55.44	1371.54	0.48	29.26	0.000	0.000
4	1839.32	48.84	1384.79	0.41	29.26	0.000	0.000
5	1978.54	43.03	1350.20	0.37	29.92	0.000	0.000
6	2092.97	37.74	1281.03	0.35	32.01	0.000	0.000
7	2188.02	32.80	1185.38	0.32	32.01	0.000	0.000
8	2418.20	28.13	1140.14	0.31	32.01	0.000	0.000
9	2445.05	23.66	981.02	0.30	32.01	0.000	0.000
10	2461.48	19.33	814.72	0.29	32.01	0.000	0.000
11	2503.09	15.11	652.69	0.28	32.01	0.000	0.000
12	2482.91	10.98	473.06	0.28	32.01	0.000	0.000
13	938.16	6.91	112.87	0.27	32.01	0.000	0.000

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
<b>RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE</b>		<i>Codice documento</i> ST0191_F0.doc	<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						

14	727.67	2.87	36.45	0.27	32.01	0.000	0.000
15	729.68	-1.15	-14.69	0.27	32.01	0.000	0.000
16	722.25	-5.18	-65.26	0.27	32.01	0.000	0.000
17	642.06	-9.24	-103.10	0.28	32.01	0.000	0.000
18	602.07	-13.34	-138.96	0.28	32.01	0.000	0.000
19	565.02	-17.52	-170.09	0.29	32.01	0.000	0.000
20	517.07	-21.79	-191.97	0.29	32.01	0.000	0.000
21	457.30	-26.20	-201.91	0.30	32.01	0.000	0.000
22	384.41	-30.78	-196.73	0.32	32.01	0.000	0.000
23	296.52	-35.60	-172.60	0.34	32.01	0.000	0.000
24	190.87	-40.72	-124.52	0.36	32.01	0.000	0.000
25	63.09	-46.29	-45.60	0.39	29.26	0.000	0.000

$\Sigma W_i = 31354,93$  [daN]  
 $\Sigma W_i \sin \alpha_i = 11625,57$  [daN]  
 $\Sigma W_i \cos \alpha_i \tan \phi_i = 15997,34$  [daN]  
 $\Sigma c_i b_i / \cos \alpha_i = 0,00$  [daN]

#### COMBINAZIONE n° 15

Valore della spinta statica 2047,33 [daN]  
Componente orizzontale della spinta statica 1873,68 [daN]  
Componente verticale della spinta statica 825,16 [daN]  
Punto d'applicazione della spinta X = 1,20 [m] Y = -2,04 [m]  
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie 23,77 [°]  
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche 58,94 [°]

Incremento sismico della spinta 553,45 [daN]  
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta X = 1,20 [m] Y = -1,55 [m]  
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche 54,76 [°]

Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte 4689,00 [daN]  
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte X = 0,63 [m] Y = -1,13 [m]  
Inerzia del muro 397,31 [daN]  
Inerzia verticale del muro 198,66 [daN]  
Inerzia del terrapieno fondazione di monte 419,83 [daN]  
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte 209,91 [daN]

#### Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale 3197,33 [daN]  
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale 10583,29 [daN]  
Resistenza passiva dente di fondazione -5071,12 [daN]  
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione 10583,29 [daN]  
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione 3197,33 [daN]  
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione -0,22 [m]  
Lunghezza fondazione reagente 2,50 [m]  
Risultante in fondazione 11055,72 [daN]  
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale) 16,81 [°]  
Momento rispetto al baricentro della fondazione -2350,79 [daNm]  
Carico ultimo della fondazione 465450,77 [daN]

#### Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente 2,50 [m]  
Tensione terreno allo spigolo di valle 0,1977 [daN/cm<sup>2</sup>]  
Tensione terreno allo spigolo di monte 0,6490 [daN/cm<sup>2</sup>]

#### Fattori per il calcolo della capacità portante

**Coeff. capacità portante**  $N_c = 77.50$   $N_q = 61.55$   $N_\gamma = 80.93$

**Fattori forma**  $s_c = 1,00$   $s_q = 1,00$   $s_\gamma = 1,00$

I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.

$N'_c = 77.50$   $N'_q = 61.55$   $N'_\gamma = 80.93$

#### COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a scorrimento 1.95  
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo 43.98

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE</b>		<i>Codice documento</i> ST0191_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20-06-2011

Sollecitazioni paramento

Combinazione n° 15

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

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

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in daN

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

Nr.	Y	N	M	T
1	0,11	53,57	1,05	20,40
2	1,11	778,27	201,74	442,79
3	2,30	1672,50	1297,74	1491,38

Sollecitazioni fondazione di valle

Combinazione n° 15

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

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in daNm

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

Nr.	X	M	T
1	0,00	0,00	0,00
2	1,10	991,32	2166,49

Sollecitazioni fondazione di monte

Combinazione n° 15

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

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in daNm

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

Nr.	X	M	T
1	0,00	0,00	0,00
2	1,10	56,30	-7,19

Armature e tensioni nei materiali del muro

Combinazione n° 15

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

B base della sezione espressa in [cm]

H altezza della sezione espressa in [cm]

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

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

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

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

CS coefficiente sicurezza sezione

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

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

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

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rs</sub>
1	0,11	100, 20	10,05	10,05	288339	-5661	5382,33	10278	--	--
2	1,11	100, 30	10,05	10,05	70468	-18266	90,54	13112	--	--
3	2,30	100, 30	0,00	0,00	0	0	0,00	12558	--	--

Armature e tensioni nei materiali della fondazione

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
		<b>RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE</b>	<i>Codice documento</i> ST0191_F0.doc	<i>Rev</i> F0

#### Combinazione n° 15

Simbologia adottata

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

#### Fondazione di valle

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

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>RsD</sub>
1	0,00	100, 40	10,05	10,05	0	0	1000,00	15220	--	--
2	1,10	100, 40	10,05	10,05	0	14102	14,23	15220	--	--

#### Fondazione di monte

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

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>RsD</sub>
1	0,00	100, 40	10,05	18,10	0	0	1000,00	15220	--	--
2	1,10	100, 40	10,05	10,05	0	14102	250,50	15220	--	--

#### Verifica sperone di fondazione

Base sezione B= 100 cm Altezza sezione H=40 [cm]  
A<sub>fi</sub>=8,04 [cmq] A<sub>fs</sub>=8,04 [cmq]  
Sollecitazioni M=853,0 [daNm] T=3197,3 [daN]  
Momento ultimo sezione M<sub>u</sub> = 11345,08 [daNm]  
Coeff.sicurezza sezione = 13,30

#### COMBINAZIONE n° 16

Valore della spinta statica	2047,33 [daN]		
Componente orizzontale della spinta statica	1873,68 [daN]		
Componente verticale della spinta statica	825,16 [daN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 1,20 [m]	Y = -2,04 [m]	
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	23,77 [°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	58,94 [°]		
Incremento sismico della spinta	374,55 [daN]		
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 1,20 [m]	Y = -1,55 [m]	
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	54,32 [°]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	4689,00 [daN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0,63 [m]	Y = -1,13 [m]	
Inerzia del muro	397,31 [daN]		
Inerzia verticale del muro	-198,66 [daN]		
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	419,83 [daN]		
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	-209,91 [daN]		

#### Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	3033,60 [daN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	9694,05 [daN]
Resistenza passiva dente di fondazione	-4686,02 [daN]
Sfuerzo normale sul piano di posa della fondazione	9694,05 [daN]
Sfuerzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	3033,60 [daN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0,22 [m]
Lunghezza fondazione reagente	2,50 [m]
Risultante in fondazione	10157,62 [daN]

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
<b>RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE</b>		<i>Codice documento</i> ST0191_F0.doc	<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						

Inclinazione della risultante (rispetto alla normale) 17,38 [°]  
Momento rispetto al baricentro della fondazione -2126,83 [daNm]  
Carico ultimo della fondazione 466685,45 [daN]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente 2,50 [m]  
Tensione terreno allo spigolo di valle 0,1836 [daN/cm<sup>2</sup>]  
Tensione terreno allo spigolo di monte 0,5919 [daN/cm<sup>2</sup>]

Fattori per il calcolo della capacità portante

**Coeff. capacità portante**  $N_c = 77.50$   $N_q = 61.55$   $N_\gamma = 80.93$

**Fattori forma**  $s_c = 1,00$   $s_q = 1,00$   $s_\gamma = 1,00$

I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.

$N'_c = 77.50$   $N'_q = 61.55$   $N'_\gamma = 80.93$

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a scorrimento 1.90  
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo 48.14

Sollecitazioni paramento

Combinazione n° 16

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

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

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in daN

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

Nr.	Y	N	M	T
1	0,11	53,57	0,82	16,05
2	1,11	778,27	176,82	397,80
3	2,30	1672,50	1190,33	1397,98

Sollecitazioni fondazione di valle

Combinazione n° 16

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

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in daNm

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

Nr.	X	M	T
1	0,00	0,00	0,00
2	1,10	868,04	1907,66

Sollecitazioni fondazione di monte

Combinazione n° 16

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

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in daNm

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

Nr.	X	M	T
1	0,00	0,00	0,00
2	1,10	-250,82	-530,89

Armature e tensioni nei materiali del muro

Combinazione n° 16

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

B base della sezione espressa in [cm]

H altezza della sezione espressa in [cm]

A<sub>fs</sub> area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [cm<sup>2</sup>]

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE</b>		<i>Codice documento</i> ST0191_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20-06-2011

$A_{fi}$  area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [cmq]  
 $N_u$  sforzo normale ultimo espresso in [daN]  
 $M_u$  momento ultimo espresso in [daNm]  
CS coefficiente sicurezza sezione  
VRcd Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [daN]  
VRsd Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [daN]  
VRd Resistenza al taglio, espresso in [daN]

Nr.	Y	B, H	$A_{fs}$	$A_{fi}$	$N_u$	$M_u$	CS	$V_{Rd}$	$V_{Rcd}$	$V_{Rsd}$
1	0,11	100, 20	10,05	10,05	293747	-4489	5483,28	10278	--	--
2	1,11	100, 30	10,05	10,05	88272	-20055	113,42	13112	--	--
3	2,30	100, 30	0,00	0,00	0	0	0,00	12558	--	--

Armature e tensioni nei materiali della fondazione

#### Combinazione n° 16

Simbologia adottata

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

#### Fondazione di valle

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

Nr.	Y	B, H	$A_{fs}$	$A_{fi}$	$N_u$	$M_u$	CS	$V_{Rd}$	$V_{Rcd}$	$V_{Rsd}$
1	0,00	100, 40	10,05	10,05	0	0	1000,00	15220	--	--
2	1,10	100, 40	10,05	10,05	0	14102	16,25	15220	--	--

#### Fondazione di monte

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

Nr.	Y	B, H	$A_{fs}$	$A_{fi}$	$N_u$	$M_u$	CS	$V_{Rd}$	$V_{Rcd}$	$V_{Rsd}$
1	0,00	100, 40	10,05	18,10	0	0	1000,00	15220	--	--
2	1,10	100, 40	10,05	10,05	0	-14102	56,22	15220	--	--

#### Verifica sperone di fondazione

Base sezione B= 100 cm Altezza sezione H=40 [cm]  
 $A_{fi}$ =8,04 [cmq]  $A_{fs}$ =8,04 [cmq]  
Sollecitazioni M=809,4 [daNm] T=3033,6 [daN]  
Momento ultimo sezione  $M_u$  = 11345,08 [daNm]  
Coeff.sicurezza sezione = 14,02

#### COMBINAZIONE n° 17

Valore della spinta statica 2574,20 [daN]  
Componente orizzontale della spinta statica 2427,85 [daN]  
Componente verticale della spinta statica 855,61 [daN]  
Punto d'applicazione della spinta X = 1,20 [m] Y = -2,04 [m]  
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie 19,41 [°]  
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche 55,62 [°]

Incremento sismico della spinta 635,22 [daN]  
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta X = 1,20 [m] Y = -1,55 [m]  
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche 51,00 [°]

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
<b>RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE</b>		<i>Codice documento</i> ST0191_F0.doc	<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						

Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte 4689,00 [daN]  
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte X = 0,63 [m] Y = -1,13 [m]  
Inerzia del muro 397,31 [daN]  
Inerzia verticale del muro 198,66 [daN]  
Inerzia del terrapieno fondazione di monte 419,83 [daN]  
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte 209,91 [daN]

#### Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale 3844,10 [daN]  
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale 10601,81 [daN]  
Resistenza passiva dente di fondazione -4184,00 [daN]  
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione 10601,81 [daN]  
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione 3844,10 [daN]  
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione -0,18 [m]  
Lunghezza fondazione reagente 2,50 [m]  
Risultante in fondazione 11277,21 [daN]  
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale) 19,93 [°]  
Momento rispetto al baricentro della fondazione -1909,14 [daNm]  
Carico ultimo della fondazione 175681,99 [daN]

#### Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente 2,50 [m]  
Tensione terreno allo spigolo di valle 0,2408 [daN/cm<sup>2</sup>]  
Tensione terreno allo spigolo di monte 0,6074 [daN/cm<sup>2</sup>]

#### Fattori per il calcolo della capacità portante

**Coeff. capacità portante** N<sub>c</sub> = 77.50 N<sub>q</sub> = 61.55 N<sub>γ</sub> = 80.93

**Fattori forma** s<sub>c</sub> = 1,00 s<sub>q</sub> = 1,00 s<sub>γ</sub> = 1,00

I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.

N'<sub>c</sub> = 77.50 N'<sub>q</sub> = 61.55 N'<sub>γ</sub> = 80.93

#### COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a scorrimento 1.32  
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo 16.57

Sollecitazioni paramento

#### Combinazione n° 17

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

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

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in daN

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

Nr.	Y	N	M	T
1	0,11	53,57	1,20	23,48
2	1,11	778,27	242,07	539,59
3	2,30	1672,50	1594,91	1853,20

Sollecitazioni fondazione di valle

#### Combinazione n° 17

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

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in daNm

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

Nr.	X	M	T
1	0,00	0,00	0,00
2	1,10	1177,06	2435,80

Sollecitazioni fondazione di monte

#### Combinazione n° 17

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
<b>RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE</b>		<i>Codice documento</i> ST0191_F0.doc	<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						

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

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in daNm

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

Nr.	X	M	T
1	0,00	0,00	0,00
2	1,10	-120,49	-260,21

Armature e tensioni nei materiali del muro

Combinazione n° 17

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

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

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rsd</sub>
1	0,11	100, 20	10,05	10,05	278917	-6271	5206,45	10278	--	--
2	1,11	100, 30	10,05	10,05	52475	-16322	67,43	13112	--	--
3	2,30	100, 30	0,00	0,00	0	0	0,00	12558	--	--

Armature e tensioni nei materiali della fondazione

Combinazione n° 17

Simbologia adottata

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

Fondazione di valle

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

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rsd</sub>
1	0,00	100, 40	10,05	10,05	0	0	1000,00	15220	--	--
2	1,10	100, 40	10,05	10,05	0	14102	11,98	15220	--	--

Fondazione di monte

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

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rsd</sub>
1	0,00	100, 40	10,05	18,10	0	0	1000,00	15220	--	--
2	1,10	100, 40	10,05	10,05	0	-14102	117,04	15220	--	--

Verifica sperone di fondazione

Base sezione B= 100 cm Altezza sezione H=40 [cm]

A<sub>fi</sub>=8,04 [cmq] A<sub>fs</sub>=8,04 [cmq]

Sollecitazioni M=1025,6 [daNm] T=3844,1 [daN]

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
<b>RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE</b>		<i>Codice documento</i> ST0191_F0.doc	<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						

Momento ultimo sezione  $M_u = 11345,08$  [daNm]  
Coeff. sicurezza sezione = 11,06

#### COMBINAZIONE n° 18

Valore della spinta statica	2574,20	[daN]		
Componente orizzontale della spinta statica	2427,85	[daN]		
Componente verticale della spinta statica	855,61	[daN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 1,20	[m]	Y = -2,04	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	19,41	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	55,62	[°]		
Incremento sismico della spinta	409,87	[daN]		
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 1,20	[m]	Y = -1,55	[m]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	50,56	[°]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	4689,00	[daN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0,63	[m]	Y = -1,13	[m]
Inerzia del muro	397,31	[daN]		
Inerzia verticale del muro	-198,66	[daN]		
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	419,83	[daN]		
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	-209,91	[daN]		

#### Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	3631,56	[daN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	9709,77	[daN]
Resistenza passiva dente di fondazione	-3862,93	[daN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	9709,77	[daN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	3631,56	[daN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0,18	[m]
Lunghezza fondazione reagente	2,50	[m]
Risultante in fondazione	10366,67	[daN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	20,51	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-1737,77	[daNm]
Carico ultimo della fondazione	175863,53	[daN]

#### Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	2,50	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	0,2216	[daN/cm <sup>2</sup> ]
Tensione terreno allo spigolo di monte	0,5552	[daN/cm <sup>2</sup> ]

#### Fattori per il calcolo della capacità portante

**Coeff. capacità portante**  $N_c = 77.50$        $N_q = 61.55$        $N_\gamma = 80.93$

**Fattori forma**  $s_c = 1,00$      $s_q = 1,00$      $s_\gamma = 1,00$

I coefficienti  $N'$  tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.

$N'_c = 77.50$        $N'_q = 61.55$        $N'_\gamma = 80.93$

#### COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a scorrimento 1.29  
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo 18.11

Sollecitazioni paramento

#### Combinazione n° 18

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

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

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in daN

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

Nr.	Y	N	M	T
1	0,11	53,57	0,90	17,86
2	1,11	778,27	209,87	481,46
3	2,30	1672,50	1456,10	1732,50

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
<b>RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE</b>		<i>Codice documento</i> ST0191_F0.doc	<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						

Sollecitazioni fondazione di valle

Combinazione n° 18

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

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in daNm

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in daN

Nr.	X	M	T
1	0,00	0,00	0,00
2	1,10	1031,53	2144,65

Sollecitazioni fondazione di monte

Combinazione n° 18

L'ascissa X(espressa in m) è considerata positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in daNm

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in daN

Nr.	X	M	T
1	0,00	0,00	0,00
2	1,10	-406,70	-754,05

Armature e tensioni nei materiali del muro

Combinazione n° 18

L'ordinata Y(espressa in [m]) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

B base della sezione espressa in [cm]

H altezza della sezione espressa in [cm]

A<sub>fs</sub> area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [cmq]

A<sub>fi</sub> area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [cmq]

N<sub>u</sub> sforzo normale ultimo espresso in [daN]

M<sub>u</sub> momento ultimo espresso in [daNm]

CS coefficiente sicurezza sezione

VR<sub>cd</sub> Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [daN]

VR<sub>sd</sub> Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [daN]

VR<sub>d</sub> Resistenza al taglio, espresso in [daN]

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rsd</sub>
1	0,11	100, 20	10,05	10,05	292123	-4926	5452,96	10278	--	--
2	1,11	100, 30	10,05	10,05	65991	-17795	84,79	13112	--	--
3	2,30	100, 30	0,00	0,00	0	0	0,00	12558	--	--

Armature e tensioni nei materiali della fondazione

Combinazione n° 18

Simbologia adottata

B base della sezione espressa in [cm]

H altezza della sezione espressa in [cm]

A<sub>fi</sub> area di armatura in corrispondenza del lembo inferiore in [cmq]

A<sub>fs</sub> area di armatura in corrispondenza del lembo superiore in [cmq]

N<sub>u</sub> sforzo normale ultimo espresso in [daN]

M<sub>u</sub> momento ultimo espresso in [daNm]

CS coefficiente sicurezza sezione

VR<sub>cd</sub> Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [daN]

VR<sub>sd</sub> Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [daN]

VR<sub>d</sub> Resistenza al taglio, espresso in [daN]

Fondazione di valle

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE</b>		<i>Codice documento</i> ST0191_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20-06-2011

(L'ascissa X, espressa in [m], è positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle)

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rsd</sub>
1	0,00	100, 40	10,05	10,05	0	0	1000,00	15220	--	--
2	1,10	100, 40	10,05	10,05	0	14102	13,67	15220	--	--

#### Fondazione di monte

(L'ascissa X, espressa in [m], è positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte)

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rsd</sub>
1	0,00	100, 40	10,05	18,10	0	0	1000,00	15220	--	--
2	1,10	100, 40	10,05	10,05	0	-14102	34,67	15220	--	--

#### Verifica sperone di fondazione

Base sezione B= 100 cm Altezza sezione H=40 [cm]  
A<sub>fi</sub>=8,04 [cmq] A<sub>fs</sub>=8,04 [cmq]  
Sollecitazioni M=968,9 [daNm] T=3631,6 [daN]  
Momento ultimo sezione M<sub>u</sub> = 11345,08 [daNm]  
Coeff. sicurezza sezione = 11,71

#### COMBINAZIONE n° 19

Valore della spinta statica 2574,20 [daN]  
Componente orizzontale della spinta statica 2427,85 [daN]  
Componente verticale della spinta statica 855,61 [daN]  
Punto d'applicazione della spinta X = 1,20 [m] Y = -2,04 [m]  
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie 19,41 [°]  
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche 55,62 [°]  
Incremento sismico della spinta 635,22 [daN]  
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta X = 1,20 [m] Y = -1,55 [m]  
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche 51,00 [°]  
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte 4689,00 [daN]  
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte X = 0,63 [m] Y = -1,13 [m]  
Inerzia del muro 397,31 [daN]  
Inerzia verticale del muro 198,66 [daN]  
Inerzia del terrapieno fondazione di monte 419,83 [daN]  
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte 209,91 [daN]

#### Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale 3844,10 [daN]  
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale 10601,81 [daN]  
Resistenza passiva dente di fondazione -4184,00 [daN]  
Momento ribaltante rispetto allo spigolo a valle 3188,11 [daNm]  
Momento stabilizzante rispetto allo spigolo a valle 18349,51 [daNm]  
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione 10601,81 [daN]  
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione 3844,10 [daN]  
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione -0,18 [m]  
Lunghezza fondazione reagente 2,50 [m]  
Risultante in fondazione 11277,21 [daN]  
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale) 19,93 [°]  
Momento rispetto al baricentro della fondazione -1909,14 [daNm]

#### COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a ribaltamento 5.76

#### COMBINAZIONE n° 20

Valore della spinta statica 2574,20 [daN]  
Componente orizzontale della spinta statica 2427,85 [daN]  
Componente verticale della spinta statica 855,61 [daN]  
Punto d'applicazione della spinta X = 1,20 [m] Y = -2,04 [m]  
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie 19,41 [°]

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE</b>		<i>Codice documento</i> ST0191_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20-06-2011

Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche 55,62 [°]  
Incremento sismico della spinta 409,87 [daN]  
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta X = 1,20 [m] Y = -1,55 [m]  
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche 50,56 [°]  
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte 4689,00 [daN]  
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte X = 0,63 [m] Y = -1,13 [m]  
Inerzia del muro 397,31 [daN]  
Inerzia verticale del muro -198,66 [daN]  
Inerzia del terrapieno fondazione di monte 419,83 [daN]  
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte -209,91 [daN]

#### Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale 3631,56 [daN]  
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale 9709,77 [daN]  
Resistenza passiva dente di fondazione -3862,93 [daN]  
Momento ribaltante rispetto allo spigolo a valle 3615,29 [daNm]  
Momento stabilizzante rispetto allo spigolo a valle 17490,27 [daNm]  
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione 9709,77 [daN]  
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione 3631,56 [daN]  
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione -0,18 [m]  
Lunghezza fondazione reagente 2,50 [m]  
Risultante in fondazione 10366,67 [daN]  
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale) 20,51 [°]  
Momento rispetto al baricentro della fondazione -1737,77 [daNm]

#### COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a ribaltamento 4.84

Stabilità globale muro + terreno

#### Combinazione n° 21

Le ascisse X sono considerate positive verso monte  
Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto  
Origine in testa al muro (spigolo contro terra)  
W peso della striscia espresso in [daN]  
 $\alpha$  angolo fra la base della striscia e l'orizzontale espresso in [°] (positivo antiorario)  
 $\phi$  angolo d'attrito del terreno lungo la base della striscia  
c coesione del terreno lungo la base della striscia espressa in [daN/cm]  
b larghezza della striscia espressa in [m]  
u pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [daN/cm]

Metodo di Fellenius

Numero di cerchi analizzati 36

Numero di strisce 25

Cerchio critico

Coordinate del centro X[m]= -0,77 Y[m]= 0,51

Raggio del cerchio R[m]= 4,11

Ascissa a valle del cerchio Xi[m]= -3,78

Ascissa a monte del cerchio Xs[m]= 3,32

Larghezza della striscia dx[m]= 0,28

Coefficiente di sicurezza C= 1.57

Le strisce sono numerate da monte verso valle

Caratteristiche delle strisce

Striscia	W	$\alpha(^{\circ})$	Wsin $\alpha$	b/cos $\alpha$	$\phi$	c	u
1	268.99	74.91	259.72	1.09	29.26	0.000	0.000
2	681.83	63.25	608.85	0.63	29.26	0.000	0.000
3	930.65	55.37	765.75	0.50	29.26	0.000	0.000
4	1118.67	48.87	842.67	0.43	29.26	0.000	0.000
5	1269.70	43.15	868.41	0.39	29.26	0.000	0.000
6	1394.18	37.93	857.03	0.36	31.61	0.000	0.000

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE</b>		<i>Codice documento</i> ST0191_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20-06-2011

7	1497.89	33.06	817.16	0.34	32.01	0.000	0.000
8	1668.69	28.45	794.95	0.32	32.01	0.000	0.000
9	1805.32	24.03	735.24	0.31	32.01	0.000	0.000
10	1793.86	19.76	606.59	0.30	32.01	0.000	0.000
11	1840.17	15.61	495.08	0.29	32.01	0.000	0.000
12	2122.04	11.53	424.28	0.29	32.01	0.000	0.000
13	1380.50	7.52	180.63	0.29	32.01	0.000	0.000
14	738.54	3.54	45.60	0.28	32.01	0.000	0.000
15	742.50	-0.42	-5.45	0.28	32.01	0.000	0.000
16	736.40	-4.38	-56.29	0.28	32.01	0.000	0.000
17	662.75	-8.37	-96.45	0.29	32.01	0.000	0.000
18	614.10	-12.39	-131.81	0.29	32.01	0.000	0.000
19	576.71	-16.48	-163.63	0.30	32.01	0.000	0.000
20	527.92	-20.66	-186.27	0.30	32.01	0.000	0.000
21	466.83	-24.96	-196.98	0.31	32.01	0.000	0.000
22	392.20	-29.41	-192.61	0.33	32.01	0.000	0.000
23	302.28	-34.07	-169.35	0.34	32.01	0.000	0.000
24	194.50	-39.01	-122.43	0.37	32.01	0.000	0.000
25	64.96	-44.32	-45.39	0.40	29.26	0.000	0.000

$\Sigma W_i = 23792,18$  [daN]  
 $\Sigma W_i \sin \alpha_i = 6935,28$  [daN]  
 $\Sigma W_i \cos \alpha_i \tan \phi_i = 12743,25$  [daN]  
 $\Sigma c_i b_i / \cos \alpha_i = 0,00$  [daN]

Stabilità globale muro + terreno

Combinazione n° 22

Le ascisse X sono considerate positive verso monte

Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto

Origine in testa al muro (spigolo contro terra)

- W peso della striscia espresso in [daN]
- $\alpha$  angolo fra la base della striscia e l'orizzontale espresso in [°] (positivo antiorario)
- $\phi$  angolo d'attrito del terreno lungo la base della striscia
- c coesione del terreno lungo la base della striscia espressa in [daN/cm<sup>2</sup>]
- b larghezza della striscia espressa in [m]
- u pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [daN/cm<sup>2</sup>]

Metodo di Fellenius

Numero di cerchi analizzati 36

Numero di strisce 25

Cerchio critico

Coordinate del centro X[m]= -0,77 Y[m]= 0,51

Raggio del cerchio R[m]= 4,11

Ascissa a valle del cerchio Xi[m]= -3,78

Ascissa a monte del cerchio Xs[m]= 3,32

Larghezza della striscia dx[m]= 0,28

Coefficiente di sicurezza C= 1.55

Le strisce sono numerate da monte verso valle

Caratteristiche delle strisce

Striscia	W	$\alpha$ (°)	Wsin $\alpha$	b/cos $\alpha$	$\phi$	c	u
1	268.99	74.91	259.72	1.09	29.26	0.000	0.000
2	681.83	63.25	608.85	0.63	29.26	0.000	0.000
3	930.65	55.37	765.75	0.50	29.26	0.000	0.000
4	1118.67	48.87	842.67	0.43	29.26	0.000	0.000
5	1269.70	43.15	868.41	0.39	29.26	0.000	0.000
6	1394.18	37.93	857.03	0.36	31.61	0.000	0.000
7	1497.89	33.06	817.16	0.34	32.01	0.000	0.000
8	1668.69	28.45	794.95	0.32	32.01	0.000	0.000
9	1805.32	24.03	735.24	0.31	32.01	0.000	0.000
10	1793.86	19.76	606.59	0.30	32.01	0.000	0.000
11	1840.17	15.61	495.08	0.29	32.01	0.000	0.000

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
<b>RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE</b>		<i>Codice documento</i> ST0191_F0.doc	<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						

12	2122.04	11.53	424.28	0.29	32.01	0.000	0.000
13	1380.50	7.52	180.63	0.29	32.01	0.000	0.000
14	738.54	3.54	45.60	0.28	32.01	0.000	0.000
15	742.50	-0.42	-5.45	0.28	32.01	0.000	0.000
16	736.40	-4.38	-56.29	0.28	32.01	0.000	0.000
17	662.75	-8.37	-96.45	0.29	32.01	0.000	0.000
18	614.10	-12.39	-131.81	0.29	32.01	0.000	0.000
19	576.71	-16.48	-163.63	0.30	32.01	0.000	0.000
20	527.92	-20.66	-186.27	0.30	32.01	0.000	0.000
21	466.83	-24.96	-196.98	0.31	32.01	0.000	0.000
22	392.20	-29.41	-192.61	0.33	32.01	0.000	0.000
23	302.28	-34.07	-169.35	0.34	32.01	0.000	0.000
24	194.50	-39.01	-122.43	0.37	32.01	0.000	0.000
25	64.96	-44.32	-45.39	0.40	29.26	0.000	0.000

$\Sigma W_i = 23792,18$  [daN]  
 $\Sigma W_i \sin \alpha_i = 6935,28$  [daN]  
 $\Sigma W_i \cos \alpha_i \tan \phi_i = 12743,25$  [daN]  
 $\Sigma c_i b_i / \cos \alpha_i = 0,00$  [daN]

#### COMBINAZIONE n° 23

#### Peso muro favorevole e Peso terrapieno favorevole

Valore della spinta statica	3537,04	[daN]		
Componente orizzontale della spinta statica	3239,19	[daN]		
Componente verticale della spinta statica	1420,67	[daN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 1,20	[m]	Y = -1,82	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	23,68	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	58,94	[°]		
Incremento sismico della spinta	953,83	[daN]		
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 1,20	[m]	Y = -1,55	[m]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	54,76	[°]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	7089,00	[daN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0,63	[m]	Y = -1,13	[m]
Inerzia del muro	397,31	[daN]		
Inerzia verticale del muro	198,66	[daN]		
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	634,71	[daN]		
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	317,36	[daN]		

#### Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	5144,72	[daN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	13846,29	[daN]
Resistenza passiva dente di fondazione	-6580,30	[daN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	13846,29	[daN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	5144,72	[daN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0,19	[m]
Lunghezza fondazione reagente	2,50	[m]
Risultante in fondazione	14771,19	[daN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	20,38	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-2642,92	[daNm]
Carico ultimo della fondazione	479600,16	[daN]

#### Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	2,50	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	0,3001	[daN/cm <sup>2</sup> ]
Tensione terreno allo spigolo di monte	0,8076	[daN/cm <sup>2</sup> ]

#### Fattori per il calcolo della capacità portante

**Coeff. capacità portante**  $N_c = 77.50$   $N_q = 61.55$   $N_\gamma = 80.93$

**Fattori forma**  $s_c = 1,00$   $s_q = 1,00$   $s_\gamma = 1,00$

I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.

$N'_c = 77.50$   $N'_q = 61.55$   $N'_\gamma = 80.93$

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE</b>		<i>Codice documento</i> ST0191_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20-06-2011

### **COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a scorrimento 1.56

Coefficiente di sicurezza a carico ultimo 34.64

Sollecitazioni paramento

#### Combinazione n° 23

L'ordinata Y (espressa in m) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in daNm

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in daN

Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in daN

Nr.	Y	N	M	T
1	0,11	53,57	4,29	80,96
2	1,11	778,27	550,12	1072,21
3	2,30	1672,50	2800,77	2798,79

Sollecitazioni fondazione di valle

#### Combinazione n° 23

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in daNm

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in daN

Nr.	X	M	T
1	0,00	0,00	0,00
2	1,10	1661,06	3429,45

Sollecitazioni fondazione di monte

#### Combinazione n° 23

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in daNm

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in daN

Nr.	X	M	T
1	0,00	0,00	0,00
2	1,10	-244,16	-598,71

Armature e tensioni nei materiali del muro

#### Combinazione n° 23

L'ordinata Y (espressa in [m]) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

B base della sezione espressa in [cm]

H altezza della sezione espressa in [cm]

A<sub>fs</sub> area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [cmq]

A<sub>fi</sub> area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [cmq]

N<sub>u</sub> sforzo normale ultimo espresso in [daN]

M<sub>u</sub> momento ultimo espresso in [daNm]

CS coefficiente sicurezza sezione

VR<sub>cd</sub> Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [daN]

VR<sub>sd</sub> Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [daN]

VR<sub>d</sub> Resistenza al taglio, espresso in [daN]

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rsd</sub>
1	0,11	100, 20	10,05	10,05	149189	-11956	2784,86	10278	--	--
2	1,11	100, 30	10,05	10,05	17228	-12178	22,14	13112	--	--
3	2,30	100, 30	0,00	0,00	0	0	0,00	12558	--	--

Armature e tensioni nei materiali della fondazione

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE</b>		<i>Codice documento</i> ST0191_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20-06-2011

#### Combinazione n° 23

##### Simbologia adottata

B	base della sezione espressa in [cm]
H	altezza della sezione espressa in [cm]
A <sub>fi</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo inferiore in [cmq]
A <sub>fs</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo superiore in [cmq]
N <sub>u</sub>	sforzo normale ultimo espresso in [daN]
M <sub>u</sub>	momento ultimo espresso in [daNm]
CS	coefficiente sicurezza sezione
VRcd	Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [daN]
VRsd	Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [daN]
VRd	Resistenza al taglio, espresso in [daN]

##### Fondazione di valle

(L'ascissa X, espressa in [m], è positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle)

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rsd</sub>
1	0,00	100, 40	10,05	10,05	0	0	1000,00	15220	--	--
2	1,10	100, 40	10,05	10,05	0	14102	8,49	15220	--	--

##### Fondazione di monte

(L'ascissa X, espressa in [m], è positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte)

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rsd</sub>
1	0,00	100, 40	10,05	18,10	0	0	1000,00	15220	--	--
2	1,10	100, 40	10,05	10,05	0	-14102	57,76	15220	--	--

##### Verifica sperone di fondazione

Base sezione B= 100 cm    Altezza sezione H=40 [cm]  
A<sub>fi</sub>=8,04 [cmq]    A<sub>fs</sub>=8,04 [cmq]  
Sollecitazioni M=1372,6 [daNm]    T=5144,7 [daN]  
Momento ultimo sezione M<sub>u</sub> = 11345,08 [daNm]  
Coeff.sicurezza sezione = 8,27

##### COMBINAZIONE n° 24

Valore della spinta statica	3537,04 [daN]		
Componente orizzontale della spinta statica	3239,19 [daN]		
Componente verticale della spinta statica	1420,67 [daN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 1,20 [m]	Y = -1,82 [m]	
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	23,68 [°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	58,94 [°]		
Incremento sismico della spinta	644,73 [daN]		
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 1,20 [m]	Y = -1,55 [m]	
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	54,32 [°]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	7089,00 [daN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0,63 [m]	Y = -1,13 [m]	
Inerzia del muro	397,31 [daN]		
Inerzia verticale del muro	-198,66 [daN]		
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	634,71 [daN]		
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	-317,36 [daN]		

##### Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	4861,65 [daN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	12690,11 [daN]
Resistenza passiva dente di fondazione	-6080,87 [daN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	12690,11 [daN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	4861,65 [daN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0,18 [m]
Lunghezza fondazione reagente	2,50 [m]

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
<b>RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE</b>		<i>Codice documento</i> ST0191_F0.doc	<table border="1"> <tr> <td><i>Rev</i></td> <td><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						

Risultante in fondazione 13589,50 [daN]  
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale) 20,96 [°]  
Momento rispetto al baricentro della fondazione -2344,77 [daNm]  
Carico ultimo della fondazione 482364,47 [daN]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente 2,50 [m]  
Tensione terreno allo spigolo di valle 0,2825 [daN/cm<sup>2</sup>]  
Tensione terreno allo spigolo di monte 0,7327 [daN/cm<sup>2</sup>]

Fattori per il calcolo della capacità portante

**Coeff. capacità portante**  $N_c = 77.50$   $N_q = 61.55$   $N_\gamma = 80.93$

**Fattori forma**  $s_c = 1,00$   $s_q = 1,00$   $s_\gamma = 1,00$

I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.

$N'_c = 77.50$   $N'_q = 61.55$   $N'_\gamma = 80.93$

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a scorrimento 1.52  
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo 38.01

Sollecitazioni paramento

Combinazione n° 24

L'ordinata Y (espressa in m) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro  
Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in daNm  
Sforzo normale positivo di compressione, espresso in daN  
Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in daN

Nr.	Y	N	M	T
1	0,11	53,57	3,84	72,41
2	1,11	778,27	501,14	983,78
3	2,30	1672,50	2589,62	2615,18

Sollecitazioni fondazione di valle

Combinazione n° 24

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle  
Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in daNm  
Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in daN

Nr.	X	M	T
1	0,00	0,00	0,00
2	1,10	1503,64	3097,05

Sollecitazioni fondazione di monte

Combinazione n° 24

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte  
Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in daNm  
Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in daN

Nr.	X	M	T
1	0,00	0,00	0,00
2	1,10	-646,32	-1283,75

Armature e tensioni nei materiali del muro

Combinazione n° 24

L'ordinata Y (espressa in [m]) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro  
B base della sezione espressa in [cm]

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE</b>		<i>Codice documento</i> ST0191_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20-06-2011

H altezza della sezione espressa in [cm]  
A<sub>fs</sub> area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [cmq]  
A<sub>fi</sub> area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [cmq]  
N<sub>u</sub> sforzo normale ultimo espresso in [daN]  
M<sub>u</sub> momento ultimo espresso in [daNm]  
CS coefficiente sicurezza sezione  
VRcd Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [daN]  
VRsd Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [daN]  
VRd Resistenza al taglio, espresso in [daN]

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rsd</sub>
1	0,11	100, 20	10,05	10,05	161682	-11575	3018,07	10278	--	--
2	1,11	100, 30	10,05	10,05	19288	-12420	24,78	13112	--	--
3	2,30	100, 30	0,00	0,00	0	0	0,00	12558	--	--

Armature e tensioni nei materiali della fondazione

Combinazione n° 24

Simbologia adottata

B base della sezione espressa in [cm]  
H altezza della sezione espressa in [cm]  
A<sub>fi</sub> area di armatura in corrispondenza del lembo inferiore in [cmq]  
A<sub>fs</sub> area di armatura in corrispondenza del lembo superiore in [cmq]  
N<sub>u</sub> sforzo normale ultimo espresso in [daN]  
M<sub>u</sub> momento ultimo espresso in [daNm]  
CS coefficiente sicurezza sezione  
VRcd Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [daN]  
VRsd Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [daN]  
VRd Resistenza al taglio, espresso in [daN]

Fondazione di valle

(L'ascissa X, espressa in [m], è positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle)

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rsd</sub>
1	0,00	100, 40	10,05	10,05	0	0	1000,00	15220	--	--
2	1,10	100, 40	10,05	10,05	0	14102	9,38	15220	--	--

Fondazione di monte

(L'ascissa X, espressa in [m], è positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte)

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rsd</sub>
1	0,00	100, 40	10,05	18,10	0	0	1000,00	15220	--	--
2	1,10	100, 40	10,05	10,05	0	-14102	21,82	15220	--	--

Verifica sperone di fondazione

Base sezione B= 100 cm      Altezza sezione H=40 [cm]  
A<sub>fi</sub>=8,04 [cmq]      A<sub>fs</sub>=8,04 [cmq]  
Sollecitazioni M=1297,1 [daNm]      T=4861,6 [daN]  
Momento ultimo sezione M<sub>u</sub> = 11345,08 [daNm]  
Coeff.sicurezza sezione = 8,75

COMBINAZIONE n° 25

Valore della spinta statica 4444,50 [daN]  
Componente orizzontale della spinta statica 4193,73 [daN]  
Componente verticale della spinta statica 1471,80 [daN]  
Punto d'applicazione della spinta X = 1,20 [m]      Y = -1,83 [m]  
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie 19,34 [°]  
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche 55,62 [°]

Incremento sismico della spinta 1094,63 [daN]  
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta X = 1,20 [m]      Y = -1,55 [m]

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
<b>RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE</b>		<i>Codice documento</i> ST0191_F0.doc	<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						

Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche 51,00 [°]

Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte 7089,00 [daN]  
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte X = 0,63 [m] Y = -1,13 [m]  
Inerzia del muro 397,31 [daN]  
Inerzia verticale del muro 198,66 [daN]  
Inerzia del terrapieno fondazione di monte 634,71 [daN]  
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte 317,36 [daN]

**Risultanti**

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale 6258,63 [daN]  
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale 13876,81 [daN]  
Resistenza passiva dente di fondazione -5489,77 [daN]  
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione 13876,81 [daN]  
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione 6258,63 [daN]  
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione -0,12 [m]  
Lunghezza fondazione reagente 2,50 [m]  
Risultante in fondazione 15222,88 [daN]  
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale) 24,28 [°]  
Momento rispetto al baricentro della fondazione -1674,89 [daNm]  
Carico ultimo della fondazione 185432,26 [daN]

**Tensioni sul terreno**

Lunghezza fondazione reagente 2,50 [m]  
Tensione terreno allo spigolo di valle 0,3943 [daN/cm<sup>2</sup>]  
Tensione terreno allo spigolo di monte 0,7159 [daN/cm<sup>2</sup>]

**Fattori per il calcolo della capacità portante**

**Coeff. capacità portante** N<sub>c</sub> = 77.50 N<sub>q</sub> = 61.55 N<sub>γ</sub> = 80.93

**Fattori forma** s<sub>c</sub> = 1,00 s<sub>q</sub> = 1,00 s<sub>γ</sub> = 1,00

I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.

N'<sub>c</sub> = 77.50 N'<sub>q</sub> = 61.55 N'<sub>γ</sub> = 80.93

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a scorrimento 1.05  
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo 13.36

Sollecitazioni paramento

**Combinazione n° 25**

L'ordinata Y (espressa in m) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro  
Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in daNm  
Sforzo normale positivo di compressione, espresso in daN  
Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in daN

Nr.	Y	N	M	T
1	0,11	53,57	5,31	100,22
2	1,11	778,27	683,56	1337,23
3	2,30	1672,50	3499,66	3510,04

Sollecitazioni fondazione di valle

**Combinazione n° 25**

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle  
Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in daNm  
Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in daN

Nr.	X	M	T
1	0,00	0,00	0,00
2	1,10	2065,76	4015,33

Sollecitazioni fondazione di monte

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
		<b>RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE</b>	<i>Codice documento</i> ST0191_F0.doc	<i>Rev</i> F0

#### Combinazione n° 25

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in daNm

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in daN

Nr.	X	M	T
1	0,00	0,00	0,00
2	1,10	-634,09	-1157,74

Armature e tensioni nei materiali del muro

#### Combinazione n° 25

L'ordinata Y (espressa in [m]) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

B base della sezione espressa in [cm]

H altezza della sezione espressa in [cm]

A<sub>fs</sub> area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [cmq]

A<sub>fi</sub> area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [cmq]

N<sub>u</sub> sforzo normale ultimo espresso in [daN]

M<sub>u</sub> momento ultimo espresso in [daNm]

CS coefficiente sicurezza sezione

VRcd Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [daN]

VRsd Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [daN]

VRd Resistenza al taglio, espresso in [daN]

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rsd</sub>
1	0,11	100, 20	10,05	10,05	125942	-12488	2350,93	10278	--	--
2	1,11	100, 30	10,05	10,05	13346	-11721	17,15	13112	--	--
3	2,30	100, 30	0,00	0,00	0	0	0,00	12558	--	--

Armature e tensioni nei materiali della fondazione

#### Combinazione n° 25

Simbologia adottata

B base della sezione espressa in [cm]

H altezza della sezione espressa in [cm]

A<sub>fi</sub> area di armatura in corrispondenza del lembo inferiore in [cmq]

A<sub>fs</sub> area di armatura in corrispondenza del lembo superiore in [cmq]

N<sub>u</sub> sforzo normale ultimo espresso in [daN]

M<sub>u</sub> momento ultimo espresso in [daNm]

CS coefficiente sicurezza sezione

VRcd Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [daN]

VRsd Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [daN]

VRd Resistenza al taglio, espresso in [daN]

#### Fondazione di valle

(L'ascissa X, espressa in [m], è positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle)

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rsd</sub>
1	0,00	100, 40	10,05	10,05	0	0	1000,00	15220	--	--
2	1,10	100, 40	10,05	10,05	0	14102	6,83	15220	--	--

#### Fondazione di monte

(L'ascissa X, espressa in [m], è positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte)

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rsd</sub>
1	0,00	100, 40	10,05	18,10	0	0	1000,00	15220	--	--
2	1,10	100, 40	10,05	10,05	0	-14102	22,24	15220	--	--

#### Verifica sperone di fondazione

Base sezione B= 100 cm Altezza sezione H=40 [cm]

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>	
<b>RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE</b>	<i>Codice documento</i> ST0191_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20-06-2011

$A_{ri}=8,04$  [cmq]       $A_{rs}=8,04$  [cmq]  
Sollecitazioni  $M=1669,8$  [daNm]       $T=6258,6$  [daN]  
Momento ultimo sezione  $M_u = 11345,08$  [daNm]  
Coeff. sicurezza sezione = 6,79

#### COMBINAZIONE n° 26

Valore della spinta statica      4444,50 [daN]  
Componente orizzontale della spinta statica      4193,73 [daN]  
Componente verticale della spinta statica      1471,80 [daN]  
Punto d'applicazione della spinta       $X = 1,20$  [m]       $Y = -1,83$  [m]  
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie      19,34 [°]  
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche      55,62 [°]

Incremento sismico della spinta      705,55 [daN]  
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta       $X = 1,20$  [m]       $Y = -1,55$  [m]  
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche      50,56 [°]

Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte      7089,00 [daN]  
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte       $X = 0,63$  [m]       $Y = -1,13$  [m]  
Inerzia del muro      397,31 [daN]  
Inerzia verticale del muro      -198,66 [daN]  
Inerzia del terrapieno fondazione di monte      634,71 [daN]  
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte      -317,36 [daN]

#### Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale      5891,50 [daN]  
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale      12715,94 [daN]  
Resistenza passiva dente di fondazione -5069,65 [daN]  
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione 12715,94 [daN]  
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione      5891,50 [daN]  
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione -0,12 [m]  
Lunghezza fondazione reagente      2,50 [m]  
Risultante in fondazione      14014,45 [daN]  
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale) 24,86 [°]  
Momento rispetto al baricentro della fondazione      -1467,45 [daNm]  
Carico ultimo della fondazione      186301,65 [daN]

#### Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente      2,50 [m]  
Tensione terreno allo spigolo di valle      0,3678 [daN/cm<sup>2</sup>]  
Tensione terreno allo spigolo di monte      0,6495 [daN/cm<sup>2</sup>]

#### Fattori per il calcolo della capacità portante

**Coeff. capacità portante**       $N_c = 77.50$        $N_q = 61.55$        $N_\gamma = 80.93$

**Fattori forma**       $s_c = 1,00$        $s_q = 1,00$        $s_\gamma = 1,00$

I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.

$N'_c = 77.50$        $N'_q = 61.55$        $N'_\gamma = 80.93$

#### COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a scorrimento 1.02  
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo 14.65

Sollecitazioni paramento

#### Combinazione n° 26

L'ordinata Y (espressa in m) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro  
Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in daNm  
Sforzo normale positivo di compressione, espresso in daN  
Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in daN

Nr.	Y	N	M	T
1	0,11	53,57	4,72	89,16
2	1,11	778,27	620,26	1222,96
3	2,30	1672,50	3226,78	3272,77

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE</b>		<i>Codice documento</i> ST0191_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20-06-2011

Sollecitazioni fondazione di valle

Combinazione n° 26

L'ascissa X(espressa in m) è considerata positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in daNm

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in daN

Nr.	X	M	T
1	0,00	0,00	0,00
2	1,10	1869,97	3627,22

Sollecitazioni fondazione di monte

Combinazione n° 26

L'ascissa X(espressa in m) è considerata positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in daNm

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in daN

Nr.	X	M	T
1	0,00	0,00	0,00
2	1,10	-1000,16	-1791,20

Armature e tensioni nei materiali del muro

Combinazione n° 26

L'ordinata Y(espressa in [m]) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

B base della sezione espressa in [cm]

H altezza della sezione espressa in [cm]

A<sub>fs</sub> area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [cmq]

A<sub>fi</sub> area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [cmq]

N<sub>u</sub> sforzo normale ultimo espresso in [daN]

M<sub>u</sub> momento ultimo espresso in [daNm]

CS coefficiente sicurezza sezione

VRcd Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [daN]

VRsd Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [daN]

VRd Resistenza al taglio, espresso in [daN]

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rsd</sub>
1	0,11	100, 20	10,05	10,05	138686	-12219	2588,80	10278	--	--
2	1,11	100, 30	10,05	10,05	14943	-11909	19,20	13112	--	--
3	2,30	100, 30	0,00	0,00	0	0	0,00	12558	--	--

Armature e tensioni nei materiali della fondazione

Combinazione n° 26

Simbologia adottata

B base della sezione espressa in [cm]

H altezza della sezione espressa in [cm]

A<sub>fi</sub> area di armatura in corrispondenza del lembo inferiore in [cmq]

A<sub>fs</sub> area di armatura in corrispondenza del lembo superiore in [cmq]

N<sub>u</sub> sforzo normale ultimo espresso in [daN]

M<sub>u</sub> momento ultimo espresso in [daNm]

CS coefficiente sicurezza sezione

VRcd Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [daN]

VRsd Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [daN]

VRd Resistenza al taglio, espresso in [daN]

Fondazione di valle

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE</b>		<i>Codice documento</i> ST0191_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20-06-2011

(L'ascissa X, espressa in [m], è positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle)

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rsd</sub>
1	0,00	100, 40	10,05	10,05	0	0	1000,00	15220	--	--
2	1,10	100, 40	10,05	10,05	0	14102	7,54	15220	--	--

#### Fondazione di monte

(L'ascissa X, espressa in [m], è positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte)

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rsd</sub>
1	0,00	100, 40	10,05	18,10	0	0	1000,00	15220	--	--
2	1,10	100, 40	10,05	10,05	0	-14102	14,10	15220	--	--

#### Verifica sperone di fondazione

Base sezione B= 100 cm Altezza sezione H=40 [cm]  
A<sub>fi</sub>=8,04 [cmq] A<sub>fs</sub>=8,04 [cmq]  
Sollecitazioni M=1571,9 [daNm] T=5891,5 [daN]  
Momento ultimo sezione M<sub>u</sub> = 11345,08 [daNm]  
Coeff. sicurezza sezione = 7,22

#### COMBINAZIONE n° 27

Valore della spinta statica 4444,50 [daN]  
Componente orizzontale della spinta statica 4193,73 [daN]  
Componente verticale della spinta statica 1471,80 [daN]  
Punto d'applicazione della spinta X = 1,20 [m] Y = -1,83 [m]  
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie 19,34 [°]  
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche 55,62 [°]  
Incremento sismico della spinta 705,55 [daN]  
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta X = 1,20 [m] Y = -1,55 [m]  
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche 50,56 [°]  
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte 7089,00 [daN]  
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte X = 0,63 [m] Y = -1,13 [m]  
Inerzia del muro 397,31 [daN]  
Inerzia verticale del muro -198,66 [daN]  
Inerzia del terrapieno fondazione di monte 634,71 [daN]  
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte -317,36 [daN]

#### Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale 5891,50 [daN]  
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale 12715,94 [daN]  
Resistenza passiva dente di fondazione -5069,65 [daN]  
Momento ribaltante rispetto allo spigolo a valle 6550,47 [daNm]  
Momento stabilizzante rispetto allo spigolo a valle 23912,84 [daNm]  
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione 12715,94 [daN]  
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione 5891,50 [daN]  
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione -0,12 [m]  
Lunghezza fondazione reagente 2,50 [m]  
Risultante in fondazione 14014,45 [daN]  
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale) 24,86 [°]  
Momento rispetto al baricentro della fondazione -1467,45 [daNm]

#### COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a ribaltamento 3.65

#### COMBINAZIONE n° 28

Valore della spinta statica 4444,50 [daN]  
Componente orizzontale della spinta statica 4193,73 [daN]  
Componente verticale della spinta statica 1471,80 [daN]  
Punto d'applicazione della spinta X = 1,20 [m] Y = -1,83 [m]

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE</b>		<i>Codice documento</i> ST0191_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20-06-2011

Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	19,34	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	55,62	[°]		
Incremento sismico della spinta	1094,63	[daN]		
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 1,20	[m]	Y = -1,55	[m]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	51,00	[°]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	7089,00	[daN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0,63	[m]	Y = -1,13	[m]
Inerzia del muro	397,31	[daN]		
Inerzia verticale del muro	198,66	[daN]		
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	634,71	[daN]		
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	317,36	[daN]		

#### Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	6258,63	[daN]		
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	13876,81	[daN]		
Resistenza passiva dente di fondazione	-5489,77	[daN]		
Momento ribaltante rispetto allo spigolo a valle	6093,70	[daNm]		
Momento stabilizzante rispetto allo spigolo a valle	25114,60	[daNm]		
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	13876,81	[daN]		
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	6258,63	[daN]		
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0,12	[m]		
Lunghezza fondazione reagente	2,50	[m]		
Risultante in fondazione	15222,88	[daN]		
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	24,28	[°]		
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-1674,89	[daNm]		

#### COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a ribaltamento 4.12

Stabilità globale muro + terreno

#### Combinazione n° 29

Le ascisse X sono considerate positive verso monte

Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto

Origine in testa al muro (spigolo contro terra)

W	peso della striscia espresso in [daN]			
$\alpha$	angolo fra la base della striscia e l'orizzontale espresso in [°] (positivo antiorario)			
$\phi$	angolo d'attrito del terreno lungo la base della striscia			
c	coesione del terreno lungo la base della striscia espressa in [daN/cmq]			
b	larghezza della striscia espressa in [m]			
u	pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [daN/cmq]			

Metodo di Fellenius

Numero di cerchi analizzati 36

Numero di strisce 25

Cerchio critico

Coordinate del centro X[m]= -1,02 Y[m]= 0,51

Raggio del cerchio R[m]= 4,24

Ascissa a valle del cerchio Xi[m]= -4,20

Ascissa a monte del cerchio Xs[m]= 3,19

Larghezza della striscia dx[m]= 0,30

Coefficiente di sicurezza C= 1.28

Le strisce sono numerate da monte verso valle

Caratteristiche delle strisce

Striscia	W	$\alpha(^{\circ})$	Wsin $\alpha$	b/cos $\alpha$	$\phi$	c	u
1	886.65	75.04	856.61	1.15	29.26	0.000	0.000
2	1337.08	63.13	1192.75	0.65	29.26	0.000	0.000
3	1605.94	55.20	1318.67	0.52	29.26	0.000	0.000
4	1808.85	48.66	1358.13	0.45	29.26	0.000	0.000
5	1971.62	42.90	1342.17	0.40	30.04	0.000	0.000

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE</b>		<i>Codice documento</i> ST0191_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20-06-2011

6	2105.61	37.64	1286.01	0.37	32.01	0.000	0.000
7	2260.80	32.74	1222.68	0.35	32.01	0.000	0.000
8	2475.44	28.09	1165.72	0.34	32.01	0.000	0.000
9	2476.42	23.64	993.12	0.32	32.01	0.000	0.000
10	2531.28	19.34	838.25	0.31	32.01	0.000	0.000
11	2664.73	15.15	696.28	0.31	32.01	0.000	0.000
12	1595.91	11.04	305.52	0.30	32.01	0.000	0.000
13	825.32	6.98	100.34	0.30	32.01	0.000	0.000
14	839.05	2.97	43.41	0.30	32.01	0.000	0.000
15	841.70	-1.04	-15.25	0.30	32.01	0.000	0.000
16	765.84	-5.05	-67.37	0.30	32.01	0.000	0.000
17	730.93	-9.08	-115.35	0.30	32.01	0.000	0.000
18	699.91	-13.16	-159.35	0.30	32.01	0.000	0.000
19	656.94	-17.31	-195.46	0.31	32.01	0.000	0.000
20	601.26	-21.56	-220.90	0.32	32.01	0.000	0.000
21	531.83	-25.93	-232.56	0.33	32.01	0.000	0.000
22	447.16	-30.48	-226.79	0.34	32.01	0.000	0.000
23	345.12	-35.25	-199.17	0.36	32.01	0.000	0.000
24	222.58	-40.32	-144.02	0.39	32.01	0.000	0.000
25	74.66	-45.81	-53.54	0.42	29.26	0.000	0.000

$\Sigma W_i = 31302,64$  [daN]

$\Sigma W_i \sin \alpha_i = 11089,88$  [daN]

$\Sigma W_i \cos \alpha_i \tan \phi_i = 16086,09$  [daN]

$\Sigma c_i b_i / \cos \alpha_i = 0,00$  [daN]

Stabilità globale muro + terreno

#### Combinazione n° 30

Le ascisse X sono considerate positive verso monte

Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto

Origine in testa al muro (spigolo contro terra)

W peso della striscia espresso in [daN]

$\alpha$  angolo fra la base della striscia e l'orizzontale espresso in [°] (positivo antiorario)

$\phi$  angolo d'attrito del terreno lungo la base della striscia

c coesione del terreno lungo la base della striscia espressa in [daN/cm<sup>2</sup>]

b larghezza della striscia espressa in [m]

u pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [daN/cm<sup>2</sup>]

Metodo di Fellenius

Numero di cerchi analizzati 36

Numero di strisce 25

Cerchio critico

Coordinate del centro X[m]= -1,02 Y[m]= 0,51

Raggio del cerchio R[m]= 4,24

Ascissa a valle del cerchio Xi[m]= -4,20

Ascissa a monte del cerchio Xs[m]= 3,19

Larghezza della striscia dx[m]= 0,30

Coefficiente di sicurezza C= 1.27

Le strisce sono numerate da monte verso valle

Caratteristiche delle strisce

Striscia	W	$\alpha$ (°)	W sin $\alpha$	b/cos $\alpha$	$\phi$	c	u
1	886.65	75.04	856.61	1.15	29.26	0.000	0.000
2	1337.08	63.13	1192.75	0.65	29.26	0.000	0.000
3	1605.94	55.20	1318.67	0.52	29.26	0.000	0.000
4	1808.85	48.66	1358.13	0.45	29.26	0.000	0.000
5	1971.62	42.90	1342.17	0.40	30.04	0.000	0.000
6	2105.61	37.64	1286.01	0.37	32.01	0.000	0.000
7	2260.80	32.74	1222.68	0.35	32.01	0.000	0.000
8	2475.44	28.09	1165.72	0.34	32.01	0.000	0.000
9	2476.42	23.64	993.12	0.32	32.01	0.000	0.000

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
<b>RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE</b>		<i>Codice documento</i> ST0191_F0.doc	<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	2531.28	19.34	838.25	0.31	32.01	0.000	0.000
11	2664.73	15.15	696.28	0.31	32.01	0.000	0.000
12	1595.91	11.04	305.52	0.30	32.01	0.000	0.000
13	825.32	6.98	100.34	0.30	32.01	0.000	0.000
14	839.05	2.97	43.41	0.30	32.01	0.000	0.000
15	841.70	-1.04	-15.25	0.30	32.01	0.000	0.000
16	765.84	-5.05	-67.37	0.30	32.01	0.000	0.000
17	730.93	-9.08	-115.35	0.30	32.01	0.000	0.000
18	699.91	-13.16	-159.35	0.30	32.01	0.000	0.000
19	656.94	-17.31	-195.46	0.31	32.01	0.000	0.000
20	601.26	-21.56	-220.90	0.32	32.01	0.000	0.000
21	531.83	-25.93	-232.56	0.33	32.01	0.000	0.000
22	447.16	-30.48	-226.79	0.34	32.01	0.000	0.000
23	345.12	-35.25	-199.17	0.36	32.01	0.000	0.000
24	222.58	-40.32	-144.02	0.39	32.01	0.000	0.000
25	74.66	-45.81	-53.54	0.42	29.26	0.000	0.000

$\Sigma W_i = 31302,64$  [daN]  
 $\Sigma W_i \sin \alpha_i = 11089,88$  [daN]  
 $\Sigma W_i \cos \alpha_i \tan \phi_i = 16086,09$  [daN]  
 $\Sigma c_i b_i / \cos \alpha_i = 0,00$  [daN]

**COMBINAZIONE n° 31**

Valore della spinta statica 3537,04 [daN]  
Componente orizzontale della spinta statica 3239,19 [daN]  
Componente verticale della spinta statica 1420,67 [daN]  
Punto d'applicazione della spinta X = 1,20 [m] Y = -1,82 [m]  
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie 23,68 [°]  
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche 58,94 [°]

Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte 7089,00 [daN]  
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte X = 0,63 [m] Y = -1,13 [m]

**Risultanti**

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale 3239,19 [daN]  
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale 12947,17 [daN]  
Resistenza passiva dente di fondazione -5872,27 [daN]  
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione 12947,17 [daN]  
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione 3239,19 [daN]  
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione -0,32 [m]  
Lunghezza fondazione reagente 2,50 [m]  
Risultante in fondazione 13346,22 [daN]  
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale) 14,05 [°]  
Momento rispetto al baricentro della fondazione -4172,23 [daNm]  
Carico ultimo della fondazione 420110,27 [daN]

**Tensioni sul terreno**

Lunghezza fondazione reagente 2,50 [m]  
Tensione terreno allo spigolo di valle 0,1174 [daN/cm<sup>2</sup>]  
Tensione terreno allo spigolo di monte 0,9184 [daN/cm<sup>2</sup>]

**Fattori per il calcolo della capacità portante**

**Coeff. capacità portante** N<sub>c</sub> = 77.50 N<sub>q</sub> = 61.55 N<sub>γ</sub> = 80.93

**Fattori forma** s<sub>c</sub> = 1,00 s<sub>q</sub> = 1,00 s<sub>γ</sub> = 1,00

I coefficienti N tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.

N<sub>c</sub> = 77.50 N<sub>q</sub> = 61.55 N<sub>γ</sub> = 80.93

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a scorrimento 2.31  
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo 32.45

Sollecitazioni paramento

Combinazione n° 31

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
<b>RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE</b>		<i>Codice documento</i> ST0191_F0.doc	<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						

L'ordinata Y (espressa in m) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in daNm

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in daN

Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in daN

Nr.	Y	N	M	T
1	0,11	53,57	2,64	50,04
2	1,11	778,27	371,64	744,53
3	2,30	1672,50	2010,55	2100,33

Sollecitazioni fondazione di valle

Combinazione n° 31

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in daNm

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in daN

Nr.	X	M	T
1	0,00	0,00	0,00
2	1,10	815,80	2129,47

Sollecitazioni fondazione di monte

Combinazione n° 31

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in daNm

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in daN

Nr.	X	M	T
1	0,00	0,00	0,00
2	1,10	165,93	-89,96

Armature e tensioni nei materiali del muro

Combinazione n° 31

L'ordinata Y (espressa in [m]) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

B base della sezione espressa in [cm]

H altezza della sezione espressa in [cm]

A<sub>fs</sub> area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [cmq]

A<sub>fi</sub> area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [cmq]

σ<sub>c</sub> tensione nel calcestruzzo espressa in [daN/cmq]

τ<sub>c</sub> tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [daN/cmq]

σ<sub>fs</sub> tensione nell'armatura disposta sul lembo di monte in [daN/cmq]

σ<sub>fi</sub> tensione nell'armatura disposta sul lembo di valle in [daN/cmq]

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	σ <sub>c</sub>	τ <sub>c</sub>	σ <sub>fs</sub>	σ <sub>fi</sub>
1	0,11	100, 20	10,05	10,05	0,06	0,03	0,03	-0,70
2	1,11	100, 30	10,05	10,05	3,62	0,32	114,64	-35,57
3	2,30	100, 30	0,00	0,00	0,00	0,92	0,00	0,00

Armature e tensioni nei materiali della fondazione

Combinazione n° 31

Simbologia adottata

B base della sezione espressa in [cm]

H altezza della sezione espressa in [cm]

A<sub>fi</sub> area di armatura in corrispondenza del lembo inferiore in [cmq]

A<sub>fs</sub> area di armatura in corrispondenza del lembo superiore in [cmq]

σ<sub>c</sub> tensione nel calcestruzzo espressa in [daN/cmq]

τ<sub>c</sub> tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [daN/cmq]

σ<sub>fi</sub> tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo inferiore in [daN/cmq]

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
<b>RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE</b>		<i>Codice documento</i> ST0191_F0.doc	<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						

$\sigma_{fs}$  tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo superiore in [daN/cm<sup>2</sup>]

Fondazione di valle

(L'ascissa X, espressa in [m], è positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle)

Nr.	X	B, H	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	$\sigma_c$	$\tau_c$	$\sigma_{fi}$	$\sigma_{fs}$
1	0,00	100, 40	10,05	10,05	0,00	0,00	0,00	0,00
2	1,10	100, 40	10,05	10,05	4,63	0,68	237,49	-44,59

Fondazione di monte

(L'ascissa X, espressa in [m], è positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte)

Nr.	X	B, H	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	$\sigma_c$	$\tau_c$	$\sigma_{fi}$	$\sigma_{fs}$
1	0,00	100, 40	10,05	18,10	0,00	0,00	0,00	0,00
2	1,10	100, 40	10,05	10,05	0,94	-0,03	48,30	-9,07

Verifica sperone di fondazione

Base sezione B= 100 cm Altezza sezione H=40 [cm]

A<sub>fi</sub>=8,04 [cm<sup>2</sup>] A<sub>fs</sub>=8,04 [cm<sup>2</sup>]

Sollecitazioni M=864,2 [daNm] T=3239,2 [daN]

Momento ultimo sezione M<sub>u</sub> = 11345,08 [daNm]

Coeff.sicurezza sezione = 13,13

Verifiche a fessurazione

Combinazione n° 31

L'ordinata Y (espressa in [m]) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

A<sub>fs</sub> area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [cm<sup>2</sup>]

A<sub>fi</sub> area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [cm<sup>2</sup>]

M<sub>pf</sub> Momento di prima fessurazione espressa in [daNm]

M Momento agente nella sezione espressa in [daNm]

$\epsilon_m$  deformazione media espressa in [%]

S<sub>m</sub> Distanza media tra le fessure espressa in [mm]

w Apertura media della fessura espressa in [mm]

Verifica fessurazione paramento

N°	Y	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	M <sub>pf</sub>	M	$\epsilon_m$	S <sub>m</sub>	w
1	0,00	10,05	10,05	-1116	0	0,0000	0,00	0,000
2	0,11	10,05	10,05	-1116	-3	0,0000	0,00	0,000
3	0,21	10,05	10,05	-1116	-11	0,0000	0,00	0,000
4	0,32	10,05	10,05	-1116	-25	0,0000	0,00	0,000
5	0,43	10,05	10,05	-1116	-46	0,0000	0,00	0,000
6	0,54	10,05	10,05	-1116	-75	0,0000	0,00	0,000
7	0,64	10,05	10,05	-1116	-110	0,0000	0,00	0,000
8	0,75	10,05	10,05	-1116	-154	0,0000	0,00	0,000
9	0,75	10,05	10,05	-2457	-160	0,0000	0,00	0,000
10	0,87	10,05	10,05	-2457	-219	0,0000	0,00	0,000
11	0,99	10,05	10,05	-2457	-289	0,0000	0,00	0,000
12	1,11	10,05	10,05	-2457	-372	0,0000	0,00	0,000
13	1,23	10,05	10,05	-2457	-467	0,0000	0,00	0,000
14	1,35	10,05	10,05	-2457	-576	0,0000	0,00	0,000
15	1,47	10,05	10,05	-2457	-698	0,0000	0,00	0,000
16	1,58	10,05	10,05	-2457	-836	0,0000	0,00	0,000
17	1,70	10,05	10,05	-2457	-989	0,0000	0,00	0,000
18	1,82	10,05	10,05	-2457	-1158	0,0000	0,00	0,000
19	1,94	10,05	10,05	-2457	-1344	0,0000	0,00	0,000
20	2,06	10,05	10,05	-2457	-1548	0,0000	0,00	0,000
21	2,18	10,05	0,00	-2409	-1770	0,0000	0,00	0,000
22	2,30	0,00	0,00	-2160	-2011	0,0000	0,00	0,000

Verifica fessurazione fondazione

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
		<b>RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE</b>	<i>Codice documento</i> ST0191_F0.doc	<i>Rev</i> F0

N°	Y	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	M <sub>pf</sub>	M	ε <sub>m</sub>	S <sub>m</sub>	w
1	-1,30	10,05	10,05	-4282	0	0,0000	0,00	0,000
2	-1,19	10,05	10,05	4282	2	0,0000	0,00	0,000
3	-1,08	10,05	10,05	4282	10	0,0000	0,00	0,000
4	-0,97	10,05	10,05	4282	29	0,0000	0,00	0,000
5	-0,86	10,05	10,05	4282	62	0,0000	0,00	0,000
6	-0,75	10,05	10,05	4282	115	0,0000	0,00	0,000
7	-0,64	10,05	10,05	4282	191	0,0000	0,00	0,000
8	-0,53	10,05	10,05	4282	295	0,0000	0,00	0,000
9	-0,42	10,05	10,05	4282	431	0,0000	0,00	0,000
10	-0,31	10,05	10,05	4282	603	0,0000	0,00	0,000
11	-0,20	10,05	10,05	4282	816	0,0000	0,00	0,000
12	0,10	10,05	10,05	4282	166	0,0000	0,00	0,000
13	0,21	10,05	10,05	4282	168	0,0000	0,00	0,000
14	0,32	10,05	10,05	4282	156	0,0000	0,00	0,000
15	0,43	10,05	10,05	4282	134	0,0000	0,00	0,000
16	0,54	10,05	10,05	4282	108	0,0000	0,00	0,000
17	0,65	10,05	10,05	4282	80	0,0000	0,00	0,000
18	0,76	10,05	10,05	4282	56	0,0000	0,00	0,000
19	0,87	18,10	10,05	4340	38	0,0000	0,00	0,000
20	0,98	10,05	10,05	4282	20	0,0000	0,00	0,000
21	1,09	18,10	10,05	4340	6	0,0000	0,00	0,000
22	1,20	18,10	10,05	-4576	0	0,0000	0,00	0,000

#### COMBINAZIONE n° 32

Valore della spinta statica	3537,04	[daN]	
Componente orizzontale della spinta statica	3239,19	[daN]	
Componente verticale della spinta statica	1420,67	[daN]	
Punto d'applicazione della spinta	X = 1,20	[m]	Y = -1,82 [m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	23,68	[°]	
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	58,94	[°]	
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	7089,00	[daN]	
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0,63	[m]	Y = -1,13 [m]

#### Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	3239,19	[daN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	12947,17	[daN]
Resistenza passiva dente di fondazione	-5872,27	[daN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	12947,17	[daN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	3239,19	[daN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0,32	[m]
Lunghezza fondazione reagente	2,50	[m]
Risultante in fondazione	13346,22	[daN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	14,05	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-4172,23	[daNm]
Carico ultimo della fondazione	420110,27	[daN]

#### Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	2,50	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	0,1174	[daN/cm <sup>2</sup> ]
Tensione terreno allo spigolo di monte	0,9184	[daN/cm <sup>2</sup> ]

#### Fattori per il calcolo della capacità portante

**Coeff. capacità portante** N<sub>c</sub> = 77.50      N<sub>q</sub> = 61.55      N<sub>γ</sub> = 80.93

**Fattori forma** s<sub>c</sub> = 1,00    s<sub>q</sub> = 1,00    s<sub>γ</sub> = 1,00

I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.

N'<sub>c</sub> = 77.50      N'<sub>q</sub> = 61.55      N'<sub>γ</sub> = 80.93

#### COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a scorrimento 2.31

Coefficiente di sicurezza a carico ultimo 32.45

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
<b>RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE</b>		<i>Codice documento</i> ST0191_F0.doc	<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						

Sollecitazioni paramento

Combinazione n° 32

L'ordinata Y (espressa in m) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in daNm

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in daN

Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in daN

Nr.	Y	N	M	T
1	0,11	53,57	2,64	50,04
2	1,11	778,27	371,64	744,53
3	2,30	1672,50	2010,55	2100,33

Sollecitazioni fondazione di valle

Combinazione n° 32

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in daNm

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in daN

Nr.	X	M	T
1	0,00	0,00	0,00
2	1,10	815,80	2129,47

Sollecitazioni fondazione di monte

Combinazione n° 32

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in daNm

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in daN

Nr.	X	M	T
1	0,00	0,00	0,00
2	1,10	165,93	-89,96

Armature e tensioni nei materiali del muro

Combinazione n° 32

L'ordinata Y (espressa in [m]) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

B base della sezione espressa in [cm]

H altezza della sezione espressa in [cm]

A<sub>fs</sub> area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [cmq]

A<sub>fi</sub> area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [cmq]

σ<sub>c</sub> tensione nel calcestruzzo espressa in [daN/cm<sup>2</sup>]

τ<sub>c</sub> tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [daN/cm<sup>2</sup>]

σ<sub>fs</sub> tensione nell'armatura disposta sul lembo di monte in [daN/cm<sup>2</sup>]

σ<sub>fi</sub> tensione nell'armatura disposta sul lembo di valle in [daN/cm<sup>2</sup>]

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	σ <sub>c</sub>	τ <sub>c</sub>	σ <sub>fs</sub>	σ <sub>fi</sub>
1	0,11	100, 20	10,05	10,05	0,06	0,03	0,03	-0,70
2	1,11	100, 30	10,05	10,05	3,62	0,32	114,64	-35,57
3	2,30	100, 30	0,00	0,00	0,00	0,92	0,00	0,00

Armature e tensioni nei materiali della fondazione

Combinazione n° 32

Simbologia adottata

B base della sezione espressa in [cm]

H altezza della sezione espressa in [cm]

A<sub>fi</sub> area di armatura in corrispondenza del lembo inferiore in [cmq]

A<sub>fs</sub> area di armatura in corrispondenza del lembo superiore in [cmq]

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE</b>		<i>Codice documento</i> ST0191_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20-06-2011

$\sigma_c$  tensione nel calcestruzzo espressa in [daN/cm<sup>2</sup>]  
 $\tau_c$  tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [daN/cm<sup>2</sup>]  
 $\sigma_{fi}$  tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo inferiore in [daN/cm<sup>2</sup>]  
 $\sigma_{fs}$  tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo superiore in [daN/cm<sup>2</sup>]

#### Fondazione di valle

(L'ascissa X, espressa in [m], è positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle)

Nr.	X	B, H	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	$\sigma_c$	$\tau_c$	$\sigma_{fi}$	$\sigma_{fs}$
1	0,00	100, 40	10,05	10,05	0,00	0,00	0,00	0,00
2	1,10	100, 40	10,05	10,05	4,63	0,68	237,49	-44,59

#### Fondazione di monte

(L'ascissa X, espressa in [m], è positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte)

Nr.	X	B, H	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	$\sigma_c$	$\tau_c$	$\sigma_{fi}$	$\sigma_{fs}$
1	0,00	100, 40	10,05	18,10	0,00	0,00	0,00	0,00
2	1,10	100, 40	10,05	10,05	0,94	-0,03	48,30	-9,07

#### Verifica sperone di fondazione

Base sezione B= 100 cm Altezza sezione H=40 [cm]  
A<sub>fi</sub>=8,04 [cm<sup>2</sup>] A<sub>fs</sub>=8,04 [cm<sup>2</sup>]  
Sollecitazioni M=864,2 [daNm] T=3239,2 [daN]  
Momento ultimo sezione M<sub>u</sub> = 11345,08 [daNm]  
Coeff.sicurezza sezione = 13,13

Verifiche a fessurazione

#### Combinazione n° 32

L'ordinata Y (espressa in [m]) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

A<sub>fs</sub> area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [cm<sup>2</sup>]  
A<sub>fi</sub> area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [cm<sup>2</sup>]  
M<sub>pf</sub> Momento di prima fessurazione espressa in [daNm]  
M Momento agente nella sezione espressa in [daNm]  
 $\epsilon_m$  deformazione media espressa in [%]  
S<sub>m</sub> Distanza media tra le fessure espressa in [mm]  
w Apertura media della fessura espressa in [mm]

#### Verifica fessurazione paramento

N°	Y	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	M <sub>pf</sub>	M	$\epsilon_m$	S <sub>m</sub>	w
1	0,00	10,05	10,05	-1116	0	0,0000	0,00	0,000
2	0,11	10,05	10,05	-1116	-3	0,0000	0,00	0,000
3	0,21	10,05	10,05	-1116	-11	0,0000	0,00	0,000
4	0,32	10,05	10,05	-1116	-25	0,0000	0,00	0,000
5	0,43	10,05	10,05	-1116	-46	0,0000	0,00	0,000
6	0,54	10,05	10,05	-1116	-75	0,0000	0,00	0,000
7	0,64	10,05	10,05	-1116	-110	0,0000	0,00	0,000
8	0,75	10,05	10,05	-1116	-154	0,0000	0,00	0,000
9	0,75	10,05	10,05	-2457	-160	0,0000	0,00	0,000
10	0,87	10,05	10,05	-2457	-219	0,0000	0,00	0,000
11	0,99	10,05	10,05	-2457	-289	0,0000	0,00	0,000
12	1,11	10,05	10,05	-2457	-372	0,0000	0,00	0,000
13	1,23	10,05	10,05	-2457	-467	0,0000	0,00	0,000
14	1,35	10,05	10,05	-2457	-576	0,0000	0,00	0,000
15	1,47	10,05	10,05	-2457	-698	0,0000	0,00	0,000
16	1,58	10,05	10,05	-2457	-836	0,0000	0,00	0,000
17	1,70	10,05	10,05	-2457	-989	0,0000	0,00	0,000
18	1,82	10,05	10,05	-2457	-1158	0,0000	0,00	0,000
19	1,94	10,05	10,05	-2457	-1344	0,0000	0,00	0,000
20	2,06	10,05	10,05	-2457	-1548	0,0000	0,00	0,000
21	2,18	10,05	0,00	-2409	-1770	0,0000	0,00	0,000
22	2,30	0,00	0,00	-2160	-2011	0,0000	0,00	0,000

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE</b>		<i>Codice documento</i> ST0191_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20-06-2011

Verifica fessurazione fondazione

N°	Y	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	M <sub>pr</sub>	M	ε <sub>m</sub>	S <sub>m</sub>	w
1	-1,30	10,05	10,05	-4282	0	0,0000	0,00	0,000
2	-1,19	10,05	10,05	4282	2	0,0000	0,00	0,000
3	-1,08	10,05	10,05	4282	10	0,0000	0,00	0,000
4	-0,97	10,05	10,05	4282	29	0,0000	0,00	0,000
5	-0,86	10,05	10,05	4282	62	0,0000	0,00	0,000
6	-0,75	10,05	10,05	4282	115	0,0000	0,00	0,000
7	-0,64	10,05	10,05	4282	191	0,0000	0,00	0,000
8	-0,53	10,05	10,05	4282	295	0,0000	0,00	0,000
9	-0,42	10,05	10,05	4282	431	0,0000	0,00	0,000
10	-0,31	10,05	10,05	4282	603	0,0000	0,00	0,000
11	-0,20	10,05	10,05	4282	816	0,0000	0,00	0,000
12	0,10	10,05	10,05	4282	166	0,0000	0,00	0,000
13	0,21	10,05	10,05	4282	168	0,0000	0,00	0,000
14	0,32	10,05	10,05	4282	156	0,0000	0,00	0,000
15	0,43	10,05	10,05	4282	134	0,0000	0,00	0,000
16	0,54	10,05	10,05	4282	108	0,0000	0,00	0,000
17	0,65	10,05	10,05	4282	80	0,0000	0,00	0,000
18	0,76	10,05	10,05	4282	56	0,0000	0,00	0,000
19	0,87	18,10	10,05	4340	38	0,0000	0,00	0,000
20	0,98	10,05	10,05	4282	20	0,0000	0,00	0,000
21	1,09	18,10	10,05	4340	6	0,0000	0,00	0,000
22	1,20	18,10	10,05	-4576	0	0,0000	0,00	0,000

COMBINAZIONE n° 33

Valore della spinta statica	3537,04	[daN]	
Componente orizzontale della spinta statica	3239,19	[daN]	
Componente verticale della spinta statica	1420,67	[daN]	
Punto d'applicazione della spinta	X = 1,20	[m]	Y = -1,82 [m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	23,68	[°]	
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	58,94	[°]	
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	7089,00	[daN]	
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0,63	[m]	Y = -1,13 [m]

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	3239,19	[daN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	12947,17	[daN]
Resistenza passiva dente di fondazione	-5872,27	[daN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	12947,17	[daN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	3239,19	[daN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0,32	[m]
Lunghezza fondazione reagente	2,50	[m]
Risultante in fondazione	13346,22	[daN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	14,05	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-4172,23	[daNm]
Carico ultimo della fondazione	420110,27	[daN]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	2,50	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	0,1174	[daN/cm <sup>2</sup> ]
Tensione terreno allo spigolo di monte	0,9184	[daN/cm <sup>2</sup> ]

Fattori per il calcolo della capacità portante

**Coeff. capacità portante** N<sub>c</sub> = 77.50      N<sub>q</sub> = 61.55      N<sub>γ</sub> = 80.93

**Fattori forma** s<sub>c</sub> = 1,00    s<sub>q</sub> = 1,00    s<sub>γ</sub> = 1,00

I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.

N'<sub>c</sub> = 77.50      N'<sub>q</sub> = 61.55      N'<sub>γ</sub> = 80.93

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a scorrimento 2.31

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
<b>RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE</b>		<i>Codice documento</i> ST0191_F0.doc	<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						

Coefficiente di sicurezza a carico ultimo 32.45

Sollecitazioni paramento

Combinazione n° 33

L'ordinata Y (espressa in m) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in daNm

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in daN

Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in daN

Nr.	Y	N	M	T
1	0,11	53,57	2,64	50,04
2	1,11	778,27	371,64	744,53
3	2,30	1672,50	2010,55	2100,33

Sollecitazioni fondazione di valle

Combinazione n° 33

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in daNm

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in daN

Nr.	X	M	T
1	0,00	0,00	0,00
2	1,10	815,80	2129,47

Sollecitazioni fondazione di monte

Combinazione n° 33

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in daNm

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in daN

Nr.	X	M	T
1	0,00	0,00	0,00
2	1,10	165,93	-89,96

Armature e tensioni nei materiali del muro

Combinazione n° 33

L'ordinata Y (espressa in [m]) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

B base della sezione espressa in [cm]

H altezza della sezione espressa in [cm]

A<sub>fs</sub> area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [cmq]

A<sub>fi</sub> area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [cmq]

σ<sub>c</sub> tensione nel calcestruzzo espressa in [daN/cm<sup>2</sup>]

τ<sub>c</sub> tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [daN/cm<sup>2</sup>]

σ<sub>fs</sub> tensione nell'armatura disposta sul lembo di monte in [daN/cm<sup>2</sup>]

σ<sub>fi</sub> tensione nell'armatura disposta sul lembo di valle in [daN/cm<sup>2</sup>]

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	σ <sub>c</sub>	τ <sub>c</sub>	σ <sub>fs</sub>	σ <sub>fi</sub>
1	0,11	100, 20	10,05	10,05	0,06	0,03	0,03	-0,70
2	1,11	100, 30	10,05	10,05	3,62	0,32	114,64	-35,57
3	2,30	100, 30	0,00	0,00	0,00	0,92	0,00	0,00

Armature e tensioni nei materiali della fondazione

Combinazione n° 33

Simbologia adottata

B base della sezione espressa in [cm]

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE</b>		<i>Codice documento</i> ST0191_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20-06-2011

H altezza della sezione espressa in [cm]  
 $A_{fi}$  area di armatura in corrispondenza del lembo inferiore in [cmq]  
 $A_{fs}$  area di armatura in corrispondenza del lembo superiore in [cmq]  
 $\sigma_c$  tensione nel calcestruzzo espressa in [daN/cm<sup>2</sup>]  
 $\tau_c$  tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [daN/cm<sup>2</sup>]  
 $\sigma_{fi}$  tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo inferiore in [daN/cm<sup>2</sup>]  
 $\sigma_{fs}$  tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo superiore in [daN/cm<sup>2</sup>]

#### Fondazione di valle

(L'ascissa X, espressa in [m], è positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle)

Nr.	X	B, H	$A_{fi}$	$A_{fs}$	$\sigma_c$	$\tau_c$	$\sigma_{fi}$	$\sigma_{fs}$
1	0,00	100, 40	10,05	10,05	0,00	0,00	0,00	0,00
2	1,10	100, 40	10,05	10,05	4,63	0,68	237,49	-44,59

#### Fondazione di monte

(L'ascissa X, espressa in [m], è positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte)

Nr.	X	B, H	$A_{fi}$	$A_{fs}$	$\sigma_c$	$\tau_c$	$\sigma_{fi}$	$\sigma_{fs}$
1	0,00	100, 40	10,05	18,10	0,00	0,00	0,00	0,00
2	1,10	100, 40	10,05	10,05	0,94	-0,03	48,30	-9,07

#### Verifica sperone di fondazione

Base sezione B= 100 cm Altezza sezione H=40 [cm]  
 $A_{fi}=8,04$  [cmq]  $A_{fs}=8,04$  [cmq]  
Sollecitazioni M=864,2 [daNm] T=3239,2 [daN]  
Momento ultimo sezione  $M_u = 11345,08$  [daNm]  
Coeff. sicurezza sezione = 13,13

Verifiche a fessurazione

#### Combinazione n° 33

L'ordinata Y (espressa in [m]) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

$A_{fs}$  area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [cmq]  
 $A_{fi}$  area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [cmq]  
 $M_{pf}$  Momento di prima fessurazione espressa in [daNm]  
M Momento agente nella sezione espressa in [daNm]  
 $\epsilon_m$  deformazione media espressa in [%]  
 $s_m$  Distanza media tra le fessure espressa in [mm]  
w Apertura media della fessura espressa in [mm]

#### Verifica fessurazione paramento

N°	Y	$A_{fs}$	$A_{fi}$	$M_{pf}$	M	$\epsilon_m$	$s_m$	w
1	0,00	10,05	10,05	-1116	0	0,0000	0,00	0,000
2	0,11	10,05	10,05	-1116	-3	0,0000	0,00	0,000
3	0,21	10,05	10,05	-1116	-11	0,0000	0,00	0,000
4	0,32	10,05	10,05	-1116	-25	0,0000	0,00	0,000
5	0,43	10,05	10,05	-1116	-46	0,0000	0,00	0,000
6	0,54	10,05	10,05	-1116	-75	0,0000	0,00	0,000
7	0,64	10,05	10,05	-1116	-110	0,0000	0,00	0,000
8	0,75	10,05	10,05	-1116	-154	0,0000	0,00	0,000
9	0,75	10,05	10,05	-2457	-160	0,0000	0,00	0,000
10	0,87	10,05	10,05	-2457	-219	0,0000	0,00	0,000
11	0,99	10,05	10,05	-2457	-289	0,0000	0,00	0,000
12	1,11	10,05	10,05	-2457	-372	0,0000	0,00	0,000
13	1,23	10,05	10,05	-2457	-467	0,0000	0,00	0,000
14	1,35	10,05	10,05	-2457	-576	0,0000	0,00	0,000
15	1,47	10,05	10,05	-2457	-698	0,0000	0,00	0,000
16	1,58	10,05	10,05	-2457	-836	0,0000	0,00	0,000
17	1,70	10,05	10,05	-2457	-989	0,0000	0,00	0,000
18	1,82	10,05	10,05	-2457	-1158	0,0000	0,00	0,000
19	1,94	10,05	10,05	-2457	-1344	0,0000	0,00	0,000

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE</b>		<i>Codice documento</i> ST0191_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20-06-2011

20	2,06	10,05	10,05	-2457	-1548	0,0000	0,00	0,000
21	2,18	10,05	0,00	-2409	-1770	0,0000	0,00	0,000
22	2,30	0,00	0,00	-2160	-2011	0,0000	0,00	0,000

Verifica fessurazione fondazione

N°	Y	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	M <sub>pf</sub>	M	ε <sub>m</sub>	S <sub>m</sub>	w
1	-1,30	10,05	10,05	-4282	0	0,0000	0,00	0,000
2	-1,19	10,05	10,05	4282	2	0,0000	0,00	0,000
3	-1,08	10,05	10,05	4282	10	0,0000	0,00	0,000
4	-0,97	10,05	10,05	4282	29	0,0000	0,00	0,000
5	-0,86	10,05	10,05	4282	62	0,0000	0,00	0,000
6	-0,75	10,05	10,05	4282	115	0,0000	0,00	0,000
7	-0,64	10,05	10,05	4282	191	0,0000	0,00	0,000
8	-0,53	10,05	10,05	4282	295	0,0000	0,00	0,000
9	-0,42	10,05	10,05	4282	431	0,0000	0,00	0,000
10	-0,31	10,05	10,05	4282	603	0,0000	0,00	0,000
11	-0,20	10,05	10,05	4282	816	0,0000	0,00	0,000
12	0,10	10,05	10,05	4282	166	0,0000	0,00	0,000
13	0,21	10,05	10,05	4282	168	0,0000	0,00	0,000
14	0,32	10,05	10,05	4282	156	0,0000	0,00	0,000
15	0,43	10,05	10,05	4282	134	0,0000	0,00	0,000
16	0,54	10,05	10,05	4282	108	0,0000	0,00	0,000
17	0,65	10,05	10,05	4282	80	0,0000	0,00	0,000
18	0,76	10,05	10,05	4282	56	0,0000	0,00	0,000
19	0,87	18,10	10,05	4340	38	0,0000	0,00	0,000
20	0,98	10,05	10,05	4282	20	0,0000	0,00	0,000
21	1,09	18,10	10,05	4340	6	0,0000	0,00	0,000
22	1,20	18,10	10,05	-4576	0	0,0000	0,00	0,000

COMBINAZIONE n° 34

Valore della spinta statica	3537,04	[daN]			
Componente orizzontale della spinta statica	3239,19	[daN]			
Componente verticale della spinta statica	1420,67	[daN]			
Punto d'applicazione della spinta	X = 1,20	[m]	Y = -1,82	[m]	
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	23,68	[°]			
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	58,94	[°]			
Incremento sismico della spinta	177,29	[daN]			
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 1,20	[m]	Y = -1,55	[m]	
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	58,13	[°]			
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	7089,00	[daN]			
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0,63	[m]	Y = -1,13	[m]	
Inerzia del muro	78,76	[daN]			
Inerzia verticale del muro	39,38	[daN]			
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	125,83	[daN]			
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	62,91	[daN]			

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	3606,14	[daN]			
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	13120,67	[daN]			
Resistenza passiva dente di fondazione	-6009,17	[daN]			
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	13120,67	[daN]			
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	3606,14	[daN]			
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0,30	[m]			
Lunghezza fondazione reagente	2,50	[m]			
Risultante in fondazione	13607,21	[daN]			
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	15,37	[°]			
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-3875,59	[daNm]			
Carico ultimo della fondazione	432277,71	[daN]			

Tensioni sul terreno

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
<b>RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE</b>		<i>Codice documento</i> ST0191_F0.doc	<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						

Lunghezza fondazione reagente 2,50 [m]  
Tensione terreno allo spigolo di valle 0,1528 [daN/cm<sup>2</sup>]  
Tensione terreno allo spigolo di monte 0,8969 [daN/cm<sup>2</sup>]

Fattori per il calcolo della capacità portante

**Coeff. capacità portante**  $N_c = 77.50$   $N_q = 61.55$   $N_\gamma = 80.93$

**Fattori forma**  $s_c = 1,00$   $s_q = 1,00$   $s_\gamma = 1,00$

I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.

$N'_c = 77.50$   $N'_q = 61.55$   $N'_\gamma = 80.93$

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a scorrimento 2.11

Coefficiente di sicurezza a carico ultimo 32.95

Sollecitazioni paramento

Combinazione n° 34

L'ordinata Y (espressa in m) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in daNm

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in daN

Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in daN

Nr.	Y	N	M	T
1	0,11	53,57	2,95	55,85
2	1,11	778,27	405,17	806,15
3	2,30	1672,50	2159,24	2231,86

Sollecitazioni fondazione di valle

Combinazione n° 34

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in daNm

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in daN

Nr.	X	M	T
1	0,00	0,00	0,00
2	1,10	979,54	2381,23

Sollecitazioni fondazione di monte

Combinazione n° 34

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in daNm

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in daN

Nr.	X	M	T
1	0,00	0,00	0,00
2	1,10	86,17	-189,04

Armature e tensioni nei materiali del muro

Combinazione n° 34

L'ordinata Y (espressa in [m]) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

B base della sezione espressa in [cm]

H altezza della sezione espressa in [cm]

$A_{fs}$  area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [cm<sup>2</sup>]

$A_{fi}$  area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [cm<sup>2</sup>]

$\sigma_c$  tensione nel calcestruzzo espressa in [daN/cm<sup>2</sup>]

$\tau_c$  tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [daN/cm<sup>2</sup>]

$\sigma_{fs}$  tensione nell'armatura disposta sul lembo di monte in [daN/cm<sup>2</sup>]

$\sigma_{fi}$  tensione nell'armatura disposta sul lembo di valle in [daN/cm<sup>2</sup>]

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
		<b>RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE</b>	<i>Codice documento</i> ST0191_F0.doc	<i>Rev</i> F0

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	σ <sub>c</sub>	τ <sub>c</sub>	σ <sub>fs</sub>	σ <sub>fi</sub>
1	0,11	100, 20	10,05	10,05	0,06	0,04	0,12	-0,75
2	1,11	100, 30	10,05	10,05	3,94	0,35	128,12	-38,33
3	2,30	100, 30	0,00	0,00	0,00	0,97	0,00	0,00

Armature e tensioni nei materiali della fondazione

**Combinazione n° 34**

Simbologia adottata

B	base della sezione espressa in [cm]
H	altezza della sezione espressa in [cm]
A <sub>fi</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo inferiore in [cmq]
A <sub>fs</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo superiore in [cmq]
σ <sub>c</sub>	tensione nel calcestruzzo espressa in [daN/cm <sup>2</sup> ]
τ <sub>c</sub>	tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [daN/cm <sup>2</sup> ]
σ <sub>fi</sub>	tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo inferiore in [daN/cm <sup>2</sup> ]
σ <sub>fs</sub>	tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo superiore in [daN/cm <sup>2</sup> ]

Fondazione di valle

(L'ascissa X, espressa in [m], è positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle)

Nr.	X	B, H	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	σ <sub>c</sub>	τ <sub>c</sub>	σ <sub>fi</sub>	σ <sub>fs</sub>
1	0,00	100, 40	10,05	10,05	0,00	0,00	0,00	0,00
2	1,10	100, 40	10,05	10,05	5,56	0,76	285,16	-53,53

Fondazione di monte

(L'ascissa X, espressa in [m], è positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte)

Nr.	X	B, H	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	σ <sub>c</sub>	τ <sub>c</sub>	σ <sub>fi</sub>	σ <sub>fs</sub>
1	0,00	100, 40	10,05	18,10	0,00	0,00	0,00	0,00
2	1,10	100, 40	10,05	10,05	0,49	-0,06	25,08	-4,71

Verifica sperone di fondazione

Base sezione B= 100 cm Altezza sezione H=40 [cm]  
A<sub>fi</sub>=8,04 [cmq] A<sub>fs</sub>=8,04 [cmq]  
Sollecitazioni M=962,1 [daNm] T=3606,1 [daN]  
Momento ultimo sezione M<sub>u</sub> = 11345,08 [daNm]  
Coeff. sicurezza sezione = 11,79

Verifiche a fessurazione

**Combinazione n° 34**

L'ordinata Y (espressa in [m]) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

A <sub>fs</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [cmq]
A <sub>fi</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [cmq]
M <sub>pf</sub>	Momento di prima fessurazione espressa in [daNm]
M	Momento agente nella sezione espressa in [daNm]
ε <sub>m</sub>	deformazione media espressa in [%]
s <sub>m</sub>	Distanza media tra le fessure espressa in [mm]
w	Apertura media della fessura espressa in [mm]

Verifica fessurazione paramento

N°	Y	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	M <sub>pf</sub>	M	ε <sub>m</sub>	s <sub>m</sub>	w
1	0,00	10,05	10,05	-1116	0	0,0000	0,00	0,000
2	0,11	10,05	10,05	-1116	-3	0,0000	0,00	0,000
3	0,21	10,05	10,05	-1116	-12	0,0000	0,00	0,000
4	0,32	10,05	10,05	-1116	-28	0,0000	0,00	0,000
5	0,43	10,05	10,05	-1116	-51	0,0000	0,00	0,000
6	0,54	10,05	10,05	-1116	-82	0,0000	0,00	0,000
7	0,64	10,05	10,05	-1116	-122	0,0000	0,00	0,000
8	0,75	10,05	10,05	-1116	-170	0,0000	0,00	0,000

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE</b>		<i>Codice documento</i> ST0191_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20-06-2011

9	0,75	10,05	10,05	-2457	-175	0,0000	0,00	0,000
10	0,87	10,05	10,05	-2457	-239	0,0000	0,00	0,000
11	0,99	10,05	10,05	-2457	-316	0,0000	0,00	0,000
12	1,11	10,05	10,05	-2457	-405	0,0000	0,00	0,000
13	1,23	10,05	10,05	-2457	-508	0,0000	0,00	0,000
14	1,35	10,05	10,05	-2457	-625	0,0000	0,00	0,000
15	1,47	10,05	10,05	-2457	-758	0,0000	0,00	0,000
16	1,58	10,05	10,05	-2457	-906	0,0000	0,00	0,000
17	1,70	10,05	10,05	-2457	-1070	0,0000	0,00	0,000
18	1,82	10,05	10,05	-2457	-1251	0,0000	0,00	0,000
19	1,94	10,05	10,05	-2457	-1450	0,0000	0,00	0,000
20	2,06	10,05	10,05	-2457	-1667	0,0000	0,00	0,000
21	2,18	10,05	0,00	-2409	-1903	0,0000	0,00	0,000
22	2,30	0,00	0,00	-2160	-2159	0,0000	0,00	0,000

Verifica fessurazione fondazione

N°	Y	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	M <sub>pf</sub>	M	ε <sub>m</sub>	S <sub>m</sub>	w
1	-1,30	10,05	10,05	-4282	0	0,0000	0,00	0,000
2	-1,19	10,05	10,05	4282	4	0,0000	0,00	0,000
3	-1,08	10,05	10,05	4282	18	0,0000	0,00	0,000
4	-0,97	10,05	10,05	4282	47	0,0000	0,00	0,000
5	-0,86	10,05	10,05	4282	93	0,0000	0,00	0,000
6	-0,75	10,05	10,05	4282	162	0,0000	0,00	0,000
7	-0,64	10,05	10,05	4282	258	0,0000	0,00	0,000
8	-0,53	10,05	10,05	4282	383	0,0000	0,00	0,000
9	-0,42	10,05	10,05	4282	542	0,0000	0,00	0,000
10	-0,31	10,05	10,05	4282	740	0,0000	0,00	0,000
11	-0,20	10,05	10,05	4282	980	0,0000	0,00	0,000
12	0,10	10,05	10,05	4282	86	0,0000	0,00	0,000
13	0,21	10,05	10,05	4282	99	0,0000	0,00	0,000
14	0,32	10,05	10,05	4282	98	0,0000	0,00	0,000
15	0,43	10,05	10,05	4282	88	0,0000	0,00	0,000
16	0,54	10,05	10,05	4282	72	0,0000	0,00	0,000
17	0,65	10,05	10,05	4282	54	0,0000	0,00	0,000
18	0,76	10,05	10,05	4282	39	0,0000	0,00	0,000
19	0,87	18,10	10,05	4340	27	0,0000	0,00	0,000
20	0,98	10,05	10,05	4282	15	0,0000	0,00	0,000
21	1,09	18,10	10,05	4340	4	0,0000	0,00	0,000
22	1,20	18,10	10,05	-4576	0	0,0000	0,00	0,000

COMBINAZIONE n° 35

Valore della spinta statica	3537,04	[daN]		
Componente orizzontale della spinta statica	3239,19	[daN]		
Componente verticale della spinta statica	1420,67	[daN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 1,20	[m]	Y = -1,82	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie			23,68	[°]
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	58,94			[°]
Incremento sismico della spinta	114,56	[daN]		
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 1,20	[m]	Y = -1,55	[m]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	58,13			[°]
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	7089,00	[daN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0,63	[m]	Y = -1,13	[m]
Inerzia del muro	78,76	[daN]		
Inerzia verticale del muro	-39,38	[daN]		
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	125,83	[daN]		
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	-62,91	[daN]		

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	3548,69	[daN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	12890,89	[daN]

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
<b>RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE</b>		<i>Codice documento</i> ST0191_F0.doc	<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 passiva dente di fondazione -5909,74 [daN]  
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione 12890,89 [daN]  
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione 3548,69 [daN]  
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione -0,30 [m]  
Lunghezza fondazione reagente 2,50 [m]  
Risultante in fondazione 13370,42 [daN]  
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale) 15,39 [°]  
Momento rispetto al baricentro della fondazione -3817,28 [daNm]  
Carico ultimo della fondazione 431941,52 [daN]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente 2,50 [m]  
Tensione terreno allo spigolo di valle 0,1492 [daN/cm<sup>2</sup>]  
Tensione terreno allo spigolo di monte 0,8821 [daN/cm<sup>2</sup>]

Fattori per il calcolo della capacità portante

**Coeff. capacità portante**  $N_c = 77.50$        $N_q = 61.55$        $N_\gamma = 80.93$

**Fattori forma**  $s_c = 1,00$     $s_q = 1,00$     $s_\gamma = 1,00$

I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.

$N'_c = 77.50$        $N'_q = 61.55$        $N'_\gamma = 80.93$

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a scorrimento 2.11  
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo 33.51

Sollecitazioni paramento

Combinazione n° 35

L'ordinata Y (espressa in m) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in daNm

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in daN

Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in daN

Nr.	Y	N	M	T
1	0,11	53,57	2,85	54,11
2	1,11	778,27	395,23	788,21
3	2,30	1672,50	2116,40	2194,61

Sollecitazioni fondazione di valle

Combinazione n° 35

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in daNm

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in daN

Nr.	X	M	T
1	0,00	0,00	0,00
2	1,10	947,86	2314,60

Sollecitazioni fondazione di monte

Combinazione n° 35

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in daNm

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in daN

Nr.	X	M	T
1	0,00	0,00	0,00
2	1,10	6,63	-324,62

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
<b>RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE</b>		<i>Codice documento</i> ST0191_F0.doc	<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						

Armature e tensioni nei materiali del muro

Combinazione n° 35

L'ordinata Y (espressa in [m]) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

B	base della sezione espressa in [cm]
H	altezza della sezione espressa in [cm]
A <sub>fs</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [cmq]
A <sub>fi</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [cmq]
σ <sub>c</sub>	tensione nel calcestruzzo espressa in [daN/cm <sup>2</sup> ]
τ <sub>c</sub>	tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [daN/cm <sup>2</sup> ]
σ <sub>fs</sub>	tensione nell'armatura disposta sul lembo di monte in [daN/cm <sup>2</sup> ]
σ <sub>fi</sub>	tensione nell'armatura disposta sul lembo di valle in [daN/cm <sup>2</sup> ]

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	σ <sub>c</sub>	τ <sub>c</sub>	σ <sub>fs</sub>	σ <sub>fi</sub>
1	0,11	100, 20	10,05	10,05	0,06	0,04	0,09	-0,73
2	1,11	100, 30	10,05	10,05	3,85	0,34	124,12	-37,52
3	2,30	100, 30	0,00	0,00	0,00	0,96	0,00	0,00

Armature e tensioni nei materiali della fondazione

Combinazione n° 35

Simbologia adottata

B	base della sezione espressa in [cm]
H	altezza della sezione espressa in [cm]
A <sub>fi</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo inferiore in [cmq]
A <sub>fs</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo superiore in [cmq]
σ <sub>c</sub>	tensione nel calcestruzzo espressa in [daN/cm <sup>2</sup> ]
τ <sub>c</sub>	tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [daN/cm <sup>2</sup> ]
σ <sub>fi</sub>	tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo inferiore in [daN/cm <sup>2</sup> ]
σ <sub>fs</sub>	tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo superiore in [daN/cm <sup>2</sup> ]

Fondazione di valle

(L'ascissa X, espressa in [m], è positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle)

Nr.	X	B, H	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	σ <sub>c</sub>	τ <sub>c</sub>	σ <sub>fi</sub>	σ <sub>fs</sub>
1	0,00	100, 40	10,05	10,05	0,00	0,00	0,00	0,00
2	1,10	100, 40	10,05	10,05	5,38	0,74	275,93	-51,80

Fondazione di monte

(L'ascissa X, espressa in [m], è positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte)

Nr.	X	B, H	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	σ <sub>c</sub>	τ <sub>c</sub>	σ <sub>fi</sub>	σ <sub>fs</sub>
1	0,00	100, 40	10,05	18,10	0,00	0,00	0,00	0,00
2	1,10	100, 40	10,05	10,05	0,04	-0,10	1,93	-0,36

Verifica sperone di fondazione

Base sezione B= 100 cm      Altezza sezione H=40 [cm]  
A<sub>fi</sub>=8,04 [cmq]      A<sub>fs</sub>=8,04 [cmq]  
Sollecitazioni M=946,8 [daNm]      T=3548,7 [daN]  
Momento ultimo sezione M<sub>u</sub> = 11345,08 [daNm]  
Coeff.sicurezza sezione = 11,98

Verifiche a fessurazione

Combinazione n° 35

L'ordinata Y (espressa in [m]) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

A <sub>fs</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [cmq]
A <sub>fi</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [cmq]
M <sub>pf</sub>	Momento di prima fessurazione espressa in [daNm]
M	Momento agente nella sezione espressa in [daNm]
ε <sub>m</sub>	deformazione media espressa in [%]

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
<b>RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE</b>		<i>Codice documento</i> ST0191_F0.doc	<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						

$s_m$  Distanza media tra le fessure espressa in [mm]  
 $w$  Apertura media della fessura espressa in [mm]

Verifica fessurazione paramento

N°	Y	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	M <sub>pf</sub>	M	ε <sub>m</sub>	S <sub>m</sub>	w
1	0,00	10,05	10,05	-1116	0	0,0000	0,00	0,000
2	0,11	10,05	10,05	-1116	-3	0,0000	0,00	0,000
3	0,21	10,05	10,05	-1116	-12	0,0000	0,00	0,000
4	0,32	10,05	10,05	-1116	-27	0,0000	0,00	0,000
5	0,43	10,05	10,05	-1116	-50	0,0000	0,00	0,000
6	0,54	10,05	10,05	-1116	-80	0,0000	0,00	0,000
7	0,64	10,05	10,05	-1116	-118	0,0000	0,00	0,000
8	0,75	10,05	10,05	-1116	-165	0,0000	0,00	0,000
9	0,75	10,05	10,05	-2457	-170	0,0000	0,00	0,000
10	0,87	10,05	10,05	-2457	-233	0,0000	0,00	0,000
11	0,99	10,05	10,05	-2457	-308	0,0000	0,00	0,000
12	1,11	10,05	10,05	-2457	-395	0,0000	0,00	0,000
13	1,23	10,05	10,05	-2457	-496	0,0000	0,00	0,000
14	1,35	10,05	10,05	-2457	-611	0,0000	0,00	0,000
15	1,47	10,05	10,05	-2457	-740	0,0000	0,00	0,000
16	1,58	10,05	10,05	-2457	-885	0,0000	0,00	0,000
17	1,70	10,05	10,05	-2457	-1046	0,0000	0,00	0,000
18	1,82	10,05	10,05	-2457	-1224	0,0000	0,00	0,000
19	1,94	10,05	10,05	-2457	-1419	0,0000	0,00	0,000
20	2,06	10,05	10,05	-2457	-1633	0,0000	0,00	0,000
21	2,18	10,05	0,00	-2409	-1865	0,0000	0,00	0,000
22	2,30	0,00	0,00	-2160	-2116	0,0000	0,00	0,000

Verifica fessurazione fondazione

N°	Y	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	M <sub>pf</sub>	M	ε <sub>m</sub>	S <sub>m</sub>	w
1	-1,30	10,05	10,05	-4282	0	0,0000	0,00	0,000
2	-1,19	10,05	10,05	4282	4	0,0000	0,00	0,000
3	-1,08	10,05	10,05	4282	17	0,0000	0,00	0,000
4	-0,97	10,05	10,05	4282	44	0,0000	0,00	0,000
5	-0,86	10,05	10,05	4282	89	0,0000	0,00	0,000
6	-0,75	10,05	10,05	4282	156	0,0000	0,00	0,000
7	-0,64	10,05	10,05	4282	248	0,0000	0,00	0,000
8	-0,53	10,05	10,05	4282	369	0,0000	0,00	0,000
9	-0,42	10,05	10,05	4282	523	0,0000	0,00	0,000
10	-0,31	10,05	10,05	4282	715	0,0000	0,00	0,000
11	-0,20	10,05	10,05	4282	948	0,0000	0,00	0,000
12	0,10	10,05	10,05	4282	7	0,0000	0,00	0,000
13	0,21	10,05	10,05	4282	34	0,0000	0,00	0,000
14	0,32	10,05	10,05	4282	46	0,0000	0,00	0,000
15	0,43	10,05	10,05	4282	47	0,0000	0,00	0,000
16	0,54	10,05	10,05	4282	42	0,0000	0,00	0,000
17	0,65	10,05	10,05	4282	33	0,0000	0,00	0,000
18	0,76	10,05	10,05	4282	25	0,0000	0,00	0,000
19	0,87	18,10	10,05	4340	20	0,0000	0,00	0,000
20	0,98	10,05	10,05	4282	11	0,0000	0,00	0,000
21	1,09	18,10	10,05	4340	3	0,0000	0,00	0,000
22	1,20	18,10	10,05	-4576	0	0,0000	0,00	0,000

**COMBINAZIONE n° 36**

Valore della spinta statica 3537,04 [daN]  
Componente orizzontale della spinta statica 3239,19 [daN]  
Componente verticale della spinta statica 1420,67 [daN]  
Punto d'applicazione della spinta X = 1,20 [m] Y = -1,82 [m]  
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie 23,68 [°]  
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche 58,94 [°]

Incremento sismico della spinta 177,29 [daN]

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
<b>RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE</b>		<i>Codice documento</i> ST0191_F0.doc	<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						

Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta X = 1,20 [m] Y = -1,55 [m]  
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche 58,13 [°]

Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte 7089,00 [daN]  
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte X = 0,63 [m] Y = -1,13 [m]  
Inerzia del muro 78,76 [daN]  
Inerzia verticale del muro 39,38 [daN]  
Inerzia del terrapieno fondazione di monte 125,83 [daN]  
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte 62,91 [daN]

#### Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale 3606,14 [daN]  
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale 13120,67 [daN]  
Resistenza passiva dente di fondazione -6009,17 [daN]  
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione 13120,67 [daN]  
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione 3606,14 [daN]  
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione -0,30 [m]  
Lunghezza fondazione reagente 2,50 [m]  
Risultante in fondazione 13607,21 [daN]  
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale) 15,37 [°]  
Momento rispetto al baricentro della fondazione -3875,59 [daNm]  
Carico ultimo della fondazione 432277,71 [daN]

#### Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente 2,50 [m]  
Tensione terreno allo spigolo di valle 0,1528 [daN/cm<sup>2</sup>]  
Tensione terreno allo spigolo di monte 0,8969 [daN/cm<sup>2</sup>]

#### Fattori per il calcolo della capacità portante

**Coeff. capacità portante** N<sub>c</sub> = 77.50 N<sub>q</sub> = 61.55 N<sub>γ</sub> = 80.93

**Fattori forma** s<sub>c</sub> = 1,00 s<sub>q</sub> = 1,00 s<sub>γ</sub> = 1,00

I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.

N'<sub>c</sub> = 77.50 N'<sub>q</sub> = 61.55 N'<sub>γ</sub> = 80.93

#### **COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a scorrimento 2.11  
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo 32.95

Sollecitazioni paramento

#### Combinazione n° 36

L'ordinata Y (espressa in m) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in daNm

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in daN

Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in daN

Nr.	Y	N	M	T
1	0,11	53,57	2,95	55,85
2	1,11	778,27	405,17	806,15
3	2,30	1672,50	2159,24	2231,86

Sollecitazioni fondazione di valle

#### Combinazione n° 36

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in daNm

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in daN

Nr.	X	M	T
1	0,00	0,00	0,00
2	1,10	979,54	2381,23

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
<b>RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE</b>		<i>Codice documento</i> ST0191_F0.doc	<table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 30%;"><i>Rev</i></td> <td><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						

Sollecitazioni fondazione di monte

Combinazione n° 36

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in daNm

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in daN

Nr.	X	M	T
1	0,00	0,00	0,00
2	1,10	86,17	-189,04

Armature e tensioni nei materiali del muro

Combinazione n° 36

L'ordinata Y (espressa in [m]) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

B base della sezione espressa in [cm]

H altezza della sezione espressa in [cm]

A<sub>fs</sub> area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [cmq]

A<sub>fi</sub> area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [cmq]

σ<sub>c</sub> tensione nel calcestruzzo espressa in [daN/cm<sup>2</sup>]

τ<sub>c</sub> tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [daN/cm<sup>2</sup>]

σ<sub>fs</sub> tensione nell'armatura disposta sul lembo di monte in [daN/cm<sup>2</sup>]

σ<sub>fi</sub> tensione nell'armatura disposta sul lembo di valle in [daN/cm<sup>2</sup>]

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	σ <sub>c</sub>	τ <sub>c</sub>	σ <sub>fs</sub>	σ <sub>fi</sub>
1	0,11	100, 20	10,05	10,05	0,06	0,04	0,12	-0,75
2	1,11	100, 30	10,05	10,05	3,94	0,35	128,12	-38,33
3	2,30	100, 30	0,00	0,00	0,00	0,97	0,00	0,00

Armature e tensioni nei materiali della fondazione

Combinazione n° 36

Simbologia adottata

B base della sezione espressa in [cm]

H altezza della sezione espressa in [cm]

A<sub>fi</sub> area di armatura in corrispondenza del lembo inferiore in [cmq]

A<sub>fs</sub> area di armatura in corrispondenza del lembo superiore in [cmq]

σ<sub>c</sub> tensione nel calcestruzzo espressa in [daN/cm<sup>2</sup>]

τ<sub>c</sub> tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [daN/cm<sup>2</sup>]

σ<sub>fi</sub> tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo inferiore in [daN/cm<sup>2</sup>]

σ<sub>fs</sub> tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo superiore in [daN/cm<sup>2</sup>]

Fondazione di valle

(L'ascissa X, espressa in [m], è positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle)

Nr.	X	B, H	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	σ <sub>c</sub>	τ <sub>c</sub>	σ <sub>fi</sub>	σ <sub>fs</sub>
1	0,00	100, 40	10,05	10,05	0,00	0,00	0,00	0,00
2	1,10	100, 40	10,05	10,05	5,56	0,76	285,16	-53,53

Fondazione di monte

(L'ascissa X, espressa in [m], è positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte)

Nr.	X	B, H	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	σ <sub>c</sub>	τ <sub>c</sub>	σ <sub>fi</sub>	σ <sub>fs</sub>
1	0,00	100, 40	10,05	18,10	0,00	0,00	0,00	0,00
2	1,10	100, 40	10,05	10,05	0,49	-0,06	25,08	-4,71

Verifica sperone di fondazione

Base sezione B= 100 cm Altezza sezione H=40 [cm]

A<sub>fi</sub>=8,04 [cmq] A<sub>fs</sub>=8,04 [cmq]

Sollecitazioni M=962,1 [daNm] T=3606,1 [daN]

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE</b>		<i>Codice documento</i> ST0191_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20-06-2011

Momento ultimo sezione  $M_u = 11345,08$  [daNm]  
Coeff.sicurezza sezione = 11,79

Verifiche a fessurazione

Combinazione n° 36

L'ordinata Y (espressa in [m]) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

$A_{fs}$  area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [cmq]

$A_{fi}$  area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [cmq]

$M_{pf}$  Momento di prima fessurazione espressa in [daNm]

$M$  Momento agente nella sezione espressa in [daNm]

$\epsilon_m$  deformazione media espressa in [%]

$s_m$  Distanza media tra le fessure espressa in [mm]

$w$  Apertura media della fessura espressa in [mm]

Verifica fessurazione paramento

N°	Y	$A_{fs}$	$A_{fi}$	$M_{pf}$	M	$\epsilon_m$	$s_m$	w
1	0,00	10,05	10,05	-1116	0	0,0000	0,00	0,000
2	0,11	10,05	10,05	-1116	-3	0,0000	0,00	0,000
3	0,21	10,05	10,05	-1116	-12	0,0000	0,00	0,000
4	0,32	10,05	10,05	-1116	-28	0,0000	0,00	0,000
5	0,43	10,05	10,05	-1116	-51	0,0000	0,00	0,000
6	0,54	10,05	10,05	-1116	-82	0,0000	0,00	0,000
7	0,64	10,05	10,05	-1116	-122	0,0000	0,00	0,000
8	0,75	10,05	10,05	-1116	-170	0,0000	0,00	0,000
9	0,75	10,05	10,05	-2457	-175	0,0000	0,00	0,000
10	0,87	10,05	10,05	-2457	-239	0,0000	0,00	0,000
11	0,99	10,05	10,05	-2457	-316	0,0000	0,00	0,000
12	1,11	10,05	10,05	-2457	-405	0,0000	0,00	0,000
13	1,23	10,05	10,05	-2457	-508	0,0000	0,00	0,000
14	1,35	10,05	10,05	-2457	-625	0,0000	0,00	0,000
15	1,47	10,05	10,05	-2457	-758	0,0000	0,00	0,000
16	1,58	10,05	10,05	-2457	-906	0,0000	0,00	0,000
17	1,70	10,05	10,05	-2457	-1070	0,0000	0,00	0,000
18	1,82	10,05	10,05	-2457	-1251	0,0000	0,00	0,000
19	1,94	10,05	10,05	-2457	-1450	0,0000	0,00	0,000
20	2,06	10,05	10,05	-2457	-1667	0,0000	0,00	0,000
21	2,18	10,05	0,00	-2409	-1903	0,0000	0,00	0,000
22	2,30	0,00	0,00	-2160	-2159	0,0000	0,00	0,000

Verifica fessurazione fondazione

N°	Y	$A_{fs}$	$A_{fi}$	$M_{pf}$	M	$\epsilon_m$	$s_m$	w
1	-1,30	10,05	10,05	-4282	0	0,0000	0,00	0,000
2	-1,19	10,05	10,05	4282	4	0,0000	0,00	0,000
3	-1,08	10,05	10,05	4282	18	0,0000	0,00	0,000
4	-0,97	10,05	10,05	4282	47	0,0000	0,00	0,000
5	-0,86	10,05	10,05	4282	93	0,0000	0,00	0,000
6	-0,75	10,05	10,05	4282	162	0,0000	0,00	0,000
7	-0,64	10,05	10,05	4282	258	0,0000	0,00	0,000
8	-0,53	10,05	10,05	4282	383	0,0000	0,00	0,000
9	-0,42	10,05	10,05	4282	542	0,0000	0,00	0,000
10	-0,31	10,05	10,05	4282	740	0,0000	0,00	0,000
11	-0,20	10,05	10,05	4282	980	0,0000	0,00	0,000
12	0,10	10,05	10,05	4282	86	0,0000	0,00	0,000
13	0,21	10,05	10,05	4282	99	0,0000	0,00	0,000
14	0,32	10,05	10,05	4282	98	0,0000	0,00	0,000
15	0,43	10,05	10,05	4282	88	0,0000	0,00	0,000
16	0,54	10,05	10,05	4282	72	0,0000	0,00	0,000
17	0,65	10,05	10,05	4282	54	0,0000	0,00	0,000
18	0,76	10,05	10,05	4282	39	0,0000	0,00	0,000
19	0,87	18,10	10,05	4340	27	0,0000	0,00	0,000
20	0,98	10,05	10,05	4282	15	0,0000	0,00	0,000
21	1,09	18,10	10,05	4340	4	0,0000	0,00	0,000

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE</b>		<i>Codice documento</i> ST0191_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20-06-2011

22      1,20      18,10      10,05      -4576      0      0,0000      0,00      0,000

**COMBINAZIONE n° 37**

Valore della spinta statica      3537,04 [daN]  
Componente orizzontale della spinta statica      3239,19 [daN]  
Componente verticale della spinta statica      1420,67 [daN]  
Punto d'applicazione della spinta      X = 1,20 [m]      Y = -1,82 [m]  
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie      23,68 [°]  
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche      58,94 [°]

Incremento sismico della spinta      114,56 [daN]  
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta      X = 1,20 [m]      Y = -1,55 [m]  
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche      58,13 [°]

Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte      7089,00 [daN]  
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte      X = 0,63 [m]      Y = -1,13 [m]  
Inerzia del muro      78,76 [daN]  
Inerzia verticale del muro      -39,38 [daN]  
Inerzia del terrapieno fondazione di monte      125,83 [daN]  
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte      -62,91 [daN]

**Risultanti**

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale      3548,69 [daN]  
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale      12890,89 [daN]  
Resistenza passiva dente di fondazione      -5909,74 [daN]  
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione      12890,89 [daN]  
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione      3548,69 [daN]  
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione      -0,30 [m]  
Lunghezza fondazione reagente      2,50 [m]  
Risultante in fondazione      13370,42 [daN]  
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)      15,39 [°]  
Momento rispetto al baricentro della fondazione      -3817,28 [daNm]  
Carico ultimo della fondazione      431941,52 [daN]

**Tensioni sul terreno**

Lunghezza fondazione reagente      2,50 [m]  
Tensione terreno allo spigolo di valle      0,1492 [daN/cm<sup>2</sup>]  
Tensione terreno allo spigolo di monte      0,8821 [daN/cm<sup>2</sup>]

**Fattori per il calcolo della capacità portante**

**Coeff. capacità portante**      N<sub>c</sub> = 77.50      N<sub>q</sub> = 61.55      N<sub>γ</sub> = 80.93

**Fattori forma**      s<sub>c</sub> = 1,00      s<sub>q</sub> = 1,00      s<sub>γ</sub> = 1,00

I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.

N'<sub>c</sub> = 77.50      N'<sub>q</sub> = 61.55      N'<sub>γ</sub> = 80.93

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a scorrimento      2.11  
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo      33.51

Sollecitazioni paramento

**Combinazione n° 37**

L'ordinata Y (espressa in m) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in daNm

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in daN

Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in daN

Nr.	Y	N	M	T
1	0,11	53,57	2,85	54,11
2	1,11	778,27	395,23	788,21
3	2,30	1672,50	2116,40	2194,61

Sollecitazioni fondazione di valle

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
<b>RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE</b>		<i>Codice documento</i> ST0191_F0.doc	<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						

Combinazione n° 37

L'ascissa X(espressa in m) è considerata positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in daNm

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in daN

Nr.	X	M	T
1	0,00	0,00	0,00
2	1,10	947,86	2314,60

Sollecitazioni fondazione di monte

Combinazione n° 37

L'ascissa X(espressa in m) è considerata positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in daNm

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in daN

Nr.	X	M	T
1	0,00	0,00	0,00
2	1,10	6,63	-324,62

Armature e tensioni nei materiali del muro

Combinazione n° 37

L'ordinata Y(espressa in [m]) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

B base della sezione espressa in [cm]

H altezza della sezione espressa in [cm]

A<sub>fs</sub> area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [cmq]

A<sub>fi</sub> area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [cmq]

σ<sub>c</sub> tensione nel calcestruzzo espressa in [daN/cm<sup>2</sup>]

τ<sub>c</sub> tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [daN/cm<sup>2</sup>]

σ<sub>fs</sub> tensione nell'armatura disposta sul lembo di monte in [daN/cm<sup>2</sup>]

σ<sub>fi</sub> tensione nell'armatura disposta sul lembo di valle in [daN/cm<sup>2</sup>]

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	σ <sub>c</sub>	τ <sub>c</sub>	σ <sub>fs</sub>	σ <sub>fi</sub>
1	0,11	100, 20	10,05	10,05	0,06	0,04	0,09	-0,73
2	1,11	100, 30	10,05	10,05	3,85	0,34	124,12	-37,52
3	2,30	100, 30	0,00	0,00	0,00	0,96	0,00	0,00

Armature e tensioni nei materiali della fondazione

Combinazione n° 37

Simbologia adottata

B base della sezione espressa in [cm]

H altezza della sezione espressa in [cm]

A<sub>fi</sub> area di armatura in corrispondenza del lembo inferiore in [cmq]

A<sub>fs</sub> area di armatura in corrispondenza del lembo superiore in [cmq]

σ<sub>c</sub> tensione nel calcestruzzo espressa in [daN/cm<sup>2</sup>]

τ<sub>c</sub> tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [daN/cm<sup>2</sup>]

σ<sub>fi</sub> tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo inferiore in [daN/cm<sup>2</sup>]

σ<sub>fs</sub> tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo superiore in [daN/cm<sup>2</sup>]

Fondazione di valle

(L'ascissa X, espressa in [m], è positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle)

Nr.	X	B, H	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	σ <sub>c</sub>	τ <sub>c</sub>	σ <sub>fi</sub>	σ <sub>fs</sub>
1	0,00	100, 40	10,05	10,05	0,00	0,00	0,00	0,00
2	1,10	100, 40	10,05	10,05	5,38	0,74	275,93	-51,80

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
<b>RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE</b>		<i>Codice documento</i> ST0191_F0.doc	<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						

### Fondazione di monte

(L'ascissa X, espressa in [m], è positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte)

Nr.	X	B, H	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	σ <sub>c</sub>	τ <sub>c</sub>	σ <sub>fi</sub>	σ <sub>fs</sub>
1	0,00	100, 40	10,05	18,10	0,00	0,00	0,00	0,00
2	1,10	100, 40	10,05	10,05	0,04	-0,10	1,93	-0,36

### Verifica sperone di fondazione

Base sezione B= 100 cm Altezza sezione H=40 [cm]

A<sub>fi</sub>=8,04 [cmq] A<sub>fs</sub>=8,04 [cmq]

Sollecitazioni M=946,8 [daNm] T=3548,7 [daN]

Momento ultimo sezione M<sub>u</sub> = 11345,08 [daNm]

Coeff.sicurezza sezione = 11,98

Verifiche a fessurazione

### Combinazione n° 37

L'ordinata Y (espressa in [m]) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

A<sub>fs</sub> area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [cmq]

A<sub>fi</sub> area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [cmq]

M<sub>pf</sub> Momento di prima fessurazione espressa in [daNm]

M Momento agente nella sezione espressa in [daNm]

ε<sub>m</sub> deformazione media espressa in [%]

S<sub>m</sub> Distanza media tra le fessure espressa in [mm]

w Apertura media della fessura espressa in [mm]

### Verifica fessurazione paramento

N°	Y	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	M <sub>pf</sub>	M	ε <sub>m</sub>	S <sub>m</sub>	w
1	0,00	10,05	10,05	-1116	0	0,0000	0,00	0,000
2	0,11	10,05	10,05	-1116	-3	0,0000	0,00	0,000
3	0,21	10,05	10,05	-1116	-12	0,0000	0,00	0,000
4	0,32	10,05	10,05	-1116	-27	0,0000	0,00	0,000
5	0,43	10,05	10,05	-1116	-50	0,0000	0,00	0,000
6	0,54	10,05	10,05	-1116	-80	0,0000	0,00	0,000
7	0,64	10,05	10,05	-1116	-118	0,0000	0,00	0,000
8	0,75	10,05	10,05	-1116	-165	0,0000	0,00	0,000
9	0,75	10,05	10,05	-2457	-170	0,0000	0,00	0,000
10	0,87	10,05	10,05	-2457	-233	0,0000	0,00	0,000
11	0,99	10,05	10,05	-2457	-308	0,0000	0,00	0,000
12	1,11	10,05	10,05	-2457	-395	0,0000	0,00	0,000
13	1,23	10,05	10,05	-2457	-496	0,0000	0,00	0,000
14	1,35	10,05	10,05	-2457	-611	0,0000	0,00	0,000
15	1,47	10,05	10,05	-2457	-740	0,0000	0,00	0,000
16	1,58	10,05	10,05	-2457	-885	0,0000	0,00	0,000
17	1,70	10,05	10,05	-2457	-1046	0,0000	0,00	0,000
18	1,82	10,05	10,05	-2457	-1224	0,0000	0,00	0,000
19	1,94	10,05	10,05	-2457	-1419	0,0000	0,00	0,000
20	2,06	10,05	10,05	-2457	-1633	0,0000	0,00	0,000
21	2,18	10,05	0,00	-2409	-1865	0,0000	0,00	0,000
22	2,30	0,00	0,00	-2160	-2116	0,0000	0,00	0,000

### Verifica fessurazione fondazione

N°	Y	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	M <sub>pf</sub>	M	ε <sub>m</sub>	S <sub>m</sub>	w
1	-1,30	10,05	10,05	-4282	0	0,0000	0,00	0,000
2	-1,19	10,05	10,05	4282	4	0,0000	0,00	0,000
3	-1,08	10,05	10,05	4282	17	0,0000	0,00	0,000
4	-0,97	10,05	10,05	4282	44	0,0000	0,00	0,000
5	-0,86	10,05	10,05	4282	89	0,0000	0,00	0,000
6	-0,75	10,05	10,05	4282	156	0,0000	0,00	0,000
7	-0,64	10,05	10,05	4282	248	0,0000	0,00	0,000
8	-0,53	10,05	10,05	4282	369	0,0000	0,00	0,000

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
<b>RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE</b>		<i>Codice documento</i> ST0191_F0.doc	<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						

9	-0,42	10,05	10,05	4282	523	0,0000	0,00	0,000
10	-0,31	10,05	10,05	4282	715	0,0000	0,00	0,000
11	-0,20	10,05	10,05	4282	948	0,0000	0,00	0,000
12	0,10	10,05	10,05	4282	7	0,0000	0,00	0,000
13	0,21	10,05	10,05	4282	34	0,0000	0,00	0,000
14	0,32	10,05	10,05	4282	46	0,0000	0,00	0,000
15	0,43	10,05	10,05	4282	47	0,0000	0,00	0,000
16	0,54	10,05	10,05	4282	42	0,0000	0,00	0,000
17	0,65	10,05	10,05	4282	33	0,0000	0,00	0,000
18	0,76	10,05	10,05	4282	25	0,0000	0,00	0,000
19	0,87	18,10	10,05	4340	20	0,0000	0,00	0,000
20	0,98	10,05	10,05	4282	11	0,0000	0,00	0,000
21	1,09	18,10	10,05	4340	3	0,0000	0,00	0,000
22	1,20	18,10	10,05	-4576	0	0,0000	0,00	0,000

#### COMBINAZIONE n° 38

Valore della spinta statica	3537,04	[daN]		
Componente orizzontale della spinta statica	3239,19	[daN]		
Componente verticale della spinta statica	1420,67	[daN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 1,20	[m]	Y = -1,82	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	23,68	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	58,94	[°]		
Incremento sismico della spinta	177,29	[daN]		
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 1,20	[m]	Y = -1,55	[m]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	58,13	[°]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	7089,00	[daN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0,63	[m]	Y = -1,13	[m]
Inerzia del muro	78,76	[daN]		
Inerzia verticale del muro	39,38	[daN]		
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	125,83	[daN]		
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	62,91	[daN]		

#### Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	3606,14	[daN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	13120,67	[daN]
Resistenza passiva dente di fondazione	-6009,17	[daN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	13120,67	[daN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	3606,14	[daN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0,30	[m]
Lunghezza fondazione reagente	2,50	[m]
Risultante in fondazione	13607,21	[daN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	15,37	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-3875,59	[daNm]
Carico ultimo della fondazione	432277,71	[daN]

#### Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	2,50	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	0,1528	[daN/cm <sup>2</sup> ]
Tensione terreno allo spigolo di monte	0,8969	[daN/cm <sup>2</sup> ]

#### Fattori per il calcolo della capacità portante

**Coeff. capacità portante**  $N_c = 77.50$   $N_q = 61.55$   $N_\gamma = 80.93$

**Fattori forma**  $s_c = 1,00$   $s_q = 1,00$   $s_\gamma = 1,00$

I coefficienti N tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.

$N'_c = 77.50$   $N'_q = 61.55$   $N'_\gamma = 80.93$

#### COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a scorrimento 2.11  
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo 32.95

Sollecitazioni paramento

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
<b>RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE</b>		<i>Codice documento</i> ST0191_F0.doc	<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						

**Combinazione n° 38**

L'ordinata Y (espressa in m) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in daNm

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in daN

Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in daN

Nr.	Y	N	M	T
1	0,11	53,57	2,95	55,85
2	1,11	778,27	405,17	806,15
3	2,30	1672,50	2159,24	2231,86

Sollecitazioni fondazione di valle

**Combinazione n° 38**

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in daNm

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in daN

Nr.	X	M	T
1	0,00	0,00	0,00
2	1,10	979,54	2381,23

Sollecitazioni fondazione di monte

**Combinazione n° 38**

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in daNm

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in daN

Nr.	X	M	T
1	0,00	0,00	0,00
2	1,10	86,17	-189,04

Armature e tensioni nei materiali del muro

**Combinazione n° 38**

L'ordinata Y (espressa in [m]) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

B base della sezione espressa in [cm]

H altezza della sezione espressa in [cm]

A<sub>fs</sub> area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [cmq]

A<sub>fi</sub> area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [cmq]

σ<sub>c</sub> tensione nel calcestruzzo espressa in [daN/cm<sup>2</sup>]

τ<sub>c</sub> tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [daN/cm<sup>2</sup>]

σ<sub>fs</sub> tensione nell'armatura disposta sul lembo di monte in [daN/cm<sup>2</sup>]

σ<sub>fi</sub> tensione nell'armatura disposta sul lembo di valle in [daN/cm<sup>2</sup>]

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	σ <sub>c</sub>	τ <sub>c</sub>	σ <sub>fs</sub>	σ <sub>fi</sub>
1	0,11	100, 20	10,05	10,05	0,06	0,04	0,12	-0,75
2	1,11	100, 30	10,05	10,05	3,94	0,35	128,12	-38,33
3	2,30	100, 30	0,00	0,00	0,00	0,97	0,00	0,00

Armature e tensioni nei materiali della fondazione

**Combinazione n° 38**

Simbologia adottata

B base della sezione espressa in [cm]

H altezza della sezione espressa in [cm]

A<sub>fi</sub> area di armatura in corrispondenza del lembo inferiore in [cmq]

A<sub>fs</sub> area di armatura in corrispondenza del lembo superiore in [cmq]

σ<sub>c</sub> tensione nel calcestruzzo espressa in [daN/cm<sup>2</sup>]

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
<b>RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE</b>		<i>Codice documento</i> ST0191_F0.doc	<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						

$\tau_c$  tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [daN/cm<sup>2</sup>]  
 $\sigma_{fi}$  tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo inferiore in [daN/cm<sup>2</sup>]  
 $\sigma_{fs}$  tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo superiore in [daN/cm<sup>2</sup>]

#### Fondazione di valle

(L'ascissa X, espressa in [m], è positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle)

Nr.	X	B, H	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	$\sigma_c$	$\tau_c$	$\sigma_{fi}$	$\sigma_{fs}$
1	0,00	100, 40	10,05	10,05	0,00	0,00	0,00	0,00
2	1,10	100, 40	10,05	10,05	5,56	0,76	285,16	-53,53

#### Fondazione di monte

(L'ascissa X, espressa in [m], è positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte)

Nr.	X	B, H	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	$\sigma_c$	$\tau_c$	$\sigma_{fi}$	$\sigma_{fs}$
1	0,00	100, 40	10,05	18,10	0,00	0,00	0,00	0,00
2	1,10	100, 40	10,05	10,05	0,49	-0,06	25,08	-4,71

#### Verifica sperone di fondazione

Base sezione B= 100 cm Altezza sezione H=40 [cm]  
A<sub>fi</sub>=8,04 [cm<sup>2</sup>] A<sub>fs</sub>=8,04 [cm<sup>2</sup>]  
Sollecitazioni M=962,1 [daNm] T=3606,1 [daN]  
Momento ultimo sezione M<sub>u</sub> = 11345,08 [daNm]  
Coeff.sicurezza sezione = 11,79

Verifiche a fessurazione

#### Combinazione n° 38

L'ordinata Y (espressa in [m]) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

A<sub>fs</sub> area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [cm<sup>2</sup>]  
A<sub>fi</sub> area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [cm<sup>2</sup>]  
M<sub>pf</sub> Momento di prima fessurazione espressa in [daNm]  
M Momento agente nella sezione espressa in [daNm]  
 $\epsilon_m$  deformazione media espressa in [%]  
S<sub>m</sub> Distanza media tra le fessure espressa in [mm]  
w Apertura media della fessura espressa in [mm]

#### Verifica fessurazione paramento

N°	Y	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	M <sub>pf</sub>	M	$\epsilon_m$	S <sub>m</sub>	w
1	0,00	10,05	10,05	-1116	0	0,0000	0,00	0,000
2	0,11	10,05	10,05	-1116	-3	0,0000	0,00	0,000
3	0,21	10,05	10,05	-1116	-12	0,0000	0,00	0,000
4	0,32	10,05	10,05	-1116	-28	0,0000	0,00	0,000
5	0,43	10,05	10,05	-1116	-51	0,0000	0,00	0,000
6	0,54	10,05	10,05	-1116	-82	0,0000	0,00	0,000
7	0,64	10,05	10,05	-1116	-122	0,0000	0,00	0,000
8	0,75	10,05	10,05	-1116	-170	0,0000	0,00	0,000
9	0,75	10,05	10,05	-2457	-175	0,0000	0,00	0,000
10	0,87	10,05	10,05	-2457	-239	0,0000	0,00	0,000
11	0,99	10,05	10,05	-2457	-316	0,0000	0,00	0,000
12	1,11	10,05	10,05	-2457	-405	0,0000	0,00	0,000
13	1,23	10,05	10,05	-2457	-508	0,0000	0,00	0,000
14	1,35	10,05	10,05	-2457	-625	0,0000	0,00	0,000
15	1,47	10,05	10,05	-2457	-758	0,0000	0,00	0,000
16	1,58	10,05	10,05	-2457	-906	0,0000	0,00	0,000
17	1,70	10,05	10,05	-2457	-1070	0,0000	0,00	0,000
18	1,82	10,05	10,05	-2457	-1251	0,0000	0,00	0,000
19	1,94	10,05	10,05	-2457	-1450	0,0000	0,00	0,000
20	2,06	10,05	10,05	-2457	-1667	0,0000	0,00	0,000
21	2,18	10,05	0,00	-2409	-1903	0,0000	0,00	0,000
22	2,30	0,00	0,00	-2160	-2159	0,0000	0,00	0,000

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE</b>		<i>Codice documento</i> ST0191_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20-06-2011

Verifica fessurazione fondazione

N°	Y	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	M <sub>pf</sub>	M	ε <sub>m</sub>	S <sub>m</sub>	w
1	-1,30	10,05	10,05	-4282	0	0,0000	0,00	0,000
2	-1,19	10,05	10,05	4282	4	0,0000	0,00	0,000
3	-1,08	10,05	10,05	4282	18	0,0000	0,00	0,000
4	-0,97	10,05	10,05	4282	47	0,0000	0,00	0,000
5	-0,86	10,05	10,05	4282	93	0,0000	0,00	0,000
6	-0,75	10,05	10,05	4282	162	0,0000	0,00	0,000
7	-0,64	10,05	10,05	4282	258	0,0000	0,00	0,000
8	-0,53	10,05	10,05	4282	383	0,0000	0,00	0,000
9	-0,42	10,05	10,05	4282	542	0,0000	0,00	0,000
10	-0,31	10,05	10,05	4282	740	0,0000	0,00	0,000
11	-0,20	10,05	10,05	4282	980	0,0000	0,00	0,000
12	0,10	10,05	10,05	4282	86	0,0000	0,00	0,000
13	0,21	10,05	10,05	4282	99	0,0000	0,00	0,000
14	0,32	10,05	10,05	4282	98	0,0000	0,00	0,000
15	0,43	10,05	10,05	4282	88	0,0000	0,00	0,000
16	0,54	10,05	10,05	4282	72	0,0000	0,00	0,000
17	0,65	10,05	10,05	4282	54	0,0000	0,00	0,000
18	0,76	10,05	10,05	4282	39	0,0000	0,00	0,000
19	0,87	18,10	10,05	4340	27	0,0000	0,00	0,000
20	0,98	10,05	10,05	4282	15	0,0000	0,00	0,000
21	1,09	18,10	10,05	4340	4	0,0000	0,00	0,000
22	1,20	18,10	10,05	-4576	0	0,0000	0,00	0,000

COMBINAZIONE n° 39

Valore della spinta statica	3537,04	[daN]		
Componente orizzontale della spinta statica	3239,19	[daN]		
Componente verticale della spinta statica	1420,67	[daN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 1,20	[m]	Y = -1,82	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	23,68	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	58,94	[°]		
Incremento sismico della spinta	114,56	[daN]		
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 1,20	[m]	Y = -1,55	[m]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	58,13	[°]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	7089,00	[daN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0,63	[m]	Y = -1,13	[m]
Inerzia del muro	78,76	[daN]		
Inerzia verticale del muro	-39,38	[daN]		
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	125,83	[daN]		
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	-62,91	[daN]		

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	3548,69	[daN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	12890,89	[daN]
Resistenza passiva dente di fondazione	-5909,74	[daN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	12890,89	[daN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	3548,69	[daN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0,30	[m]
Lunghezza fondazione reagente	2,50	[m]
Risultante in fondazione	13370,42	[daN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	15,39	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-3817,28	[daNm]
Carico ultimo della fondazione	431941,52	[daN]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	2,50	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	0,1492	[daN/cm <sup>2</sup> ]
Tensione terreno allo spigolo di monte	0,8821	[daN/cm <sup>2</sup> ]

Fattori per il calcolo della capacità portante

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
<b>RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE</b>		<i>Codice documento</i> ST0191_F0.doc	<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						

**Coeff. capacità portante**     $N_c = 77.50$              $N_q = 61.55$              $N_\gamma = 80.93$

**Fattori forma**             $s_c = 1,00$      $s_q = 1,00$      $s_\gamma = 1,00$

I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.

$N'_c = 77.50$              $N'_q = 61.55$              $N'_\gamma = 80.93$

### **COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a scorrimento 2.11

Coefficiente di sicurezza a carico ultimo 33.51

Sollecitazioni paramento

#### Combinazione n° 39

L'ordinata Y (espressa in m) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in daNm

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in daN

Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in daN

Nr.	Y	N	M	T
1	0,11	53,57	2,85	54,11
2	1,11	778,27	395,23	788,21
3	2,30	1672,50	2116,40	2194,61

Sollecitazioni fondazione di valle

#### Combinazione n° 39

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in daNm

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in daN

Nr.	X	M	T
1	0,00	0,00	0,00
2	1,10	947,86	2314,60

Sollecitazioni fondazione di monte

#### Combinazione n° 39

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in daNm

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in daN

Nr.	X	M	T
1	0,00	0,00	0,00
2	1,10	6,63	-324,62

Armature e tensioni nei materiali del muro

#### Combinazione n° 39

L'ordinata Y (espressa in [m]) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

B base della sezione espressa in [cm]

H altezza della sezione espressa in [cm]

$A_{fs}$  area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [cmq]

$A_{fi}$  area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [cmq]

$\sigma_c$  tensione nel calcestruzzo espressa in [daN/cm<sup>2</sup>]

$\tau_c$  tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [daN/cm<sup>2</sup>]

$\sigma_{fs}$  tensione nell'armatura disposta sul lembo di monte in [daN/cm<sup>2</sup>]

$\sigma_{fi}$  tensione nell'armatura disposta sul lembo di valle in [daN/cm<sup>2</sup>]

Nr.	Y	B, H	$A_{fs}$	$A_{fi}$	$\sigma_c$	$\tau_c$	$\sigma_{fs}$	$\sigma_{fi}$
1	0,11	100, 20	10,05	10,05	0,06	0,04	0,09	-0,73
2	1,11	100, 30	10,05	10,05	3,85	0,34	124,12	-37,52

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
		<b>RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE</b>	<i>Codice documento</i> ST0191_F0.doc	<i>Rev</i> F0

3      2,30      100, 30      0,00      0,00      0,00      0,96      0,00      0,00

Armature e tensioni nei materiali della fondazione

Combinazione n° 39

Simbologia adottata

B      base della sezione espressa in [cm]  
H      altezza della sezione espressa in [cm]  
 $A_{fi}$       area di armatura in corrispondenza del lembo inferiore in [cmq]  
 $A_{fs}$       area di armatura in corrispondenza del lembo superiore in [cmq]  
 $\sigma_c$       tensione nel calcestruzzo espressa in [daN/cm<sup>2</sup>]  
 $\tau_c$       tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [daN/cm<sup>2</sup>]  
 $\sigma_{fi}$       tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo inferiore in [daN/cm<sup>2</sup>]  
 $\sigma_{fs}$       tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo superiore in [daN/cm<sup>2</sup>]

Fondazione di valle

(L'ascissa X, espressa in [m], è positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle)

Nr.	X	B, H	$A_{fi}$	$A_{fs}$	$\sigma_c$	$\tau_c$	$\sigma_{fi}$	$\sigma_{fs}$
1	0,00	100, 40	10,05	10,05	0,00	0,00	0,00	0,00
2	1,10	100, 40	10,05	10,05	5,38	0,74	275,93	-51,80

Fondazione di monte

(L'ascissa X, espressa in [m], è positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte)

Nr.	X	B, H	$A_{fi}$	$A_{fs}$	$\sigma_c$	$\tau_c$	$\sigma_{fi}$	$\sigma_{fs}$
1	0,00	100, 40	10,05	18,10	0,00	0,00	0,00	0,00
2	1,10	100, 40	10,05	10,05	0,04	-0,10	1,93	-0,36

Verifica sperone di fondazione

Base sezione B= 100 cm      Altezza sezione H=40 [cm]  
 $A_{fi}$ =8,04 [cmq]       $A_{fs}$ =8,04 [cmq]  
Sollecitazioni M=946,8 [daNm]      T=3548,7 [daN]  
Momento ultimo sezione  $M_u$  = 11345,08 [daNm]  
Coeff.sicurezza sezione = 11,98

Verifiche a fessurazione

Combinazione n° 39

L'ordinata Y (espressa in [m]) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

$A_{fs}$       area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [cmq]  
 $A_{fi}$       area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [cmq]  
 $M_{pf}$       Momento di prima fessurazione espressa in [daNm]  
M      Momento agente nella sezione espressa in [daNm]  
 $\epsilon_m$       deformazione media espressa in [%]  
 $S_m$       Distanza media tra le fessure espressa in [mm]  
w      Apertura media della fessura espressa in [mm]

Verifica fessurazione paramento

N°	Y	$A_{fs}$	$A_{fi}$	$M_{pf}$	M	$\epsilon_m$	$S_m$	w
1	0,00	10,05	10,05	-1116	0	0,0000	0,00	0,000
2	0,11	10,05	10,05	-1116	-3	0,0000	0,00	0,000
3	0,21	10,05	10,05	-1116	-12	0,0000	0,00	0,000
4	0,32	10,05	10,05	-1116	-27	0,0000	0,00	0,000
5	0,43	10,05	10,05	-1116	-50	0,0000	0,00	0,000
6	0,54	10,05	10,05	-1116	-80	0,0000	0,00	0,000
7	0,64	10,05	10,05	-1116	-118	0,0000	0,00	0,000
8	0,75	10,05	10,05	-1116	-165	0,0000	0,00	0,000
9	0,75	10,05	10,05	-2457	-170	0,0000	0,00	0,000
10	0,87	10,05	10,05	-2457	-233	0,0000	0,00	0,000
11	0,99	10,05	10,05	-2457	-308	0,0000	0,00	0,000
12	1,11	10,05	10,05	-2457	-395	0,0000	0,00	0,000

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
		<b>RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE</b>	<i>Codice documento</i> ST0191_F0.doc	<i>Rev</i> F0

13	1,23	10,05	10,05	-2457	-496	0,0000	0,00	0,000
14	1,35	10,05	10,05	-2457	-611	0,0000	0,00	0,000
15	1,47	10,05	10,05	-2457	-740	0,0000	0,00	0,000
16	1,58	10,05	10,05	-2457	-885	0,0000	0,00	0,000
17	1,70	10,05	10,05	-2457	-1046	0,0000	0,00	0,000
18	1,82	10,05	10,05	-2457	-1224	0,0000	0,00	0,000
19	1,94	10,05	10,05	-2457	-1419	0,0000	0,00	0,000
20	2,06	10,05	10,05	-2457	-1633	0,0000	0,00	0,000
21	2,18	10,05	0,00	-2409	-1865	0,0000	0,00	0,000
22	2,30	0,00	0,00	-2160	-2116	0,0000	0,00	0,000

Verifica fessurazione fondazione

N°	Y	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	M <sub>pf</sub>	M	ε <sub>m</sub>	S <sub>m</sub>	w
1	-1,30	10,05	10,05	-4282	0	0,0000	0,00	0,000
2	-1,19	10,05	10,05	4282	4	0,0000	0,00	0,000
3	-1,08	10,05	10,05	4282	17	0,0000	0,00	0,000
4	-0,97	10,05	10,05	4282	44	0,0000	0,00	0,000
5	-0,86	10,05	10,05	4282	89	0,0000	0,00	0,000
6	-0,75	10,05	10,05	4282	156	0,0000	0,00	0,000
7	-0,64	10,05	10,05	4282	248	0,0000	0,00	0,000
8	-0,53	10,05	10,05	4282	369	0,0000	0,00	0,000
9	-0,42	10,05	10,05	4282	523	0,0000	0,00	0,000
10	-0,31	10,05	10,05	4282	715	0,0000	0,00	0,000
11	-0,20	10,05	10,05	4282	948	0,0000	0,00	0,000
12	0,10	10,05	10,05	4282	7	0,0000	0,00	0,000
13	0,21	10,05	10,05	4282	34	0,0000	0,00	0,000
14	0,32	10,05	10,05	4282	46	0,0000	0,00	0,000
15	0,43	10,05	10,05	4282	47	0,0000	0,00	0,000
16	0,54	10,05	10,05	4282	42	0,0000	0,00	0,000
17	0,65	10,05	10,05	4282	33	0,0000	0,00	0,000
18	0,76	10,05	10,05	4282	25	0,0000	0,00	0,000
19	0,87	18,10	10,05	4340	20	0,0000	0,00	0,000
20	0,98	10,05	10,05	4282	11	0,0000	0,00	0,000
21	1,09	18,10	10,05	4340	3	0,0000	0,00	0,000
22	1,20	18,10	10,05	-4576	0	0,0000	0,00	0,000

Elenco ferri

*Simbologia adottata*

Destinazione	Destinazione ferro
φ	Diametro ferro espresso in [mm]
n	Numero tondini
L	Lunghezza totale ferro espressa in [cm]
P	Peso singolo ferro espresso in [daN]
P <sub>g</sub>	Peso gruppo espresso in [daN]

Destinazione	φ	n	L	P	P <sub>g</sub>
Fondazione	16,00	5	375,20	5,92	29,61
Fondazione	16,00	5	375,20	5,92	29,61
Fondazione	16,00	4	202,00	3,19	12,75
Paramento	16,00	5	177,00	2,79	13,97
Paramento	16,00	5	288,00	4,55	22,73
Paramento	16,00	5	183,99	2,90	14,52
Paramento	16,00	5	219,00	3,46	17,28
Paramento	16,00	5	167,00	2,64	13,18
Paramento	16,00	5	294,00	4,64	23,20

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
<b>RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE</b>		<i>Codice documento</i> ST0191_F0.doc	<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						

### 6.1.1.5 MURO TIPO D

Geometria muro e fondazione

Descrizione **Muro a mensola in c.a.**

Altezza del paramento	4,60 [m]
Spessore in sommità	0,30 [m]
Spessore all'attacco con la fondazione	0,60 [m]
Inclinazione paramento esterno	0,00 [°]
Inclinazione paramento interno	3,70 [°]
Lunghezza del muro	1,00 [m]

Fondazione

Lunghezza mensola fondazione di valle	0,50 [m]
Lunghezza mensola fondazione di monte	2,90 [m]
Lunghezza totale fondazione	4,00 [m]
Inclinazione piano di posa della fondazione	0,00 [°]
Spessore fondazione	0,60 [m]
Spessore magrone	0,05 [m]

Altezza dello sperone di fondazione	0,40 [m]
Spessore dello sperone di fondazione	0,40 [m]

Materiali utilizzati per la struttura

*Calcestruzzo*

Peso specifico	2500,0 [daN/mc]
Classe di Resistenza	C25/30
Resistenza caratteristica a compressione $R_{ck}$	305,9 [daN/cm <sup>2</sup> ]
Modulo elastico E	320665,55 [daN/cm <sup>2</sup> ]

*Acciaio*

Tipo	B450C
Tensione di snervamento $\sigma_{ra}$	4588,0 [daN/cm <sup>2</sup> ]

Geometria profilo terreno a monte del muro

*Simbologia adottata e sistema di riferimento*

(Sistema di riferimento con origine in testa al muro, ascissa X positiva verso monte, ordinata Y positiva verso l'alto)

N numero ordine del punto

X ascissa del punto espressa in [m]

Y ordinata del punto espressa in [m]

A inclinazione del tratto espressa in [°]

N	X	Y	A
1	8,00	0,00	0,00

Terreno a valle del muro

Inclinazione terreno a valle del muro rispetto all'orizzontale	0,00 [°]
Altezza del rinterro rispetto all'attacco fondaz. valle-paramento	0,00 [m]

Descrizione terreni

*Simbologia adottata*

<i>Nr.</i>	Indice del terreno
<i>Descrizione</i>	Descrizione terreno
$\gamma$	Peso di volume del terreno espresso in [daN/mc]
$\gamma_s$	Peso di volume saturo del terreno espresso in [daN/mc]
$\phi$	Angolo d'attrito interno espresso in [°]
$\delta$	Angolo d'attrito terra-muro espresso in [°]

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
<b>RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE</b>		<i>Codice documento</i> ST0191_F0.doc	<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						

c Coesione espressa in [daN/cm<sup>2</sup>]  
c<sub>a</sub> Adesione terra-muro espressa in [daN/cm<sup>2</sup>]

Descrizione	$\gamma$	$\gamma_s$	$\phi$	$\delta$	c	c <sub>a</sub>
Terreno 1 1800	1800	35.00	23.33	0,000	0,000	
Terreno 2 1800	2000	38.00	25.33	0,000	0,000	

Stratigrafia

*Simbologia adottata*

N Indice dello strato  
H Spessore dello strato espresso in [m]  
a Inclinazione espressa in [°]  
K<sub>w</sub> Costante di Winkler orizzontale espressa in DaN/cm<sup>2</sup>/cm  
K<sub>s</sub> Coefficiente di spinta  
Terreno Terreno dello strato

Nr.	H	a	K <sub>w</sub>	K <sub>s</sub>	Terreno
1	5,15	0,00	2,22	0,00	Terreno 1
2	3,00	0,00	4,18	0,00	Terreno 2

Condizioni di carico

*Simbologia e convenzioni di segno adottate*

Carichi verticali positivi verso il basso.

Carichi orizzontali positivi verso sinistra.

Momento positivo senso antiorario.

X Ascissa del punto di applicazione del carico concentrato espressa in [m]  
F<sub>x</sub> Componente orizzontale del carico concentrato espressa in [daN]  
F<sub>y</sub> Componente verticale del carico concentrato espressa in [daN]  
M Momento espresso in [daNm]  
X<sub>i</sub> Ascissa del punto iniziale del carico ripartito espressa in [m]  
X<sub>f</sub> Ascissa del punto finale del carico ripartito espressa in [m]  
Q<sub>i</sub> Intensità del carico per x=X<sub>i</sub> espressa in [daN/m]  
Q<sub>f</sub> Intensità del carico per x=X<sub>f</sub> espressa in [daN/m]  
D / C Tipo carico : D=distribuito C=concentrato

Condizione n° 1 (Sovraccarico)

D Profilo X<sub>i</sub>=0,00 X<sub>f</sub>=5,00 Q<sub>i</sub>=2000,00 Q<sub>f</sub>=2000,00

Descrizione combinazioni di carico

*Simbologia adottata*

F/S Effetto dell'azione (FAV: Favorevole, SFAV: Sfavorevole)  
 $\gamma$  Coefficiente di partecipazione della condizione  
 $\Psi$  Coefficiente di combinazione della condizione

Combinazione n° 1 - Caso A1-M1 (STR)

S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$	
Peso proprio muro	FAV	1,00	1,00	1,00
Peso proprio terrapieno	FAV	1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,30	1,00	1,30

Combinazione n° 2 - Caso A1-M1 (STR)

S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$	
Peso proprio muro	SFAV	1,30	1,00	1,30
Peso proprio terrapieno	SFAV	1,30	1,00	1,30
Spinta terreno	SFAV	1,30	1,00	1,30

Combinazione n° 3 - Caso A1-M1 (STR)

S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$	
Peso proprio muro	SFAV	1,30	1,00	1,30

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE</b>	<i>Codice documento</i> ST0191_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20-06-2011	

Peso proprio terrapieno	FAV	1,00	1,00	1,00	
Spinta terreno	SFAV	1,30	1,00	1,30	

**Combinazione n° 4 - Caso A1-M1 (STR)**

S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma^* \Psi$		
Peso proprio muro	FAV	1,00	1,00	1,00	
Peso proprio terrapieno	SFAV	1,30	1,00	1,00	1,30
Spinta terreno	SFAV	1,30	1,00	1,30	

**Combinazione n° 5 - Caso A2-M2 (GEO)**

S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma^* \Psi$		
Peso proprio muro	SFAV	1,00	1,00	1,00	
Peso proprio terrapieno	SFAV	1,00	1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1,00	1,00	

**Combinazione n° 6 - Caso EQU (SLU)**

S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma^* \Psi$		
Peso proprio muro	FAV	0,90	1,00	0,90	
Peso proprio terrapieno	FAV	0,90	1,00	0,90	0,90
Spinta terreno	SFAV	1,10	1,00	1,10	

**Combinazione n° 7 - Caso A2-M2 (GEO-STAB)**

S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma^* \Psi$		
Peso proprio muro	SFAV	1,00	1,00	1,00	
Peso proprio terrapieno	SFAV	1,00	1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1,00	1,00	

**Combinazione n° 8 - Caso A1-M1 (STR)**

S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma^* \Psi$		
Peso proprio muro	FAV	1,00	1,00	1,00	
Peso proprio terrapieno	SFAV	1,30	1,00	1,00	1,30
Spinta terreno	SFAV	1,30	1,00	1,30	
Sovraccarico	SFAV	1,50	1,00	1,50	

**Combinazione n° 9 - Caso A1-M1 (STR)**

S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma^* \Psi$		
Peso proprio muro	FAV	1,00	1,00	1,00	
Peso proprio terrapieno	FAV	1,00	1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,30	1,00	1,30	
Sovraccarico	SFAV	1,50	1,00	1,50	

**Combinazione n° 10 - Caso A1-M1 (STR)**

S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma^* \Psi$		
Peso proprio muro	SFAV	1,30	1,00	1,30	
Peso proprio terrapieno	SFAV	1,30	1,00	1,00	1,30
Spinta terreno	SFAV	1,30	1,00	1,30	
Sovraccarico	SFAV	1,50	1,00	1,50	

**Combinazione n° 11 - Caso A1-M1 (STR)**

S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma^* \Psi$		
Peso proprio muro	SFAV	1,30	1,00	1,30	
Peso proprio terrapieno	FAV	1,00	1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,30	1,00	1,30	
Sovraccarico	SFAV	1,50	1,00	1,50	

**Combinazione n° 12 - Caso A2-M2 (GEO)**

S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma^* \Psi$		
Peso proprio muro	SFAV	1,00	1,00	1,00	
Peso proprio terrapieno	SFAV	1,00	1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1,00	1,00	
Sovraccarico	SFAV	1,30	1,00	1,30	

**Combinazione n° 13 - Caso EQU (SLU)**

S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma^* \Psi$		
Peso proprio muro	FAV	0,90	1,00	0,90	

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE</b>		<i>Codice documento</i> ST0191_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20-06-2011

Peso proprio terrapieno	FAV	0,90	1,00	0,90
Spinta terreno	SFAV	1,10	1,00	1,10
Sovraccarico	SFAV	1,50	1,00	1,50

**Combinazione n° 14 - Caso A2-M2 (GEO-STAB)**

S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma^* \Psi$	
Peso proprio muro	SFAV	1,00	1,00	1,00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1,00	1,00
Sovraccarico	SFAV	1,30	1,00	1,30

**Combinazione n° 15 - Caso A1-M1 (STR) - Sisma Vert. positivo**

S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma^* \Psi$	
Peso proprio muro	SFAV	1,00	1,00	1,00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1,00	1,00

**Combinazione n° 16 - Caso A1-M1 (STR) - Sisma Vert. negativo**

S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma^* \Psi$	
Peso proprio muro	SFAV	1,00	1,00	1,00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1,00	1,00

**Combinazione n° 17 - Caso A2-M2 (GEO) - Sisma Vert. positivo**

S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma^* \Psi$	
Peso proprio muro	SFAV	1,00	1,00	1,00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1,00	1,00

**Combinazione n° 18 - Caso A2-M2 (GEO) - Sisma Vert. negativo**

S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma^* \Psi$	
Peso proprio muro	SFAV	1,00	1,00	1,00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1,00	1,00

**Combinazione n° 19 - Caso EQU (SLU) - Sisma Vert. positivo**

S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma^* \Psi$	
Peso proprio muro	FAV	1,00	1,00	1,00
Peso proprio terrapieno	FAV	1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1,00	1,00

**Combinazione n° 20 - Caso EQU (SLU) - Sisma Vert. negativo**

S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma^* \Psi$	
Peso proprio muro	FAV	1,00	1,00	1,00
Peso proprio terrapieno	FAV	1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1,00	1,00

**Combinazione n° 21 - Caso A2-M2 (GEO-STAB) - Sisma Vert. positivo**

S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma^* \Psi$	
Peso proprio muro	SFAV	1,00	1,00	1,00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1,00	1,00

**Combinazione n° 22 - Caso A2-M2 (GEO-STAB) - Sisma Vert. negativo**

S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma^* \Psi$	
Peso proprio muro	SFAV	1,00	1,00	1,00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1,00	1,00

**Combinazione n° 23 - Caso A1-M1 (STR) - Sisma Vert. positivo**

S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma^* \Psi$	
Peso proprio muro	FAV	1,00	1,00	1,00
Peso proprio terrapieno	FAV	1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1,00	1,00
Sovraccarico	SFAV	1,00	1,00	1,00

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE</b>		<i>Codice documento</i> ST0191_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20-06-2011

Combinazione n° 24 - Caso A1-M1 (STR) - Sisma Vert. negativo

S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma^* \Psi$		
Peso proprio muro	SFAV	1,00	1,00	1,00	
Peso proprio terrapieno	SFAV		1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1,00	1,00	
Sovraccarico	SFAV	1,00	1,00	1,00	

Combinazione n° 25 - Caso A2-M2 (GEO) - Sisma Vert. positivo

S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma^* \Psi$		
Peso proprio muro	SFAV	1,00	1,00	1,00	
Peso proprio terrapieno	SFAV		1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1,00	1,00	
Sovraccarico	SFAV	1,00	1,00	1,00	

Combinazione n° 26 - Caso A2-M2 (GEO) - Sisma Vert. negativo

S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma^* \Psi$		
Peso proprio muro	SFAV	1,00	1,00	1,00	
Peso proprio terrapieno	SFAV		1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1,00	1,00	
Sovraccarico	SFAV	1,00	1,00	1,00	

Combinazione n° 27 - Caso EQU (SLU) - Sisma Vert. negativo

S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma^* \Psi$		
Peso proprio muro	FAV	1,00	1,00	1,00	
Peso proprio terrapieno	FAV		1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1,00	1,00	
Sovraccarico	SFAV	1,00	1,00	1,00	

Combinazione n° 28 - Caso EQU (SLU) - Sisma Vert. positivo

S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma^* \Psi$		
Peso proprio muro	FAV	1,00	1,00	1,00	
Peso proprio terrapieno	FAV		1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1,00	1,00	
Sovraccarico	SFAV	1,00	1,00	1,00	

Combinazione n° 29 - Caso A2-M2 (GEO-STAB) - Sisma Vert. positivo

S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma^* \Psi$		
Peso proprio muro	SFAV	1,00	1,00	1,00	
Peso proprio terrapieno	SFAV		1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1,00	1,00	
Sovraccarico	SFAV	1,00	1,00	1,00	

Combinazione n° 30 - Caso A2-M2 (GEO-STAB) - Sisma Vert. negativo

S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma^* \Psi$		
Peso proprio muro	SFAV	1,00	1,00	1,00	
Peso proprio terrapieno	SFAV		1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1,00	1,00	
Sovraccarico	SFAV	1,00	1,00	1,00	

Combinazione n° 31 - Quasi Permanente (SLE)

S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma^* \Psi$		
Peso proprio muro	--	1,00	1,00	1,00	
Peso proprio terrapieno	--		1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	--	1,00	1,00	1,00	
Sovraccarico	SFAV	1,00	1,00	1,00	

Combinazione n° 32 - Frequente (SLE)

S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma^* \Psi$		
Peso proprio muro	--	1,00	1,00	1,00	
Peso proprio terrapieno	--		1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	--	1,00	1,00	1,00	
Sovraccarico	SFAV	1,00	1,00	1,00	

Combinazione n° 33 - Rara (SLE)

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE</b>		<i>Codice documento</i> ST0191_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20-06-2011

S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma^* \Psi$		
Peso proprio muro	--	1,00	1,00	1,00	
Peso proprio terrapieno	--		1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	--	1,00	1,00	1,00	
Sovraccarico	SFAV	1,00	1,00	1,00	

Combinazione n° 34 - Quasi Permanente (SLE) - Sisma Vert. positivo

S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma^* \Psi$		
Peso proprio muro	--	1,00	1,00	1,00	
Peso proprio terrapieno	--		1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	--	1,00	1,00	1,00	
Sovraccarico	SFAV	1,00	1,00	1,00	

Combinazione n° 35 - Quasi Permanente (SLE) - Sisma Vert. negativo

S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma^* \Psi$		
Peso proprio muro	--	1,00	1,00	1,00	
Peso proprio terrapieno	--		1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	--	1,00	1,00	1,00	
Sovraccarico	SFAV	1,00	1,00	1,00	

Combinazione n° 36 - Frequente (SLE) - Sisma Vert. positivo

S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma^* \Psi$		
Peso proprio muro	--	1,00	1,00	1,00	
Peso proprio terrapieno	--		1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	--	1,00	1,00	1,00	
Sovraccarico	SFAV	1,00	1,00	1,00	

Combinazione n° 37 - Frequente (SLE) - Sisma Vert. negativo

S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma^* \Psi$		
Peso proprio muro	--	1,00	1,00	1,00	
Peso proprio terrapieno	--		1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	--	1,00	1,00	1,00	
Sovraccarico	SFAV	1,00	1,00	1,00	

Combinazione n° 38 - Rara (SLE) - Sisma Vert. positivo

S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma^* \Psi$		
Peso proprio muro	--	1,00	1,00	1,00	
Peso proprio terrapieno	--		1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	--	1,00	1,00	1,00	
Sovraccarico	SFAV	1,00	1,00	1,00	

Combinazione n° 39 - Rara (SLE) - Sisma Vert. negativo

S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma^* \Psi$		
Peso proprio muro	--	1,00	1,00	1,00	
Peso proprio terrapieno	--		1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	--	1,00	1,00	1,00	
Sovraccarico	SFAV	1,00	1,00	1,00	

Impostazioni di analisi

Metodo verifica sezioni **Stato limite**

**Impostazioni verifiche SLU**

Coefficienti parziali per resistenze di calcolo dei materiali

Coefficiente di sicurezza calcestruzzo a compressione	1.50
Coefficiente di sicurezza calcestruzzo a trazione	1.50
Coefficiente di sicurezza acciaio	1.15
Fattore riduzione da resistenza cubica a cilindrica	0.83
Fattore di riduzione per carichi di lungo periodo	0.85
Coefficiente di sicurezza per la sezione	1.00

**Impostazioni verifiche SLE**

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
<b>RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE</b>		<i>Codice documento</i> ST0191_F0.doc	<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						

Condizioni ambientali Ordinarie  
 Armatura ad aderenza migliorata  
Verifica fessurazione  
 Sensibilità delle armature Poco sensibile  
 Valori limite delle aperture delle fessure  $w_1 = 0.10$   
 $w_2 = 0.10$   
 $w_3 = 0.10$   
 Metodo di calcolo aperture delle fessure E.C. 2  
Verifica delle tensioni  
 Combinazione di carico Rara  $\sigma_c < 0.60 f_{ck} - \sigma_f < 0.80 f_{yk}$   
 Quasi permanente  $\sigma_c < 0.45 f_{ck}$

Calcolo della portanza metodo di Terzaghi

Coefficiente correttivo su  $N_\gamma$  per effetti cinematici (combinazioni sismiche SLU): 1,00  
 Coefficiente correttivo su  $N_\gamma$  per effetti cinematici (combinazioni sismiche SLE): 1,00

### Impostazioni avanzate

Diagramma correttivo per eccentricità negativa con aliquota di parzializzazione pari a 0.00

Quadro riassuntivo coeff. di sicurezza calcolati

#### Simbologia adottata

**C** Identificativo della combinazione  
**Tipo** Tipo combinazione  
**Sisma** Combinazione sismica  
**CS<sub>sco</sub>** Coeff. di sicurezza allo scorrimento  
**CS<sub>rib</sub>** Coeff. di sicurezza al ribaltamento  
**CS<sub>qlim</sub>** Coeff. di sicurezza a carico limite  
**CS<sub>stab</sub>** Coeff. di sicurezza a stabilità globale

C	Tipo	Sisma	CS <sub>sco</sub>	CS <sub>rib</sub>	CS <sub>qlim</sub>	CS <sub>stab</sub>
1	A1-M1 - [1]	--	--	2,51	--	35,00
2	A1-M1 - [1]	--	--	3,18	--	27,05
3	A1-M1 - [1]	--	--	2,97	--	28,41
4	A1-M1 - [1]	--	--	2,72	--	32,40
5	A2-M2 - [1]	--	--	2,01	--	13,00
6	EQU - [1] --	--	--	6,36	--	--
7	STAB - [1]	--	--	--	--	1,74
8	A1-M1 - [2]	--	--	2,64	--	25,77
9	A1-M1 - [2]	--	--	2,48	--	27,97
10	A1-M1 - [2]	--	--	3,00	--	22,86
11	A1-M1 - [2]	--	--	2,84	--	23,83
12	A2-M2 - [2]	--	--	1,93	--	10,25
13	EQU - [2] --	--	--	4,82	--	--
14	STAB - [2]	--	--	--	--	1,59
15	A1-M1 - [3]	Orizzontale + Verticale positivo	--	1,88	--	30,85
16	A1-M1 - [3]	Orizzontale + Verticale negativo	--	1,82	--	33,49
17	A2-M2 - [3]	Orizzontale + Verticale positivo	--	1,28	--	10,65
18	A2-M2 - [3]	Orizzontale + Verticale negativo	--	1,24	--	11,57
19	EQU - [3]	Orizzontale + Verticale positivo	--	3,92	--	--
20	EQU - [3]	Orizzontale + Verticale negativo	--	3,48	--	--
21	STAB - [3]	Orizzontale + Verticale positivo	--	--	--	1,51
22	STAB - [3]	Orizzontale + Verticale negativo	--	--	--	1,49
23	A1-M1 - [4]	Orizzontale + Verticale positivo	--	1,85	--	25,85
24	A1-M1 - [4]	Orizzontale + Verticale negativo	--	1,79	--	27,99
25	A2-M2 - [4]	Orizzontale + Verticale positivo	--	1,28	--	8,86
26	A2-M2 - [4]	Orizzontale + Verticale negativo	--	1,24	--	9,60
27	EQU - [4]	Orizzontale + Verticale negativo	--	3,13	--	--
28	EQU - [4]	Orizzontale + Verticale positivo	--	3,51	--	--
29	STAB - [4]	Orizzontale + Verticale positivo	--	--	--	1,43
30	STAB - [4]	Orizzontale + Verticale negativo	--	--	--	1,41
31	SLEQ - [1]	--	--	3,05	--	30,34
32	SLEF - [1]	--	--	3,05	--	30,34

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE</b>		<i>Codice documento</i> ST0191_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20-06-2011

33	SLER - [1]	--	3,05	--	30,34	--		
34	SLEQ - [1]	Orizzontale + Verticale positivo		2,69	--	30,01	--	
35	SLEQ - [1]	Orizzontale + Verticale negativo		2,69	--	30,56	--	
36	SLEF - [1]	Orizzontale + Verticale positivo		2,69	--	30,01	--	
37	SLEF - [1]	Orizzontale + Verticale negativo		2,69	--	30,56	--	
38	SLER - [1]	Orizzontale + Verticale positivo		2,69	--	30,01	--	
39	SLER - [1]	Orizzontale + Verticale negativo		2,69	--	30,56	--	

#### Analisi della spinta e verifiche

Sistema di riferimento adottato per le coordinate :

Origine in testa al muro (spigolo di monte)

Ascisse X (espresse in [m]) positive verso monte

Ordinate Y (espresse in [m]) positive verso l'alto

Le forze orizzontali sono considerate positive se agenti da monte verso valle

Le forze verticali sono considerate positive se agenti dall'alto verso il basso

Calcolo riferito ad 1 metro di muro

#### Tipo di analisi

Calcolo della spinta metodo di Culmann

Calcolo del carico limite metodo di Terzaghi

Calcolo della stabilità globale metodo di Fellenius

Calcolo della spinta in condizioni di Spinta attiva

#### Sisma

##### **Combinazioni SLU**

Accelerazione al suolo  $a_g$  2.44 [m/s<sup>2</sup>]

Coefficiente di amplificazione per tipo di sottosuolo (S) 1.16

Coefficiente di amplificazione topografica (St) 1.00

Coefficiente riduzione ( $\beta_m$ ) 0.31

Rapporto intensità sismica verticale/orizzontale 0.50

Coefficiente di intensità sismica orizzontale (percento)

$$k_h = (a_g/g * \beta_m * St * S) = 8.95$$

Coefficiente di intensità sismica verticale (percento)

$$k_v = 0.50 * k_h = 4.48$$

##### **Combinazioni SLE**

Accelerazione al suolo  $a_g$  0.81 [m/s<sup>2</sup>]

Coefficiente di amplificazione per tipo di sottosuolo (S) 1.20

Coefficiente di amplificazione topografica (St) 1.00

Coefficiente riduzione ( $\beta_m$ ) 0.18

Rapporto intensità sismica verticale/orizzontale 0.50

Coefficiente di intensità sismica orizzontale (percento)

$$k_h = (a_g/g * \beta_m * St * S) = 1.77$$

Coefficiente di intensità sismica verticale (percento)

$$k_v = 0.50 * k_h = 0.89$$

Forma diagramma incremento sismico Rettangolare

Partecipazione spinta passiva (percento) 0,0

Lunghezza del muro 1,00 [m]

Peso muro 11556,65 [daN]

Baricentro del muro X=0,70 Y=-3,87

#### Superficie di spinta

Punto inferiore superficie di spinta X = 3,20 Y = -5,60

Punto superiore superficie di spinta X = 3,20 Y = 0,00

Altezza della superficie di spinta 5,60 [m]

Inclinazione superficie di spinta (rispetto alla verticale) 0,00 [°]

#### COMBINAZIONE n° 1

##### **Peso muro favorevole e Peso terrapieno favorevole**

Valore della spinta statica 8803,73 [daN]

Componente orizzontale della spinta statica 8070,87 [daN]

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
<b>RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE</b>		<i>Codice documento</i> ST0191_F0.doc	<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						

Componente verticale della spinta statica 3516,65 [daN]  
Punto d'applicazione della spinta X = 3,20 [m] Y = -3,70 [m]  
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie 23,54 [°]  
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche 58,94 [°]

Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte 25243,52 [daN]  
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte X = 1,67 [m] Y = -2,26 [m]

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale 8070,87 [daN]  
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale 40316,82 [daN]  
Resistenza passiva dente di fondazione-18293,41 [daN]  
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione 40316,82 [daN]  
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione 8070,87 [daN]  
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione-0,03 [m]  
Lunghezza fondazione reagente 4,00 [m]  
Risultante in fondazione 41116,72 [daN]  
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale) 11,32 [°]  
Momento rispetto al baricentro della fondazione -1053,80 [daNm]  
Carico ultimo della fondazione 1410982,44 [daN]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente 4,00 [m]  
Tensione terreno allo spigolo di valle 0,9690 [daN/cm<sup>2</sup>]  
Tensione terreno allo spigolo di monte 1,0481 [daN/cm<sup>2</sup>]

Fattori per il calcolo della capacità portante

**Coeff. capacità portante** N<sub>c</sub> = 77.50 N<sub>q</sub> = 61.55 N<sub>γ</sub> = 80.93

**Fattori forma** s<sub>c</sub> = 1,00 s<sub>q</sub> = 1,00 s<sub>γ</sub> = 1,00

I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.

N'<sub>c</sub> = 77.50 N'<sub>q</sub> = 61.55 N'<sub>γ</sub> = 80.93

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a scorrimento 2.51  
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo 35.00

Sollecitazioni paramento

Combinazione n° 1

L'ordinata Y (espressa in m) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in daNm

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in daN

Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in daN

Nr.	Y	N	M	T
1	0,00	0,00	0,00	0,00
2	2,30	2152,02	1222,48	1496,91
3	4,60	5158,07	9522,62	5982,87

Sollecitazioni fondazione di valle

Combinazione n° 1

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in daNm

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in daN

Nr.	X	M	T
1	0,00	0,00	0,00
2	0,50	1027,86	4119,70

Sollecitazioni fondazione di monte

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE</b>		<i>Codice documento</i> ST0191_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20-06-2011

#### Combinazione n° 1

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in daNm

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in daN

Nr.	X	M	T
1	0,00	0,00	0,00
2	2,90	-9381,10	-6402,37

Armature e tensioni nei materiali del muro

#### Combinazione n° 1

L'ordinata Y (espressa in [m]) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

B base della sezione espressa in [cm]

H altezza della sezione espressa in [cm]

A<sub>fs</sub> area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [cmq]

A<sub>fi</sub> area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [cmq]

N<sub>u</sub> sforzo normale ultimo espresso in [daN]

M<sub>u</sub> momento ultimo espresso in [daNm]

CS coefficiente sicurezza sezione

VRcd Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [daN]

VRsd Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [daN]

VRd Resistenza al taglio, espresso in [daN]

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rsd</sub>
1	0,00	100, 30	31,42	15,71	0	0	1000,00	19017	--	--
2	2,30	100, 45	31,42	15,71	114173	-64857	53,05	23459	--	--
3	4,60	100, 60	31,42	15,71	41217	-76094	7,99	27460	--	--

Armature e tensioni nei materiali della fondazione

#### Combinazione n° 1

Simbologia adottata

B base della sezione espressa in [cm]

H altezza della sezione espressa in [cm]

A<sub>fi</sub> area di armatura in corrispondenza del lembo inferiore in [cmq]

A<sub>fs</sub> area di armatura in corrispondenza del lembo superiore in [cmq]

N<sub>u</sub> sforzo normale ultimo espresso in [daN]

M<sub>u</sub> momento ultimo espresso in [daNm]

CS coefficiente sicurezza sezione

VRcd Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [daN]

VRsd Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [daN]

VRd Resistenza al taglio, espresso in [daN]

#### Fondazione di valle

(L'ascissa X, espressa in [m], è positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle)

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rsd</sub>
1	0,00	100, 60	31,42	15,71	0	0	1000,00	21257	--	--
2	0,50	100, 60	31,42	15,71	0	67385	65,56	26782	--	--

#### Fondazione di monte

(L'ascissa X, espressa in [m], è positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte)

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rsd</sub>
1	0,00	100, 60	31,42	43,98	0	0	1000,00	21257	--	--
2	2,90	100, 60	31,42	31,42	0	-67826	7,23	21257	--	--

#### Verifica sperone di fondazione

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
<b>RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE</b>		<i>Codice documento</i> ST0191_F0.doc	<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						

Base sezione B= 100 cm Altezza sezione H=40 [cm]  
 $A_{fi}=12,57$  [cmq]  $A_{fs}=12,57$  [cmq]  
Sollecitazioni M=2153,3 [daNm] T=8070,9 [daN]  
Momento ultimo sezione  $M_u = 17531,58$  [daNm]  
Coeff.sicurezza sezione = 8,14

**COMBINAZIONE n° 2**

**Peso muro favorevole e Peso terrapieno sfavorevole**

Valore della spinta statica 8803,73 [daN]  
Componente orizzontale della spinta statica 8070,87 [daN]  
Componente verticale della spinta statica 3516,65 [daN]  
Punto d'applicazione della spinta X = 3,20 [m] Y = -3,70 [m]  
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie 23,54 [°]  
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche 58,94 [°]

Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte 32816,58 [daN]  
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte X = 1,67 [m] Y = -2,26 [m]

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale 8070,87 [daN]  
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale 51356,87 [daN]  
Resistenza passiva dente di fondazione -23027,09 [daN]  
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione 51356,87 [daN]  
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione 8070,87 [daN]  
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione -0,06 [m]  
Lunghezza fondazione reagente 4,00 [m]  
Risultante in fondazione 51987,18 [daN]  
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale) 8,93 [°]  
Momento rispetto al baricentro della fondazione -2892,73 [daNm]  
Carico ultimo della fondazione 1389389,16 [daN]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente 4,00 [m]  
Tensione terreno allo spigolo di valle 1,1761 [daN/cm<sup>2</sup>]  
Tensione terreno allo spigolo di monte 1,3933 [daN/cm<sup>2</sup>]

Fattori per il calcolo della capacità portante

**Coef. capacità portante**  $N_c = 77.50$   $N_q = 61.55$   $N_\gamma = 80.93$

**Fattori forma**  $s_c = 1,00$   $s_q = 1,00$   $s_\gamma = 1,00$

I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.

$N'_c = 77.50$   $N'_q = 61.55$   $N'_\gamma = 80.93$

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a scorrimento 3.18  
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo 27.05

Sollecitazioni paramento

Combinazione n° 2

L'ordinata Y (espressa in m) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro  
Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in daNm  
Sforzo normale positivo di compressione, espresso in daN  
Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in daN

Nr.	Y	N	M	T
1	0,00	0,00	0,00	0,00
2	2,30	2797,62	1244,93	1496,91
3	4,60	6705,49	9625,17	5982,87

Sollecitazioni fondazione di valle

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
<b>RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE</b>		<i>Codice documento</i> ST0191_F0.doc	<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						

#### Combinazione n° 2

L'ascissa X(espressa in m) è considerata positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in daNm

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in daN

Nr.	X	M	T
1	0,00	0,00	0,00
2	0,50	1237,72	4973,53

Sollecitazioni fondazione di monte

#### Combinazione n° 2

L'ascissa X(espressa in m) è considerata positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in daNm

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in daN

Nr.	X	M	T
1	0,00	0,00	0,00
2	2,90	1515,07	731,47

Armature e tensioni nei materiali del muro

#### Combinazione n° 2

L'ordinata Y(espressa in [m]) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

B base della sezione espressa in [cm]

H altezza della sezione espressa in [cm]

A<sub>fs</sub> area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [cmq]

A<sub>fi</sub> area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [cmq]

N<sub>u</sub> sforzo normale ultimo espresso in [daN]

M<sub>u</sub> momento ultimo espresso in [daNm]

CS coefficiente sicurezza sezione

VRcd Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [daN]

VRsd Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [daN]

VRd Resistenza al taglio, espresso in [daN]

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rsd</sub>
1	0,00	100, 30	31,42	15,71	0	0	1000,00	19017	--	--
2	2,30	100, 45	31,42	15,71	153220	-68182	54,77	23549	--	--
3	4,60	100, 60	31,42	15,71	55133	-79140	8,22	27681	--	--

Armature e tensioni nei materiali della fondazione

#### Combinazione n° 2

Simbologia adottata

B base della sezione espressa in [cm]

H altezza della sezione espressa in [cm]

A<sub>fi</sub> area di armatura in corrispondenza del lembo inferiore in [cmq]

A<sub>fs</sub> area di armatura in corrispondenza del lembo superiore in [cmq]

N<sub>u</sub> sforzo normale ultimo espresso in [daN]

M<sub>u</sub> momento ultimo espresso in [daNm]

CS coefficiente sicurezza sezione

VRcd Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [daN]

VRsd Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [daN]

VRd Resistenza al taglio, espresso in [daN]

#### Fondazione di valle

(L'ascissa X, espressa in [m], è positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle)

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
		<b>RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE</b>	<i>Codice documento</i> ST0191_F0.doc	<i>Rev</i> F0

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rsd</sub>
1	0,00	100, 60	31,42	15,71	0	0	1000,00	21257	--	--
2	0,50	100, 60	31,42	15,71	0	67385	54,44	26782	--	--

#### Fondazione di monte

(L'ascissa X, espressa in [m], è positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte)

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rsd</sub>
1	0,00	100, 60	31,42	43,98	0	0	1000,00	21257	--	--
2	2,90	100, 60	31,42	31,42	0	67826	44,77	26782	--	--

#### Verifica sperone di fondazione

Base sezione B= 100 cm Altezza sezione H=40 [cm]  
A<sub>fi</sub>=12,57 [cmq] A<sub>fs</sub>=12,57 [cmq]  
Sollecitazioni M=2153,3 [daNm] T=8070,9 [daN]  
Momento ultimo sezione M<sub>u</sub> = 17531,58 [daNm]  
Coeff.sicurezza sezione = 8,14

#### COMBINAZIONE n° 3

##### **Peso muro favorevole e Peso terrapieno sfavorevole**

Valore della spinta statica 8803,73 [daN]  
Componente orizzontale della spinta statica 8070,87 [daN]  
Componente verticale della spinta statica 3516,65 [daN]  
Punto d'applicazione della spinta X = 3,20 [m] Y = -3,70 [m]  
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie 23,54 [°]  
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche 58,94 [°]  
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte 32816,58 [daN]  
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte X = 1,67 [m] Y = -2,26 [m]

#### Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale 8070,87 [daN]  
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale 47889,88 [daN]  
Resistenza passiva dente di fondazione -21387,27 [daN]  
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione 47889,88 [daN]  
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione 8070,87 [daN]  
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione -0,10 [m]  
Lunghezza fondazione reagente 4,00 [m]  
Risultante in fondazione 48565,21 [daN]  
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale) 9,57 [°]  
Momento rispetto al baricentro della fondazione -4637,05 [daNm]  
Carico ultimo della fondazione 1360418,88 [daN]

#### Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente 4,00 [m]  
Tensione terreno allo spigolo di valle 1,0239 [daN/cm<sup>2</sup>]  
Tensione terreno allo spigolo di monte 1,3721 [daN/cm<sup>2</sup>]

#### Fattori per il calcolo della capacità portante

**Coeff. capacità portante** N<sub>c</sub> = 77.50 N<sub>q</sub> = 61.55 N<sub>γ</sub> = 80.93

**Fattori forma** s<sub>c</sub> = 1,00 s<sub>q</sub> = 1,00 s<sub>γ</sub> = 1,00

I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.

N'<sub>c</sub> = 77.50 N'<sub>q</sub> = 61.55 N'<sub>γ</sub> = 80.93

#### COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a scorrimento 2.97  
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo 28.41

Sollecitazioni paramento

#### Combinazione n° 3

L'ordinata Y (espressa in m) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro  
Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in daNm

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE</b>		<i>Codice documento</i> ST0191_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20-06-2011

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in daN  
Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in daN

Nr.	Y	N	M	T
1	0,00	0,00	0,00	0,00
2	2,30	2152,02	1222,48	1496,91
3	4,60	5158,07	9522,62	5982,87

Sollecitazioni fondazione di valle

Combinazione n° 3

L'ascissa X(espressa in m) è considerata positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in daNm  
Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in daN

Nr.	X	M	T
1	0,00	0,00	0,00
2	0,50	1110,52	4478,36

Sollecitazioni fondazione di monte

Combinazione n° 3

L'ascissa X(espressa in m) è considerata positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in daNm  
Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in daN

Nr.	X	M	T
1	0,00	0,00	0,00
2	2,90	1506,43	162,75

Armature e tensioni nei materiali del muro

Combinazione n° 3

L'ordinata Y(espressa in [m]) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

B base della sezione espressa in [cm]  
H altezza della sezione espressa in [cm]  
A<sub>fs</sub> area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [cmq]  
A<sub>fi</sub> area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [cmq]  
N<sub>u</sub> sforzo normale ultimo espresso in [daN]  
M<sub>u</sub> momento ultimo espresso in [daNm]  
CS coefficiente sicurezza sezione  
VRcd Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [daN]  
VRsd Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [daN]  
VRd Resistenza al taglio, espresso in [daN]

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rsd</sub>
1	0,00	100, 30	31,42	15,71	0	0	1000,00	19017	--	--
2	2,30	100, 45	31,42	15,71	114173	-64857	53,05	23459	--	--
3	4,60	100, 60	31,42	15,71	41217	-76094	7,99	27460	--	--

Armature e tensioni nei materiali della fondazione

Combinazione n° 3

Simbologia adottata

B base della sezione espressa in [cm]  
H altezza della sezione espressa in [cm]  
A<sub>fi</sub> area di armatura in corrispondenza del lembo inferiore in [cmq]  
A<sub>fs</sub> area di armatura in corrispondenza del lembo superiore in [cmq]  
N<sub>u</sub> sforzo normale ultimo espresso in [daN]

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE</b>		<i>Codice documento</i> ST0191_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20-06-2011

$M_u$  momento ultimo espresso in [daNm]  
CS coefficiente sicurezza sezione  
 $V_{Rcd}$  Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [daN]  
 $V_{Rsd}$  Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [daN]  
VRd Resistenza al taglio, espresso in [daN]

#### Fondazione di valle

(L'ascissa X, espressa in [m], è positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle)

Nr.	Y	B, H	$A_{fs}$	$A_{fi}$	$N_u$	$M_u$	CS	$V_{Rd}$	$V_{Rcd}$	$V_{Rsd}$
1	0,00	100, 60	31,42	15,71	0	0	1000,00	21257	--	--
2	0,50	100, 60	31,42	15,71	0	67385	60,68	26782	--	--

#### Fondazione di monte

(L'ascissa X, espressa in [m], è positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte)

Nr.	Y	B, H	$A_{fs}$	$A_{fi}$	$N_u$	$M_u$	CS	$V_{Rd}$	$V_{Rcd}$	$V_{Rsd}$
1	0,00	100, 60	31,42	43,98	0	0	1000,00	21257	--	--
2	2,90	100, 60	31,42	31,42	0	67826	45,02	26782	--	--

#### Verifica sperone di fondazione

Base sezione B= 100 cm Altezza sezione H=40 [cm]  
 $A_{fi}=12,57$  [cmq]  $A_{fs}=12,57$  [cmq]  
Sollecitazioni  $M=2153,3$  [daNm]  $T=8070,9$  [daN]  
Momento ultimo sezione  $M_u = 17531,58$  [daNm]  
Coeff.sicurezza sezione = 8,14

#### COMBINAZIONE n° 4

##### **Peso muro sfavorevole e Peso terrapieno favorevole**

Valore della spinta statica 8803,73 [daN]  
Componente orizzontale della spinta statica 8070,87 [daN]  
Componente verticale della spinta statica 3516,65 [daN]  
Punto d'applicazione della spinta X = 3,20 [m] Y = -3,70 [m]  
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie 23,54 [°]  
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche 58,94 [°]  
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte 25243,52 [daN]  
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte X = 1,67 [m] Y = -2,26 [m]

#### Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale 8070,87 [daN]  
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale 43783,82 [daN]  
Resistenza passiva dente di fondazione -19933,23 [daN]  
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione 43783,82 [daN]  
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione 8070,87 [daN]  
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione 0,02 [m]  
Lunghezza fondazione reagente 4,00 [m]  
Risultante in fondazione 44521,47 [daN]  
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale) 10,44 [°]  
Momento rispetto al baricentro della fondazione 690,52 [daNm]  
Carico ultimo della fondazione 1418397,64 [daN]

#### Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente 4,00 [m]  
Tensione terreno allo spigolo di valle 1,1212 [daN/cm<sup>2</sup>]  
Tensione terreno allo spigolo di monte 1,0694 [daN/cm<sup>2</sup>]

#### Fattori per il calcolo della capacità portante

**Coeff. capacità portante**  $N_c = 77.50$   $N_q = 61.55$   $N_\gamma = 80.93$

**Fattori forma**  $s_c = 1,00$   $s_q = 1,00$   $s_\gamma = 1,00$

I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.

$N'_c = 77.50$   $N'_q = 61.55$   $N'_\gamma = 80.93$

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>	
<b>RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE</b>	<i>Codice documento</i> ST0191_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20-06-2011

### **COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a scorrimento 2.72

Coefficiente di sicurezza a carico ultimo 32.40

Sollecitazioni paramento

#### Combinazione n° 4

L'ordinata Y (espressa in m) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in daNm

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in daN

Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in daN

Nr.	Y	N	M	T
1	0,00	0,00	0,00	0,00
2	2,30	2797,62	1244,93	1496,91
3	4,60	6705,49	9625,17	5982,87

Sollecitazioni fondazione di valle

#### Combinazione n° 4

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in daNm

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in daN

Nr.	X	M	T
1	0,00	0,00	0,00
2	0,50	1155,07	4614,87

Sollecitazioni fondazione di monte

#### Combinazione n° 4

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in daNm

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in daN

Nr.	X	M	T
1	0,00	0,00	0,00
2	2,90	-9372,45	-5833,66

Armature e tensioni nei materiali del muro

#### Combinazione n° 4

L'ordinata Y (espressa in [m]) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

B base della sezione espressa in [cm]

H altezza della sezione espressa in [cm]

A<sub>fs</sub> area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [cmq]

A<sub>fi</sub> area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [cmq]

N<sub>u</sub> sforzo normale ultimo espresso in [daN]

M<sub>u</sub> momento ultimo espresso in [daNm]

CS coefficiente sicurezza sezione

V<sub>Rcd</sub> Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [daN]

V<sub>Rsd</sub> Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [daN]

V<sub>Rd</sub> Resistenza al taglio, espresso in [daN]

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rsd</sub>
1	0,00	100, 30	31,42	15,71	0	0	1000,00	19017	--	--
2	2,30	100, 45	31,42	15,71	153220	-68182	54,77	23549	--	--
3	4,60	100, 60	31,42	15,71	55133	-79140	8,22	27681	--	--

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE</b>		<i>Codice documento</i> ST0191_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20-06-2011

Armature e tensioni nei materiali della fondazione

Combinazione n° 4

Simbologia adottata

B	base della sezione espressa in [cm]
H	altezza della sezione espressa in [cm]
A <sub>fi</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo inferiore in [cmq]
A <sub>fs</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo superiore in [cmq]
N <sub>u</sub>	sfuerzo normale ultimo espresso in [daN]
M <sub>u</sub>	momento ultimo espresso in [daNm]
CS	coefficiente sicurezza sezione
VRcd	Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [daN]
VRsd	Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [daN]
VRd	Resistenza al taglio, espresso in [daN]

Fondazione di valle

(L'ascissa X, espressa in [m], è positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle)

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rsd</sub>
1	0,00	100, 60	31,42	15,71	0	0	1000,00	21257	--	--
2	0,50	100, 60	31,42	15,71	0	67385	58,34	26782	--	--

Fondazione di monte

(L'ascissa X, espressa in [m], è positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte)

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rsd</sub>
1	0,00	100, 60	31,42	43,98	0	0	1000,00	21257	--	--
2	2,90	100, 60	31,42	31,42	0	-67826	7,24	21257	--	--

Verifica sperone di fondazione

Base sezione B= 100 cm    Altezza sezione H=40 [cm]  
A<sub>fi</sub>=12,57 [cmq]    A<sub>fs</sub>=12,57 [cmq]  
Sollecitazioni M=2153,3 [daNm]    T=8070,9 [daN]  
Momento ultimo sezione M<sub>u</sub> = 17531,58 [daNm]  
Coeff.sicurezza sezione = 8,14

COMBINAZIONE n° 5

Valore della spinta statica	8503,03 [daN]
Componente orizzontale della spinta statica	8029,08 [daN]
Componente verticale della spinta statica	2799,19 [daN]
Punto d'applicazione della spinta	X = 3,20 [m]    Y = -3,70 [m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	19,22 [°]
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	55,62 [°]
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	25243,52 [daN]
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 1,67 [m]    Y = -2,26 [m]

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	8029,08 [daN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	39599,36 [daN]
Resistenza passiva dente di fondazione	-14599,19 [daN]
Sfuerzo normale sul piano di posa della fondazione	39599,36 [daN]
Sfuerzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	8029,08 [daN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0,01 [m]
Lunghezza fondazione reagente	4,00 [m]
Risultante in fondazione	40405,14 [daN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	11,46 [°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	287,03 [daNm]
Carico ultimo della fondazione	514772,57 [daN]

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
<b>RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE</b>		<i>Codice documento</i> ST0191_F0.doc	<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						

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente 4,00 [m]  
Tensione terreno allo spigolo di valle 1,0014 [daN/cm<sup>2</sup>]  
Tensione terreno allo spigolo di monte 0,9798 [daN/cm<sup>2</sup>]

Fattori per il calcolo della capacità portante

**Coeff. capacità portante**  $N_c = 77.50$   $N_q = 61.55$   $N_\gamma = 80.93$

**Fattori forma**  $s_c = 1,00$   $s_q = 1,00$   $s_\gamma = 1,00$

I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.

$N'_c = 77.50$   $N'_q = 61.55$   $N'_\gamma = 80.93$

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a scorrimento 2.01  
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo 13.00

Sollecitazioni paramento

Combinazione n° 5

L'ordinata Y (espressa in m) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in daNm

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in daN

Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in daN

Nr.	Y	N	M	T
1	0,00	0,00	0,00	0,00
2	2,30	2152,02	1198,18	1465,21
3	4,60	5158,07	9328,20	5856,17

Sollecitazioni fondazione di valle

Combinazione n° 5

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in daNm

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in daN

Nr.	X	M	T
1	0,00	0,00	0,00
2	0,50	1063,11	4250,20

Sollecitazioni fondazione di monte

Combinazione n° 5

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in daNm

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in daN

Nr.	X	M	T
1	0,00	0,00	0,00
2	2,90	-783,72	-120,09

Armature e tensioni nei materiali del muro

Combinazione n° 5

L'ordinata Y (espressa in [m]) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

B base della sezione espressa in [cm]

H altezza della sezione espressa in [cm]

A<sub>fs</sub> area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [cm<sup>2</sup>]

A<sub>fi</sub> area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [cm<sup>2</sup>]

N<sub>u</sub> sforzo normale ultimo espresso in [daN]

M<sub>u</sub> momento ultimo espresso in [daNm]

CS coefficiente sicurezza sezione

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
		<b>RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE</b>	<i>Codice documento</i> ST0191_F0.doc	<i>Rev</i> F0

VRcd Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [daN]  
VRsd Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [daN]  
VRd Resistenza al taglio, espresso in [daN]

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rsd</sub>
1	0,00	100, 30	31,42	15,71	0	0	1000,00	19017	--	--
2	2,30	100, 45	31,42	15,71	116970	-65125	54,35	23459	--	--
3	4,60	100, 60	31,42	15,71	42195	-76308	8,18	27460	--	--

Armature e tensioni nei materiali della fondazione

Combinazione n° 5

Simbologia adottata

B base della sezione espressa in [cm]  
H altezza della sezione espressa in [cm]  
A<sub>fi</sub> area di armatura in corrispondenza del lembo inferiore in [cmq]  
A<sub>fs</sub> area di armatura in corrispondenza del lembo superiore in [cmq]  
N<sub>u</sub> sforzo normale ultimo espresso in [daN]  
M<sub>u</sub> momento ultimo espresso in [daNm]  
CS coefficiente sicurezza sezione  
VRcd Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [daN]  
VRsd Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [daN]  
VRd Resistenza al taglio, espresso in [daN]

Fondazione di valle

(L'ascissa X, espressa in [m], è positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle)

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rsd</sub>
1	0,00	100, 60	31,42	15,71	0	0	1000,00	21257	--	--
2	0,50	100, 60	31,42	15,71	0	67385	63,38	26782	--	--

Fondazione di monte

(L'ascissa X, espressa in [m], è positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte)

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rsd</sub>
1	0,00	100, 60	31,42	43,98	0	0	1000,00	21257	--	--
2	2,90	100, 60	31,42	31,42	0	-67826	86,54	21257	--	--

Verifica sperone di fondazione

Base sezione B= 100 cm Altezza sezione H=40 [cm]  
A<sub>fi</sub>=12,57 [cmq] A<sub>fs</sub>=12,57 [cmq]  
Sollecitazioni M=2142,2 [daNm] T=8029,1 [daN]  
Momento ultimo sezione M<sub>u</sub> = 17531,58 [daNm]  
Coeff.sicurezza sezione = 8,18

COMBINAZIONE n° 6

Valore della spinta statica 9353,34 [daN]  
Componente orizzontale della spinta statica 8831,99 [daN]  
Componente verticale della spinta statica 3079,11 [daN]  
Punto d'applicazione della spinta X = 3,20 [m] Y = -3,70 [m]  
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie 19,22 [°]  
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche 55,62 [°]  
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte 22719,17 [daN]  
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte X = 1,67 [m] Y = -2,26 [m]

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale 8831,99 [daN]  
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale 36199,26 [daN]  
Resistenza passiva dente di fondazione -13405,30 [daN]  
Momento ribaltante rispetto allo spigolo a valle 13212,79 [daNm]

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE</b>		<i>Codice documento</i> ST0191_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20-06-2011

Momento stabilizzante rispetto allo spigolo a valle 84023,81 [daNm]  
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione 36199,26 [daN]  
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione 8831,99 [daN]  
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione 0,04 [m]  
Lunghezza fondazione reagente 4,00 [m]  
Risultante in fondazione 37261,11 [daN]  
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale) 13,71 [°]  
Momento rispetto al baricentro della fondazione 1541,69 [daNm]

### **COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a ribaltamento 6.36

Stabilità globale muro + terreno

#### Combinazione n° 7

Le ascisse X sono considerate positive verso monte

Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto

Origine in testa al muro (spigolo contro terra)

W peso della striscia espresso in [daN]  
α angolo fra la base della striscia e l'orizzontale espresso in [°] (positivo antiorario)  
φ angolo d'attrito del terreno lungo la base della striscia  
c coesione del terreno lungo la base della striscia espressa in [daN/cm]q  
b larghezza della striscia espressa in [m]  
u pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [daN/cm]q

Metodo di Fellenius

Numero di cerchi analizzati 36

Numero di strisce 25

Cerchio critico

Coordinate del centro X[m]= -0,99 Y[m]= 0,50

Raggio del cerchio R[m]= 7,40

Ascissa a valle del cerchio Xi[m]= -6,36

Ascissa a monte del cerchio Xs[m]= 6,39

Larghezza della striscia dx[m]= 0,51

Coefficiente di sicurezza C= 1.74

Le strisce sono numerate da monte verso valle

Caratteristiche delle strisce

Striscia	W	α(°)	Wsinα	b/cosα	φ	c	u
1	1023.75	77.11	997.95	2.29	29.26	0.000	0.000
2	2525.45	63.89	2267.66	1.16	29.26	0.000	0.000
3	3349.01	55.87	2772.08	0.91	29.26	0.000	0.000
4	3967.09	49.31	3007.99	0.78	29.26	0.000	0.000
5	4462.27	43.55	3074.33	0.70	29.26	0.000	0.000
6	4870.01	38.30	3018.36	0.65	31.67	0.000	0.000
7	5471.50	33.41	3012.96	0.61	32.01	0.000	0.000
8	5714.43	28.79	2751.92	0.58	32.01	0.000	0.000
9	5942.02	24.36	2451.11	0.56	32.01	0.000	0.000
10	6133.79	20.09	2106.63	0.54	32.01	0.000	0.000
11	6286.32	15.93	1724.96	0.53	32.01	0.000	0.000
12	6405.78	11.85	1315.47	0.52	32.01	0.000	0.000
13	7725.50	7.83	1053.14	0.52	32.01	0.000	0.000
14	3020.46	3.86	203.23	0.51	32.01	0.000	0.000
15	2130.04	-0.10	-3.73	0.51	32.01	0.000	0.000
16	2091.24	-4.06	-148.03	0.51	32.01	0.000	0.000
17	2041.53	-8.04	-285.45	0.52	32.01	0.000	0.000
18	1958.41	-12.06	-409.03	0.52	32.01	0.000	0.000
19	1840.60	-16.13	-511.50	0.53	32.01	0.000	0.000
20	1686.15	-20.30	-585.01	0.54	32.01	0.000	0.000
21	1492.30	-24.58	-620.80	0.56	32.01	0.000	0.000
22	1255.16	-29.02	-608.85	0.58	32.01	0.000	0.000
23	969.22	-33.65	-537.11	0.61	32.01	0.000	0.000
24	626.50	-38.56	-390.49	0.65	32.01	0.000	0.000

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE</b>		<i>Codice documento</i> ST0191_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20-06-2011

25      214.87    -43.83    -148.79    0.71      29.26    0.000    0.000

$\Sigma W_i = 83203,40$  [daN]  
 $\Sigma W_i \sin \alpha_i = 25509,00$  [daN]  
 $\Sigma W_i \cos \alpha_i \tan \phi_i = 44375,28$  [daN]  
 $\Sigma c_i b_i / \cos \alpha_i = 0,00$  [daN]

**COMBINAZIONE n° 8**

**Peso muro sfavorevole e Peso terrapieno favorevole**

Valore della spinta statica      11177,82 [daN]  
Componente orizzontale della spinta statica      10251,32 [daN]  
Componente verticale della spinta statica      4455,80 [daN]  
Punto d'applicazione della spinta      X = 3,20 [m]      Y = -3,24 [m]  
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie      23,49 [°]  
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche      63,51 [°]

Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte      34835,93 [daN]  
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte      X = 1,67 [m]      Y = -2,26 [m]

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale      10251,32 [daN]  
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale      54315,37 [daN]  
Resistenza passiva dente di fondazione -24669,85 [daN]  
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione 54315,37 [daN]  
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione      10251,32 [daN]  
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione 0,04 [m]  
Lunghezza fondazione reagente      4,00 [m]  
Risultante in fondazione      55274,31 [daN]  
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale) 10,69 [°]  
Momento rispetto al baricentro della fondazione      2283,54 [daNm]  
Carico ultimo della fondazione      1399606,17 [daN]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente      4,00 [m]  
Tensione terreno allo spigolo di valle      1,4445 [daN/cm<sup>2</sup>]  
Tensione terreno allo spigolo di monte      1,2730 [daN/cm<sup>2</sup>]

Fattori per il calcolo della capacità portante

**Coeff. capacità portante**       $N_c = 77.50$        $N_q = 61.55$        $N_\gamma = 80.93$

**Fattori forma**       $s_c = 1,00$        $s_q = 1,00$        $s_\gamma = 1,00$

I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.

$N'_c = 77.50$        $N'_q = 61.55$        $N'_\gamma = 80.93$

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a scorrimento 2.64  
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo 25.77

Sollecitazioni paramento

Combinazione n° 8

L'ordinata Y (espressa in m) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro  
Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in daNm  
Sforzo normale positivo di compressione, espresso in daN  
Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in daN

Nr.	Y	N	M	T
1	0,00	0,00	0,00	0,00
2	2,30	2797,62	3162,47	3164,99
3	4,60	6705,49	17298,41	9319,74

Sollecitazioni fondazione di valle

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>	
<b>RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE</b>	<i>Codice documento</i> ST0191_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20-06-2011

#### Combinazione n° 8

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in daNm

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in daN

Nr.	X	M	T
1	0,00	0,00	0,00
2	0,50	1552,92	6193,80

Sollecitazioni fondazione di monte

#### Combinazione n° 8

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in daNm

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in daN

Nr.	X	M	T
1	0,00	0,00	0,00
2	2,90	-12207,88	-7369,67

Armature e tensioni nei materiali del muro

#### Combinazione n° 8

L'ordinata Y (espressa in [m]) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

B base della sezione espressa in [cm]

H altezza della sezione espressa in [cm]

A<sub>fs</sub> area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [cmq]

A<sub>fi</sub> area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [cmq]

N<sub>u</sub> sforzo normale ultimo espresso in [daN]

M<sub>u</sub> momento ultimo espresso in [daNm]

CS coefficiente sicurezza sezione

VR<sub>cd</sub> Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [daN]

VR<sub>sd</sub> Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [daN]

VR<sub>d</sub> Resistenza al taglio, espresso in [daN]

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rsd</sub>
1	0,00	100, 30	31,42	15,71	0	0	1000,00	19017	--	--
2	2,30	100, 45	31,42	15,71	49759	-56248	17,79	23549	--	--
3	4,60	100, 60	31,42	15,71	28410	-73291	4,24	27681	--	--

Armature e tensioni nei materiali della fondazione

#### Combinazione n° 8

Simbologia adottata

B base della sezione espressa in [cm]

H altezza della sezione espressa in [cm]

A<sub>fi</sub> area di armatura in corrispondenza del lembo inferiore in [cmq]

A<sub>fs</sub> area di armatura in corrispondenza del lembo superiore in [cmq]

N<sub>u</sub> sforzo normale ultimo espresso in [daN]

M<sub>u</sub> momento ultimo espresso in [daNm]

CS coefficiente sicurezza sezione

VR<sub>cd</sub> Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [daN]

VR<sub>sd</sub> Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [daN]

VR<sub>d</sub> Resistenza al taglio, espresso in [daN]

#### Fondazione di valle

(L'ascissa X, espressa in [m], è positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle)

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rsd</sub>
1	0,00	100, 60	31,42	15,71	0	0	1000,00	21257	--	--

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE</b>		<i>Codice documento</i> ST0191_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20-06-2011

2      0,50      100,60      31,42      15,71      0      67385      43,39      26782      --      --

#### Fondazione di monte

(L'ascissa X, espressa in [m], è positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte)

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rsd</sub>
1	0,00	100,60	31,42	43,98	0	0	1000,00	21257	--	--
2	2,90	100,60	31,42	31,42	0	-67826	5,56	21257	--	--

#### Verifica sperone di fondazione

Base sezione B= 100 cm      Altezza sezione H=40 [cm]

A<sub>fi</sub>=12,57 [cmq]      A<sub>fs</sub>=12,57 [cmq]

Sollecitazioni M=2735,1 [daNm]      T=10251,3 [daN]

Momento ultimo sezione M<sub>u</sub> = 17531,58 [daNm]

Coeff. sicurezza sezione = 6,41

#### COMBINAZIONE n° 9

##### **Peso muro favorevole e Peso terrapieno favorevole**

Valore della spinta statica      11177,82 [daN]

Componente orizzontale della spinta statica      10251,32 [daN]

Componente verticale della spinta statica      4455,80 [daN]

Punto d'applicazione della spinta      X = 3,20 [m]      Y = -3,24 [m]

Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie      23,49 [°]

Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche      63,51 [°]

Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte      34835,93 [daN]

Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte      X = 1,67 [m]      Y = -2,26 [m]

#### Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale      10251,32 [daN]

Risultante dei carichi applicati in dir. verticale      50848,38 [daN]

Resistenza passiva dente di fondazione -23030,02 [daN]

Sforzo normale sul piano di posa della fondazione 50848,38 [daN]

Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione      10251,32 [daN]

Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione 0,01 [m]

Lunghezza fondazione reagente      4,00 [m]

Risultante in fondazione      51871,45 [daN]

Inclinazione della risultante (rispetto alla normale) 11,40 [°]

Momento rispetto al baricentro della fondazione      539,22 [daNm]

Carico ultimo della fondazione      1422093,39 [daN]

#### Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente      4,00 [m]

Tensione terreno allo spigolo di valle      1,2923 [daN/cm<sup>2</sup>]

Tensione terreno allo spigolo di monte      1,2518 [daN/cm<sup>2</sup>]

#### Fattori per il calcolo della capacità portante

**Coeff. capacità portante**      N<sub>c</sub> = 77.50      N<sub>q</sub> = 61.55      N<sub>γ</sub> = 80.93

**Fattori forma**      s<sub>c</sub> = 1,00      s<sub>q</sub> = 1,00      s<sub>γ</sub> = 1,00

I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.

N'<sub>c</sub> = 77.50      N'<sub>q</sub> = 61.55      N'<sub>γ</sub> = 80.93

#### COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a scorrimento 2.48

Coefficiente di sicurezza a carico ultimo 27.97

Sollecitazioni paramento

#### Combinazione n° 9

L'ordinata Y (espressa in m) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in daNm

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in daN

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
<b>RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE</b>		<i>Codice documento</i> ST0191_F0.doc	<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						

Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in daN

Nr.	Y	N	M	T
1	0,00	0,00	0,00	0,00
2	2,30	2152,02	3140,02	3164,99
3	4,60	5158,07	17195,85	9319,74

Sollecitazioni fondazione di valle

Combinazione n° 9

L'ascissa X(espressa in m) è considerata positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in daNm

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in daN

Nr.	X	M	T
1	0,00	0,00	0,00
2	0,50	1425,72	5698,64

Sollecitazioni fondazione di monte

Combinazione n° 9

L'ascissa X(espressa in m) è considerata positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in daNm

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in daN

Nr.	X	M	T
1	0,00	0,00	0,00
2	2,90	-12216,52	-7938,38

Armature e tensioni nei materiali del muro

Combinazione n° 9

L'ordinata Y(espressa in [m]) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

B base della sezione espressa in [cm]

H altezza della sezione espressa in [cm]

A<sub>fs</sub> area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [cmq]

A<sub>fi</sub> area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [cmq]

N<sub>u</sub> sforzo normale ultimo espresso in [daN]

M<sub>u</sub> momento ultimo espresso in [daNm]

CS coefficiente sicurezza sezione

V<sub>Rcd</sub> Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [daN]

V<sub>Rsds</sub> Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [daN]

V<sub>Rd</sub> Resistenza al taglio, espresso in [daN]

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rsds</sub>
1	0,00	100, 30	31,42	15,71	0	0	1000,00	19017	--	--
2	2,30	100, 45	31,42	15,71	37256	-54360	17,31	23459	--	--
3	4,60	100, 60	31,42	15,71	21533	-71786	4,17	27460	--	--

Armature e tensioni nei materiali della fondazione

Combinazione n° 9

Simbologia adottata

B base della sezione espressa in [cm]

H altezza della sezione espressa in [cm]

A<sub>fi</sub> area di armatura in corrispondenza del lembo inferiore in [cmq]

A<sub>fs</sub> area di armatura in corrispondenza del lembo superiore in [cmq]

N<sub>u</sub> sforzo normale ultimo espresso in [daN]

M<sub>u</sub> momento ultimo espresso in [daNm]

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
<b>RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE</b>		<i>Codice documento</i> ST0191_F0.doc	<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						

CS      coefficiente sicurezza sezione  
VRcd    Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [daN]  
VRsd    Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [daN]  
VRd      Resistenza al taglio, espresso in [daN]

#### Fondazione di valle

(L'ascissa X, espressa in [m], è positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle)

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rsd</sub>
1	0,00	100, 60	31,42	15,71	0	0	1000,00	21257	--	--
2	0,50	100, 60	31,42	15,71	0	67385	47,26	26782	--	--

#### Fondazione di monte

(L'ascissa X, espressa in [m], è positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte)

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rsd</sub>
1	0,00	100, 60	31,42	43,98	0	0	1000,00	21257	--	--
2	2,90	100, 60	31,42	31,42	0	-67826	5,55	21257	--	--

#### Verifica sperone di fondazione

Base sezione B= 100 cm      Altezza sezione H=40 [cm]  
A<sub>fi</sub>=12,57 [cmq]      A<sub>fs</sub>=12,57 [cmq]  
Sollecitazioni M=2735,1 [daNm]      T=10251,3 [daN]  
Momento ultimo sezione M<sub>u</sub> = 17531,58 [daNm]  
Coeff.sicurezza sezione = 6,41

#### COMBINAZIONE n° 10

##### **Peso muro favorevole e Peso terrapieno sfavorevole**

Valore della spinta statica      11177,82 [daN]  
Componente orizzontale della spinta statica      10251,32 [daN]  
Componente verticale della spinta statica      4455,80 [daN]  
Punto d'applicazione della spinta      X = 3,20 [m]      Y = -3,24 [m]  
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie      23,49 [°]  
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche      63,51 [°]  
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte      42408,98 [daN]  
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte      X = 1,67 [m]      Y = -2,26 [m]

#### Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale      10251,32 [daN]  
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale      61888,43 [daN]  
Resistenza passiva dente di fondazione -27763,71 [daN]  
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione 61888,43 [daN]  
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione      10251,32 [daN]  
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione -0,02 [m]  
Lunghezza fondazione reagente      4,00 [m]  
Risultante in fondazione      62731,71 [daN]  
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale) 9,41 [°]  
Momento rispetto al baricentro della fondazione      -1299,71 [daNm]  
Carico ultimo della fondazione      1414656,96 [daN]

#### Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente      4,00 [m]  
Tensione terreno allo spigolo di valle      1,4994 [daN/cm<sup>2</sup>]  
Tensione terreno allo spigolo di monte      1,5970 [daN/cm<sup>2</sup>]

#### Fattori per il calcolo della capacità portante

**Coeff. capacità portante**      N<sub>c</sub> = 77.50      N<sub>q</sub> = 61.55      N<sub>γ</sub> = 80.93

**Fattori forma**      s<sub>c</sub> = 1,00      s<sub>q</sub> = 1,00      s<sub>γ</sub> = 1,00

I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.

N'<sub>c</sub> = 77.50      N'<sub>q</sub> = 61.55      N'<sub>γ</sub> = 80.93

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE</b>		<i>Codice documento</i> ST0191_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20-06-2011

### COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a scorrimento 3.00  
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo 22.86

Sollecitazioni paramento

#### Combinazione n° 10

L'ordinata Y (espressa in m) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro  
Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in daNm  
Sforzo normale positivo di compressione, espresso in daN  
Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in daN

Nr.	Y	N	M	T
1	0,00	0,00	0,00	0,00
2	2,30	2797,62	3162,47	3164,99
3	4,60	6705,49	17298,41	9319,74

Sollecitazioni fondazione di valle

#### Combinazione n° 10

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle  
Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in daNm  
Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in daN

Nr.	X	M	T
1	0,00	0,00	0,00
2	0,50	1635,57	6552,47

Sollecitazioni fondazione di monte

#### Combinazione n° 10

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte  
Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in daNm  
Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in daN

Nr.	X	M	T
1	0,00	0,00	0,00
2	2,90	-1320,35	-804,54

Armature e tensioni nei materiali del muro

#### Combinazione n° 10

L'ordinata Y (espressa in [m]) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

B base della sezione espressa in [cm]  
H altezza della sezione espressa in [cm]  
A<sub>fs</sub> area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [cmq]  
A<sub>fi</sub> area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [cmq]  
N<sub>u</sub> sforzo normale ultimo espresso in [daN]  
M<sub>u</sub> momento ultimo espresso in [daNm]  
CS coefficiente sicurezza sezione  
VR<sub>cd</sub> Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [daN]  
VR<sub>sd</sub> Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [daN]  
VR<sub>d</sub> Resistenza al taglio, espresso in [daN]

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rsd</sub>
1	0,00	100, 30	31,42	15,71	0	0	1000,00	19017	--	--
2	2,30	100, 45	31,42	15,71	49759	-56248	17,79	23549	--	--
3	4,60	100, 60	31,42	15,71	28410	-73291	4,24	27681	--	--

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE</b>		<i>Codice documento</i> ST0191_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20-06-2011

Armature e tensioni nei materiali della fondazione

Combinazione n° 10

Simbologia adottata

B	base della sezione espressa in [cm]
H	altezza della sezione espressa in [cm]
A <sub>fi</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo inferiore in [cmq]
A <sub>fs</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo superiore in [cmq]
N <sub>u</sub>	sfuerzo normale ultimo espresso in [daN]
M <sub>u</sub>	momento ultimo espresso in [daNm]
CS	coefficiente sicurezza sezione
VRcd	Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [daN]
VRsd	Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [daN]
VRd	Resistenza al taglio, espresso in [daN]

Fondazione di valle

(L'ascissa X, espressa in [m], è positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle)

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rsd</sub>
1	0,00	100, 60	31,42	15,71	0	0	1000,00	21257	--	--
2	0,50	100, 60	31,42	15,71	0	67385	41,20	26782	--	--

Fondazione di monte

(L'ascissa X, espressa in [m], è positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte)

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rsd</sub>
1	0,00	100, 60	31,42	43,98	0	0	1000,00	21257	--	--
2	2,90	100, 60	31,42	31,42	0	-67826	51,37	21257	--	--

Verifica sperone di fondazione

Base sezione B= 100 cm Altezza sezione H=40 [cm]

A<sub>fi</sub>=12,57 [cmq] A<sub>fs</sub>=12,57 [cmq]

Sollecitazioni M=2735,1 [daNm] T=10251,3 [daN]

Momento ultimo sezione M<sub>u</sub> = 17531,58 [daNm]

Coeff.sicurezza sezione = 6,41

COMBINAZIONE n° 11

**Peso muro favorevole e Peso terrapieno sfavorevole**

Valore della spinta statica	11177,82 [daN]
Componente orizzontale della spinta statica	10251,32 [daN]
Componente verticale della spinta statica	4455,80 [daN]
Punto d'applicazione della spinta	X = 3,20 [m] Y = -3,24 [m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	23,49 [°]
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	63,51 [°]

Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	42408,98 [daN]
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 1,67 [m] Y = -2,26 [m]

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	10251,32 [daN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	58421,43 [daN]
Resistenza passiva dente di fondazione	-26123,88 [daN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	58421,43 [daN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	10251,32 [daN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0,05 [m]
Lunghezza fondazione reagente	4,00 [m]
Risultante in fondazione	59314,02 [daN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	9,95 [°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-3044,03 [daNm]
Carico ultimo della fondazione	1392408,61 [daN]

Tensioni sul terreno

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
<b>RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE</b>		<i>Codice documento</i> ST0191_F0.doc	<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						

Lunghezza fondazione reagente 4,00 [m]  
Tensione terreno allo spigolo di valle 1,3472 [daN/cm<sup>2</sup>]  
Tensione terreno allo spigolo di monte 1,5758 [daN/cm<sup>2</sup>]

Fattori per il calcolo della capacità portante

**Coeff. capacità portante**  $N_c = 77.50$   $N_q = 61.55$   $N_\gamma = 80.93$

**Fattori forma**  $s_c = 1,00$   $s_q = 1,00$   $s_\gamma = 1,00$

I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.

$N'_c = 77.50$   $N'_q = 61.55$   $N'_\gamma = 80.93$

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a scorrimento 2.84

Coefficiente di sicurezza a carico ultimo 23.83

Sollecitazioni paramento

Combinazione n° 11

L'ordinata Y (espressa in m) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in daNm

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in daN

Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in daN

Nr.	Y	N	M	T
1	0,00	0,00	0,00	0,00
2	2,30	2152,02	3140,02	3164,99
3	4,60	5158,07	17195,85	9319,74

Sollecitazioni fondazione di valle

Combinazione n° 11

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in daNm

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in daN

Nr.	X	M	T
1	0,00	0,00	0,00
2	0,50	1508,37	6057,30

Sollecitazioni fondazione di monte

Combinazione n° 11

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in daNm

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in daN

Nr.	X	M	T
1	0,00	0,00	0,00
2	2,90	-1329,00	-1373,25

Armature e tensioni nei materiali del muro

Combinazione n° 11

L'ordinata Y (espressa in [m]) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

B base della sezione espressa in [cm]

H altezza della sezione espressa in [cm]

$A_{fs}$  area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [cm<sup>2</sup>]

$A_{fi}$  area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [cm<sup>2</sup>]

$N_u$  sforzo normale ultimo espresso in [daN]

$M_u$  momento ultimo espresso in [daNm]

CS coefficiente sicurezza sezione

VRcd Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [daN]

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE</b>		<i>Codice documento</i> ST0191_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20-06-2011

VRsd Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [daN]  
VRd Resistenza al taglio, espresso in [daN]

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rsd</sub>
1	0,00	100, 30	31,42	15,71	0	0	1000,00	19017	--	--
2	2,30	100, 45	31,42	15,71	37256	-54360	17,31	23459	--	--
3	4,60	100, 60	31,42	15,71	21533	-71786	4,17	27460	--	--

Armature e tensioni nei materiali della fondazione

#### Combinazione n° 11

Simbologia adottata

B base della sezione espressa in [cm]  
H altezza della sezione espressa in [cm]  
A<sub>fi</sub> area di armatura in corrispondenza del lembo inferiore in [cmq]  
A<sub>fs</sub> area di armatura in corrispondenza del lembo superiore in [cmq]  
N<sub>u</sub> sforzo normale ultimo espresso in [daN]  
M<sub>u</sub> momento ultimo espresso in [daNm]  
CS coefficiente sicurezza sezione  
VRcd Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [daN]  
VRsd Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [daN]  
VRd Resistenza al taglio, espresso in [daN]

#### Fondazione di valle

(L'ascissa X, espressa in [m], è positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle)

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rsd</sub>
1	0,00	100, 60	31,42	15,71	0	0	1000,00	21257	--	--
2	0,50	100, 60	31,42	15,71	0	67385	44,67	26782	--	--

#### Fondazione di monte

(L'ascissa X, espressa in [m], è positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte)

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rsd</sub>
1	0,00	100, 60	31,42	43,98	0	0	1000,00	21257	--	--
2	2,90	100, 60	31,42	31,42	0	-67826	51,04	21257	--	--

#### Verifica sperone di fondazione

Base sezione B= 100 cm Altezza sezione H=40 [cm]  
A<sub>fi</sub>=12,57 [cmq] A<sub>fs</sub>=12,57 [cmq]  
Sollecitazioni M=2735,1 [daNm] T=10251,3 [daN]  
Momento ultimo sezione M<sub>u</sub> = 17531,58 [daNm]  
Coeff.sicurezza sezione = 6,41

#### COMBINAZIONE n° 12

Valore della spinta statica 10810,64 [daN]  
Componente orizzontale della spinta statica 10210,87 [daN]  
Componente verticale della spinta statica 3550,79 [daN]  
Punto d'applicazione della spinta X = 3,20 [m] Y = -3,19 [m]  
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie 19,17 [°]  
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche 61,44 [°]  
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte 33556,94 [daN]  
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte X = 1,67 [m] Y = -2,26 [m]

#### Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale 10210,87 [daN]  
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale 48664,37 [daN]  
Resistenza passiva dente di fondazione -17981,82 [daN]  
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione 48664,37 [daN]  
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione 10210,87 [daN]

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
<b>RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE</b>		<i>Codice documento</i> ST0191_F0.doc	<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						

Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione 0,07 [m]  
Lunghezza fondazione reagente 4,00 [m]  
Risultante in fondazione 49724,07 [daN]  
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale) 11,85 [°]  
Momento rispetto al baricentro della fondazione 3369,84 [daNm]  
Carico ultimo della fondazione 498746,88 [daN]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente 4,00 [m]  
Tensione terreno allo spigolo di valle 1,3439 [daN/cmq]  
Tensione terreno allo spigolo di monte 1,0909 [daN/cmq]

Fattori per il calcolo della capacità portante

**Coeff. capacità portante**  $N_c = 77.50$   $N_q = 61.55$   $N_\gamma = 80.93$

**Fattori forma**  $s_c = 1,00$   $s_q = 1,00$   $s_\gamma = 1,00$

I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.

$N'_c = 77.50$   $N'_q = 61.55$   $N'_\gamma = 80.93$

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a scorrimento 1.93  
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo 10.25

Sollecitazioni paramento

Combinazione n° 12

L'ordinata Y (espressa in m) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in daNm

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in daN

Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in daN

Nr.	Y	N	M	T
1	0,00	0,00	0,00	0,00
2	2,30	2152,02	3312,86	3304,78
3	4,60	5158,07	17790,31	9536,10

Sollecitazioni fondazione di valle

Combinazione n° 12

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in daNm

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in daN

Nr.	X	M	T
1	0,00	0,00	0,00
2	0,50	1479,20	5890,41

Sollecitazioni fondazione di monte

Combinazione n° 12

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in daNm

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in daN

Nr.	X	M	T
1	0,00	0,00	0,00
2	2,90	-4694,40	-2005,37

Armature e tensioni nei materiali del muro

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE</b>		<i>Codice documento</i> ST0191_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20-06-2011

#### Combinazione n° 12

L'ordinata Y (espressa in [m]) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

B	base della sezione espressa in [cm]
H	altezza della sezione espressa in [cm]
A <sub>fs</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [cmq]
A <sub>fi</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [cmq]
N <sub>u</sub>	sfuerzo normale ultimo espresso in [daN]
M <sub>u</sub>	momento ultimo espresso in [daNm]
CS	coefficiente sicurezza sezione
VRcd	Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [daN]
VRsd	Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [daN]
VRd	Resistenza al taglio, espresso in [daN]

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rs</sub>
1	0,00	100, 30	31,42	15,71	0	0	1000,00	19017	--	--
2	2,30	100, 45	31,42	15,71	35101	-54035	16,31	23459	--	--
3	4,60	100, 60	31,42	15,71	20765	-71618	4,03	27460	--	--

Armature e tensioni nei materiali della fondazione

#### Combinazione n° 12

Simbologia adottata

B	base della sezione espressa in [cm]
H	altezza della sezione espressa in [cm]
A <sub>fi</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo inferiore in [cmq]
A <sub>fs</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo superiore in [cmq]
N <sub>u</sub>	sfuerzo normale ultimo espresso in [daN]
M <sub>u</sub>	momento ultimo espresso in [daNm]
CS	coefficiente sicurezza sezione
VRcd	Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [daN]
VRsd	Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [daN]
VRd	Resistenza al taglio, espresso in [daN]

#### Fondazione di valle

(L'ascissa X, espressa in [m], è positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle)

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rs</sub>
1	0,00	100, 60	31,42	15,71	0	0	1000,00	21257	--	--
2	0,50	100, 60	31,42	15,71	0	67385	45,56	26782	--	--

#### Fondazione di monte

(L'ascissa X, espressa in [m], è positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte)

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rs</sub>
1	0,00	100, 60	31,42	43,98	0	0	1000,00	21257	--	--
2	2,90	100, 60	31,42	31,42	0	-67826	14,45	21257	--	--

#### Verifica sperone di fondazione

Base sezione B= 100 cm Altezza sezione H=40 [cm]

A<sub>fi</sub>=12,57 [cmq] A<sub>fs</sub>=12,57 [cmq]

Sollecitazioni M=2724,3 [daNm] T=10210,9 [daN]

Momento ultimo sezione M<sub>u</sub> = 17531,58 [daNm]

Coeff. sicurezza sezione = 6,44

#### COMBINAZIONE n° 13

Valore della spinta statica 12029,70 [daN]

Componente orizzontale della spinta statica 11362,44 [daN]

Componente verticale della spinta statica 3950,76 [daN]

Punto d'applicazione della spinta X = 3,20 [m] Y = -3,17 [m]

Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie 19,17 [°]

Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche 61,75 [°]

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE</b>		<i>Codice documento</i> ST0191_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20-06-2011

Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte 32311,57 [daN]  
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte X = 1,67 [m] Y = -2,26 [m]

#### Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale 11362,44 [daN]  
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale 46663,31 [daN]  
Resistenza passiva dente di fondazione -17311,18 [daN]  
Momento ribaltante rispetto allo spigolo a valle 23075,07 [daNm]  
Momento stabilizzante rispetto allo spigolo a valle 111219,59 [daNm]  
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione 46663,31 [daN]  
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione 11362,44 [daN]  
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione 0,11 [m]  
Lunghezza fondazione reagente 4,00 [m]  
Risultante in fondazione 48026,76 [daN]  
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale) 13,69 [°]  
Momento rispetto al baricentro della fondazione 5123,05 [daNm]

#### COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a ribaltamento 4.82

Stabilità globale muro + terreno

#### Combinazione n° 14

Le ascisse X sono considerate positive verso monte

Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto

Origine in testa al muro (spigolo contro terra)

W peso della striscia espresso in [daN]  
 $\alpha$  angolo fra la base della striscia e l'orizzontale espresso in [°] (positivo antiorario)  
 $\phi$  angolo d'attrito del terreno lungo la base della striscia  
c coesione del terreno lungo la base della striscia espressa in [daN/cm<sup>q</sup>]  
b larghezza della striscia espressa in [m]  
u pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [daN/cm<sup>q</sup>]

Metodo di Fellenius

Numero di cerchi analizzati 36

Numero di strisce 25

Cerchio critico

Coordinate del centro X[m]= -1,49 Y[m]= 0,00

Raggio del cerchio R[m]= 7,30

Ascissa a valle del cerchio Xi[m]= -7,17

Ascissa a monte del cerchio Xs[m]= 5,81

Larghezza della striscia dx[m]= 0,52

Coefficiente di sicurezza C= 1.59

Le strisce sono numerate da monte verso valle

Caratteristiche delle strisce

Striscia	W	$\alpha(^{\circ})$	$W\sin\alpha$	$b/\cos\alpha$	$\phi$	c	u
1	1263.47	79.13	1240.80	2.75	29.26	0.000	0.000
2	3599.20	63.66	3225.60	1.17	29.26	0.000	0.000
3	5209.64	55.47	4291.78	0.92	29.26	0.000	0.000
4	5839.16	48.78	4392.01	0.79	29.26	0.000	0.000
5	6341.55	42.90	4317.00	0.71	31.72	0.000	0.000
6	7074.76	37.55	4311.60	0.65	32.01	0.000	0.000
7	7312.99	32.56	3935.69	0.62	32.01	0.000	0.000
8	7596.02	27.84	3546.98	0.59	32.01	0.000	0.000
9	7828.69	23.31	3098.19	0.57	32.01	0.000	0.000
10	8016.49	18.94	2601.81	0.55	32.01	0.000	0.000
11	8367.43	14.68	2120.11	0.54	32.01	0.000	0.000
12	7471.05	10.50	1361.23	0.53	32.01	0.000	0.000
13	2638.15	6.37	292.91	0.52	32.01	0.000	0.000
14	2513.63	2.28	100.19	0.52	32.01	0.000	0.000

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
<b>RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE</b>		<i>Codice documento</i> ST0191_F0.doc	<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						

15	2515.71	-1.79	-78.76	0.52	32.01	0.000	0.000
16	2483.12	-5.88	-254.46	0.52	32.01	0.000	0.000
17	2415.34	-10.00	-419.42	0.53	32.01	0.000	0.000
18	2311.30	-14.17	-565.86	0.54	32.01	0.000	0.000
19	2169.23	-18.42	-685.49	0.55	32.01	0.000	0.000
20	1986.54	-22.78	-769.17	0.56	32.01	0.000	0.000
21	1759.51	-27.28	-806.55	0.58	32.01	0.000	0.000
22	1482.90	-31.98	-785.37	0.61	32.01	0.000	0.000
23	1149.04	-36.93	-690.42	0.65	32.01	0.000	0.000
24	746.40	-42.24	-501.71	0.70	32.01	0.000	0.000
25	256.34	-48.04	-190.61	0.78	29.26	0.000	0.000

$\Sigma W_i = 100347,66$  [daN]  
 $\Sigma W_i \sin \alpha_i = 33088,06$  [daN]  
 $\Sigma W_i \cos \alpha_i \tan \phi_i = 52570,88$  [daN]  
 $\Sigma c_i b_i / \cos \alpha_i = 0,00$  [daN]

#### COMBINAZIONE n° 15

Valore della spinta statica 6772,10 [daN]  
Componente orizzontale della spinta statica 6208,36 [daN]  
Componente verticale della spinta statica 2705,12 [daN]  
Punto d'applicazione della spinta X = 3,20 [m] Y = -3,70 [m]  
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie 23,54 [°]  
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche 58,94 [°]

Incremento sismico della spinta 1820,81 [daN]  
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta X = 3,20 [m] Y = -2,80 [m]  
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche 54,76 [°]

Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte 25243,52 [daN]  
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte X = 1,67 [m] Y = -2,26 [m]  
Inerzia del muro 1034,72 [daN]  
Inerzia verticale del muro 517,36 [daN]  
Inerzia del terrapieno fondazione di monte 2260,18 [daN]  
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte 1130,09 [daN]

#### Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale 11172,50 [daN]  
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale 41880,06 [daN]  
Resistenza passiva dente di fondazione -19583,32 [daN]  
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione 41880,06 [daN]  
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione 11172,50 [daN]  
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione 0,19 [m]  
Lunghezza fondazione reagente 4,00 [m]  
Risultante in fondazione 43344,71 [daN]  
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale) 14,94 [°]  
Momento rispetto al baricentro della fondazione 8072,45 [daNm]  
Carico ultimo della fondazione 1291805,04 [daN]

#### Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente 4,00 [m]  
Tensione terreno allo spigolo di valle 1,3508 [daN/cm<sup>2</sup>]  
Tensione terreno allo spigolo di monte 0,7446 [daN/cm<sup>2</sup>]

#### Fattori per il calcolo della capacità portante

**Coeff. capacità portante**  $N_c = 77.50$   $N_q = 61.55$   $N_\gamma = 80.93$

**Fattori forma**  $s_c = 1,00$   $s_q = 1,00$   $s_\gamma = 1,00$

I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.

$N'_c = 77.50$   $N'_q = 61.55$   $N'_\gamma = 80.93$

#### COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a scorrimento 1.88  
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo 30.85

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE</b>		<i>Codice documento</i> ST0191_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20-06-2011

Sollecitazioni paramento

Combinazione n° 15

L'ordinata Y (espressa in m) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro  
Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in daNm  
Sforzo normale positivo di compressione, espresso in daN  
Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in daN

Nr.	Y	N	M	T
1	0,00	0,00	0,00	0,00
2	2,30	2152,02	1836,20	1928,18
3	4,60	5158,07	11035,47	6232,09

Sollecitazioni fondazione di valle

Combinazione n° 15

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle  
Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in daNm  
Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in daN

Nr.	X	M	T
1	0,00	0,00	0,00
2	0,50	1469,36	5814,27

Sollecitazioni fondazione di monte

Combinazione n° 15

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte  
Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in daNm  
Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in daN

Nr.	X	M	T
1	0,00	0,00	0,00
2	2,90	-4731,81	-792,92

Armature e tensioni nei materiali del muro

Combinazione n° 15

L'ordinata Y (espressa in [m]) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro  
B base della sezione espressa in [cm]  
H altezza della sezione espressa in [cm]  
A<sub>fs</sub> area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [cmq]  
A<sub>fi</sub> area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [cmq]  
N<sub>u</sub> sforzo normale ultimo espresso in [daN]  
M<sub>u</sub> momento ultimo espresso in [daNm]  
CS coefficiente sicurezza sezione  
VR<sub>cd</sub> Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [daN]  
VR<sub>sd</sub> Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [daN]  
VRd Resistenza al taglio, espresso in [daN]

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rsd</sub>
1	0,00	100, 30	31,42	15,71	0	0	1000,00	19017	--	--
2	2,30	100, 45	31,42	15,71	69399	-59214	32,25	23459	--	--
3	4,60	100, 60	31,42	15,71	34923	-74716	6,77	27460	--	--

Armature e tensioni nei materiali della fondazione

Combinazione n° 15

Simbologia adottata

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE</b>		<i>Codice documento</i> ST0191_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20-06-2011

B base della sezione espressa in [cm]  
H altezza della sezione espressa in [cm]  
 $A_{fi}$  area di armatura in corrispondenza del lembo inferiore in [cmq]  
 $A_{fs}$  area di armatura in corrispondenza del lembo superiore in [cmq]  
 $N_u$  sforzo normale ultimo espresso in [daN]  
 $M_u$  momento ultimo espresso in [daNm]  
CS coefficiente sicurezza sezione  
VRcd Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [daN]  
VRsd Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [daN]  
VRd Resistenza al taglio, espresso in [daN]

#### Fondazione di valle

(L'ascissa X, espressa in [m], è positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle)

Nr.	Y	B, H	$A_{fs}$	$A_{fi}$	$N_u$	$M_u$	CS	$V_{Rd}$	$V_{Rcd}$	$V_{Rsd}$
1	0,00	100, 60	31,42	15,71	0	0	1000,00	21257	--	--
2	0,50	100, 60	31,42	15,71	0	67385	45,86	26782	--	--

#### Fondazione di monte

(L'ascissa X, espressa in [m], è positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte)

Nr.	Y	B, H	$A_{fs}$	$A_{fi}$	$N_u$	$M_u$	CS	$V_{Rd}$	$V_{Rcd}$	$V_{Rsd}$
1	0,00	100, 60	31,42	43,98	0	0	1000,00	21257	--	--
2	2,90	100, 60	31,42	31,42	0	-67826	14,33	21257	--	--

#### Verifica sperone di fondazione

Base sezione B= 100 cm Altezza sezione H=40 [cm]  
 $A_{fi}=12,57$  [cmq]  $A_{fs}=12,57$  [cmq]  
Sollecitazioni  $M=2980,8$  [daNm]  $T=11172,5$  [daN]  
Momento ultimo sezione  $M_u = 17531,58$  [daNm]  
Coeff. sicurezza sezione = 5,88

#### COMBINAZIONE n° 16

Valore della spinta statica 6772,10 [daN]  
Componente orizzontale della spinta statica 6208,36 [daN]  
Componente verticale della spinta statica 2705,12 [daN]  
Punto d'applicazione della spinta X = 3,20 [m] Y = -3,70 [m]  
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie 23,54 [°]  
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche 58,94 [°]

Incremento sismico della spinta 1228,93 [daN]  
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta X = 3,20 [m] Y = -2,80 [m]  
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche 54,32 [°]

Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte 25243,52 [daN]  
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte X = 1,67 [m] Y = -2,26 [m]  
Inerzia del muro 1034,72 [daN]  
Inerzia verticale del muro -517,36 [daN]  
Inerzia del terrapieno fondazione di monte 2260,18 [daN]  
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte -1130,09 [daN]

#### Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale 10629,89 [daN]  
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale 38348,73 [daN]  
Resistenza passiva dente di fondazione -18011,72 [daN]  
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione 38348,73 [daN]  
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione 10629,89 [daN]  
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione 0,20 [m]  
Lunghezza fondazione reagente 4,00 [m]  
Risultante in fondazione 39794,72 [daN]  
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale) 15,49 [°]  
Momento rispetto al baricentro della fondazione 7790,22 [daNm]

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
<b>RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE</b>		<i>Codice documento</i> ST0191_F0.doc	<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						

Carico ultimo della fondazione 1284373,08 [daN]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente 4,00 [m]  
Tensione terreno allo spigolo di valle 1,2518 [daN/cm<sup>2</sup>]  
Tensione terreno allo spigolo di monte 0,6668 [daN/cm<sup>2</sup>]

Fattori per il calcolo della capacità portante

**Coeff. capacità portante**  $N_c = 77.50$   $N_q = 61.55$   $N_\gamma = 80.93$

**Fattori forma**  $s_c = 1,00$   $s_q = 1,00$   $s_\gamma = 1,00$

I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.

$N'_c = 77.50$   $N'_q = 61.55$   $N'_\gamma = 80.93$

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a scorrimento 1.82  
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo 33.49

Sollecitazioni paramento

Combinazione n° 16

L'ordinata Y (espressa in m) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in daNm

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in daN

Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in daN

Nr.	Y	N	M	T
1	0,00	0,00	0,00	0,00
2	2,30	2152,02	1604,59	1726,78
3	4,60	5158,07	10109,03	5829,29

Sollecitazioni fondazione di valle

Combinazione n° 16

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in daNm

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in daN

Nr.	X	M	T
1	0,00	0,00	0,00
2	0,50	1346,80	5326,21

Sollecitazioni fondazione di monte

Combinazione n° 16

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in daNm

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in daN

Nr.	X	M	T
1	0,00	0,00	0,00
2	2,90	-8216,38	-3270,38

Armature e tensioni nei materiali del muro

Combinazione n° 16

L'ordinata Y (espressa in [m]) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

B base della sezione espressa in [cm]

H altezza della sezione espressa in [cm]

A<sub>fs</sub> area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [cm<sup>2</sup>]

A<sub>fi</sub> area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [cm<sup>2</sup>]

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE</b>		<i>Codice documento</i> ST0191_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20-06-2011

$N_u$  sforzo normale ultimo espresso in [daN]  
 $M_u$  momento ultimo espresso in [daNm]  
CS coefficiente sicurezza sezione  
VRcd Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [daN]  
VRsd Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [daN]  
VRd Resistenza al taglio, espresso in [daN]

Nr.	Y	B, H	$A_{fs}$	$A_{fi}$	$N_u$	$M_u$	CS	$V_{Rd}$	$V_{Rcd}$	$V_{Rsd}$
1	0,00	100, 30	31,42	15,71	0	0	1000,00	19017	--	--
2	2,30	100, 45	31,42	15,71	81960	-61111	38,09	23459	--	--
3	4,60	100, 60	31,42	15,71	38526	-75505	7,47	27460	--	--

Armature e tensioni nei materiali della fondazione

#### Combinazione n° 16

Simbologia adottata

B base della sezione espressa in [cm]  
H altezza della sezione espressa in [cm]  
 $A_{fi}$  area di armatura in corrispondenza del lembo inferiore in [cmq]  
 $A_{fs}$  area di armatura in corrispondenza del lembo superiore in [cmq]  
 $N_u$  sforzo normale ultimo espresso in [daN]  
 $M_u$  momento ultimo espresso in [daNm]  
CS coefficiente sicurezza sezione  
VRcd Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [daN]  
VRsd Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [daN]  
VRd Resistenza al taglio, espresso in [daN]

#### Fondazione di valle

(L'ascissa X, espressa in [m], è positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle)

Nr.	Y	B, H	$A_{fs}$	$A_{fi}$	$N_u$	$M_u$	CS	$V_{Rd}$	$V_{Rcd}$	$V_{Rsd}$
1	0,00	100, 60	31,42	15,71	0	0	1000,00	21257	--	--
2	0,50	100, 60	31,42	15,71	0	67385	50,03	26782	--	--

#### Fondazione di monte

(L'ascissa X, espressa in [m], è positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte)

Nr.	Y	B, H	$A_{fs}$	$A_{fi}$	$N_u$	$M_u$	CS	$V_{Rd}$	$V_{Rcd}$	$V_{Rsd}$
1	0,00	100, 60	31,42	43,98	0	0	1000,00	21257	--	--
2	2,90	100, 60	31,42	31,42	0	-67826	8,26	21257	--	--

#### Verifica sperone di fondazione

Base sezione B= 100 cm Altezza sezione H=40 [cm]  
 $A_{fi}=12,57$  [cmq]  $A_{fs}=12,57$  [cmq]  
Sollecitazioni  $M=2836,1$  [daNm]  $T=10629,9$  [daN]  
Momento ultimo sezione  $M_u = 17531,58$  [daNm]  
Coeff. sicurezza sezione = 6,18

#### COMBINAZIONE n° 17

Valore della spinta statica 8503,03 [daN]  
Componente orizzontale della spinta statica 8029,08 [daN]  
Componente verticale della spinta statica 2799,19 [daN]  
Punto d'applicazione della spinta X = 3,20 [m] Y = -3,70 [m]  
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie 19,22 [°]  
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche 55,62 [°]  
Incremento sismico della spinta 2089,30 [daN]  
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta X = 3,20 [m] Y = -2,80 [m]  
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche 51,00 [°]  
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte 25243,52 [daN]

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
<b>RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE</b>		<i>Codice documento</i> ST0191_F0.doc	<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						

Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte    X = 1,67 [m]    Y = -2,26 [m]  
Inerzia del muro    1034,72 [daN]  
Inerzia verticale del muro    517,36 [daN]  
Inerzia del terrapieno fondazione di monte    2260,18 [daN]  
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte    1130,09 [daN]

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale    13296,83 [daN]  
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale    41934,60 [daN]  
Resistenza passiva dente di fondazione -16009,45 [daN]  
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione 41934,60 [daN]  
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione    13296,83 [daN]  
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione 0,27 [m]  
Lunghezza fondazione reagente    4,00 [m]  
Risultante in fondazione    43992,23 [daN]  
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale) 17,59 [°]  
Momento rispetto al baricentro della fondazione    11391,52 [daNm]  
Carico ultimo della fondazione    446428,34 [daN]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente    4,00 [m]  
Tensione terreno allo spigolo di valle    1,4768 [daN/cm<sup>2</sup>]  
Tensione terreno allo spigolo di monte    0,6213 [daN/cm<sup>2</sup>]

Fattori per il calcolo della capacità portante

**Coeff. capacità portante**    N<sub>c</sub> = 77.50    N<sub>q</sub> = 61.55    N<sub>γ</sub> = 80.93

**Fattori forma**    s<sub>c</sub> = 1,00    s<sub>q</sub> = 1,00    s<sub>γ</sub> = 1,00

I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.

N'<sub>c</sub> = 77.50    N'<sub>q</sub> = 61.55    N'<sub>γ</sub> = 80.93

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a scorrimento 1.28  
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo 10.65

Sollecitazioni paramento

Combinazione n° 17

L'ordinata Y (espressa in m) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro  
Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in daNm  
Sforzo normale positivo di compressione, espresso in daN  
Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in daN

Nr.	Y	N	M	T
1	0,00	0,00	0,00	0,00
2	2,30	2152,02	2190,83	2341,14
3	4,60	5158,07	13416,06	7684,48

Sollecitazioni fondazione di valle

Combinazione n° 17

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle  
Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in daNm  
Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in daN

Nr.	X	M	T
1	0,00	0,00	0,00
2	0,50	1613,86	6366,27

Sollecitazioni fondazione di monte

Combinazione n° 17

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE</b>		<i>Codice documento</i> ST0191_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20-06-2011

L'ascissa X(espressa in m) è considerata positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in daNm

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in daN

Nr.	X	M	T
1	0,00	0,00	0,00
2	2,90	-7380,37	-1745,56

Armature e tensioni nei materiali del muro

Combinazione n° 17

L'ordinata Y(espressa in [m]) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

B base della sezione espressa in [cm]  
H altezza della sezione espressa in [cm]  
A<sub>fs</sub> area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [cmq]  
A<sub>fi</sub> area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [cmq]  
N<sub>u</sub> sforzo normale ultimo espresso in [daN]  
M<sub>u</sub> momento ultimo espresso in [daNm]  
CS coefficiente sicurezza sezione  
VRcd Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [daN]  
VRsd Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [daN]  
VRd Resistenza al taglio, espresso in [daN]

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rsd</sub>
1	0,00	100, 30	31,42	15,71	0	0	1000,00	19017	--	--
2	2,30	100, 45	31,42	15,71	56209	-57222	26,12	23459	--	--
3	4,60	100, 60	31,42	15,71	28157	-73236	5,46	27460	--	--

Armature e tensioni nei materiali della fondazione

Combinazione n° 17

Simbologia adottata

B base della sezione espressa in [cm]  
H altezza della sezione espressa in [cm]  
A<sub>fi</sub> area di armatura in corrispondenza del lembo inferiore in [cmq]  
A<sub>fs</sub> area di armatura in corrispondenza del lembo superiore in [cmq]  
N<sub>u</sub> sforzo normale ultimo espresso in [daN]  
M<sub>u</sub> momento ultimo espresso in [daNm]  
CS coefficiente sicurezza sezione  
VRcd Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [daN]  
VRsd Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [daN]  
VRd Resistenza al taglio, espresso in [daN]

Fondazione di valle

(L'ascissa X, espressa in [m], è positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle)

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rsd</sub>
1	0,00	100, 60	31,42	15,71	0	0	1000,00	21257	--	--
2	0,50	100, 60	31,42	15,71	0	67385	41,75	26782	--	--

Fondazione di monte

(L'ascissa X, espressa in [m], è positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte)

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rsd</sub>
1	0,00	100, 60	31,42	43,98	0	0	1000,00	21257	--	--
2	2,90	100, 60	31,42	31,42	0	-67826	9,19	21257	--	--

Verifica sperone di fondazione

Base sezione B= 100 cm Altezza sezione H=40 [cm]

A<sub>fi</sub>=12,57 [cmq] A<sub>fs</sub>=12,57 [cmq]

Sollecitazioni M=3547,6 [daNm] T=13296,8 [daN]

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
<b>RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE</b>		<i>Codice documento</i> ST0191_F0.doc	<table border="1"> <tr> <td><i>Rev</i></td> <td><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						

Momento ultimo sezione  $M_u = 17531,58$  [daNm]  
Coeff. sicurezza sezione = 4,94

**COMBINAZIONE n° 18**

Valore della spinta statica 8503,03 [daN]  
Componente orizzontale della spinta statica 8029,08 [daN]  
Componente verticale della spinta statica 2799,19 [daN]  
Punto d'applicazione della spinta X = 3,20 [m] Y = -3,70 [m]  
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie 19,22 [°]  
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche 55,62 [°]

Incremento sismico della spinta 1344,89 [daN]  
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta X = 3,20 [m] Y = -2,80 [m]  
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche 50,50 [°]

Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte 25243,52 [daN]  
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte X = 1,67 [m] Y = -2,26 [m]  
Inerzia del muro 1034,72 [daN]  
Inerzia verticale del muro -517,36 [daN]  
Inerzia del terrapieno fondazione di monte 2260,18 [daN]  
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte -1130,09 [daN]

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale 12593,91 [daN]  
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale 38394,64 [daN]  
Resistenza passiva dente di fondazione -14717,47 [daN]  
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione 38394,64 [daN]  
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione 12593,91 [daN]  
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione 0,28 [m]  
Lunghezza fondazione reagente 4,00 [m]  
Risultante in fondazione 40407,37 [daN]  
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale) 18,16 [°]  
Momento rispetto al baricentro della fondazione 10741,96 [daNm]  
Carico ultimo della fondazione 444327,41 [daN]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente 4,00 [m]  
Tensione terreno allo spigolo di valle 1,3638 [daN/cm<sup>2</sup>]  
Tensione terreno allo spigolo di monte 0,5571 [daN/cm<sup>2</sup>]

Fattori per il calcolo della capacità portante

**Coeff. capacità portante**  $N_c = 77.50$   $N_q = 61.55$   $N_\gamma = 80.93$

**Fattori forma**  $s_c = 1,00$   $s_q = 1,00$   $s_\gamma = 1,00$

I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.

$N'_c = 77.50$   $N'_q = 61.55$   $N'_\gamma = 80.93$

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a scorrimento 1.24  
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo 11.57

Sollecitazioni paramento

Combinazione n° 18

L'ordinata Y (espressa in m) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in daNm

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in daN

Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in daN

Nr.	Y	N	M	T
1	0,00	0,00	0,00	0,00
2	2,30	2152,02	1895,75	2084,54
3	4,60	5158,07	12235,74	7171,29

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>	
<b>RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE</b>	<i>Codice documento</i> ST0191_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20-06-2011

Sollecitazioni fondazione di valle

Combinazione n° 18

L'ascissa X(espressa in m) è considerata positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in daNm

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in daN

Nr.	X	M	T
1	0,00	0,00	0,00
2	0,50	1475,22	5816,80

Sollecitazioni fondazione di monte

Combinazione n° 18

L'ascissa X(espressa in m) è considerata positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in daNm

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in daN

Nr.	X	M	T
1	0,00	0,00	0,00
2	2,90	-10574,54	-4119,47

Armature e tensioni nei materiali del muro

Combinazione n° 18

L'ordinata Y(espressa in [m]) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

B base della sezione espressa in [cm]

H altezza della sezione espressa in [cm]

A<sub>fs</sub> area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [cmq]

A<sub>fi</sub> area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [cmq]

N<sub>u</sub> sforzo normale ultimo espresso in [daN]

M<sub>u</sub> momento ultimo espresso in [daNm]

CS coefficiente sicurezza sezione

V<sub>Rcd</sub> Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [daN]

V<sub>Rsd</sub> Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [daN]

V<sub>Rd</sub> Resistenza al taglio, espresso in [daN]

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rsd</sub>
1	0,00	100, 30	31,42	15,71	0	0	1000,00	19017	--	--
2	2,30	100, 45	31,42	15,71	66768	-58817	31,03	23459	--	--
3	4,60	100, 60	31,42	15,71	31149	-73890	6,04	27460	--	--

Armature e tensioni nei materiali della fondazione

Combinazione n° 18

Simbologia adottata

B base della sezione espressa in [cm]

H altezza della sezione espressa in [cm]

A<sub>fi</sub> area di armatura in corrispondenza del lembo inferiore in [cmq]

A<sub>fs</sub> area di armatura in corrispondenza del lembo superiore in [cmq]

N<sub>u</sub> sforzo normale ultimo espresso in [daN]

M<sub>u</sub> momento ultimo espresso in [daNm]

CS coefficiente sicurezza sezione

V<sub>Rcd</sub> Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [daN]

V<sub>Rsd</sub> Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [daN]

V<sub>Rd</sub> Resistenza al taglio, espresso in [daN]

Fondazione di valle

(L'ascissa X, espressa in [m], è positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle)

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
		<b>RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE</b>	<i>Codice documento</i> ST0191_F0.doc	<i>Rev</i> F0

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rsd</sub>
1	0,00	100, 60	31,42	15,71	0	0	1000,00	21257	--	--
2	0,50	100, 60	31,42	15,71	0	67385	45,68	26782	--	--

#### Fondazione di monte

(L'ascissa X, espressa in [m], è positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte)

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rsd</sub>
1	0,00	100, 60	31,42	43,98	0	0	1000,00	21257	--	--
2	2,90	100, 60	31,42	31,42	0	-67826	6,41	21257	--	--

#### Verifica sperone di fondazione

Base sezione B= 100 cm Altezza sezione H=40 [cm]  
 A<sub>fi</sub>=12,57 [cmq] A<sub>fs</sub>=12,57 [cmq]  
 Sollecitazioni M=3360,1 [daNm] T=12593,9 [daN]  
 Momento ultimo sezione M<sub>u</sub> = 17531,58 [daNm]  
 Coeff.sicurezza sezione = 5,22

#### COMBINAZIONE n° 19

Valore della spinta statica 8503,03 [daN]  
 Componente orizzontale della spinta statica 8029,08 [daN]  
 Componente verticale della spinta statica 2799,19 [daN]  
 Punto d'applicazione della spinta X = 3,20 [m] Y = -3,70 [m]  
 Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie 19,22 [°]  
 Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche 55,62 [°]  
  
 Incremento sismico della spinta 2089,30 [daN]  
 Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta X = 3,20 [m] Y = -2,80 [m]  
 Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche 51,00 [°]  
  
 Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte 25243,52 [daN]  
 Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte X = 1,67 [m] Y = -2,26 [m]  
 Inerzia del muro 1034,72 [daN]  
 Inerzia verticale del muro 517,36 [daN]  
 Inerzia del terrapieno fondazione di monte 2260,18 [daN]  
 Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte 1130,09 [daN]

#### Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale 13296,83 [daN]  
 Risultante dei carichi applicati in dir. verticale 41934,60 [daN]  
 Resistenza passiva dente di fondazione -16009,45 [daN]  
 Momento ribaltante rispetto allo spigolo a valle 24765,26 [daNm]  
 Momento stabilizzante rispetto allo spigolo a valle 97189,87 [daNm]  
 Sforzo normale sul piano di posa della fondazione 41934,60 [daN]  
 Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione 13296,83 [daN]  
 Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione 0,27 [m]  
 Lunghezza fondazione reagente 4,00 [m]  
 Risultante in fondazione 43992,23 [daN]  
 Inclinazione della risultante (rispetto alla normale) 17,59 [°]  
 Momento rispetto al baricentro della fondazione 11391,52 [daNm]

#### COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a ribaltamento 3.92

#### COMBINAZIONE n° 20

Valore della spinta statica 8503,03 [daN]  
 Componente orizzontale della spinta statica 8029,08 [daN]  
 Componente verticale della spinta statica 2799,19 [daN]  
 Punto d'applicazione della spinta X = 3,20 [m] Y = -3,70 [m]  
 Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie 19,22 [°]  
 Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche 55,62 [°]

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>	
<b>RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE</b>	<i>Codice documento</i> ST0191_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20-06-2011

Incremento sismico della spinta	1344,89 [daN]		
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta		X = 3,20 [m]	Y = -2,80 [m]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	50,50	[°]	
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	25243,52 [daN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte		X = 1,67 [m]	Y = -2,26 [m]
Inerzia del muro	1034,72 [daN]		
Inerzia verticale del muro	-517,36 [daN]		
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	2260,18 [daN]		
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	-1130,09 [daN]		

#### Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	12593,91 [daN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	38394,64 [daN]
Resistenza passiva dente di fondazione	-14717,47 [daN]
Momento ribaltante rispetto allo spigolo a valle	26644,29 [daNm]
Momento stabilizzante rispetto allo spigolo a valle	92643,02 [daNm]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	38394,64 [daN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	12593,91 [daN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0,28 [m]
Lunghezza fondazione reagente	4,00 [m]
Risultante in fondazione	40407,37 [daN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	18,16 [°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	10741,96 [daNm]

#### COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a ribaltamento 3.48

Stabilità globale muro + terreno

#### Combinazione n° 21

Le ascisse X sono considerate positive verso monte

Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto

Origine in testa al muro (spigolo contro terra)

W	peso della striscia espresso in [daN]
$\alpha$	angolo fra la base della striscia e l'orizzontale espresso in [°] (positivo antiorario)
$\phi$	angolo d'attrito del terreno lungo la base della striscia
c	coesione del terreno lungo la base della striscia espressa in [daN/cm <sup>2</sup> ]
b	larghezza della striscia espressa in [m]
u	pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [daN/cm <sup>2</sup> ]

Metodo di Fellenius

Numero di cerchi analizzati 36

Numero di strisce 25

Cerchio critico

Coordinate del centro X[m]= -0,99 Y[m]= 0,99

Raggio del cerchio R[m]= 7,81

Ascissa a valle del cerchio Xi[m]= -6,45

Ascissa a monte del cerchio Xs[m]= 6,76

Larghezza della striscia dx[m]= 0,53

Coefficiente di sicurezza C= 1.51

Le strisce sono numerate da monte verso valle

Caratteristiche delle strisce

Striscia	W	$\alpha(^{\circ})$	Wsin $\alpha$	b/cos $\alpha$	$\phi$	c	u
1	938.19	74.99	906.18	2.04	29.26	0.000	0.000
2	2378.13	63.37	2125.93	1.18	29.26	0.000	0.000
3	3247.34	55.61	2679.63	0.94	29.26	0.000	0.000
4	3906.22	49.20	2957.02	0.81	29.26	0.000	0.000
5	4436.80	43.55	3057.10	0.73	29.26	0.000	0.000
6	4875.33	38.40	3028.34	0.67	30.46	0.000	0.000
7	5336.40	33.60	2952.78	0.63	32.01	0.000	0.000
8	5844.80	29.05	2837.82	0.60	32.01	0.000	0.000

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE</b>		<i>Codice documento</i> ST0191_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20-06-2011

9	6026.00	24.69	2517.36	0.58	32.01	0.000	0.000
10	6235.64	20.49	2182.36	0.56	32.01	0.000	0.000
11	6403.62	16.39	1807.26	0.55	32.01	0.000	0.000
12	6532.85	12.38	1401.11	0.54	32.01	0.000	0.000
13	7457.57	8.44	1094.20	0.53	32.01	0.000	0.000
14	4493.67	4.53	354.90	0.53	32.01	0.000	0.000
15	2173.84	0.64	24.42	0.53	32.01	0.000	0.000
16	2094.54	-3.24	-118.37	0.53	32.01	0.000	0.000
17	2048.81	-7.14	-254.58	0.53	32.01	0.000	0.000
18	1968.09	-11.07	-377.88	0.54	32.01	0.000	0.000
19	1851.22	-15.06	-480.86	0.55	32.01	0.000	0.000
20	1696.36	-19.12	-555.58	0.56	32.01	0.000	0.000
21	1500.93	-23.28	-593.28	0.58	32.01	0.000	0.000
22	1261.27	-27.58	-584.03	0.60	32.01	0.000	0.000
23	972.29	-32.06	-516.13	0.62	32.01	0.000	0.000
24	626.73	-36.77	-375.19	0.66	32.01	0.000	0.000
25	213.83	-41.80	-142.52	0.71	29.26	0.000	0.000

$\Sigma W_i = 84520,46$  [daN]  
 $\Sigma W_i \sin \alpha_i = 25927,98$  [daN]  
 $\Sigma W_i \cos \alpha_i \tan \phi_i = 45262,96$  [daN]  
 $\Sigma c_i b_i / \cos \alpha_i = 0,00$  [daN]

Stabilità globale muro + terreno

Combinazione n° 22

Le ascisse X sono considerate positive verso monte

Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto

Origine in testa al muro (spigolo contro terra)

W peso della striscia espresso in [daN]

$\alpha$  angolo fra la base della striscia e l'orizzontale espresso in [°] (positivo antiorario)

$\phi$  angolo d'attrito del terreno lungo la base della striscia

c coesione del terreno lungo la base della striscia espressa in [daN/cm<sup>q</sup>]

b larghezza della striscia espressa in [m]

u pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [daN/cm<sup>q</sup>]

Metodo di Fellenius

Numero di cerchi analizzati 36

Numero di strisce 25

Cerchio critico

Coordinate del centro X[m]= -0,99 Y[m]= 0,99

Raggio del cerchio R[m]= 7,81

Ascissa a valle del cerchio Xi[m]= -6,45

Ascissa a monte del cerchio Xs[m]= 6,76

Larghezza della striscia dx[m]= 0,53

Coefficiente di sicurezza C= 1.49

Le strisce sono numerate da monte verso valle

Caratteristiche delle strisce

Striscia	W	$\alpha(^{\circ})$	$W \sin \alpha$	$b / \cos \alpha$	$\phi$	c	u
1	938.19	74.99	906.18	2.04	29.26	0.000	0.000
2	2378.13	63.37	2125.93	1.18	29.26	0.000	0.000
3	3247.34	55.61	2679.63	0.94	29.26	0.000	0.000
4	3906.22	49.20	2957.02	0.81	29.26	0.000	0.000
5	4436.80	43.55	3057.10	0.73	29.26	0.000	0.000
6	4875.33	38.40	3028.34	0.67	30.46	0.000	0.000
7	5336.40	33.60	2952.78	0.63	32.01	0.000	0.000
8	5844.80	29.05	2837.82	0.60	32.01	0.000	0.000
9	6026.00	24.69	2517.36	0.58	32.01	0.000	0.000
10	6235.64	20.49	2182.36	0.56	32.01	0.000	0.000
11	6403.62	16.39	1807.26	0.55	32.01	0.000	0.000
12	6532.85	12.38	1401.11	0.54	32.01	0.000	0.000
13	7457.57	8.44	1094.20	0.53	32.01	0.000	0.000

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
<b>RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE</b>		<i>Codice documento</i> ST0191_F0.doc	<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						

14	4493.67	4.53	354.90	0.53	32.01	0.000	0.000
15	2173.84	0.64	24.42	0.53	32.01	0.000	0.000
16	2094.54	-3.24	-118.37	0.53	32.01	0.000	0.000
17	2048.81	-7.14	-254.58	0.53	32.01	0.000	0.000
18	1968.09	-11.07	-377.88	0.54	32.01	0.000	0.000
19	1851.22	-15.06	-480.86	0.55	32.01	0.000	0.000
20	1696.36	-19.12	-555.58	0.56	32.01	0.000	0.000
21	1500.93	-23.28	-593.28	0.58	32.01	0.000	0.000
22	1261.27	-27.58	-584.03	0.60	32.01	0.000	0.000
23	972.29	-32.06	-516.13	0.62	32.01	0.000	0.000
24	626.73	-36.77	-375.19	0.66	32.01	0.000	0.000
25	213.83	-41.80	-142.52	0.71	29.26	0.000	0.000

$\Sigma W_i = 84520,46$  [daN]  
 $\Sigma W_i \sin \alpha_i = 25927,98$  [daN]  
 $\Sigma W_i \cos \alpha_i \tan \phi_i = 45262,96$  [daN]  
 $\Sigma c_i b_i / \cos \alpha_i = 0,00$  [daN]

#### COMBINAZIONE n° 23

#### Peso muro favorevole e Peso terrapieno favorevole

Valore della spinta statica	8336,76	[daN]		
Componente orizzontale della spinta statica	7645,37	[daN]		
Componente verticale della spinta statica	3324,14	[daN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 3,20	[m]	Y = -3,29	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	23,50	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	62,88	[°]		
Incremento sismico della spinta	1929,95	[daN]		
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 3,20	[m]	Y = -2,80	[m]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	58,51	[°]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	31638,46	[daN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 1,67	[m]	Y = -2,26	[m]
Inerzia del muro	1034,72	[daN]		
Inerzia verticale del muro	517,36	[daN]		
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	2832,75	[daN]		
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	1416,37	[daN]		

#### Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	13282,73	[daN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	49222,52	[daN]
Resistenza passiva dente di fondazione	-22993,37	[daN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	49222,52	[daN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	13282,73	[daN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0,22	[m]
Lunghezza fondazione reagente	4,00	[m]
Risultante in fondazione	50983,20	[daN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	15,10	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	10815,22	[daNm]
Carico ultimo della fondazione	1272514,00	[daN]

#### Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	4,00	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	1,6374	[daN/cm <sup>2</sup> ]
Tensione terreno allo spigolo di monte	0,8253	[daN/cm <sup>2</sup> ]

#### Fattori per il calcolo della capacità portante

**Coef. capacità portante**  $N_c = 77.50$   $N_q = 61.55$   $N_\gamma = 80.93$

**Fattori forma**  $s_c = 1,00$   $s_q = 1,00$   $s_\gamma = 1,00$

I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.

$N'_c = 77.50$   $N'_q = 61.55$   $N'_\gamma = 80.93$

#### COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a scorrimento 1.85

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
<b>RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE</b>		<i>Codice documento</i> ST0191_F0.doc	<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						

Coefficiente di sicurezza a carico ultimo 25.85

Sollecitazioni paramento

Combinazione n° 23

L'ordinata Y (espressa in m) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in daNm

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in daN

Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in daN

Nr.	Y	N	M	T
1	0,00	0,00	0,00	0,00
2	2,30	2152,02	3439,21	3322,54
3	4,60	5158,07	17449,56	9021,28

Sollecitazioni fondazione di valle

Combinazione n° 23

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in daNm

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in daN

Nr.	X	M	T
1	0,00	0,00	0,00
2	0,50	1816,96	7183,17

Sollecitazioni fondazione di monte

Combinazione n° 23

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in daNm

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in daN

Nr.	X	M	T
1	0,00	0,00	0,00
2	2,90	-7654,26	-2086,20

Armature e tensioni nei materiali del muro

Combinazione n° 23

L'ordinata Y (espressa in [m]) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

B base della sezione espressa in [cm]

H altezza della sezione espressa in [cm]

A<sub>fs</sub> area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [cmq]

A<sub>fi</sub> area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [cmq]

N<sub>u</sub> sforzo normale ultimo espresso in [daN]

M<sub>u</sub> momento ultimo espresso in [daNm]

CS coefficiente sicurezza sezione

VRcd Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [daN]

VRsd Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [daN]

VRd Resistenza al taglio, espresso in [daN]

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rsd</sub>
1	0,00	100, 30	31,42	15,71	0	0	1000,00	19017	--	--
2	2,30	100, 45	31,42	15,71	33677	-53820	15,65	23459	--	--
3	4,60	100, 60	31,42	15,71	21198	-71713	4,11	27460	--	--

Armature e tensioni nei materiali della fondazione

Combinazione n° 23

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
		<b>RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE</b>	<i>Codice documento</i> ST0191_F0.doc	<i>Rev</i> F0

**Simbologia adottata**

B	base della sezione espressa in [cm]
H	altezza della sezione espressa in [cm]
A <sub>fi</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo inferiore in [cmq]
A <sub>fs</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo superiore in [cmq]
N <sub>u</sub>	sfuerzo normale ultimo espresso in [daN]
M <sub>u</sub>	momento ultimo espresso in [daNm]
CS	coefficiente sicurezza sezione
VRcd	Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [daN]
VRsd	Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [daN]
VRd	Resistenza al taglio, espresso in [daN]

Fondazione di valle

(L'ascissa X, espressa in [m], è positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle)

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>RsD</sub>
1	0,00	100, 60	31,42	15,71	0	0	1000,00	21257	--	--
2	0,50	100, 60	31,42	15,71	0	67385	37,09	26782	--	--

Fondazione di monte

(L'ascissa X, espressa in [m], è positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte)

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>RsD</sub>
1	0,00	100, 60	31,42	43,98	0	0	1000,00	21257	--	--
2	2,90	100, 60	31,42	31,42	0	-67826	8,86	21257	--	--

Verifica sperone di fondazione

Base sezione B= 100 cm Altezza sezione H=40 [cm]  
 A<sub>fi</sub>=12,57 [cmq] A<sub>fs</sub>=12,57 [cmq]  
 Sollecitazioni M=3543,8 [daNm] T=13282,7 [daN]  
 Momento ultimo sezione M<sub>u</sub> = 17531,58 [daNm]  
 Coeff.sicurezza sezione = 4,95

COMBINAZIONE n° 24

Valore della spinta statica	8336,76 [daN]		
Componente orizzontale della spinta statica	7645,37 [daN]		
Componente verticale della spinta statica	3324,14 [daN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 3,20 [m]	Y = -3,29 [m]	
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	23,50 [°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	62,88 [°]		
Incremento sismico della spinta	1197,40 [daN]		
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 3,20 [m]	Y = -2,80 [m]	
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	58,07 [°]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	31638,46 [daN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 1,67 [m]	Y = -2,26 [m]	
Inerzia del muro	1034,72 [daN]		
Inerzia verticale del muro	-517,36 [daN]		
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	2832,75 [daN]		
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	-1416,37 [daN]		

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	12610,94 [daN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	45062,95 [daN]
Resistenza passiva dente di fondazione	-21150,23 [daN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	45062,95 [daN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	12610,94 [daN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0,24 [m]
Lunghezza fondazione reagente	4,00 [m]
Risultante in fondazione	46794,29 [daN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	15,63 [°]

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
<b>RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE</b>		<i>Codice documento</i> ST0191_F0.doc	<table border="1"> <tr> <td><i>Rev</i></td> <td><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						

Momento rispetto al baricentro della fondazione 10604,80 [daNm]  
Carico ultimo della fondazione 1261346,89 [daN]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente 4,00 [m]  
Tensione terreno allo spigolo di valle 1,5255 [daN/cm<sup>2</sup>]  
Tensione terreno allo spigolo di monte 0,7291 [daN/cm<sup>2</sup>]

Fattori per il calcolo della capacità portante

**Coeff. capacità portante**  $N_c = 77.50$   $N_q = 61.55$   $N_\gamma = 80.93$

**Fattori forma**  $s_c = 1,00$   $s_q = 1,00$   $s_\gamma = 1,00$

I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.

$N'_c = 77.50$   $N'_q = 61.55$   $N'_\gamma = 80.93$

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a scorrimento 1.79

Coefficiente di sicurezza a carico ultimo 27.99

Sollecitazioni paramento

Combinazione n° 24

L'ordinata Y (espressa in m) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in daNm

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in daN

Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in daN

Nr.	Y	N	M	T
1	0,00	0,00	0,00	0,00
2	2,30	2152,02	3095,65	3023,79
3	4,60	5158,07	16075,30	8423,78

Sollecitazioni fondazione di valle

Combinazione n° 24

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in daNm

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in daN

Nr.	X	M	T
1	0,00	0,00	0,00
2	0,50	1677,84	6628,33

Sollecitazioni fondazione di monte

Combinazione n° 24

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in daNm

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in daN

Nr.	X	M	T
1	0,00	0,00	0,00
2	2,90	-11858,22	-5040,88

Armature e tensioni nei materiali del muro

Combinazione n° 24

L'ordinata Y (espressa in [m]) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

B base della sezione espressa in [cm]

H altezza della sezione espressa in [cm]

A<sub>fs</sub> area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [cm<sup>2</sup>]

A<sub>fi</sub> area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [cm<sup>2</sup>]

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE</b>		<i>Codice documento</i> ST0191_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20-06-2011

$N_u$  sforzo normale ultimo espresso in [daN]  
 $M_u$  momento ultimo espresso in [daNm]  
CS coefficiente sicurezza sezione  
VRcd Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [daN]  
VRsd Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [daN]  
VRd Resistenza al taglio, espresso in [daN]

Nr.	Y	B, H	$A_{fs}$	$A_{fi}$	$N_u$	$M_u$	CS	$V_{Rd}$	$V_{Rcd}$	$V_{Rsd}$
1	0,00	100, 30	31,42	15,71	0	0	1000,00	19017	--	--
2	2,30	100, 45	31,42	15,71	37852	-54450	17,59	23459	--	--
3	4,60	100, 60	31,42	15,71	23147	-72139	4,49	27460	--	--

Armature e tensioni nei materiali della fondazione

#### Combinazione n° 24

Simbologia adottata

B base della sezione espressa in [cm]  
H altezza della sezione espressa in [cm]  
 $A_{fi}$  area di armatura in corrispondenza del lembo inferiore in [cmq]  
 $A_{fs}$  area di armatura in corrispondenza del lembo superiore in [cmq]  
 $N_u$  sforzo normale ultimo espresso in [daN]  
 $M_u$  momento ultimo espresso in [daNm]  
CS coefficiente sicurezza sezione  
VRcd Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [daN]  
VRsd Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [daN]  
VRd Resistenza al taglio, espresso in [daN]

#### Fondazione di valle

(L'ascissa X, espressa in [m], è positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle)

Nr.	Y	B, H	$A_{fs}$	$A_{fi}$	$N_u$	$M_u$	CS	$V_{Rd}$	$V_{Rcd}$	$V_{Rsd}$
1	0,00	100, 60	31,42	15,71	0	0	1000,00	21257	--	--
2	0,50	100, 60	31,42	15,71	0	67385	40,16	26782	--	--

#### Fondazione di monte

(L'ascissa X, espressa in [m], è positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte)

Nr.	Y	B, H	$A_{fs}$	$A_{fi}$	$N_u$	$M_u$	CS	$V_{Rd}$	$V_{Rcd}$	$V_{Rsd}$
1	0,00	100, 60	31,42	43,98	0	0	1000,00	21257	--	--
2	2,90	100, 60	31,42	31,42	0	-67826	5,72	21257	--	--

#### Verifica sperone di fondazione

Base sezione B= 100 cm Altezza sezione H=40 [cm]  
 $A_{fi}=12,57$  [cmq]  $A_{fs}=12,57$  [cmq]  
Sollecitazioni  $M=3364,6$  [daNm]  $T=12610,9$  [daN]  
Momento ultimo sezione  $M_u = 17531,58$  [daNm]  
Coeff. sicurezza sezione = 5,21

#### COMBINAZIONE n° 25

Valore della spinta statica 10235,94 [daN]  
Componente orizzontale della spinta statica 9667,45 [daN]  
Componente verticale della spinta statica 3363,76 [daN]  
Punto d'applicazione della spinta X = 3,20 [m] Y = -3,29 [m]  
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie 19,19 [°]  
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche 60,00 [°]  
Incremento sismico della spinta 2162,47 [daN]  
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta X = 3,20 [m] Y = -2,80 [m]  
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche 55,12 [°]  
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte 31638,46 [daN]

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>	
<b>RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE</b>	<i>Codice documento</i> ST0191_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20-06-2011

Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte X = 1,67 [m] Y = -2,26 [m]  
Inerzia del muro 1034,72 [daN]  
Inerzia verticale del muro 517,36 [daN]  
Inerzia del terrapieno fondazione di monte 2832,75 [daN]  
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte 1416,37 [daN]

#### Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale 15577,29 [daN]  
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale 49203,24 [daN]  
Resistenza passiva dente di fondazione -18799,17 [daN]  
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione 49203,24 [daN]  
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione 15577,29 [daN]  
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione 0,31 [m]  
Lunghezza fondazione reagente 4,00 [m]  
Risultante in fondazione 51610,18 [daN]  
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale) 17,57 [°]  
Momento rispetto al baricentro della fondazione 15344,62 [daNm]  
Carico ultimo della fondazione 436034,00 [daN]

#### Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente 4,00 [m]  
Tensione terreno allo spigolo di valle 1,8070 [daN/cm<sup>2</sup>]  
Tensione terreno allo spigolo di monte 0,6547 [daN/cm<sup>2</sup>]

#### Fattori per il calcolo della capacità portante

**Coeff. capacità portante** N<sub>c</sub> = 77.50 N<sub>q</sub> = 61.55 N<sub>γ</sub> = 80.93

**Fattori forma** s<sub>c</sub> = 1,00 s<sub>q</sub> = 1,00 s<sub>γ</sub> = 1,00

I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.

N'<sub>c</sub> = 77.50 N'<sub>q</sub> = 61.55 N'<sub>γ</sub> = 80.93

#### **COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a scorrimento 1.28  
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo 8.86

Sollecitazioni paramento

#### Combinazione n° 25

L'ordinata Y (espressa in m) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in daNm

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in daN

Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in daN

Nr.	Y	N	M	T
1	0,00	0,00	0,00	0,00
2	2,30	2152,02	4197,31	4086,45
3	4,60	5158,07	21444,57	11175,72

Sollecitazioni fondazione di valle

#### Combinazione n° 25

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in daNm

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in daN

Nr.	X	M	T
1	0,00	0,00	0,00
2	0,50	2011,21	7924,74

Sollecitazioni fondazione di monte

#### Combinazione n° 25

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE</b>		<i>Codice documento</i> ST0191_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20-06-2011

monte

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in daNm

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in daN

Nr.	X	M	T
1	0,00	0,00	0,00
2	2,90	-11367,22	-3454,21

Armature e tensioni nei materiali del muro

Combinazione n° 25

L'ordinata Y (espressa in [m]) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

B base della sezione espressa in [cm]  
H altezza della sezione espressa in [cm]  
A<sub>fs</sub> area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [cmq]  
A<sub>fi</sub> area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [cmq]  
N<sub>u</sub> sforzo normale ultimo espresso in [daN]  
M<sub>u</sub> momento ultimo espresso in [daNm]  
CS coefficiente sicurezza sezione  
VR<sub>cd</sub> Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [daN]  
VR<sub>sd</sub> Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [daN]  
VR<sub>d</sub> Resistenza al taglio, espresso in [daN]

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rsd</sub>
1	0,00	100, 30	31,42	15,71	0	0	1000,00	19017	--	--
2	2,30	100, 45	31,42	15,71	27084	-52824	12,59	23459	--	--
3	4,60	100, 60	31,42	15,71	17030	-70800	3,30	27460	--	--

Armature e tensioni nei materiali della fondazione

Combinazione n° 25

Simbologia adottata

B base della sezione espressa in [cm]  
H altezza della sezione espressa in [cm]  
A<sub>fi</sub> area di armatura in corrispondenza del lembo inferiore in [cmq]  
A<sub>fs</sub> area di armatura in corrispondenza del lembo superiore in [cmq]  
N<sub>u</sub> sforzo normale ultimo espresso in [daN]  
M<sub>u</sub> momento ultimo espresso in [daNm]  
CS coefficiente sicurezza sezione  
VR<sub>cd</sub> Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [daN]  
VR<sub>sd</sub> Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [daN]  
VR<sub>d</sub> Resistenza al taglio, espresso in [daN]

Fondazione di valle

(L'ascissa X, espressa in [m], è positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle)

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rsd</sub>
1	0,00	100, 60	31,42	15,71	0	0	1000,00	21257	--	--
2	0,50	100, 60	31,42	15,71	0	67385	33,50	26782	--	--

Fondazione di monte

(L'ascissa X, espressa in [m], è positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte)

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rsd</sub>
1	0,00	100, 60	31,42	43,98	0	0	1000,00	21257	--	--
2	2,90	100, 60	31,42	31,42	0	-67826	5,97	21257	--	--

Verifica sperone di fondazione

Base sezione B= 100 cm Altezza sezione H=40 [cm]

A<sub>fi</sub>=12,57 [cmq] A<sub>fs</sub>=12,57 [cmq]

Sollecitazioni M=4156,0 [daNm] T=15577,3 [daN]

Momento ultimo sezione M<sub>u</sub> = 17531,58 [daNm]

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
<b>RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE</b>		<i>Codice documento</i> ST0191_F0.doc	<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						

Coef. sicurezza sezione = 4,22

**COMBINAZIONE n° 26**

Valore della spinta statica	10235,94 [daN]		
Componente orizzontale della spinta statica	9667,45 [daN]		
Componente verticale della spinta statica	3363,76 [daN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 3,20 [m]	Y = -3,29 [m]	
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	19,19 [°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	60,00 [°]		
Incremento sismico della spinta	1261,91 [daN]		
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 3,20 [m]	Y = -2,80 [m]	
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	54,62 [°]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	31638,46 [daN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 1,67 [m]	Y = -2,26 [m]	
Inerzia del muro	1034,72 [daN]		
Inerzia verticale del muro	-517,36 [daN]		
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	2832,75 [daN]		
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	-1416,37 [daN]		

**Risultanti**

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	14726,75 [daN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	45039,82 [daN]
Resistenza passiva dente di fondazione	-17286,57 [daN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	45039,82 [daN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	14726,75 [daN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0,33 [m]
Lunghezza fondazione reagente	4,00 [m]
Risultante in fondazione	47386,31 [daN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	18,11 [°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	14713,14 [daNm]
Carico ultimo della fondazione	432206,46 [daN]

**Tensioni sul terreno**

Lunghezza fondazione reagente	4,00 [m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	1,6792 [daN/cm <sup>2</sup> ]
Tensione terreno allo spigolo di monte	0,5743 [daN/cm <sup>2</sup> ]

**Fattori per il calcolo della capacità portante**

**Coef. capacità portante**  $N_c = 77.50$        $N_q = 61.55$        $N_\gamma = 80.93$

**Fattori forma**  $s_c = 1,00$     $s_q = 1,00$     $s_\gamma = 1,00$

I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.

$N'_c = 77.50$        $N'_q = 61.55$        $N'_\gamma = 80.93$

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a scorrimento 1.24

Coefficiente di sicurezza a carico ultimo 9.60

Sollecitazioni paramento

**Combinazione n° 26**

L'ordinata Y (espressa in m) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in daNm

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in daN

Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in daN

r.	Y	N	M	T
1	0,00	0,00	0,00	0,00
2	2,30	2152,02	3759,59	3705,82
3	4,60	5158,07	19693,71	10414,47

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
<b>RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE</b>		<i>Codice documento</i> ST0191_F0.doc	<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						

Sollecitazioni fondazione di valle

Combinazione n° 26

L'ascissa X(espressa in m) è considerata positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in daNm

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in daN

Nr.	X	M	T
1	0,00	0,00	0,00
2	0,50	1853,86	7300,26

Sollecitazioni fondazione di monte

Combinazione n° 26

L'ascissa X(espressa in m) è considerata positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in daNm

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in daN

Nr.	X	M	T
1	0,00	0,00	0,00
2	2,90	-15231,95	-6285,82

Armature e tensioni nei materiali del muro

Combinazione n° 26

L'ordinata Y(espressa in [m]) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

B base della sezione espressa in [cm]

H altezza della sezione espressa in [cm]

A<sub>fs</sub> area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [cmq]

A<sub>fi</sub> area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [cmq]

N<sub>u</sub> sforzo normale ultimo espresso in [daN]

M<sub>u</sub> momento ultimo espresso in [daNm]

CS coefficiente sicurezza sezione

V<sub>Rcd</sub> Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [daN]

V<sub>Rs</sub> Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [daN]

V<sub>Rd</sub> Resistenza al taglio, espresso in [daN]

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rs</sub>
1	0,00	100, 30	31,42	15,71	0	0	1000,00	19017	--	--
2	2,30	100, 45	31,42	15,71	30535	-53345	14,19	23459	--	--
3	4,60	100, 60	31,42	15,71	18636	-71152	3,61	27460	--	--

Armature e tensioni nei materiali della fondazione

Combinazione n° 26

Simbologia adottata

B base della sezione espressa in [cm]

H altezza della sezione espressa in [cm]

A<sub>fi</sub> area di armatura in corrispondenza del lembo inferiore in [cmq]

A<sub>fs</sub> area di armatura in corrispondenza del lembo superiore in [cmq]

N<sub>u</sub> sforzo normale ultimo espresso in [daN]

M<sub>u</sub> momento ultimo espresso in [daNm]

CS coefficiente sicurezza sezione

V<sub>Rcd</sub> Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [daN]

V<sub>Rs</sub> Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [daN]

V<sub>Rd</sub> Resistenza al taglio, espresso in [daN]

Fondazione di valle

(L'ascissa X, espressa in [m], è positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle)

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rs</sub>
-----	---	------	-----------------	-----------------	----------------	----------------	----	-----------------	------------------	-----------------

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE</b>		<i>Codice documento</i> ST0191_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20-06-2011

1	0,00	100,60	31,42	15,71	0	0	1000,00	21257	--	--
2	0,50	100,60	31,42	15,71	0	67385	36,35	26782	--	--

#### Fondazione di monte

(L'ascissa X, espressa in [m], è positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte)

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rsd</sub>
1	0,00	100,60	31,42	43,98	0	0	1000,00	21257	--	--
2	2,90	100,60	31,42	31,42	0	-67826	4,45	21257	--	--

#### Verifica sperone di fondazione

Base sezione B= 100 cm Altezza sezione H=40 [cm]  
A<sub>fi</sub>=12,57 [cmq] A<sub>fs</sub>=12,57 [cmq]  
Sollecitazioni M=3929,1 [daNm] T=14726,7 [daN]  
Momento ultimo sezione M<sub>u</sub> = 17531,58 [daNm]  
Coeff.sicurezza sezione = 4,46

#### COMBINAZIONE n° 27

Valore della spinta statica 10235,94 [daN]  
Componente orizzontale della spinta statica 9667,45 [daN]  
Componente verticale della spinta statica 3363,76 [daN]  
Punto d'applicazione della spinta X = 3,20 [m] Y = -3,29 [m]  
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie 19,19 [°]  
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche 60,00 [°]

Incremento sismico della spinta 1261,91 [daN]  
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta X = 3,20 [m] Y = -2,80 [m]  
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche 54,62 [°]

Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte 31638,46 [daN]  
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte X = 1,67 [m] Y = -2,26 [m]  
Inerzia del muro 1034,72 [daN]  
Inerzia verticale del muro -517,36 [daN]  
Inerzia del terrapieno fondazione di monte 2832,75 [daN]  
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte -1416,37 [daN]

#### Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale 14726,75 [daN]  
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale 45039,82 [daN]  
Resistenza passiva dente di fondazione -17286,57 [daN]  
Momento ribaltante rispetto allo spigolo a valle 35285,86 [daNm]  
Momento stabilizzante rispetto allo spigolo a valle 110595,36 [daNm]  
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione 45039,82 [daN]  
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione 14726,75 [daN]  
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione 0,33 [m]  
Lunghezza fondazione reagente 4,00 [m]  
Risultante in fondazione 47386,31 [daN]  
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale) 18,11 [°]  
Momento rispetto al baricentro della fondazione 14713,14 [daNm]

#### COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a ribaltamento 3.13

#### COMBINAZIONE n° 28

Valore della spinta statica 10235,94 [daN]  
Componente orizzontale della spinta statica 9667,45 [daN]  
Componente verticale della spinta statica 3363,76 [daN]  
Punto d'applicazione della spinta X = 3,20 [m] Y = -3,29 [m]  
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie 19,19 [°]  
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche 60,00 [°]

Incremento sismico della spinta 2162,47 [daN]

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
<b>RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE</b>		<i>Codice documento</i> ST0191_F0.doc	<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						

Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta X = 3,20 [m] Y = -2,80 [m]  
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche 55,12 [°]

Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte 31638,46 [daN]  
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte X = 1,67 [m] Y = -2,26 [m]  
Inerzia del muro 1034,72 [daN]  
Inerzia verticale del muro 517,36 [daN]  
Inerzia del terrapieno fondazione di monte 2832,75 [daN]  
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte 1416,37 [daN]

#### Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale 15577,29 [daN]  
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale 49203,24 [daN]  
Resistenza passiva dente di fondazione -18799,17 [daN]  
Momento ribaltante rispetto allo spigolo a valle 33053,70 [daNm]  
Momento stabilizzante rispetto allo spigolo a valle 116053,28 [daNm]  
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione 49203,24 [daN]  
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione 15577,29 [daN]  
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione 0,31 [m]  
Lunghezza fondazione reagente 4,00 [m]  
Risultante in fondazione 51610,18 [daN]  
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale) 17,57 [°]  
Momento rispetto al baricentro della fondazione 15344,62 [daNm]

#### COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a ribaltamento 3.51

Stabilità globale muro + terreno

#### Combinazione n° 29

Le ascisse X sono considerate positive verso monte  
Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto  
Origine in testa al muro (spigolo contro terra)  
W peso della striscia espresso in [daN]  
 $\alpha$  angolo fra la base della striscia e l'orizzontale espresso in [°] (positivo antiorario)  
 $\phi$  angolo d'attrito del terreno lungo la base della striscia  
c coesione del terreno lungo la base della striscia espressa in [daN/cm]q  
b larghezza della striscia espressa in [m]  
u pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [daN/cm]q

Metodo di Fellenius

Numero di cerchi analizzati 36  
Numero di strisce 25

Cerchio critico

Coordinate del centro X[m]= -1,49 Y[m]= 0,50  
Raggio del cerchio R[m]= 7,69  
Ascissa a valle del cerchio Xi[m]= -7,25  
Ascissa a monte del cerchio Xs[m]= 6,19  
Larghezza della striscia dx[m]= 0,54  
Coefficiente di sicurezza C= 1.43  
Le strisce sono numerate da monte verso valle

Caratteristiche delle strisce

Striscia	W	$\alpha(^{\circ})$	Wsin $\alpha$	b/cos $\alpha$	$\phi$	c	u
1	1139.40	77.13	1110.79	2.42	29.26	0.000	0.000
2	2805.56	63.71	2515.36	1.21	29.26	0.000	0.000
3	4557.23	55.63	3761.51	0.95	29.26	0.000	0.000
4	5468.23	49.02	4128.11	0.82	29.26	0.000	0.000
5	6012.24	43.21	4116.49	0.74	30.36	0.000	0.000
6	6622.42	37.92	4069.76	0.68	32.01	0.000	0.000
7	7103.70	32.99	3867.65	0.64	32.01	0.000	0.000
8	7366.04	28.32	3494.46	0.61	32.01	0.000	0.000
9	7621.33	23.85	3081.80	0.59	32.01	0.000	0.000

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE</b>		<i>Codice documento</i> ST0191_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20-06-2011

10	7828.70	19.53	2617.48	0.57	32.01	0.000	0.000
11	7994.83	15.33	2113.28	0.56	32.01	0.000	0.000
12	8910.92	11.21	1731.61	0.55	32.01	0.000	0.000
13	3112.18	7.14	386.91	0.54	32.01	0.000	0.000
14	2492.80	3.11	135.41	0.54	32.01	0.000	0.000
15	2502.63	-0.90	-39.24	0.54	32.01	0.000	0.000
16	2476.17	-4.92	-212.15	0.54	32.01	0.000	0.000
17	2412.78	-8.96	-375.62	0.54	32.01	0.000	0.000
18	2311.48	-13.04	-521.66	0.55	32.01	0.000	0.000
19	2170.65	-17.20	-641.84	0.56	32.01	0.000	0.000
20	1987.85	-21.45	-726.97	0.58	32.01	0.000	0.000
21	1759.62	-25.83	-766.73	0.60	32.01	0.000	0.000
22	1481.07	-30.38	-749.10	0.62	32.01	0.000	0.000
23	1145.21	-35.16	-659.47	0.66	32.01	0.000	0.000
24	741.72	-40.24	-479.12	0.70	32.01	0.000	0.000
25	254.52	-45.74	-182.27	0.77	29.26	0.000	0.000

$\Sigma W_i = 98279,27$  [daN]  
 $\Sigma W_i \sin \alpha_i = 31776,45$  [daN]  
 $\Sigma W_i \cos \alpha_i \tan \phi_i = 51917,25$  [daN]  
 $\Sigma c_i b_i / \cos \alpha_i = 0,00$  [daN]

Stabilità globale muro + terreno

#### Combinazione n° 30

Le ascisse X sono considerate positive verso monte

Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto

Origine in testa al muro (spigolo contro terra)

W peso della striscia espresso in [daN]

$\alpha$  angolo fra la base della striscia e l'orizzontale espresso in [°] (positivo antiorario)

$\phi$  angolo d'attrito del terreno lungo la base della striscia

c coesione del terreno lungo la base della striscia espressa in [daN/cmq]

b larghezza della striscia espressa in [m]

u pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [daN/cmq]

Metodo di Fellenius

Numero di cerchi analizzati 36

Numero di strisce 25

Cerchio critico

Coordinate del centro X[m]= -1,49 Y[m]= 0,50

Raggio del cerchio R[m]= 7,69

Ascissa a valle del cerchio Xi[m]= -7,25

Ascissa a monte del cerchio Xs[m]= 6,19

Larghezza della striscia dx[m]= 0,54

Coefficiente di sicurezza C= 1.41

Le strisce sono numerate da monte verso valle

Caratteristiche delle strisce

Striscia	W	$\alpha(^{\circ})$	$W \sin \alpha$	$b / \cos \alpha$	$\phi$	c	u
1	1139.40	77.13	1110.79	2.42	29.26	0.000	0.000
2	2805.56	63.71	2515.36	1.21	29.26	0.000	0.000
3	4557.23	55.63	3761.51	0.95	29.26	0.000	0.000
4	5468.23	49.02	4128.11	0.82	29.26	0.000	0.000
5	6012.24	43.21	4116.49	0.74	30.36	0.000	0.000
6	6622.42	37.92	4069.76	0.68	32.01	0.000	0.000
7	7103.70	32.99	3867.65	0.64	32.01	0.000	0.000
8	7366.04	28.32	3494.46	0.61	32.01	0.000	0.000
9	7621.33	23.85	3081.80	0.59	32.01	0.000	0.000
10	7828.70	19.53	2617.48	0.57	32.01	0.000	0.000
11	7994.83	15.33	2113.28	0.56	32.01	0.000	0.000
12	8910.92	11.21	1731.61	0.55	32.01	0.000	0.000
13	3112.18	7.14	386.91	0.54	32.01	0.000	0.000

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
<b>RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE</b>		<i>Codice documento</i> ST0191_F0.doc	<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						

14	2492.80	3.11	135.41	0.54	32.01	0.000	0.000
15	2502.63	-0.90	-39.24	0.54	32.01	0.000	0.000
16	2476.17	-4.92	-212.15	0.54	32.01	0.000	0.000
17	2412.78	-8.96	-375.62	0.54	32.01	0.000	0.000
18	2311.48	-13.04	-521.66	0.55	32.01	0.000	0.000
19	2170.65	-17.20	-641.84	0.56	32.01	0.000	0.000
20	1987.85	-21.45	-726.97	0.58	32.01	0.000	0.000
21	1759.62	-25.83	-766.73	0.60	32.01	0.000	0.000
22	1481.07	-30.38	-749.10	0.62	32.01	0.000	0.000
23	1145.21	-35.16	-659.47	0.66	32.01	0.000	0.000
24	741.72	-40.24	-479.12	0.70	32.01	0.000	0.000
25	254.52	-45.74	-182.27	0.77	29.26	0.000	0.000

$\Sigma W_i = 98279,27$  [daN]  
 $\Sigma W_i \sin \alpha_i = 31776,45$  [daN]  
 $\Sigma W_i \cos \alpha_i \tan \phi_i = 51917,25$  [daN]  
 $\Sigma c_i b_i / \cos \alpha_i = 0,00$  [daN]

**COMBINAZIONE n° 31**

Valore della spinta statica 8336,76 [daN]  
Componente orizzontale della spinta statica 7645,37 [daN]  
Componente verticale della spinta statica 3324,14 [daN]  
Punto d'applicazione della spinta X = 3,20 [m] Y = -3,29 [m]  
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie 23,50 [°]  
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche 62,88 [°]

Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte 31638,46 [daN]  
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte X = 1,67 [m] Y = -2,26 [m]

**Risultanti**

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale 7645,37 [daN]  
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale 46519,25 [daN]  
Resistenza passiva dente di fondazione -21012,30 [daN]  
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione 46519,25 [daN]  
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione 7645,37 [daN]  
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione -0,03 [m]  
Lunghezza fondazione reagente 4,00 [m]  
Risultante in fondazione 47143,31 [daN]  
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale) 9,33 [°]  
Momento rispetto al baricentro della fondazione -1186,27 [daNm]  
Carico ultimo della fondazione 1411438,28 [daN]

**Tensioni sul terreno**

Lunghezza fondazione reagente 4,00 [m]  
Tensione terreno allo spigolo di valle 1,1192 [daN/cm<sup>2</sup>]  
Tensione terreno allo spigolo di monte 1,2083 [daN/cm<sup>2</sup>]

**Fattori per il calcolo della capacità portante**

**Coeff. capacità portante** N<sub>c</sub> = 77.50 N<sub>q</sub> = 61.55 N<sub>γ</sub> = 80.93

**Fattori forma** s<sub>c</sub> = 1,00 s<sub>q</sub> = 1,00 s<sub>γ</sub> = 1,00

I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.

N'<sub>c</sub> = 77.50 N'<sub>q</sub> = 61.55 N'<sub>γ</sub> = 80.93

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a scorrimento 3.05  
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo 30.34

Sollecitazioni paramento

**Combinazione n° 31**

L'ordinata Y (espressa in m) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro  
Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in daNm  
Sforzo normale positivo di compressione, espresso in daN  
Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in daN

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
<b>RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE</b>		<i>Codice documento</i> ST0191_F0.doc	<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						

Nr.	Y	N	M	T
1	0,00	0,00	0,00	0,00
2	2,30	2152,02	2236,00	2263,52
3	4,60	5158,07	12519,47	6826,79

Sollecitazioni fondazione di valle

Combinazione n° 31

L'ascissa X(espressa in m) è considerata positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in daNm

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in daN

Nr.	X	M	T
1	0,00	0,00	0,00
2	0,50	1216,11	4873,74

Sollecitazioni fondazione di monte

Combinazione n° 31

L'ascissa X(espressa in m) è considerata positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in daNm

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in daN

Nr.	X	M	T
1	0,00	0,00	0,00
2	2,90	-713,45	-459,56

Armature e tensioni nei materiali del muro

Combinazione n° 31

L'ordinata Y(espressa in [m]) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

B	base della sezione espressa in [cm]
H	altezza della sezione espressa in [cm]
A <sub>fs</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [cmq]
A <sub>fi</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [cmq]
σ <sub>c</sub>	tensione nel calcestruzzo espressa in [daN/cm <sup>2</sup> ]
τ <sub>c</sub>	tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [daN/cm <sup>2</sup> ]
σ <sub>fs</sub>	tensione nell'armatura disposta sul lembo di monte in [daN/cm <sup>2</sup> ]
σ <sub>fi</sub>	tensione nell'armatura disposta sul lembo di valle in [daN/cm <sup>2</sup> ]

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	σ <sub>c</sub>	τ <sub>c</sub>	σ <sub>fs</sub>	σ <sub>fi</sub>
1	0,00	100, 30	31,42	15,71	0,00	0,00	0,00	0,00
2	2,30	100, 45	31,42	15,71	7,05	0,64	160,97	-86,60
3	4,60	100, 60	31,42	15,71	23,71	1,42	704,11	-299,59

Armature e tensioni nei materiali della fondazione

Combinazione n° 31

Simbologia adottata

B	base della sezione espressa in [cm]
H	altezza della sezione espressa in [cm]
A <sub>fi</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo inferiore in [cmq]
A <sub>fs</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo superiore in [cmq]
σ <sub>c</sub>	tensione nel calcestruzzo espressa in [daN/cm <sup>2</sup> ]
τ <sub>c</sub>	tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [daN/cm <sup>2</sup> ]
σ <sub>fi</sub>	tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo inferiore in [daN/cm <sup>2</sup> ]
σ <sub>fs</sub>	tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo superiore in [daN/cm <sup>2</sup> ]

Fondazione di valle

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
		<b>RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE</b>	<i>Codice documento</i> ST0191_F0.doc	<i>Rev</i> F0

(L'ascissa X, espressa in [m], è positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle)

Nr.	X	B, H	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	σ <sub>c</sub>	τ <sub>c</sub>	σ <sub>fi</sub>	σ <sub>fs</sub>
1	0,00	100, 60	31,42	15,71	0,00	0,00	0,00	0,00
2	0,50	100, 60	31,42	15,71	2,20	1,01	74,88	-27,37

#### Fondazione di monte

(L'ascissa X, espressa in [m], è positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte)

Nr.	X	B, H	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	σ <sub>c</sub>	τ <sub>c</sub>	σ <sub>fi</sub>	σ <sub>fs</sub>
1	0,00	100, 60	31,42	43,98	0,00	0,00	0,00	0,00
2	2,90	100, 60	31,42	31,42	1,14	-0,09	-13,96	43,35

#### Verifica sperone di fondazione

Base sezione B= 100 cm      Altezza sezione H=40 [cm]  
A<sub>fi</sub>=12,57 [cmq]      A<sub>fs</sub>=12,57 [cmq]  
Sollecitazioni M=2039,8 [daNm]      T=7645,4 [daN]  
Momento ultimo sezione M<sub>u</sub> = 17531,58 [daNm]  
Coeff.sicurezza sezione = 8,59

Verifiche a fessurazione

#### Combinazione n° 31

L'ordinata Y (espressa in [m]) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

A<sub>fs</sub>      area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [cmq]  
A<sub>fi</sub>      area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [cmq]  
M<sub>pf</sub>      Momento di prima fessurazione espressa in [daNm]  
M      Momento agente nella sezione espressa in [daNm]  
ε<sub>m</sub>      deformazione media espressa in [%]  
s<sub>m</sub>      Distanza media tra le fessure espressa in [mm]  
w      Apertura media della fessura espressa in [mm]

#### Verifica fessurazione paramento

N°	Y	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	M <sub>pf</sub>	M	ε <sub>m</sub>	s <sub>m</sub>	w
1	0,00	31,42	15,71	-3017	0	0,0000	0,00	0,000
2	0,23	31,42	15,71	-3297	-14	0,0000	0,00	0,000
3	0,46	31,42	15,71	-3588	-61	0,0000	0,00	0,000
4	0,69	31,42	15,71	-3889	-145	0,0000	0,00	0,000
5	0,92	31,42	15,71	-4202	-272	0,0000	0,00	0,000
6	1,15	31,42	15,71	-4524	-447	0,0000	0,00	0,000
7	1,38	31,42	15,71	-4858	-676	0,0000	0,00	0,000
8	1,61	31,42	15,71	-5202	-964	0,0000	0,00	0,000
9	1,84	31,42	15,71	-5557	-1317	0,0000	0,00	0,000
10	2,07	31,42	15,71	-5923	-1739	0,0000	0,00	0,000
11	2,30	31,42	15,71	-6299	-2236	0,0000	0,00	0,000
12	2,53	31,42	15,71	-6686	-2814	0,0000	0,00	0,000
13	2,76	31,42	15,71	-7084	-3477	0,0000	0,00	0,000
14	2,99	31,42	15,71	-7492	-4232	0,0000	0,00	0,000
15	3,22	31,42	15,71	-7911	-5084	0,0000	0,00	0,000
16	3,45	31,42	15,71	-8340	-6037	0,0000	0,00	0,000
17	3,68	31,42	15,71	-8780	-7097	0,0000	0,00	0,000
18	3,91	31,42	15,71	-9231	-8271	0,0000	0,00	0,000
19	4,14	31,42	15,71	-9693	-9562	0,0000	0,00	0,000
20	4,37	31,42	15,71	-10165	-10976	0,0181	155,61	0,048
21	4,60	31,42	15,71	-10647	-12519	0,0201	158,37	0,054

#### Verifica fessurazione fondazione

N°	Y	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	M <sub>pf</sub>	M	ε <sub>m</sub>	s <sub>m</sub>	w
1	-0,80	15,71	31,42	-9992	0	0,0000	0,00	0,000
2	-0,75	15,71	31,42	10731	12	0,0000	0,00	0,000
3	-0,70	15,71	31,42	10731	48	0,0000	0,00	0,000
4	-0,65	15,71	31,42	10731	109	0,0000	0,00	0,000

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
<b>RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE</b>		<i>Codice documento</i> ST0191_F0.doc	<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						

5	-0,60	15,71	31,42	10731	194	0,0000	0,00	0,000
6	-0,55	15,71	31,42	10731	303	0,0000	0,00	0,000
7	-0,50	15,71	31,42	10731	437	0,0000	0,00	0,000
8	-0,45	15,71	31,42	10731	595	0,0000	0,00	0,000
9	-0,40	15,71	31,42	10731	778	0,0000	0,00	0,000
10	-0,35	15,71	31,42	10731	985	0,0000	0,00	0,000
11	-0,30	15,71	31,42	10731	1216	0,0000	0,00	0,000
12	0,30	31,42	31,42	-10947	-713	0,0000	0,00	0,000
13	0,59	31,42	31,42	-10947	-594	0,0000	0,00	0,000
14	0,88	31,42	31,42	-10947	-497	0,0000	0,00	0,000
15	1,17	31,42	31,42	-10947	-419	0,0000	0,00	0,000
16	1,46	31,42	31,42	-10947	-354	0,0000	0,00	0,000
17	1,75	31,42	31,42	-10947	-295	0,0000	0,00	0,000
18	2,04	31,42	31,42	-10947	-238	0,0000	0,00	0,000
19	2,33	31,42	31,42	-10947	-178	0,0000	0,00	0,000
20	2,62	31,42	31,42	-10947	-108	0,0000	0,00	0,000
21	2,91	43,98	31,42	-11706	-30	0,0000	0,00	0,000
22	3,20	43,98	31,42	-11706	0	0,0000	0,00	0,000

#### COMBINAZIONE n° 32

Valore della spinta statica	8336,76	[daN]		
Componente orizzontale della spinta statica	7645,37	[daN]		
Componente verticale della spinta statica	3324,14	[daN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 3,20	[m]	Y = -3,29	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	23,50	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	62,88	[°]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	31638,46	[daN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 1,67	[m]	Y = -2,26	[m]

#### Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	7645,37	[daN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	46519,25	[daN]
Resistenza passiva dente di fondazione	-21012,30	[daN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	46519,25	[daN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	7645,37	[daN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0,03	[m]
Lunghezza fondazione reagente	4,00	[m]
Risultante in fondazione	47143,31	[daN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	9,33	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-1186,27	[daNm]
Carico ultimo della fondazione	1411438,28	[daN]

#### Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	4,00	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	1,1192	[daN/cm <sup>2</sup> ]
Tensione terreno allo spigolo di monte	1,2083	[daN/cm <sup>2</sup> ]

#### Fattori per il calcolo della capacità portante

**Coeff. capacità portante**  $N_c = 77.50$        $N_q = 61.55$        $N_\gamma = 80.93$

**Fattori forma**  $s_c = 1,00$     $s_q = 1,00$     $s_\gamma = 1,00$

I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.

$N'_c = 77.50$        $N'_q = 61.55$        $N'_\gamma = 80.93$

#### COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a scorrimento 3.05  
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo 30.34

Sollecitazioni paramento

#### Combinazione n° 32

L'ordinata Y (espressa in m) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in daNm

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in daN

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
<b>RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE</b>		<i>Codice documento</i> ST0191_F0.doc	<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						

Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in daN

Nr.	Y	N	M	T
1	0,00	0,00	0,00	0,00
2	2,30	2152,02	2236,00	2263,52
3	4,60	5158,07	12519,47	6826,79

Sollecitazioni fondazione di valle

Combinazione n° 32

L'ascissa X(espressa in m) è considerata positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in daNm

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in daN

Nr.	X	M	T
1	0,00	0,00	0,00
2	0,50	1216,11	4873,74

Sollecitazioni fondazione di monte

Combinazione n° 32

L'ascissa X(espressa in m) è considerata positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in daNm

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in daN

Nr.	X	M	T
1	0,00	0,00	0,00
2	2,90	-713,45	-459,56

Armature e tensioni nei materiali del muro

Combinazione n° 32

L'ordinata Y(espressa in [m]) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

B base della sezione espressa in [cm]

H altezza della sezione espressa in [cm]

A<sub>fs</sub> area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [cmq]

A<sub>fi</sub> area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [cmq]

σ<sub>c</sub> tensione nel calcestruzzo espressa in [daN/cm<sup>2</sup>]

τ<sub>c</sub> tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [daN/cm<sup>2</sup>]

σ<sub>fs</sub> tensione nell'armatura disposta sul lembo di monte in [daN/cm<sup>2</sup>]

σ<sub>fi</sub> tensione nell'armatura disposta sul lembo di valle in [daN/cm<sup>2</sup>]

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	σ <sub>c</sub>	τ <sub>c</sub>	σ <sub>fs</sub>	σ <sub>fi</sub>
1	0,00	100, 30	31,42	15,71	0,00	0,00	0,00	0,00
2	2,30	100, 45	31,42	15,71	7,05	0,64	160,97	-86,60
3	4,60	100, 60	31,42	15,71	23,71	1,42	704,11	-299,59

Armature e tensioni nei materiali della fondazione

Combinazione n° 32

Simbologia adottata

B base della sezione espressa in [cm]

H altezza della sezione espressa in [cm]

A<sub>fi</sub> area di armatura in corrispondenza del lembo inferiore in [cmq]

A<sub>fs</sub> area di armatura in corrispondenza del lembo superiore in [cmq]

σ<sub>c</sub> tensione nel calcestruzzo espressa in [daN/cm<sup>2</sup>]

τ<sub>c</sub> tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [daN/cm<sup>2</sup>]

σ<sub>fi</sub> tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo inferiore in [daN/cm<sup>2</sup>]

σ<sub>fs</sub> tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo superiore in [daN/cm<sup>2</sup>]

Fondazione di valle

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
		<b>RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE</b>	<i>Codice documento</i> ST0191_F0.doc	<i>Rev</i> F0

(L'ascissa X, espressa in [m], è positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle)

Nr.	X	B, H	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	σ <sub>c</sub>	τ <sub>c</sub>	σ <sub>fi</sub>	σ <sub>fs</sub>
1	0,00	100, 60	31,42	15,71	0,00	0,00	0,00	0,00
2	0,50	100, 60	31,42	15,71	2,20	1,01	74,88	-27,37

#### Fondazione di monte

(L'ascissa X, espressa in [m], è positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte)

Nr.	X	B, H	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	σ <sub>c</sub>	τ <sub>c</sub>	σ <sub>fi</sub>	σ <sub>fs</sub>
1	0,00	100, 60	31,42	43,98	0,00	0,00	0,00	0,00
2	2,90	100, 60	31,42	31,42	1,14	-0,09	-13,96	43,35

#### Verifica sperone di fondazione

Base sezione B= 100 cm Altezza sezione H=40 [cm]  
A<sub>fi</sub>=12,57 [cmq] A<sub>fs</sub>=12,57 [cmq]  
Sollecitazioni M=2039,8 [daNm] T=7645,4 [daN]  
Momento ultimo sezione M<sub>u</sub> = 17531,58 [daNm]  
Coeff.sicurezza sezione = 8,59

Verifiche a fessurazione

#### Combinazione n° 32

L'ordinata Y (espressa in [m]) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

A<sub>fs</sub> area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [cmq]  
A<sub>fi</sub> area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [cmq]  
M<sub>pf</sub> Momento di prima fessurazione espressa in [daNm]  
M Momento agente nella sezione espressa in [daNm]  
ε<sub>m</sub> deformazione media espressa in [%]  
s<sub>m</sub> Distanza media tra le fessure espressa in [mm]  
w Apertura media della fessura espressa in [mm]

#### Verifica fessurazione paramento

N°	Y	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	M <sub>pf</sub>	M	ε <sub>m</sub>	s <sub>m</sub>	w
1	0,00	31,42	15,71	-3017	0	0,0000	0,00	0,000
2	0,23	31,42	15,71	-3297	-14	0,0000	0,00	0,000
3	0,46	31,42	15,71	-3588	-61	0,0000	0,00	0,000
4	0,69	31,42	15,71	-3889	-145	0,0000	0,00	0,000
5	0,92	31,42	15,71	-4202	-272	0,0000	0,00	0,000
6	1,15	31,42	15,71	-4524	-447	0,0000	0,00	0,000
7	1,38	31,42	15,71	-4858	-676	0,0000	0,00	0,000
8	1,61	31,42	15,71	-5202	-964	0,0000	0,00	0,000
9	1,84	31,42	15,71	-5557	-1317	0,0000	0,00	0,000
10	2,07	31,42	15,71	-5923	-1739	0,0000	0,00	0,000
11	2,30	31,42	15,71	-6299	-2236	0,0000	0,00	0,000
12	2,53	31,42	15,71	-6686	-2814	0,0000	0,00	0,000
13	2,76	31,42	15,71	-7084	-3477	0,0000	0,00	0,000
14	2,99	31,42	15,71	-7492	-4232	0,0000	0,00	0,000
15	3,22	31,42	15,71	-7911	-5084	0,0000	0,00	0,000
16	3,45	31,42	15,71	-8340	-6037	0,0000	0,00	0,000
17	3,68	31,42	15,71	-8780	-7097	0,0000	0,00	0,000
18	3,91	31,42	15,71	-9231	-8271	0,0000	0,00	0,000
19	4,14	31,42	15,71	-9693	-9562	0,0000	0,00	0,000
20	4,37	31,42	15,71	-10165	-10976	0,0181	155,61	0,048
21	4,60	31,42	15,71	-10647	-12519	0,0201	158,37	0,054

#### Verifica fessurazione fondazione

N°	Y	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	M <sub>pf</sub>	M	ε <sub>m</sub>	s <sub>m</sub>	w
1	-0,80	15,71	31,42	-9992	0	0,0000	0,00	0,000
2	-0,75	15,71	31,42	10731	12	0,0000	0,00	0,000
3	-0,70	15,71	31,42	10731	48	0,0000	0,00	0,000

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
<b>RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE</b>		<i>Codice documento</i> ST0191_F0.doc	<table border="1"> <tr> <td><i>Rev</i></td> <td><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						

4	-0,65	15,71	31,42	10731	109	0,0000	0,00	0,000
5	-0,60	15,71	31,42	10731	194	0,0000	0,00	0,000
6	-0,55	15,71	31,42	10731	303	0,0000	0,00	0,000
7	-0,50	15,71	31,42	10731	437	0,0000	0,00	0,000
8	-0,45	15,71	31,42	10731	595	0,0000	0,00	0,000
9	-0,40	15,71	31,42	10731	778	0,0000	0,00	0,000
10	-0,35	15,71	31,42	10731	985	0,0000	0,00	0,000
11	-0,30	15,71	31,42	10731	1216	0,0000	0,00	0,000
12	0,30	31,42	31,42	-10947	-713	0,0000	0,00	0,000
13	0,59	31,42	31,42	-10947	-594	0,0000	0,00	0,000
14	0,88	31,42	31,42	-10947	-497	0,0000	0,00	0,000
15	1,17	31,42	31,42	-10947	-419	0,0000	0,00	0,000
16	1,46	31,42	31,42	-10947	-354	0,0000	0,00	0,000
17	1,75	31,42	31,42	-10947	-295	0,0000	0,00	0,000
18	2,04	31,42	31,42	-10947	-238	0,0000	0,00	0,000
19	2,33	31,42	31,42	-10947	-178	0,0000	0,00	0,000
20	2,62	31,42	31,42	-10947	-108	0,0000	0,00	0,000
21	2,91	43,98	31,42	-11706	-30	0,0000	0,00	0,000
22	3,20	43,98	31,42	-11706	0	0,0000	0,00	0,000

#### COMBINAZIONE n° 33

Valore della spinta statica 8336,76 [daN]  
Componente orizzontale della spinta statica 7645,37 [daN]  
Componente verticale della spinta statica 3324,14 [daN]  
Punto d'applicazione della spinta X = 3,20 [m] Y = -3,29 [m]  
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie 23,50 [°]  
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche 62,88 [°]

Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte 31638,46 [daN]  
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte X = 1,67 [m] Y = -2,26 [m]

#### Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale 7645,37 [daN]  
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale 46519,25 [daN]  
Resistenza passiva dente di fondazione -21012,30 [daN]  
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione 46519,25 [daN]  
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione 7645,37 [daN]  
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione -0,03 [m]  
Lunghezza fondazione reagente 4,00 [m]  
Risultante in fondazione 47143,31 [daN]  
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale) 9,33 [°]  
Momento rispetto al baricentro della fondazione -1186,27 [daNm]  
Carico ultimo della fondazione 1411438,28 [daN]

#### Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente 4,00 [m]  
Tensione terreno allo spigolo di valle 1,1192 [daN/cm<sup>2</sup>]  
Tensione terreno allo spigolo di monte 1,2083 [daN/cm<sup>2</sup>]

#### Fattori per il calcolo della capacità portante

**Coeff. capacità portante** N<sub>c</sub> = 77.50 N<sub>q</sub> = 61.55 N<sub>γ</sub> = 80.93

**Fattori forma** s<sub>c</sub> = 1,00 s<sub>q</sub> = 1,00 s<sub>γ</sub> = 1,00

I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.

N'<sub>c</sub> = 77.50 N'<sub>q</sub> = 61.55 N'<sub>γ</sub> = 80.93

#### COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a scorrimento 3.05  
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo 30.34

Sollecitazioni paramento

#### Combinazione n° 33

L'ordinata Y (espressa in m) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro  
Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in daNm

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
<b>RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE</b>		<i>Codice documento</i> ST0191_F0.doc	<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						

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in daN  
Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in daN

Nr.	Y	N	M	T
1	0,00	0,00	0,00	0,00
2	2,30	2152,02	2236,00	2263,52
3	4,60	5158,07	12519,47	6826,79

Sollecitazioni fondazione di valle

Combinazione n° 33

L'ascissa X(espressa in m) è considerata positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in daNm  
Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in daN

Nr.	X	M	T
1	0,00	0,00	0,00
2	0,50	1216,11	4873,74

Sollecitazioni fondazione di monte

Combinazione n° 33

L'ascissa X(espressa in m) è considerata positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in daNm  
Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in daN

Nr.	X	M	T
1	0,00	0,00	0,00
2	2,90	-713,45	-459,56

Armature e tensioni nei materiali del muro

Combinazione n° 33

L'ordinata Y(espressa in [m]) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

B base della sezione espressa in [cm]  
H altezza della sezione espressa in [cm]  
A<sub>fs</sub> area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [cmq]  
A<sub>fi</sub> area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [cmq]  
σ<sub>c</sub> tensione nel calcestruzzo espressa in [daN/cmq]  
τ<sub>c</sub> tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [daN/cmq]  
σ<sub>fs</sub> tensione nell'armatura disposta sul lembo di monte in [daN/cmq]  
σ<sub>fi</sub> tensione nell'armatura disposta sul lembo di valle in [daN/cmq]

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	σ <sub>c</sub>	τ <sub>c</sub>	σ <sub>fs</sub>	σ <sub>fi</sub>
1	0,00	100, 30	31,42	15,71	0,00	0,00	0,00	0,00
2	2,30	100, 45	31,42	15,71	7,05	0,64	160,97	-86,60
3	4,60	100, 60	31,42	15,71	23,71	1,42	704,11	-299,59

Armature e tensioni nei materiali della fondazione

Combinazione n° 33

Simbologia adottata

B base della sezione espressa in [cm]  
H altezza della sezione espressa in [cm]  
A<sub>fi</sub> area di armatura in corrispondenza del lembo inferiore in [cmq]  
A<sub>fs</sub> area di armatura in corrispondenza del lembo superiore in [cmq]  
σ<sub>c</sub> tensione nel calcestruzzo espressa in [daN/cmq]  
τ<sub>c</sub> tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [daN/cmq]  
σ<sub>fi</sub> tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo inferiore in [daN/cmq]  
σ<sub>fs</sub> tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo superiore in [daN/cmq]

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
		<b>RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE</b>	<i>Codice documento</i> ST0191_F0.doc	<i>Rev</i> F0

#### Fondazione di valle

(L'ascissa X, espressa in [m], è positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle)

Nr.	X	B, H	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	σ <sub>c</sub>	τ <sub>c</sub>	σ <sub>fi</sub>	σ <sub>fs</sub>
1	0,00	100, 60	31,42	15,71	0,00	0,00	0,00	0,00
2	0,50	100, 60	31,42	15,71	2,20	1,01	74,88	-27,37

#### Fondazione di monte

(L'ascissa X, espressa in [m], è positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte)

Nr.	X	B, H	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	σ <sub>c</sub>	τ <sub>c</sub>	σ <sub>fi</sub>	σ <sub>fs</sub>
1	0,00	100, 60	31,42	43,98	0,00	0,00	0,00	0,00
2	2,90	100, 60	31,42	31,42	1,14	-0,09	-13,96	43,35

#### Verifica sperone di fondazione

Base sezione B= 100 cm Altezza sezione H=40 [cm]

A<sub>fi</sub>=12,57 [cmq] A<sub>fs</sub>=12,57 [cmq]

Sollecitazioni M=2039,8 [daNm] T=7645,4 [daN]

Momento ultimo sezione M<sub>u</sub> = 17531,58 [daNm]

Coeff.sicurezza sezione = 8,59

Verifiche a fessurazione

#### Combinazione n° 33

L'ordinata Y (espressa in [m]) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

A<sub>fs</sub> area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [cmq]

A<sub>fi</sub> area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [cmq]

M<sub>pf</sub> Momento di prima fessurazione espressa in [daNm]

M Momento agente nella sezione espressa in [daNm]

ε<sub>m</sub> deformazione media espressa in [%]

s<sub>m</sub> Distanza media tra le fessure espressa in [mm]

w Apertura media della fessura espressa in [mm]

#### Verifica fessurazione paramento

N°	Y	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	M <sub>pf</sub>	M	ε <sub>m</sub>	s <sub>m</sub>	w
1	0,00	31,42	15,71	-3017	0	0,0000	0,00	0,000
2	0,23	31,42	15,71	-3297	-14	0,0000	0,00	0,000
3	0,46	31,42	15,71	-3588	-61	0,0000	0,00	0,000
4	0,69	31,42	15,71	-3889	-145	0,0000	0,00	0,000
5	0,92	31,42	15,71	-4202	-272	0,0000	0,00	0,000
6	1,15	31,42	15,71	-4524	-447	0,0000	0,00	0,000
7	1,38	31,42	15,71	-4858	-676	0,0000	0,00	0,000
8	1,61	31,42	15,71	-5202	-964	0,0000	0,00	0,000
9	1,84	31,42	15,71	-5557	-1317	0,0000	0,00	0,000
10	2,07	31,42	15,71	-5923	-1739	0,0000	0,00	0,000
11	2,30	31,42	15,71	-6299	-2236	0,0000	0,00	0,000
12	2,53	31,42	15,71	-6686	-2814	0,0000	0,00	0,000
13	2,76	31,42	15,71	-7084	-3477	0,0000	0,00	0,000
14	2,99	31,42	15,71	-7492	-4232	0,0000	0,00	0,000
15	3,22	31,42	15,71	-7911	-5084	0,0000	0,00	0,000
16	3,45	31,42	15,71	-8340	-6037	0,0000	0,00	0,000
17	3,68	31,42	15,71	-8780	-7097	0,0000	0,00	0,000
18	3,91	31,42	15,71	-9231	-8271	0,0000	0,00	0,000
19	4,14	31,42	15,71	-9693	-9562	0,0000	0,00	0,000
20	4,37	31,42	15,71	-10165	-10976	0,0181	155,61	0,048
21	4,60	31,42	15,71	-10647	-12519	0,0201	158,37	0,054

#### Verifica fessurazione fondazione

N°	Y	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	M <sub>pf</sub>	M	ε <sub>m</sub>	s <sub>m</sub>	w
1	-0,80	15,71	31,42	-9992	0	0,0000	0,00	0,000

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
<b>RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE</b>		<i>Codice documento</i> ST0191_F0.doc	<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						

2	-0,75	15,71	31,42	10731	12	0,0000	0,00	0,000
3	-0,70	15,71	31,42	10731	48	0,0000	0,00	0,000
4	-0,65	15,71	31,42	10731	109	0,0000	0,00	0,000
5	-0,60	15,71	31,42	10731	194	0,0000	0,00	0,000
6	-0,55	15,71	31,42	10731	303	0,0000	0,00	0,000
7	-0,50	15,71	31,42	10731	437	0,0000	0,00	0,000
8	-0,45	15,71	31,42	10731	595	0,0000	0,00	0,000
9	-0,40	15,71	31,42	10731	778	0,0000	0,00	0,000
10	-0,35	15,71	31,42	10731	985	0,0000	0,00	0,000
11	-0,30	15,71	31,42	10731	1216	0,0000	0,00	0,000
12	0,30	31,42	31,42	-10947	-713	0,0000	0,00	0,000
13	0,59	31,42	31,42	-10947	-594	0,0000	0,00	0,000
14	0,88	31,42	31,42	-10947	-497	0,0000	0,00	0,000
15	1,17	31,42	31,42	-10947	-419	0,0000	0,00	0,000
16	1,46	31,42	31,42	-10947	-354	0,0000	0,00	0,000
17	1,75	31,42	31,42	-10947	-295	0,0000	0,00	0,000
18	2,04	31,42	31,42	-10947	-238	0,0000	0,00	0,000
19	2,33	31,42	31,42	-10947	-178	0,0000	0,00	0,000
20	2,62	31,42	31,42	-10947	-108	0,0000	0,00	0,000
21	2,91	43,98	31,42	-11706	-30	0,0000	0,00	0,000
22	3,20	43,98	31,42	-11706	0	0,0000	0,00	0,000

#### COMBINAZIONE n° 34

Valore della spinta statica	8336,76	[daN]			
Componente orizzontale della spinta statica	7645,37	[daN]			
Componente verticale della spinta statica	3324,14	[daN]			
Punto d'applicazione della spinta	X = 3,20	[m]	Y = -3,29	[m]	
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	23,50	[°]			
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	62,88	[°]			
Incremento sismico della spinta	360,99	[daN]			
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 3,20	[m]	Y = -2,80	[m]	
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	62,01	[°]			
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	31638,46	[daN]			
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 1,67	[m]	Y = -2,26	[m]	
Inerzia del muro	205,12	[daN]			
Inerzia verticale del muro	102,56	[daN]			
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	561,57	[daN]			
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	280,78	[daN]			

#### Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	8743,11	[daN]			
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	47046,53	[daN]			
Resistenza passiva dente di fondazione	-21399,23	[daN]			
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	47046,53	[daN]			
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	8743,11	[daN]			
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0,02	[m]			
Lunghezza fondazione reagente	4,00	[m]			
Risultante in fondazione	47852,04	[daN]			
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	10,53	[°]			
Momento rispetto al baricentro della fondazione	1162,53	[daNm]			
Carico ultimo della fondazione	1412003,68	[daN]			

#### Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	4,00	[m]			
Tensione terreno allo spigolo di valle	1,2206	[daN/cm <sup>2</sup> ]			
Tensione terreno allo spigolo di monte	1,1333	[daN/cm <sup>2</sup> ]			

#### Fattori per il calcolo della capacità portante

**Coeff. capacità portante**  $N_c = 77.50$   $N_q = 61.55$   $N_\gamma = 80.93$

**Fattori forma**  $s_c = 1,00$   $s_q = 1,00$   $s_\gamma = 1,00$

I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.

$N'_c = 77.50$   $N'_q = 61.55$   $N'_\gamma = 80.93$

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
<b>RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE</b>		<i>Codice documento</i> ST0191_F0.doc	<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						

### **COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a scorrimento 2.69

Coefficiente di sicurezza a carico ultimo 30.01

Sollecitazioni paramento

#### Combinazione n° 34

L'ordinata Y (espressa in m) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in daNm

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in daN

Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in daN

Nr.	Y	N	M	T
1	0,00	0,00	0,00	0,00
2	2,30	2152,02	2462,26	2462,80
3	4,60	5158,07	13447,75	7240,49

Sollecitazioni fondazione di valle

#### Combinazione n° 34

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in daNm

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in daN

Nr.	X	M	T
1	0,00	0,00	0,00
2	0,50	1333,65	5325,49

Sollecitazioni fondazione di monte

#### Combinazione n° 34

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in daNm

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in daN

Nr.	X	M	T
1	0,00	0,00	0,00
2	2,90	-2073,69	-779,20

Armature e tensioni nei materiali del muro

#### Combinazione n° 34

L'ordinata Y (espressa in [m]) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

B base della sezione espressa in [cm]

H altezza della sezione espressa in [cm]

A<sub>fs</sub> area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [cmq]

A<sub>fi</sub> area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [cmq]

σ<sub>c</sub> tensione nel calcestruzzo espressa in [daN/cm<sup>2</sup>]

τ<sub>c</sub> tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [daN/cm<sup>2</sup>]

σ<sub>fs</sub> tensione nell'armatura disposta sul lembo di monte in [daN/cm<sup>2</sup>]

σ<sub>fi</sub> tensione nell'armatura disposta sul lembo di valle in [daN/cm<sup>2</sup>]

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	σ <sub>c</sub>	τ <sub>c</sub>	σ <sub>fs</sub>	σ <sub>fi</sub>
1	0,00	100, 30	31,42	15,71	0,00	0,00	0,00	0,00
2	2,30	100, 45	31,42	15,71	7,72	0,69	180,12	-94,60
3	4,60	100, 60	31,42	15,71	25,41	1,50	761,45	-320,68

Armature e tensioni nei materiali della fondazione

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
		<b>RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE</b>	<i>Codice documento</i> ST0191_F0.doc	<i>Rev</i> F0

#### Combinazione n° 34

##### Simbologia adottata

B	base della sezione espressa in [cm]
H	altezza della sezione espressa in [cm]
A <sub>fi</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo inferiore in [cmq]
A <sub>fs</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo superiore in [cmq]
σ <sub>c</sub>	tensione nel calcestruzzo espressa in [daN/cm <sup>2</sup> ]
τ <sub>c</sub>	tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [daN/cm <sup>2</sup> ]
σ <sub>fi</sub>	tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo inferiore in [daN/cm <sup>2</sup> ]
σ <sub>fs</sub>	tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo superiore in [daN/cm <sup>2</sup> ]

##### Fondazione di valle

(L'ascissa X, espressa in [m], è positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle)

Nr.	X	B, H	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	σ <sub>c</sub>	τ <sub>c</sub>	σ <sub>fi</sub>	σ <sub>fs</sub>
1	0,00	100, 60	31,42	15,71	0,00	0,00	0,00	0,00
2	0,50	100, 60	31,42	15,71	2,42	1,10	82,12	-30,01

##### Fondazione di monte

(L'ascissa X, espressa in [m], è positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte)

Nr.	X	B, H	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	σ <sub>c</sub>	τ <sub>c</sub>	σ <sub>fi</sub>	σ <sub>fs</sub>
1	0,00	100, 60	31,42	43,98	0,00	0,00	0,00	0,00
2	2,90	100, 60	31,42	31,42	3,32	-0,16	-40,58	126,01

##### Verifica sperone di fondazione

Base sezione B= 100 cm Altezza sezione H=40 [cm]

A<sub>fi</sub>=12,57 [cmq] A<sub>fs</sub>=12,57 [cmq]

Sollecitazioni M=2332,7 [daNm] T=8743,1 [daN]

Momento ultimo sezione M<sub>u</sub> = 17531,58 [daNm]

Coeff.sicurezza sezione = 7,52

##### Verifiche a fessurazione

#### Combinazione n° 34

L'ordinata Y (espressa in [m]) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

A<sub>fs</sub> area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [cmq]

A<sub>fi</sub> area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [cmq]

M<sub>pf</sub> Momento di prima fessurazione espressa in [daNm]

M Momento agente nella sezione espressa in [daNm]

ε<sub>m</sub> deformazione media espressa in [%]

S<sub>m</sub> Distanza media tra le fessure espressa in [mm]

w Apertura media della fessura espressa in [mm]

##### Verifica fessurazione paramento

N°	Y	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	M <sub>pf</sub>	M	ε <sub>m</sub>	S <sub>m</sub>	w
1	0,00	31,42	15,71	-3017	0	0,0000	0,00	0,000
2	0,23	31,42	15,71	-3297	-16	0,0000	0,00	0,000
3	0,46	31,42	15,71	-3588	-70	0,0000	0,00	0,000
4	0,69	31,42	15,71	-3889	-165	0,0000	0,00	0,000
5	0,92	31,42	15,71	-4202	-307	0,0000	0,00	0,000
6	1,15	31,42	15,71	-4524	-503	0,0000	0,00	0,000
7	1,38	31,42	15,71	-4858	-757	0,0000	0,00	0,000
8	1,61	31,42	15,71	-5202	-1074	0,0000	0,00	0,000
9	1,84	31,42	15,71	-5557	-1461	0,0000	0,00	0,000
10	2,07	31,42	15,71	-5923	-1922	0,0000	0,00	0,000
11	2,30	31,42	15,71	-6299	-2462	0,0000	0,00	0,000
12	2,53	31,42	15,71	-6686	-3088	0,0000	0,00	0,000
13	2,76	31,42	15,71	-7084	-3805	0,0000	0,00	0,000
14	2,99	31,42	15,71	-7492	-4618	0,0000	0,00	0,000
15	3,22	31,42	15,71	-7911	-5532	0,0000	0,00	0,000

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE</b>		<i>Codice documento</i> ST0191_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20-06-2011

16	3,45	31,42	15,71	-8340	-6552	0,0000	0,00	0,000
17	3,68	31,42	15,71	-8780	-7686	0,0000	0,00	0,000
18	3,91	31,42	15,71	-9231	-8936	0,0000	0,00	0,000
19	4,14	31,42	15,71	-9693	-10310	0,0175	152,85	0,046
20	4,37	31,42	15,71	-10165	-11812	0,0196	155,61	0,052
21	4,60	31,42	15,71	-10647	-13448	0,0233	158,37	0,063

Verifica fessurazione fondazione

N°	Y	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	M <sub>pf</sub>	M	ε <sub>m</sub>	s <sub>m</sub>	w
1	-0,80	15,71	31,42	-9992	0	0,0000	0,00	0,000
2	-0,75	15,71	31,42	10731	13	0,0000	0,00	0,000
3	-0,70	15,71	31,42	10731	53	0,0000	0,00	0,000
4	-0,65	15,71	31,42	10731	120	0,0000	0,00	0,000
5	-0,60	15,71	31,42	10731	214	0,0000	0,00	0,000
6	-0,55	15,71	31,42	10731	334	0,0000	0,00	0,000
7	-0,50	15,71	31,42	10731	481	0,0000	0,00	0,000
8	-0,45	15,71	31,42	10731	654	0,0000	0,00	0,000
9	-0,40	15,71	31,42	10731	854	0,0000	0,00	0,000
10	-0,35	15,71	31,42	10731	1081	0,0000	0,00	0,000
11	-0,30	15,71	31,42	10731	1334	0,0000	0,00	0,000
12	0,30	31,42	31,42	-10947	-2074	0,0000	0,00	0,000
13	0,59	31,42	31,42	-10947	-1841	0,0000	0,00	0,000
14	0,88	31,42	31,42	-10947	-1598	0,0000	0,00	0,000
15	1,17	31,42	31,42	-10947	-1349	0,0000	0,00	0,000
16	1,46	31,42	31,42	-10947	-1102	0,0000	0,00	0,000
17	1,75	31,42	31,42	-10947	-859	0,0000	0,00	0,000
18	2,04	31,42	31,42	-10947	-628	0,0000	0,00	0,000
19	2,33	31,42	31,42	-10947	-413	0,0000	0,00	0,000
20	2,62	31,42	31,42	-10947	-220	0,0000	0,00	0,000
21	2,91	43,98	31,42	-11706	-60	0,0000	0,00	0,000
22	3,20	43,98	31,42	-11706	0	0,0000	0,00	0,000

COMBINAZIONE n° 35

Valore della spinta statica	8336,76	[daN]		
Componente orizzontale della spinta statica	7645,37	[daN]		
Componente verticale della spinta statica	3324,14	[daN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 3,20	[m]	Y = -3,29	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie			23,50	[°]
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	62,88			[°]
Incremento sismico della spinta	213,11	[daN]		
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta			X = 3,20	[m]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	62,01			[°]
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	31638,46	[daN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte			X = 1,67	[m]
Inerzia del muro	205,12	[daN]		Y = -2,26 [m]
Inerzia verticale del muro	-102,56	[daN]		
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	561,57	[daN]		
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	-280,78	[daN]		

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	8607,50	[daN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	46220,88	[daN]
Resistenza passiva dente di fondazione	-21033,14	[daN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	46220,88	[daN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	8607,50	[daN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0,02	[m]
Lunghezza fondazione reagente	4,00	[m]
Risultante in fondazione	47015,51	[daN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	10,55	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	1117,08	[daNm]
Carico ultimo della fondazione	1412391,25	[daN]

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
<b>RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE</b>		<i>Codice documento</i> ST0191_F0.doc	<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						

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente 4,00 [m]  
Tensione terreno allo spigolo di valle 1,1982 [daN/cm<sup>2</sup>]  
Tensione terreno allo spigolo di monte 1,1143 [daN/cm<sup>2</sup>]

Fattori per il calcolo della capacità portante

**Coeff. capacità portante**  $N_c = 77.50$   $N_q = 61.55$   $N_\gamma = 80.93$

**Fattori forma**  $s_c = 1,00$   $s_q = 1,00$   $s_\gamma = 1,00$

I coefficienti  $N'$  tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.

$N'_c = 77.50$   $N'_q = 61.55$   $N'_\gamma = 80.93$

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a scorrimento 2.69  
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo 30.56

Sollecitazioni paramento

Combinazione n° 35

L'ordinata Y (espressa in m) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in daNm

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in daN

Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in daN

Nr.	Y	N	M	T
1	0,00	0,00	0,00	0,00
2	2,30	2152,02	2392,64	2402,26
3	4,60	5158,07	13169,26	7119,41

Sollecitazioni fondazione di valle

Combinazione n° 35

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in daNm

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in daN

Nr.	X	M	T
1	0,00	0,00	0,00
2	0,50	1305,87	5214,76

Sollecitazioni fondazione di monte

Combinazione n° 35

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in daNm

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in daN

Nr.	X	M	T
1	0,00	0,00	0,00
2	2,90	-2905,16	-1364,59

Armature e tensioni nei materiali del muro

Combinazione n° 35

L'ordinata Y (espressa in [m]) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

B base della sezione espressa in [cm]

H altezza della sezione espressa in [cm]

$A_{fs}$  area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [cm<sup>2</sup>]

$A_{fi}$  area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [cm<sup>2</sup>]

$\sigma_c$  tensione nel calcestruzzo espressa in [daN/cm<sup>2</sup>]

$\tau_c$  tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [daN/cm<sup>2</sup>]

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
		<b>RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE</b>	<i>Codice documento</i> ST0191_F0.doc	<i>Rev</i> F0

$\sigma_{fs}$  tensione nell'armatura disposta sul lembo di monte in [daN/cm<sup>2</sup>]  
 $\sigma_{fi}$  tensione nell'armatura disposta sul lembo di valle in [daN/cm<sup>2</sup>]

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	$\sigma_c$	$\tau_c$	$\sigma_{fs}$	$\sigma_{fi}$
1	0,00	100, 30	31,42	15,71	0,00	0,00	0,00	0,00
2	2,30	100, 45	31,42	15,71	7,51	0,67	174,23	-92,14
3	4,60	100, 60	31,42	15,71	24,90	1,48	744,25	-314,35

Armature e tensioni nei materiali della fondazione

#### Combinazione n° 35

Simbologia adottata

B base della sezione espressa in [cm]  
H altezza della sezione espressa in [cm]  
A<sub>fi</sub> area di armatura in corrispondenza del lembo inferiore in [cm<sup>2</sup>]  
A<sub>fs</sub> area di armatura in corrispondenza del lembo superiore in [cm<sup>2</sup>]  
 $\sigma_c$  tensione nel calcestruzzo espressa in [daN/cm<sup>2</sup>]  
 $\tau_c$  tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [daN/cm<sup>2</sup>]  
 $\sigma_{fi}$  tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo inferiore in [daN/cm<sup>2</sup>]  
 $\sigma_{fs}$  tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo superiore in [daN/cm<sup>2</sup>]

#### Fondazione di valle

(L'ascissa X, espressa in [m], è positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle)

Nr.	X	B, H	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	$\sigma_c$	$\tau_c$	$\sigma_{fi}$	$\sigma_{fs}$
1	0,00	100, 60	31,42	15,71	0,00	0,00	0,00	0,00
2	0,50	100, 60	31,42	15,71	2,37	1,08	80,41	-29,39

#### Fondazione di monte

(L'ascissa X, espressa in [m], è positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte)

Nr.	X	B, H	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	$\sigma_c$	$\tau_c$	$\sigma_{fi}$	$\sigma_{fs}$
1	0,00	100, 60	31,42	43,98	0,00	0,00	0,00	0,00
2	2,90	100, 60	31,42	31,42	4,65	-0,28	-56,86	176,53

#### Verifica sperone di fondazione

Base sezione B= 100 cm Altezza sezione H=40 [cm]  
A<sub>fi</sub>=12,57 [cm<sup>2</sup>] A<sub>fs</sub>=12,57 [cm<sup>2</sup>]  
Sollecitazioni M=2296,5 [daNm] T=8607,5 [daN]  
Momento ultimo sezione M<sub>u</sub> = 17531,58 [daNm]  
Coeff.sicurezza sezione = 7,63

Verifiche a fessurazione

#### Combinazione n° 35

L'ordinata Y (espressa in [m]) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

A<sub>fs</sub> area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [cm<sup>2</sup>]  
A<sub>fi</sub> area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [cm<sup>2</sup>]  
M<sub>pf</sub> Momento di prima fessurazione espressa in [daNm]  
M Momento agente nella sezione espressa in [daNm]  
 $\epsilon_m$  deformazione media espressa in [%]  
S<sub>m</sub> Distanza media tra le fessure espressa in [mm]  
w Apertura media della fessura espressa in [mm]

#### Verifica fessurazione paramento

N°	Y	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	M <sub>pf</sub>	M	$\epsilon_m$	S <sub>m</sub>	w
1	0,00	31,42	15,71	-3017	0	0,0000	0,00	0,000
2	0,23	31,42	15,71	-3297	-16	0,0000	0,00	0,000
3	0,46	31,42	15,71	-3588	-67	0,0000	0,00	0,000
4	0,69	31,42	15,71	-3889	-159	0,0000	0,00	0,000
5	0,92	31,42	15,71	-4202	-296	0,0000	0,00	0,000
6	1,15	31,42	15,71	-4524	-486	0,0000	0,00	0,000

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
<b>RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE</b>		<i>Codice documento</i> ST0191_F0.doc	<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						

7	1,38	31,42	15,71	-4858	-732	0,0000	0,00	0,000
8	1,61	31,42	15,71	-5202	-1040	0,0000	0,00	0,000
9	1,84	31,42	15,71	-5557	-1416	0,0000	0,00	0,000
10	2,07	31,42	15,71	-5923	-1865	0,0000	0,00	0,000
11	2,30	31,42	15,71	-6299	-2393	0,0000	0,00	0,000
12	2,53	31,42	15,71	-6686	-3004	0,0000	0,00	0,000
13	2,76	31,42	15,71	-7084	-3705	0,0000	0,00	0,000
14	2,99	31,42	15,71	-7492	-4500	0,0000	0,00	0,000
15	3,22	31,42	15,71	-7911	-5395	0,0000	0,00	0,000
16	3,45	31,42	15,71	-8340	-6396	0,0000	0,00	0,000
17	3,68	31,42	15,71	-8780	-7507	0,0000	0,00	0,000
18	3,91	31,42	15,71	-9231	-8735	0,0000	0,00	0,000
19	4,14	31,42	15,71	-9693	-10084	0,0171	152,85	0,044
20	4,37	31,42	15,71	-10165	-11561	0,0191	155,61	0,051
21	4,60	31,42	15,71	-10647	-13169	0,0222	158,37	0,060

Verifica fessurazione fondazione

N°	Y	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	M <sub>pf</sub>	M	ε <sub>m</sub>	S <sub>m</sub>	W
1	-0,80	15,71	31,42	-9992	0	0,0000	0,00	0,000
2	-0,75	15,71	31,42	10731	13	0,0000	0,00	0,000
3	-0,70	15,71	31,42	10731	52	0,0000	0,00	0,000
4	-0,65	15,71	31,42	10731	118	0,0000	0,00	0,000
5	-0,60	15,71	31,42	10731	209	0,0000	0,00	0,000
6	-0,55	15,71	31,42	10731	327	0,0000	0,00	0,000
7	-0,50	15,71	31,42	10731	471	0,0000	0,00	0,000
8	-0,45	15,71	31,42	10731	641	0,0000	0,00	0,000
9	-0,40	15,71	31,42	10731	836	0,0000	0,00	0,000
10	-0,35	15,71	31,42	10731	1058	0,0000	0,00	0,000
11	-0,30	15,71	31,42	10731	1306	0,0000	0,00	0,000
12	0,30	31,42	31,42	-10947	-2905	0,0000	0,00	0,000
13	0,59	31,42	31,42	-10947	-2511	0,0000	0,00	0,000
14	0,88	31,42	31,42	-10947	-2125	0,0000	0,00	0,000
15	1,17	31,42	31,42	-10947	-1752	0,0000	0,00	0,000
16	1,46	31,42	31,42	-10947	-1396	0,0000	0,00	0,000
17	1,75	31,42	31,42	-10947	-1063	0,0000	0,00	0,000
18	2,04	31,42	31,42	-10947	-758	0,0000	0,00	0,000
19	2,33	31,42	31,42	-10947	-486	0,0000	0,00	0,000
20	2,62	31,42	31,42	-10947	-252	0,0000	0,00	0,000
21	2,91	43,98	31,42	-11706	-68	0,0000	0,00	0,000
22	3,20	43,98	31,42	-11706	0	0,0000	0,00	0,000

COMBINAZIONE n° 36

Valore della spinta statica	8336,76 [daN]		
Componente orizzontale della spinta statica	7645,37 [daN]		
Componente verticale della spinta statica	3324,14 [daN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 3,20 [m]	Y = -3,29 [m]	
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	23,50 [°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	62,88 [°]		
Incremento sismico della spinta	360,99 [daN]		
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 3,20 [m]	Y = -2,80 [m]	
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	62,01 [°]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	31638,46 [daN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 1,67 [m]	Y = -2,26 [m]	
Inerzia del muro	205,12 [daN]		
Inerzia verticale del muro	102,56 [daN]		
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	561,57 [daN]		
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	280,78 [daN]		

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	8743,11 [daN]
--	---------------

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
<b>RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE</b>		<i>Codice documento</i> ST0191_F0.doc	<table border="1"> <tr> <td><i>Rev</i></td> <td><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						

Risultante dei carichi applicati in dir. verticale 47046,53 [daN]  
Resistenza passiva dente di fondazione -21399,23 [daN]  
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione 47046,53 [daN]  
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione 8743,11 [daN]  
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione 0,02 [m]  
Lunghezza fondazione reagente 4,00 [m]  
Risultante in fondazione 47852,04 [daN]  
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale) 10,53 [°]  
Momento rispetto al baricentro della fondazione 1162,53 [daNm]  
Carico ultimo della fondazione 1412003,68 [daN]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente 4,00 [m]  
Tensione terreno allo spigolo di valle 1,2206 [daN/cm<sup>2</sup>]  
Tensione terreno allo spigolo di monte 1,1333 [daN/cm<sup>2</sup>]

Fattori per il calcolo della capacità portante

**Coeff. capacità portante**  $N_c = 77.50$   $N_q = 61.55$   $N_\gamma = 80.93$

**Fattori forma**  $s_c = 1,00$   $s_q = 1,00$   $s_\gamma = 1,00$

I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.

$N'_c = 77.50$   $N'_q = 61.55$   $N'_\gamma = 80.93$

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a scorrimento 2.69  
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo 30.01

Sollecitazioni paramento

Combinazione n° 36

L'ordinata Y (espressa in m) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in daNm

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in daN

Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in daN

Nr.	Y	N	M	T
1	0,00	0,00	0,00	0,00
2	2,30	2152,02	2462,26	2462,80
3	4,60	5158,07	13447,75	7240,49

Sollecitazioni fondazione di valle

Combinazione n° 36

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in daNm

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in daN

Nr.	X	M	T
1	0,00	0,00	0,00
2	0,50	1333,65	5325,49

Sollecitazioni fondazione di monte

Combinazione n° 36

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in daNm

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in daN

Nr.	X	M	T
1	0,00	0,00	0,00
2	2,90	-2073,69	-779,20

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
<b>RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE</b>		<i>Codice documento</i> ST0191_F0.doc	<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						

Armature e tensioni nei materiali del muro

Combinazione n° 36

L'ordinata Y (espressa in [m]) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

B	base della sezione espressa in [cm]
H	altezza della sezione espressa in [cm]
A <sub>fs</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [cmq]
A <sub>fi</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [cmq]
σ <sub>c</sub>	tensione nel calcestruzzo espressa in [daN/cmq]
τ <sub>c</sub>	tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [daN/cmq]
σ <sub>fs</sub>	tensione nell'armatura disposta sul lembo di monte in [daN/cmq]
σ <sub>fi</sub>	tensione nell'armatura disposta sul lembo di valle in [daN/cmq]

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	σ <sub>c</sub>	τ <sub>c</sub>	σ <sub>fs</sub>	σ <sub>fi</sub>
1	0,00	100, 30	31,42	15,71	0,00	0,00	0,00	0,00
2	2,30	100, 45	31,42	15,71	7,72	0,69	180,12	-94,60
3	4,60	100, 60	31,42	15,71	25,41	1,50	761,45	-320,68

Armature e tensioni nei materiali della fondazione

Combinazione n° 36

Simbologia adottata

B	base della sezione espressa in [cm]
H	altezza della sezione espressa in [cm]
A <sub>fi</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo inferiore in [cmq]
A <sub>fs</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo superiore in [cmq]
σ <sub>c</sub>	tensione nel calcestruzzo espressa in [daN/cmq]
τ <sub>c</sub>	tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [daN/cmq]
σ <sub>fi</sub>	tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo inferiore in [daN/cmq]
σ <sub>fs</sub>	tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo superiore in [daN/cmq]

Fondazione di valle

(L'ascissa X, espressa in [m], è positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle)

Nr.	X	B, H	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	σ <sub>c</sub>	τ <sub>c</sub>	σ <sub>fi</sub>	σ <sub>fs</sub>
1	0,00	100, 60	31,42	15,71	0,00	0,00	0,00	0,00
2	0,50	100, 60	31,42	15,71	2,42	1,10	82,12	-30,01

Fondazione di monte

(L'ascissa X, espressa in [m], è positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte)

Nr.	X	B, H	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	σ <sub>c</sub>	τ <sub>c</sub>	σ <sub>fi</sub>	σ <sub>fs</sub>
1	0,00	100, 60	31,42	43,98	0,00	0,00	0,00	0,00
2	2,90	100, 60	31,42	31,42	3,32	-0,16	-40,58	126,01

Verifica sperone di fondazione

Base sezione B= 100 cm Altezza sezione H=40 [cm]

A<sub>fi</sub>=12,57 [cmq] A<sub>fs</sub>=12,57 [cmq]

Sollecitazioni M=2332,7 [daNm] T=8743,1 [daN]

Momento ultimo sezione M<sub>u</sub> = 17531,58 [daNm]

Coeff.sicurezza sezione = 7,52

Verifiche a fessurazione

Combinazione n° 36

L'ordinata Y (espressa in [m]) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

A <sub>fs</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [cmq]
A <sub>fi</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [cmq]
M <sub>pf</sub>	Momento di prima fessurazione espressa in [daNm]
M	Momento agente nella sezione espressa in [daNm]
ε <sub>m</sub>	deformazione media espressa in [%]

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
<b>RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE</b>		<i>Codice documento</i> ST0191_F0.doc	<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						

$s_m$  Distanza media tra le fessure espressa in [mm]  
 $w$  Apertura media della fessura espressa in [mm]

Verifica fessurazione paramento

N°	Y	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	M <sub>pf</sub>	M	ε <sub>m</sub>	S <sub>m</sub>	w
1	0,00	31,42	15,71	-3017	0	0,0000	0,00	0,000
2	0,23	31,42	15,71	-3297	-16	0,0000	0,00	0,000
3	0,46	31,42	15,71	-3588	-70	0,0000	0,00	0,000
4	0,69	31,42	15,71	-3889	-165	0,0000	0,00	0,000
5	0,92	31,42	15,71	-4202	-307	0,0000	0,00	0,000
6	1,15	31,42	15,71	-4524	-503	0,0000	0,00	0,000
7	1,38	31,42	15,71	-4858	-757	0,0000	0,00	0,000
8	1,61	31,42	15,71	-5202	-1074	0,0000	0,00	0,000
9	1,84	31,42	15,71	-5557	-1461	0,0000	0,00	0,000
10	2,07	31,42	15,71	-5923	-1922	0,0000	0,00	0,000
11	2,30	31,42	15,71	-6299	-2462	0,0000	0,00	0,000
12	2,53	31,42	15,71	-6686	-3088	0,0000	0,00	0,000
13	2,76	31,42	15,71	-7084	-3805	0,0000	0,00	0,000
14	2,99	31,42	15,71	-7492	-4618	0,0000	0,00	0,000
15	3,22	31,42	15,71	-7911	-5532	0,0000	0,00	0,000
16	3,45	31,42	15,71	-8340	-6552	0,0000	0,00	0,000
17	3,68	31,42	15,71	-8780	-7686	0,0000	0,00	0,000
18	3,91	31,42	15,71	-9231	-8936	0,0000	0,00	0,000
19	4,14	31,42	15,71	-9693	-10310	0,0175	152,85	0,046
20	4,37	31,42	15,71	-10165	-11812	0,0196	155,61	0,052
21	4,60	31,42	15,71	-10647	-13448	0,0233	158,37	0,063

Verifica fessurazione fondazione

N°	Y	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	M <sub>pf</sub>	M	ε <sub>m</sub>	S <sub>m</sub>	w
1	-0,80	15,71	31,42	-9992	0	0,0000	0,00	0,000
2	-0,75	15,71	31,42	10731	13	0,0000	0,00	0,000
3	-0,70	15,71	31,42	10731	53	0,0000	0,00	0,000
4	-0,65	15,71	31,42	10731	120	0,0000	0,00	0,000
5	-0,60	15,71	31,42	10731	214	0,0000	0,00	0,000
6	-0,55	15,71	31,42	10731	334	0,0000	0,00	0,000
7	-0,50	15,71	31,42	10731	481	0,0000	0,00	0,000
8	-0,45	15,71	31,42	10731	654	0,0000	0,00	0,000
9	-0,40	15,71	31,42	10731	854	0,0000	0,00	0,000
10	-0,35	15,71	31,42	10731	1081	0,0000	0,00	0,000
11	-0,30	15,71	31,42	10731	1334	0,0000	0,00	0,000
12	0,30	31,42	31,42	-10947	-2074	0,0000	0,00	0,000
13	0,59	31,42	31,42	-10947	-1841	0,0000	0,00	0,000
14	0,88	31,42	31,42	-10947	-1598	0,0000	0,00	0,000
15	1,17	31,42	31,42	-10947	-1349	0,0000	0,00	0,000
16	1,46	31,42	31,42	-10947	-1102	0,0000	0,00	0,000
17	1,75	31,42	31,42	-10947	-859	0,0000	0,00	0,000
18	2,04	31,42	31,42	-10947	-628	0,0000	0,00	0,000
19	2,33	31,42	31,42	-10947	-413	0,0000	0,00	0,000
20	2,62	31,42	31,42	-10947	-220	0,0000	0,00	0,000
21	2,91	43,98	31,42	-11706	-60	0,0000	0,00	0,000
22	3,20	43,98	31,42	-11706	0	0,0000	0,00	0,000

COMBINAZIONE n° 37

Valore della spinta statica 8336,76 [daN]  
Componente orizzontale della spinta statica 7645,37 [daN]  
Componente verticale della spinta statica 3324,14 [daN]  
Punto d'applicazione della spinta X = 3,20 [m] Y = -3,29 [m]  
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie 23,50 [°]  
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche 62,88 [°]

Incremento sismico della spinta 213,11 [daN]  
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta X = 3,20 [m] Y = -2,80 [m]

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
<b>RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE</b>		<i>Codice documento</i> ST0191_F0.doc	<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						

Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche 62,01 [°]

Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte 31638,46 [daN]  
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte X = 1,67 [m] Y = -2,26 [m]  
Inerzia del muro 205,12 [daN]  
Inerzia verticale del muro -102,56 [daN]  
Inerzia del terrapieno fondazione di monte 561,57 [daN]  
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte -280,78 [daN]

**Risultanti**

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale 8607,50 [daN]  
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale 46220,88 [daN]  
Resistenza passiva dente di fondazione -21033,14 [daN]  
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione 46220,88 [daN]  
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione 8607,50 [daN]  
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione 0,02 [m]  
Lunghezza fondazione reagente 4,00 [m]  
Risultante in fondazione 47015,51 [daN]  
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale) 10,55 [°]  
Momento rispetto al baricentro della fondazione 1117,08 [daNm]  
Carico ultimo della fondazione 1412391,25 [daN]

**Tensioni sul terreno**

Lunghezza fondazione reagente 4,00 [m]  
Tensione terreno allo spigolo di valle 1,1982 [daN/cm<sup>2</sup>]  
Tensione terreno allo spigolo di monte 1,1143 [daN/cm<sup>2</sup>]

**Fattori per il calcolo della capacità portante**

**Coeff. capacità portante** N<sub>c</sub> = 77.50 N<sub>q</sub> = 61.55 N<sub>γ</sub> = 80.93

**Fattori forma** s<sub>c</sub> = 1,00 s<sub>q</sub> = 1,00 s<sub>γ</sub> = 1,00

I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.

N'<sub>c</sub> = 77.50 N'<sub>q</sub> = 61.55 N'<sub>γ</sub> = 80.93

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a scorrimento 2.69  
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo 30.56

Sollecitazioni paramento

**Combinazione n° 37**

L'ordinata Y (espressa in m) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro  
Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in daNm  
Sforzo normale positivo di compressione, espresso in daN  
Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in daN

Nr.	Y	N	M	T
1	0,00	0,00	0,00	0,00
2	2,30	2152,02	2392,64	2402,26
3	4,60	5158,07	13169,26	7119,41

Sollecitazioni fondazione di valle

**Combinazione n° 37**

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle  
Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in daNm  
Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in daN

Nr.	X	M	T
1	0,00	0,00	0,00
2	0,50	1305,87	5214,76

Sollecitazioni fondazione di monte

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
<b>RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE</b>		<i>Codice documento</i> ST0191_F0.doc	<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						

#### Combinazione n° 37

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in daNm

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in daN

Nr.	X	M	T
1	0,00	0,00	0,00
2	2,90	-2905,16	-1364,59

Armature e tensioni nei materiali del muro

#### Combinazione n° 37

L'ordinata Y (espressa in [m]) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

B base della sezione espressa in [cm]

H altezza della sezione espressa in [cm]

A<sub>fs</sub> area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [cmq]

A<sub>fi</sub> area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [cmq]

σ<sub>c</sub> tensione nel calcestruzzo espressa in [daN/cm<sup>2</sup>]

τ<sub>c</sub> tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [daN/cm<sup>2</sup>]

σ<sub>fs</sub> tensione nell'armatura disposta sul lembo di monte in [daN/cm<sup>2</sup>]

σ<sub>fi</sub> tensione nell'armatura disposta sul lembo di valle in [daN/cm<sup>2</sup>]

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	σ <sub>c</sub>	τ <sub>c</sub>	σ <sub>fs</sub>	σ <sub>fi</sub>
1	0,00	100, 30	31,42	15,71	0,00	0,00	0,00	0,00
2	2,30	100, 45	31,42	15,71	7,51	0,67	174,23	-92,14
3	4,60	100, 60	31,42	15,71	24,90	1,48	744,25	-314,35

Armature e tensioni nei materiali della fondazione

#### Combinazione n° 37

Simbologia adottata

B base della sezione espressa in [cm]

H altezza della sezione espressa in [cm]

A<sub>fi</sub> area di armatura in corrispondenza del lembo inferiore in [cmq]

A<sub>fs</sub> area di armatura in corrispondenza del lembo superiore in [cmq]

σ<sub>c</sub> tensione nel calcestruzzo espressa in [daN/cm<sup>2</sup>]

τ<sub>c</sub> tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [daN/cm<sup>2</sup>]

σ<sub>fi</sub> tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo inferiore in [daN/cm<sup>2</sup>]

σ<sub>fs</sub> tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo superiore in [daN/cm<sup>2</sup>]

#### Fondazione di valle

(L'ascissa X, espressa in [m], è positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle)

Nr.	X	B, H	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	σ <sub>c</sub>	τ <sub>c</sub>	σ <sub>fi</sub>	σ <sub>fs</sub>
1	0,00	100, 60	31,42	15,71	0,00	0,00	0,00	0,00
2	0,50	100, 60	31,42	15,71	2,37	1,08	80,41	-29,39

#### Fondazione di monte

(L'ascissa X, espressa in [m], è positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte)

Nr.	X	B, H	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	σ <sub>c</sub>	τ <sub>c</sub>	σ <sub>fi</sub>	σ <sub>fs</sub>
1	0,00	100, 60	31,42	43,98	0,00	0,00	0,00	0,00
2	2,90	100, 60	31,42	31,42	4,65	-0,28	-56,86	176,53

#### Verifica sperone di fondazione

Base sezione B= 100 cm Altezza sezione H=40 [cm]

A<sub>fi</sub>=12,57 [cmq] A<sub>fs</sub>=12,57 [cmq]

Sollecitazioni M=2296,5 [daNm] T=8607,5 [daN]

Momento ultimo sezione M<sub>u</sub> = 17531,58 [daNm]

Coeff. sicurezza sezione = 7,63

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
<b>RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE</b>		<i>Codice documento</i> ST0191_F0.doc	<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						

Verifiche a fessurazione

Combinazione n° 37

L'ordinata Y (espressa in [m]) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

A<sub>fs</sub> area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [cmq]

A<sub>fi</sub> area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [cmq]

M<sub>pf</sub> Momento di prima fessurazione espressa in [daNm]

M Momento agente nella sezione espressa in [daNm]

ε<sub>m</sub> deformazione media espressa in [%]

S<sub>m</sub> Distanza media tra le fessure espressa in [mm]

w Apertura media della fessura espressa in [mm]

Verifica fessurazione paramento

N°	Y	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	M <sub>pf</sub>	M	ε <sub>m</sub>	S <sub>m</sub>	w
1	0,00	31,42	15,71	-3017	0	0,0000	0,00	0,000
2	0,23	31,42	15,71	-3297	-16	0,0000	0,00	0,000
3	0,46	31,42	15,71	-3588	-67	0,0000	0,00	0,000
4	0,69	31,42	15,71	-3889	-159	0,0000	0,00	0,000
5	0,92	31,42	15,71	-4202	-296	0,0000	0,00	0,000
6	1,15	31,42	15,71	-4524	-486	0,0000	0,00	0,000
7	1,38	31,42	15,71	-4858	-732	0,0000	0,00	0,000
8	1,61	31,42	15,71	-5202	-1040	0,0000	0,00	0,000
9	1,84	31,42	15,71	-5557	-1416	0,0000	0,00	0,000
10	2,07	31,42	15,71	-5923	-1865	0,0000	0,00	0,000
11	2,30	31,42	15,71	-6299	-2393	0,0000	0,00	0,000
12	2,53	31,42	15,71	-6686	-3004	0,0000	0,00	0,000
13	2,76	31,42	15,71	-7084	-3705	0,0000	0,00	0,000
14	2,99	31,42	15,71	-7492	-4500	0,0000	0,00	0,000
15	3,22	31,42	15,71	-7911	-5395	0,0000	0,00	0,000
16	3,45	31,42	15,71	-8340	-6396	0,0000	0,00	0,000
17	3,68	31,42	15,71	-8780	-7507	0,0000	0,00	0,000
18	3,91	31,42	15,71	-9231	-8735	0,0000	0,00	0,000
19	4,14	31,42	15,71	-9693	-10084	0,0171	152,85	0,044
20	4,37	31,42	15,71	-10165	-11561	0,0191	155,61	0,051
21	4,60	31,42	15,71	-10647	-13169	0,0222	158,37	0,060

Verifica fessurazione fondazione

N°	Y	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	M <sub>pf</sub>	M	ε <sub>m</sub>	S <sub>m</sub>	w
1	-0,80	15,71	31,42	-9992	0	0,0000	0,00	0,000
2	-0,75	15,71	31,42	10731	13	0,0000	0,00	0,000
3	-0,70	15,71	31,42	10731	52	0,0000	0,00	0,000
4	-0,65	15,71	31,42	10731	118	0,0000	0,00	0,000
5	-0,60	15,71	31,42	10731	209	0,0000	0,00	0,000
6	-0,55	15,71	31,42	10731	327	0,0000	0,00	0,000
7	-0,50	15,71	31,42	10731	471	0,0000	0,00	0,000
8	-0,45	15,71	31,42	10731	641	0,0000	0,00	0,000
9	-0,40	15,71	31,42	10731	836	0,0000	0,00	0,000
10	-0,35	15,71	31,42	10731	1058	0,0000	0,00	0,000
11	-0,30	15,71	31,42	10731	1306	0,0000	0,00	0,000
12	0,30	31,42	31,42	-10947	-2905	0,0000	0,00	0,000
13	0,59	31,42	31,42	-10947	-2511	0,0000	0,00	0,000
14	0,88	31,42	31,42	-10947	-2125	0,0000	0,00	0,000
15	1,17	31,42	31,42	-10947	-1752	0,0000	0,00	0,000
16	1,46	31,42	31,42	-10947	-1396	0,0000	0,00	0,000
17	1,75	31,42	31,42	-10947	-1063	0,0000	0,00	0,000
18	2,04	31,42	31,42	-10947	-758	0,0000	0,00	0,000
19	2,33	31,42	31,42	-10947	-486	0,0000	0,00	0,000
20	2,62	31,42	31,42	-10947	-252	0,0000	0,00	0,000
21	2,91	43,98	31,42	-11706	-68	0,0000	0,00	0,000
22	3,20	43,98	31,42	-11706	0	0,0000	0,00	0,000

COMBINAZIONE n° 38

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
<b>RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE</b>		<i>Codice documento</i> ST0191_F0.doc	<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						

Valore della spinta statica	8336,76 [daN]		
Componente orizzontale della spinta statica	7645,37 [daN]		
Componente verticale della spinta statica	3324,14 [daN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 3,20 [m]	Y = -3,29 [m]	
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	23,50 [°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	62,88 [°]		
Incremento sismico della spinta	360,99 [daN]		
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 3,20 [m]	Y = -2,80 [m]	
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	62,01 [°]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	31638,46 [daN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 1,67 [m]	Y = -2,26 [m]	
Inerzia del muro	205,12 [daN]		
Inerzia verticale del muro	102,56 [daN]		
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	561,57 [daN]		
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	280,78 [daN]		

#### Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	8743,11 [daN]		
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	47046,53 [daN]		
Resistenza passiva dente di fondazione	-21399,23 [daN]		
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	47046,53 [daN]		
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	8743,11 [daN]		
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0,02 [m]		
Lunghezza fondazione reagente	4,00 [m]		
Risultante in fondazione	47852,04 [daN]		
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	10,53 [°]		
Momento rispetto al baricentro della fondazione	1162,53 [daNm]		
Carico ultimo della fondazione	1412003,68 [daN]		

#### Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	4,00 [m]		
Tensione terreno allo spigolo di valle	1,2206 [daN/cm <sup>2</sup> ]		
Tensione terreno allo spigolo di monte	1,1333 [daN/cm <sup>2</sup> ]		

#### Fattori per il calcolo della capacità portante

**Coef. capacità portante**  $N_c = 77.50$   $N_q = 61.55$   $N_\gamma = 80.93$

**Fattori forma**  $s_c = 1,00$   $s_q = 1,00$   $s_\gamma = 1,00$

I coefficienti  $N'$  tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.

$N'_c = 77.50$   $N'_q = 61.55$   $N'_\gamma = 80.93$

#### **COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a scorrimento 2.69

Coefficiente di sicurezza a carico ultimo 30.01

Sollecitazioni paramento

#### Combinazione n° 38

L'ordinata Y (espressa in m) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in daNm

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in daN

Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in daN

Nr.	Y	N	M	T
1	0,00	0,00	0,00	0,00
2	2,30	2152,02	2462,26	2462,80
3	4,60	5158,07	13447,75	7240,49

Sollecitazioni fondazione di valle

#### Combinazione n° 38

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>	
<b>RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE</b>	<i>Codice documento</i> ST0191_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20-06-2011

valle

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in daNm

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in daN

Nr.	X	M	T
1	0,00	0,00	0,00
2	0,50	1333,65	5325,49

Sollecitazioni fondazione di monte

Combinazione n° 38

L'ascissa X(espressa in m) è considerata positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in daNm

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in daN

Nr.	X	M	T
1	0,00	0,00	0,00
2	2,90	-2073,69	-779,20

Armature e tensioni nei materiali del muro

Combinazione n° 38

L'ordinata Y(espressa in [m]) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

B base della sezione espressa in [cm]

H altezza della sezione espressa in [cm]

A<sub>fs</sub> area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [cmq]

A<sub>fi</sub> area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [cmq]

σ<sub>c</sub> tensione nel calcestruzzo espressa in [daN/cm<sup>2</sup>]

τ<sub>c</sub> tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [daN/cm<sup>2</sup>]

σ<sub>fs</sub> tensione nell'armatura disposta sul lembo di monte in [daN/cm<sup>2</sup>]

σ<sub>fi</sub> tensione nell'armatura disposta sul lembo di valle in [daN/cm<sup>2</sup>]

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	σ <sub>c</sub>	τ <sub>c</sub>	σ <sub>fs</sub>	σ <sub>fi</sub>
1	0,00	100, 30	31,42	15,71	0,00	0,00	0,00	0,00
2	2,30	100, 45	31,42	15,71	7,72	0,69	180,12	-94,60
3	4,60	100, 60	31,42	15,71	25,41	1,50	761,45	-320,68

Armature e tensioni nei materiali della fondazione

Combinazione n° 38

Simbologia adottata

B base della sezione espressa in [cm]

H altezza della sezione espressa in [cm]

A<sub>fi</sub> area di armatura in corrispondenza del lembo inferiore in [cmq]

A<sub>fs</sub> area di armatura in corrispondenza del lembo superiore in [cmq]

σ<sub>c</sub> tensione nel calcestruzzo espressa in [daN/cm<sup>2</sup>]

τ<sub>c</sub> tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [daN/cm<sup>2</sup>]

σ<sub>fi</sub> tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo inferiore in [daN/cm<sup>2</sup>]

σ<sub>fs</sub> tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo superiore in [daN/cm<sup>2</sup>]

Fondazione di valle

(L'ascissa X, espressa in [m], è positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle)

Nr.	X	B, H	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	σ <sub>c</sub>	τ <sub>c</sub>	σ <sub>fi</sub>	σ <sub>fs</sub>
1	0,00	100, 60	31,42	15,71	0,00	0,00	0,00	0,00
2	0,50	100, 60	31,42	15,71	2,42	1,10	82,12	-30,01

Fondazione di monte

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
		<b>RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE</b>	<i>Codice documento</i> ST0191_F0.doc	<i>Rev</i> F0

(L'ascissa X, espressa in [m], è positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte)

Nr.	X	B, H	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	σ <sub>c</sub>	τ <sub>c</sub>	σ <sub>fi</sub>	σ <sub>fs</sub>
1	0,00	100, 60	31,42	43,98	0,00	0,00	0,00	0,00
2	2,90	100, 60	31,42	31,42	3,32	-0,16	-40,58	126,01

Verifica sperone di fondazione

Base sezione B= 100 cm Altezza sezione H=40 [cm]

A<sub>fi</sub>=12,57 [cmq] A<sub>fs</sub>=12,57 [cmq]

Sollecitazioni M=2332,7 [daNm] T=8743,1 [daN]

Momento ultimo sezione M<sub>u</sub> = 17531,58 [daNm]

Coeff. sicurezza sezione = 7,52

Verifiche a fessurazione

Combinazione n° 38

L'ordinata Y (espressa in [m]) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

A<sub>fs</sub> area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [cmq]

A<sub>fi</sub> area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [cmq]

M<sub>pf</sub> Momento di prima fessurazione espressa in [daNm]

M Momento agente nella sezione espressa in [daNm]

ε<sub>m</sub> deformazione media espressa in [%]

s<sub>m</sub> Distanza media tra le fessure espressa in [mm]

w Apertura media della fessura espressa in [mm]

Verifica fessurazione paramento

N°	Y	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	M <sub>pf</sub>	M	ε <sub>m</sub>	s <sub>m</sub>	w
1	0,00	31,42	15,71	-3017	0	0,0000	0,00	0,000
2	0,23	31,42	15,71	-3297	-16	0,0000	0,00	0,000
3	0,46	31,42	15,71	-3588	-70	0,0000	0,00	0,000
4	0,69	31,42	15,71	-3889	-165	0,0000	0,00	0,000
5	0,92	31,42	15,71	-4202	-307	0,0000	0,00	0,000
6	1,15	31,42	15,71	-4524	-503	0,0000	0,00	0,000
7	1,38	31,42	15,71	-4858	-757	0,0000	0,00	0,000
8	1,61	31,42	15,71	-5202	-1074	0,0000	0,00	0,000
9	1,84	31,42	15,71	-5557	-1461	0,0000	0,00	0,000
10	2,07	31,42	15,71	-5923	-1922	0,0000	0,00	0,000
11	2,30	31,42	15,71	-6299	-2462	0,0000	0,00	0,000
12	2,53	31,42	15,71	-6686	-3088	0,0000	0,00	0,000
13	2,76	31,42	15,71	-7084	-3805	0,0000	0,00	0,000
14	2,99	31,42	15,71	-7492	-4618	0,0000	0,00	0,000
15	3,22	31,42	15,71	-7911	-5532	0,0000	0,00	0,000
16	3,45	31,42	15,71	-8340	-6552	0,0000	0,00	0,000
17	3,68	31,42	15,71	-8780	-7686	0,0000	0,00	0,000
18	3,91	31,42	15,71	-9231	-8936	0,0000	0,00	0,000
19	4,14	31,42	15,71	-9693	-10310	0,0175	152,85	0,046
20	4,37	31,42	15,71	-10165	-11812	0,0196	155,61	0,052
21	4,60	31,42	15,71	-10647	-13448	0,0233	158,37	0,063

Verifica fessurazione fondazione

N°	Y	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	M <sub>pf</sub>	M	ε <sub>m</sub>	s <sub>m</sub>	w
1	-0,80	15,71	31,42	-9992	0	0,0000	0,00	0,000
2	-0,75	15,71	31,42	10731	13	0,0000	0,00	0,000
3	-0,70	15,71	31,42	10731	53	0,0000	0,00	0,000
4	-0,65	15,71	31,42	10731	120	0,0000	0,00	0,000
5	-0,60	15,71	31,42	10731	214	0,0000	0,00	0,000
6	-0,55	15,71	31,42	10731	334	0,0000	0,00	0,000
7	-0,50	15,71	31,42	10731	481	0,0000	0,00	0,000
8	-0,45	15,71	31,42	10731	654	0,0000	0,00	0,000
9	-0,40	15,71	31,42	10731	854	0,0000	0,00	0,000
10	-0,35	15,71	31,42	10731	1081	0,0000	0,00	0,000
11	-0,30	15,71	31,42	10731	1334	0,0000	0,00	0,000
12	0,30	31,42	31,42	-10947	-2074	0,0000	0,00	0,000

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
<b>RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE</b>		<i>Codice documento</i> ST0191_F0.doc	<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						

13	0,59	31,42	31,42	-10947	-1841	0,0000	0,00	0,000
14	0,88	31,42	31,42	-10947	-1598	0,0000	0,00	0,000
15	1,17	31,42	31,42	-10947	-1349	0,0000	0,00	0,000
16	1,46	31,42	31,42	-10947	-1102	0,0000	0,00	0,000
17	1,75	31,42	31,42	-10947	-859	0,0000	0,00	0,000
18	2,04	31,42	31,42	-10947	-628	0,0000	0,00	0,000
19	2,33	31,42	31,42	-10947	-413	0,0000	0,00	0,000
20	2,62	31,42	31,42	-10947	-220	0,0000	0,00	0,000
21	2,91	43,98	31,42	-11706	-60	0,0000	0,00	0,000
22	3,20	43,98	31,42	-11706	0	0,0000	0,00	0,000

#### COMBINAZIONE n° 39

Valore della spinta statica	8336,76	[daN]			
Componente orizzontale della spinta statica	7645,37	[daN]			
Componente verticale della spinta statica	3324,14	[daN]			
Punto d'applicazione della spinta	X = 3,20	[m]	Y = -3,29	[m]	
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	23,50	[°]			
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	62,88	[°]			
Incremento sismico della spinta	213,11	[daN]			
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 3,20	[m]	Y = -2,80	[m]	
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	62,01	[°]			
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	31638,46	[daN]			
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 1,67	[m]	Y = -2,26	[m]	
Inerzia del muro	205,12	[daN]			
Inerzia verticale del muro	-102,56	[daN]			
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	561,57	[daN]			
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	-280,78	[daN]			

#### Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	8607,50	[daN]			
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	46220,88	[daN]			
Resistenza passiva dente di fondazione	-21033,14	[daN]			
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	46220,88	[daN]			
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	8607,50	[daN]			
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0,02	[m]			
Lunghezza fondazione reagente	4,00	[m]			
Risultante in fondazione	47015,51	[daN]			
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	10,55	[°]			
Momento rispetto al baricentro della fondazione	1117,08	[daNm]			
Carico ultimo della fondazione	1412391,25	[daN]			

#### Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	4,00	[m]			
Tensione terreno allo spigolo di valle	1,1982	[daN/cm <sup>2</sup> ]			
Tensione terreno allo spigolo di monte	1,1143	[daN/cm <sup>2</sup> ]			

#### Fattori per il calcolo della capacità portante

**Coeff. capacità portante**  $N_c = 77.50$        $N_q = 61.55$        $N_\gamma = 80.93$

**Fattori forma**  $s_c = 1,00$     $s_q = 1,00$     $s_\gamma = 1,00$

I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.

$N'_c = 77.50$        $N'_q = 61.55$        $N'_\gamma = 80.93$

#### COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a scorrimento 2.69  
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo 30.56

Sollecitazioni paramento

#### Combinazione n° 39

L'ordinata Y (espressa in m) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in daNm

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in daN

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
<b>RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE</b>		<i>Codice documento</i> ST0191_F0.doc	<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						

Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in daN

Nr.	Y	N	M	T
1	0,00	0,00	0,00	0,00
2	2,30	2152,02	2392,64	2402,26
3	4,60	5158,07	13169,26	7119,41

Sollecitazioni fondazione di valle

Combinazione n° 39

L'ascissa X(espressa in m) è considerata positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in daNm

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in daN

Nr.	X	M	T
1	0,00	0,00	0,00
2	0,50	1305,87	5214,76

Sollecitazioni fondazione di monte

Combinazione n° 39

L'ascissa X(espressa in m) è considerata positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in daNm

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in daN

Nr.	X	M	T
1	0,00	0,00	0,00
2	2,90	-2905,16	-1364,59

Armature e tensioni nei materiali del muro

Combinazione n° 39

L'ordinata Y(espressa in [m]) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

B base della sezione espressa in [cm]

H altezza della sezione espressa in [cm]

A<sub>fs</sub> area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [cmq]

A<sub>fi</sub> area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [cmq]

σ<sub>c</sub> tensione nel calcestruzzo espressa in [daN/cm<sup>2</sup>]

τ<sub>c</sub> tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [daN/cm<sup>2</sup>]

σ<sub>fs</sub> tensione nell'armatura disposta sul lembo di monte in [daN/cm<sup>2</sup>]

σ<sub>fi</sub> tensione nell'armatura disposta sul lembo di valle in [daN/cm<sup>2</sup>]

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	σ <sub>c</sub>	τ <sub>c</sub>	σ <sub>fs</sub>	σ <sub>fi</sub>
1	0,00	100, 30	31,42	15,71	0,00	0,00	0,00	0,00
2	2,30	100, 45	31,42	15,71	7,51	0,67	174,23	-92,14
3	4,60	100, 60	31,42	15,71	24,90	1,48	744,25	-314,35

Armature e tensioni nei materiali della fondazione

Combinazione n° 39

Simbologia adottata

B base della sezione espressa in [cm]

H altezza della sezione espressa in [cm]

A<sub>fi</sub> area di armatura in corrispondenza del lembo inferiore in [cmq]

A<sub>fs</sub> area di armatura in corrispondenza del lembo superiore in [cmq]

σ<sub>c</sub> tensione nel calcestruzzo espressa in [daN/cm<sup>2</sup>]

τ<sub>c</sub> tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [daN/cm<sup>2</sup>]

σ<sub>fi</sub> tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo inferiore in [daN/cm<sup>2</sup>]

σ<sub>fs</sub> tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo superiore in [daN/cm<sup>2</sup>]

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
		<b>RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE</b>	<i>Codice documento</i> ST0191_F0.doc	<i>Rev</i> F0

#### Fondazione di valle

(L'ascissa X, espressa in [m], è positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle)

Nr.	X	B, H	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	σ <sub>c</sub>	τ <sub>c</sub>	σ <sub>fi</sub>	σ <sub>fs</sub>
1	0,00	100, 60	31,42	15,71	0,00	0,00	0,00	0,00
2	0,50	100, 60	31,42	15,71	2,37	1,08	80,41	-29,39

#### Fondazione di monte

(L'ascissa X, espressa in [m], è positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte)

Nr.	X	B, H	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	σ <sub>c</sub>	τ <sub>c</sub>	σ <sub>fi</sub>	σ <sub>fs</sub>
1	0,00	100, 60	31,42	43,98	0,00	0,00	0,00	0,00
2	2,90	100, 60	31,42	31,42	4,65	-0,28	-56,86	176,53

#### Verifica sperone di fondazione

Base sezione B= 100 cm    Altezza sezione H=40 [cm]  
A<sub>fi</sub>=12,57 [cmq]    A<sub>fs</sub>=12,57 [cmq]  
Sollecitazioni M=2296,5 [daNm]    T=8607,5 [daN]  
Momento ultimo sezione M<sub>u</sub> = 17531,58 [daNm]  
Coeff.sicurezza sezione = 7,63

Verifiche a fessurazione

#### Combinazione n° 39

L'ordinata Y (espressa in [m]) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

A<sub>fs</sub>    area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [cmq]  
A<sub>fi</sub>    area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [cmq]  
M<sub>pf</sub>    Momento di prima fessurazione espressa in [daNm]  
M    Momento agente nella sezione espressa in [daNm]  
ε<sub>m</sub>    deformazione media espressa in [%]  
s<sub>m</sub>    Distanza media tra le fessure espressa in [mm]  
w    Apertura media della fessura espressa in [mm]

#### Verifica fessurazione paramento

N°	Y	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	M <sub>pf</sub>	M	ε <sub>m</sub>	s <sub>m</sub>	w
1	0,00	31,42	15,71	-3017	0	0,0000	0,00	0,000
2	0,23	31,42	15,71	-3297	-16	0,0000	0,00	0,000
3	0,46	31,42	15,71	-3588	-67	0,0000	0,00	0,000
4	0,69	31,42	15,71	-3889	-159	0,0000	0,00	0,000
5	0,92	31,42	15,71	-4202	-296	0,0000	0,00	0,000
6	1,15	31,42	15,71	-4524	-486	0,0000	0,00	0,000
7	1,38	31,42	15,71	-4858	-732	0,0000	0,00	0,000
8	1,61	31,42	15,71	-5202	-1040	0,0000	0,00	0,000
9	1,84	31,42	15,71	-5557	-1416	0,0000	0,00	0,000
10	2,07	31,42	15,71	-5923	-1865	0,0000	0,00	0,000
11	2,30	31,42	15,71	-6299	-2393	0,0000	0,00	0,000
12	2,53	31,42	15,71	-6686	-3004	0,0000	0,00	0,000
13	2,76	31,42	15,71	-7084	-3705	0,0000	0,00	0,000
14	2,99	31,42	15,71	-7492	-4500	0,0000	0,00	0,000
15	3,22	31,42	15,71	-7911	-5395	0,0000	0,00	0,000
16	3,45	31,42	15,71	-8340	-6396	0,0000	0,00	0,000
17	3,68	31,42	15,71	-8780	-7507	0,0000	0,00	0,000
18	3,91	31,42	15,71	-9231	-8735	0,0000	0,00	0,000
19	4,14	31,42	15,71	-9693	-10084	0,0171	152,85	0,044
20	4,37	31,42	15,71	-10165	-11561	0,0191	155,61	0,051
21	4,60	31,42	15,71	-10647	-13169	0,0222	158,37	0,060

#### Verifica fessurazione fondazione

N°	Y	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	M <sub>pf</sub>	M	ε <sub>m</sub>	s <sub>m</sub>	w
1	-0,80	15,71	31,42	-9992	0	0,0000	0,00	0,000
2	-0,75	15,71	31,42	10731	13	0,0000	0,00	0,000

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
<b>RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE</b>		<i>Codice documento</i> ST0191_F0.doc	<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						

3	-0,70	15,71	31,42	10731	52	0,0000	0,00	0,000
4	-0,65	15,71	31,42	10731	118	0,0000	0,00	0,000
5	-0,60	15,71	31,42	10731	209	0,0000	0,00	0,000
6	-0,55	15,71	31,42	10731	327	0,0000	0,00	0,000
7	-0,50	15,71	31,42	10731	471	0,0000	0,00	0,000
8	-0,45	15,71	31,42	10731	641	0,0000	0,00	0,000
9	-0,40	15,71	31,42	10731	836	0,0000	0,00	0,000
10	-0,35	15,71	31,42	10731	1058	0,0000	0,00	0,000
11	-0,30	15,71	31,42	10731	1306	0,0000	0,00	0,000
12	0,30	31,42	31,42	-10947	-2905	0,0000	0,00	0,000
13	0,59	31,42	31,42	-10947	-2511	0,0000	0,00	0,000
14	0,88	31,42	31,42	-10947	-2125	0,0000	0,00	0,000
15	1,17	31,42	31,42	-10947	-1752	0,0000	0,00	0,000
16	1,46	31,42	31,42	-10947	-1396	0,0000	0,00	0,000
17	1,75	31,42	31,42	-10947	-1063	0,0000	0,00	0,000
18	2,04	31,42	31,42	-10947	-758	0,0000	0,00	0,000
19	2,33	31,42	31,42	-10947	-486	0,0000	0,00	0,000
20	2,62	31,42	31,42	-10947	-252	0,0000	0,00	0,000
21	2,91	43,98	31,42	-11706	-68	0,0000	0,00	0,000
22	3,20	43,98	31,42	-11706	0	0,0000	0,00	0,000

Elenco ferri

*Simbologia adottata*

<i>Destinazione</i>	Destinazione ferro
$\phi$	Diametro ferro espresso in [mm]
$n$	Numero tondini
$L$	Lunghezza totale ferro espressa in [cm]
$P$	Peso singolo ferro espresso in [daN]
$P_g$	Peso gruppo espresso in [daN]

<b>Destinazione</b>	<b><math>\phi</math></b>	<b><math>n</math></b>	<b><math>L</math></b>	<b><math>P</math></b>	<b><math>P_g</math></b>
Fondazione	20,00	5	557,75	13,75	68,77
Fondazione	20,00	5	451,00	11,12	55,61
Fondazione	20,00	10	557,75	13,75	137,55
Fondazione	20,00	4	242,00	5,97	23,87
Paramento	20,00	5	243,00	5,99	29,96
Paramento	20,00	5	538,00	13,27	66,34
Paramento	20,00	10	242,29	5,98	59,75
Paramento	20,00	10	538,79	13,29	132,87
Fondazione	8,00	6	70,08	0,28	1,66
Paramento	8,00	6	54,99	0,22	1,30

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE		<i>Codice documento</i> ST0191_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20-06-2011

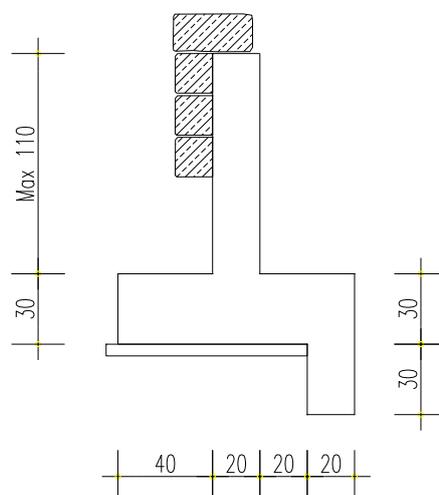
## 6.1.2 VALUTAZIONE DEI RISULTATI

L'alta sismicità del sito in cui giacciono i muri in oggetto comporta azioni di spinta orizzontali piuttosto elevati, sia per la sovra spinta sismica del terreno, sia per i valori delle forze inerziali dovute al peso del terreno giacente sulla fondazione di base ed al peso degli elementi di calcestruzzo dei muri stessi.

Tali azioni orizzontali portano ad avere quindi sollecitazioni di momento flettente sul paramento verticale e di taglio alla base del muro maggiori rispetto alle condizioni statiche. In molti casi è quindi risultato necessario inserire uno sperone di calcestruzzo in corrispondenza del bordo di monte della fondazione per sfruttare la resistenza passiva del terreno limitando così l'estensione della fondazione stessa che, per la verifica a scorrimento, avrebbe dovuto avere larghezze troppo elevate; tali ingombri di base ridotti permettono allo stesso tempo di ridurre i volumi di scavo necessari per il raggiungimento del piano di posa.

Le verifiche di stabilità, allo scorrimento, al ribaltamento ed al carico limite sono state eseguite con l'ausilio del software di calcolo di AZTEC Informatica MAX versione 10.10a – Analisi e calcolo muri di sostegno.

I risultati ottenuti, considerando la zona sismica del sito, risultano in linea con le attese e gli elementi costituenti i muri di sostegno hanno dimensioni standard in rapporto alle altezze dei paramenti. Si effettua la validazione dei risultati ottenuti per il muro tipo B, estendibile per le altre tipologie di muri.



		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
<b>RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE</b>		<i>Codice documento</i> ST0191_F0.doc	<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: 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						

Angolo di attrito del terreno	$\phi = 35^\circ$ (riporto)
Peso specifico del terreno	$\gamma_t = 18,00 \text{ kN/m}^3$
Coefficiente di spinta attiva	$k_a = 0,271$
Coefficiente di spinta sismica	$k_h = \beta_m \cdot \frac{a_g}{g} \cdot S = 0,31 \cdot \frac{2,44}{9,81} \cdot 1,16 = 0,089$
Coefficiente Mononobe-Okabe	$k_2 = 0,300$
Spinta statica del terreno alla base	$p_1 = k_a \cdot \sigma_v = 0,271 \cdot (18,00 \cdot 1,70 + 11,00) = 11,30 \text{ kN/m}^2$
Incremento sismico della spinta	$S_{\text{sism}} = (k_2 - k_a) \cdot \gamma \cdot \frac{H^2}{2} \cdot (1 + k_v) = 2,80 \text{ kN/m}$
Forza inerziale paramento	$F_{i\text{-par}} = k_h \cdot w_{\text{par}} = 0,49 \text{ kN/m}$
Forza inerziale fondazione	$F_{i\text{-fon}} = k_h \cdot w_{\text{fon}} = 0,67 \text{ kN/m}$
Forza inerziale terreno	$F_{i\text{-ter}} = k_h \cdot w_{\text{ter}} = 0,70 \text{ kN/m}$

Spinta statica:

$$S = p_1 \cdot \frac{H}{2} = 11,30 \cdot (0,85 + 0,10) = 10,75 \text{ kN/m}$$

Schematicamente il momento ribaltante può essere così valutato:

$$M_{\text{rib}} = 11,30 \cdot 0,37 + 2,80 \cdot 0,55 + 0,49 \cdot 0,85 + 0,67 \cdot 0,15 + 0,70 \cdot 0,85 = 6,83 \text{ kNm/m}$$

$M_{\text{stab}} = 0,20 \cdot 1,10 \cdot 0,50 \cdot 25,00 + 0,30 \cdot 1,00 \cdot 0,50 \cdot 25,00 + 18,00 \cdot 0,95 \cdot 0,76 = 19,48 \text{ kNm/m}$  Il fattore di sicurezza risulta quindi:

$$\eta = \frac{M_{\text{stab}}}{M_{\text{rib}}} = 2,85$$

Confrontando i valori ottenuti con quelli corrispondenti alla combinazione 9 del tipo EQU, considerando l'approssimazione dovuta a sisma verticale ed inclinazione dovuta all'angolo di aderenza terreno – fondazione, si denota che i risultati risultano confrontabili con differenze di pochi punti percentuali.

Analoghe verifiche sono state eseguite per le verifiche a scorrimento e al carico limite e si è verificata la validità dei risultati ottenuti con discostamenti contenuti e sempre in favore di sicurezza.