

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

| | | |
|---|---|------------------|
| <p><i>Unità Funzionale</i></p> <p><i>Tipo di sistema</i></p> <p><i>Raggruppamento di opere/attività</i></p> <p><i>Opera - tratto d'opera - parte d'opera</i></p> <p><i>Titolo del documento</i></p> | <p>COLLEGAMENTI SICILIA</p> <p>STAZIONI – OPERE CIVILI</p> <p>STAZIONE EUROPA</p> <p>GENERALE – OPERE CIVILI</p> <p>MURI DI SOSTEGNO PARCHEGGI - RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE</p> | <p>ST0052_F0</p> |
|---|---|------------------|

| | |
|--------|--|
| CODICE | C G 0 7 0 0 P C L D S C S 3 S G 0 0 0 0 0 0 0 1 F0 |
|--------|--|

| REV | DATA | DESCRIZIONE | REDATTO | VERIFICATO | APPROVATO |
|-----|------------|------------------|------------|------------|-----------|
| FO | 20-06-2011 | EMISSIONE FINALE | S. BIANCHI | G. SCIUTO | F. COLLA |
| | | | | | |
| | | | | | |

|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | | | | | |
|---|---|---|--|------------|-------------|-----------|-------------------|
| RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE | | <i>Codice documento</i> <i>ST0052_F0.doc</i> | <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: left;"><i>Rev</i></th> <th style="text-align: left;"><i>Data</i></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;"><i>F0</i></td> <td style="text-align: center;"><i>20-06-2011</i></td> </tr> </tbody> </table> | <i>Rev</i> | <i>Data</i> | <i>F0</i> | <i>20-06-2011</i> |
| <i>Rev</i> | <i>Data</i> | | | | | | |
| <i>F0</i> | <i>20-06-2011</i> | | | | | | |

INDICE

| | |
|---|----|
| INDICE | 3 |
| PREMESSA..... | 5 |
| RIFERIMENTI NORMATIVI | 5 |
| 1 RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI | 5 |
| 2 CARATTERISTICHE DEI MATERIALI | 7 |
| 2.1 Calcestruzzi (Secondo UNI 11104 - 2004)..... | 7 |
| 2.2 Acciaio per armature di conglomerato cementizio armato (Secondo NTC 2008 – D.M. 14/01/2008) | 8 |
| 3 DESCRIZIONE DELLA STRUTTURA..... | 9 |
| 3.1 CARATTERISTICHE GEOMETRICHE E UBICAZIONE DELLA STRUTTURA..... | 9 |
| 3.2 CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA DEL LUOGO..... | 12 |
| 3.2.1 Descrizione delle litologie | 12 |
| 3.2.2 Indagini previste | 12 |
| 3.2.3 Caratterizzazioni geotecniche..... | 13 |
| 3.2.4 Parametri principali assunti..... | 23 |
| 3.3 CARATTERIZZAZIONE DELLA SISMICITA' DEL LUOGO | 24 |
| 3.4 CRITERI GENERALI DI PROGETTAZIONE | 26 |
| 3.4.1 Verifiche di resistenza..... | 26 |
| 3.4.1.1 Verifiche di resistenza agli stati limite ultimi..... | 26 |
| 3.4.2 Verifiche agli stati limite di esercizio..... | 26 |
| 3.4.2.1 Definizione degli stati limite di fessurazione | 26 |
| 3.4.2.2 Condizioni ambientali | 27 |
| 3.4.2.3 Sensibilità delle armature alla corrosione | 27 |
| 3.4.2.4 Scelta degli stati limite di fessurazione..... | 27 |
| 3.4.2.5 Verifiche allo stato limite di fessurazione..... | 28 |
| 3.4.2.6 Verifiche delle tensioni in esercizio..... | 28 |
| 3.4.3 Azioni sismiche..... | 29 |
| 3.4.3.1 Vita nominale | 30 |
| 3.4.3.2 Classe d'uso | 30 |
| 3.4.3.3 Periodo di riferimento per l'azione sismica | 30 |
| 4 ELABORATI DI RIFERIMENTO..... | 31 |

| | | | | |
|---|---|---|------------------|---------------------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | | |
| RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE | | <i>Codice documento</i> ST0052_F0.doc | <i>Rev</i> F0 | <i>Data</i> 20-06-2011 |

| | | |
|---------|---|-----|
| 5 | ANALISI OPERE | 32 |
| 5.1 | MODELLO DI CALCOLO | 32 |
| 5.1.1 | DESCRIZIONE DEL MODELLO DI CALCOLO..... | 32 |
| 5.1.1.1 | MURO TIPO A..... | 42 |
| 5.1.1.2 | MURO TIPO B..... | 128 |
| 5.1.1.3 | MURO TIPO C..... | 214 |
| 5.1.2 | VALUTAZIONE DEI RISULTATI..... | 299 |

| | | | |
|---|---|---|---------------------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | |
| RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE | <i>Codice documento</i> ST0052_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 e C, facenti parte delle opere di sostegno per la realizzazione dei parcheggi, a servizio della stazione ferroviaria Europa.

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"

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

| | | | | |
|---|---|---|-------------------------|----------------------------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | | |
| RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE | | <i>Codice documento</i> <i>ST0052_F0.doc</i> | <i>Rev</i> <i>F0</i> | <i>Data</i> <i>20-06-2011</i> |

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.

| | | | | | | | |
|---|---|---|--|------------|-------------|----|------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | | | | | |
| RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE | | <i>Codice documento</i> ST0052_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 | | | | | | |

2 CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

2.1 Calcestruzzi (Secondo UNI 11104 - 2004)

Fondazioni

| | |
|---|-----------------------------------|
| classe di resistenza | C25/30 |
| 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 | C32/40 |
| 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 | $\sigma_C = 14,94 \text{ N/mm}^2$ |

| | | | | |
|---|---|---|------------------|---------------------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | | |
| RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE | | <i>Codice documento</i> ST0052_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:

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

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

| | | | |
|--|-------------------|--------------|-------------------|
| | | B450C | |
| tensione caratteristica di snervamento | $f_{yk} =$ | 450 | N/mm ² |
| tensione caratteristica di rottura | $f_{tk} =$ | 540 | N/mm ² |
| resistenza di calcolo a trazione | $f_{yd} =$ | 391,30 | N/mm ² |
| modulo elastico | $E_s =$ | 206.000 | N/mm ² |
| 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 | |

| | | | |
|---|---|---|---------------------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | |
| RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE | <i>Codice documento</i> ST0052_F0.doc | <i>Rev</i> F0 | <i>Data</i> 20-06-2011 |

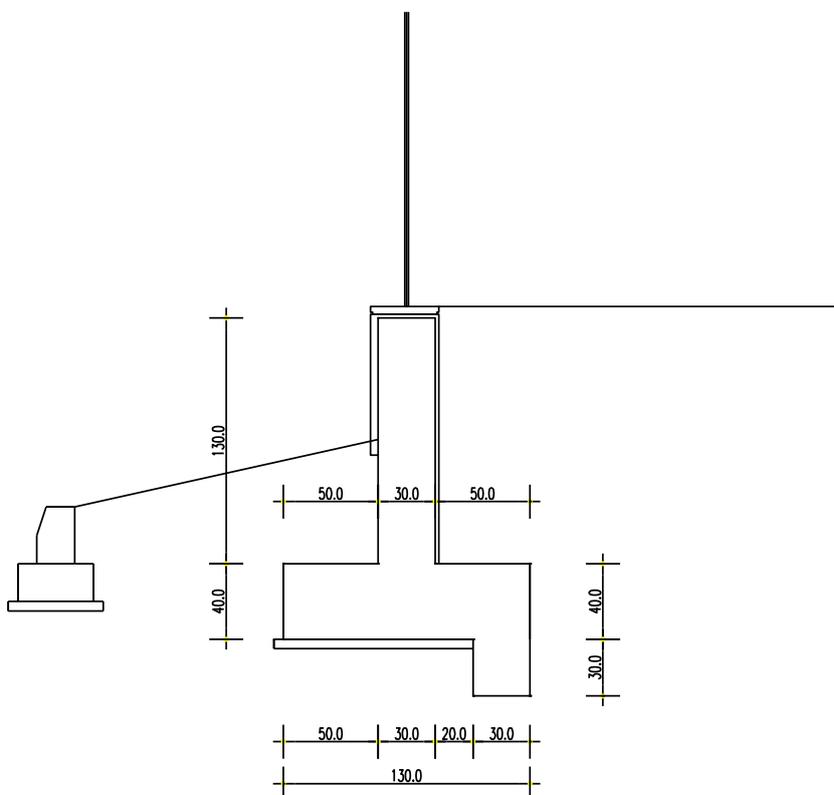
3 DESCRIZIONE DELLA STRUTTURA

3.1 CARATTERISTICHE GEOMETRICHE E UBICAZIONE DELLA STRUTTURA

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

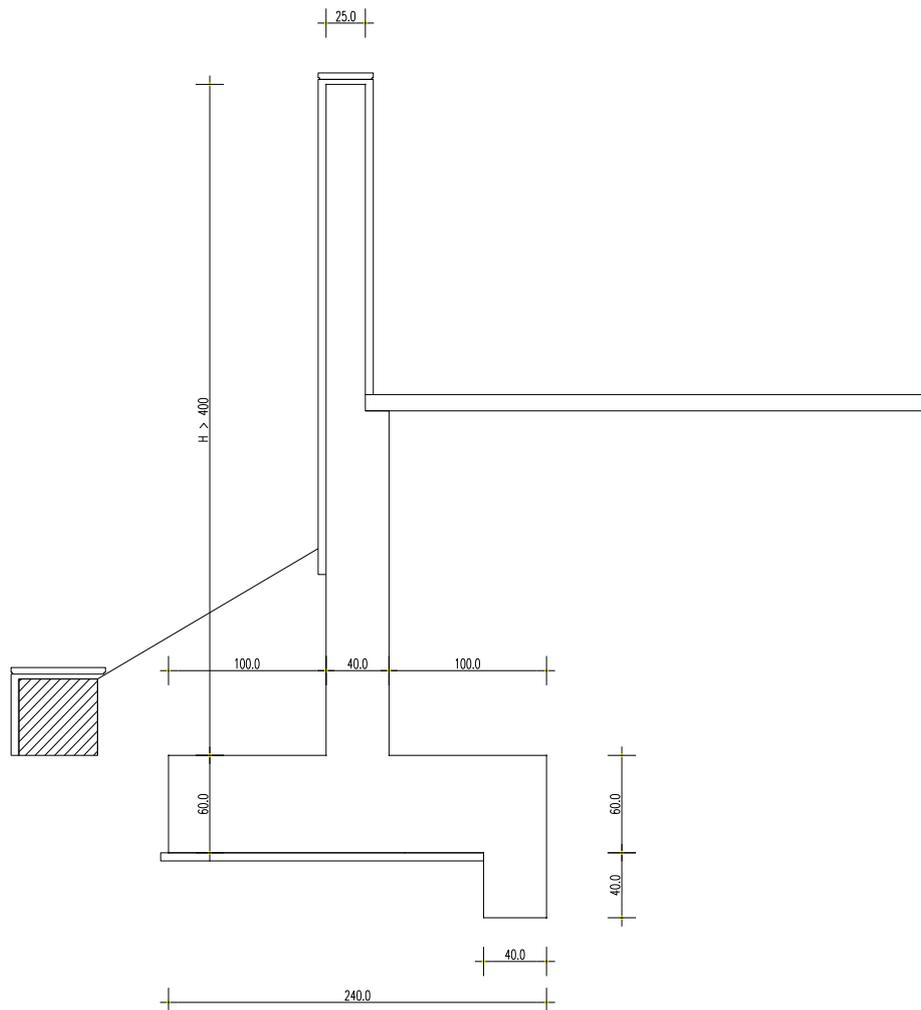
Il progetto prevede la realizzazione di due diverse tipologie di muri di sostegno in c.a. gettato in opera.

1) TIPOLOGIA A: il muro presenta un'altezza di 1,30 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 0,30 m. L'opera in c.a. è poi rivestita previa mediante di lastre in pietra.



| | | | |
|---|---|---|---------------------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | |
| RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE | <i>Codice documento</i> ST0052_F0.doc | <i>Rev</i> F0 | <i>Data</i> 20-06-2011 |

2) TIPOLOGIA B: il muro presenta un'altezza di 2,12 m contro terra dallo spiccato di fondazione, ed un aggetto di altezza variabile fino ad un totale di 4,00 m. 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 previa mediante di lastre in pietra.

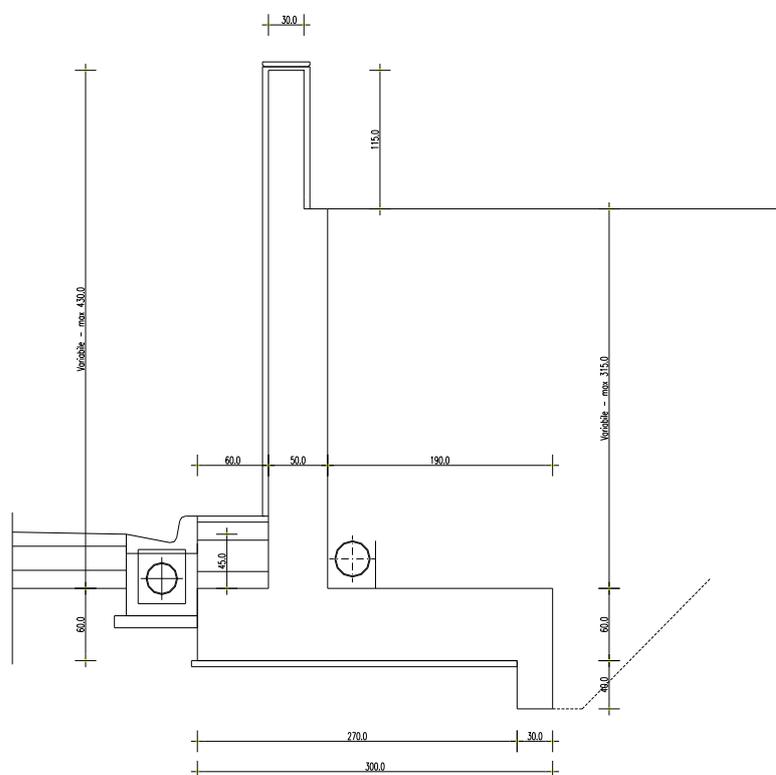


3) TIPOLOGIA C: il muro presenta un'altezza massima di 4,30 m contro terra dallo spiccato di fondazione, con altezza del terreno di spinta a monte avente quota inferiore di 1,15 m dalla sommità del muro stesso. La fondazione è di tipo diretto e realizzata tramite una soletta di spessore 0,60 m dotata di un dente a monte profondo 0,40 m. L'opera in c.a. è poi rivestita nei tratti fuori terra in affiancamento alle scale incluse dai muri.

Tali muri fanno parte del vano scale necessario per portarsi dal livello di Via Santa Maria al livello

|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | | | | | |
|---|---|---|--|------------|-------------|----|------------|
| RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE | | <i>Codice documento</i> ST0052_F0.doc | <table border="1"> <thead> <tr> <th><i>Rev</i></th> <th><i>Data</i></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>F0</td> <td>20-06-2011</td> </tr> </tbody> </table> | <i>Rev</i> | <i>Data</i> | F0 | 20-06-2011 |
| <i>Rev</i> | <i>Data</i> | | | | | | |
| F0 | 20-06-2011 | | | | | | |

di Viale Italia; tra i due muri paralleli di tipo C è quindi presente la soletta delle rampe di scale di spessore minimo di 20 cm; i calcoli strutturali sviluppati nel seguito della relazione in oggetto faranno comunque riferimento alla situazione di massimo scavo riportata nella figura sottostante, coincidente con il punto di partenza delle rampe posto al livello di Via Santa Maria, non considerando prudenzialmente il contributo della soletta delle rampe avente quota variabile crescente.



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.

|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | | | | | |
|---|---|---|--|------------|-------------|----|------------|
| RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE | | <i>Codice documento</i> ST0052_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 | | | | | | |

3.2 CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA DEL LUOGO

3.2.1 Descrizione delle litologie

Le litologie prevalenti sono costituite dalla formazione dei Depositi alluvionali e delle Metamorfiti. I Depositi alluvionali sono costituiti da ghiaie poligeniche ed eterometriche, giallastre o brune a clasti prevalentemente arrotondati di diametro da 2 a 30 cm, clasti sostenuti o a supporto di matrice argilloso-sabbiosa, alternate a rari sottili livelli di sabbie argillose rossastre; sabbie ciottolose a supporto di matrice argilloso-terrosa. L'età dei depositi alluvionali terrazzati è Pleistocene medio-superiore.

I depositi alluvionali recenti sono costituiti da limi e sabbie con livelli di ghiaie a supporto di matrice terroso-argillosa, talora terrazzati, localizzati in aree più elevate rispetto agli alvei fluviali attuali. La componente ruditica è rappresentata da ciottoli poligenici, prevalentemente cristallini, da spigolosi a subarrotondati di diametro tra 1 e 10 cm, mediamente di 4-5 cm. L'età dei depositi alluvionali recenti è l'Olocene.

Le Metamorfiti, parte di un complesso metamorfico intruso caratterizzante la zona dell'unità dell'Aspromonte, sono interessate da una tettonica responsabile di effetti da cataclastici e milonitici. La porzione geometricamente inferiore dell'unità è costituita da paragneiss biotitici passanti a micascisti, localmente associati a corpi di gneiss occhiadini e metagraniti, con intercalazioni di anfiboliti, quarziti e marmi.

La falda risulta circa a quota 10m da p.c.

3.2.2 Indagini previste

I sondaggi di riferimento per la presente tratta sono S115 (campagna del 1992), S458 (campagna del 2010).

La categoria di suolo sismico (secondo N.T.C. 2008) risulta di categoria **C** (S458 - $N_{SPT30} = 23$).

Le prove localmente utilizzate nella caratterizzazione sono:

Depositi alluvionali

- prove SPT (S115, S458)

| | | | | |
|---|---|---|------------------|---------------------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | | |
| RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE | | <i>Codice documento</i> ST0052_F0.doc | <i>Rev</i> F0 | <i>Data</i> 20-06-2011 |

- prove di laboratorio per la determinazione dei parametri fisici (S458)

Metamorfiti

Data l'esiguità dei sondaggi che caratterizzano la presente formazione nella tratta in esame, si fa riferimento alla caratterizzazione generale, costituita da due rilievi geologici-strutturali (n° 15 e n°16).

3.2.3 Caratterizzazioni geotecniche

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 γ_s è risultato pari a circa 26.5 kN/m³.

Non si hanno a disposizione i valori di γ_{dmax} e γ_{dmin} .

Per quanto riguarda lo stato iniziale:

- **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 0.4-0.6;
- **γ_d :** si ottiene un pari a 17-18 KN/m³.
- **K_0 :** si considera la relazione di Jaky.

| | |
|-------|-------|
| Dr(%) | K_0 |
|-------|-------|

| | | | | |
|---|---|---|------------------|---------------------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | | |
| RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE | | <i>Codice documento</i> ST0052_F0.doc | <i>Rev</i> F0 | <i>Data</i> 20-06-2011 |

| | |
|--------------|------------------|
| 50-70 | 0.36-0.38 |
|--------------|------------------|

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

| | |
|---------------|------------------|
| ϕ'_p (°) | ϕ'_{cv} (°) |
| 39-41 | 35-37 |

I valori operativi dei parametri di resistenza di picco possono porsi uguali a:

$$c'=0$$

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

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:

$$G_o = 23 \cdot (z)^{0.65}$$

$$E_o = 55 \cdot (z)^{0.65}$$

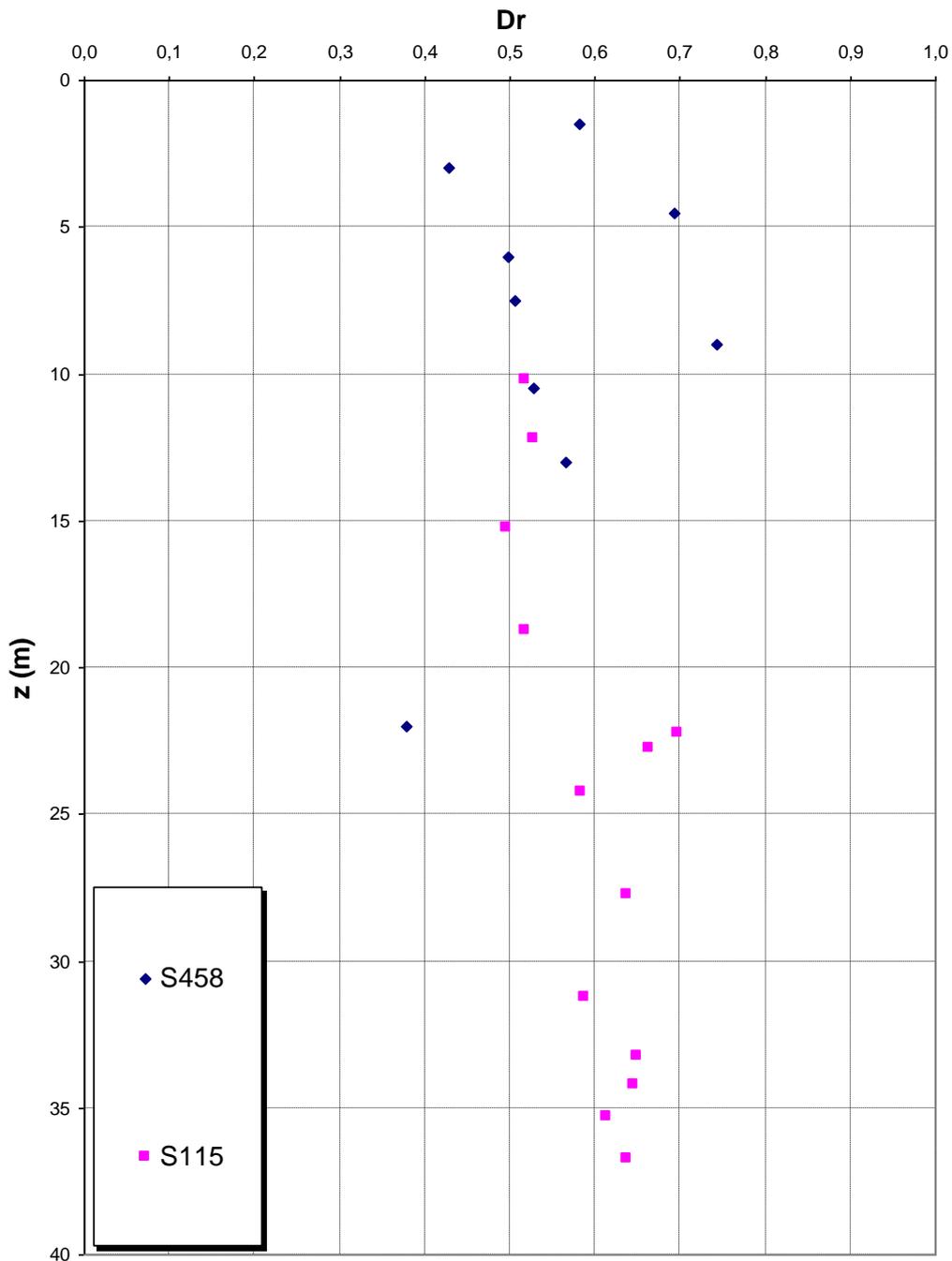
I moduli di Young “operativi” a medie deformazioni, valutati sulla base dei criteri descritti nei capitoli precedenti risulteranno pari a:

$$E = (7 \div 18) \cdot (z)^{0.65}$$

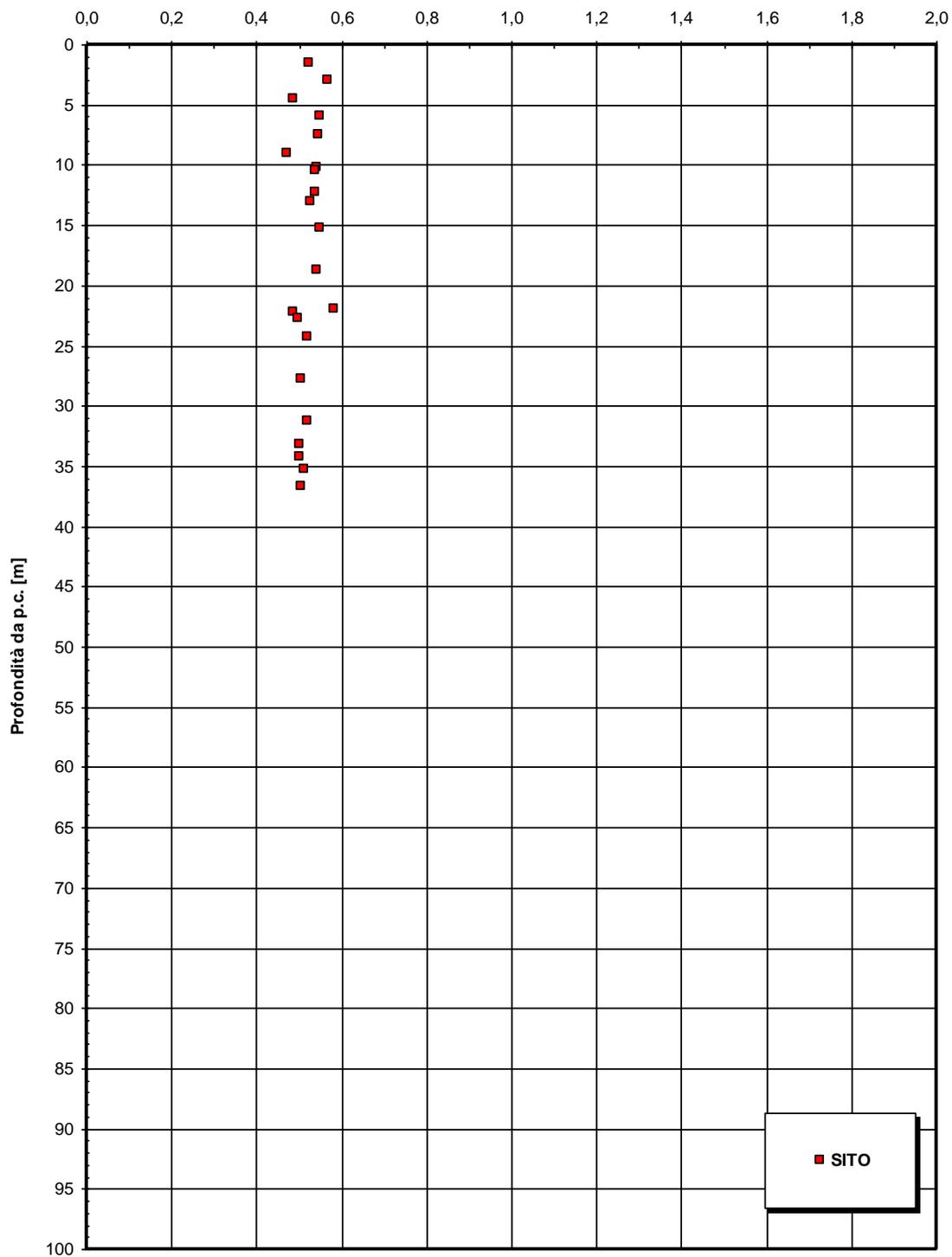
pari rispettivamente a circa 1/10÷1/5 (medie e grandi deformazioni) ed ad 1/3 (piccole deformazioni) di quelli iniziali.

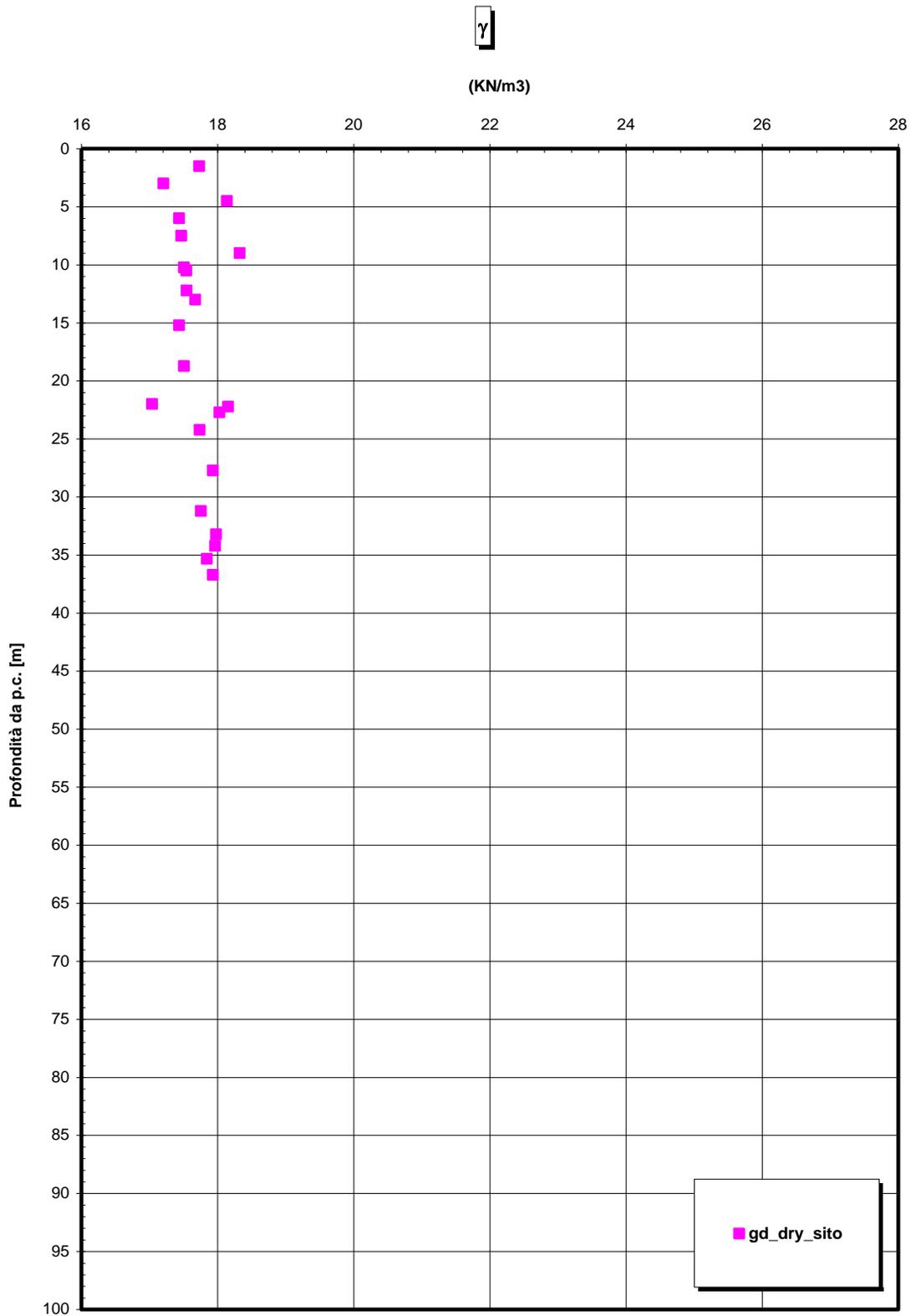


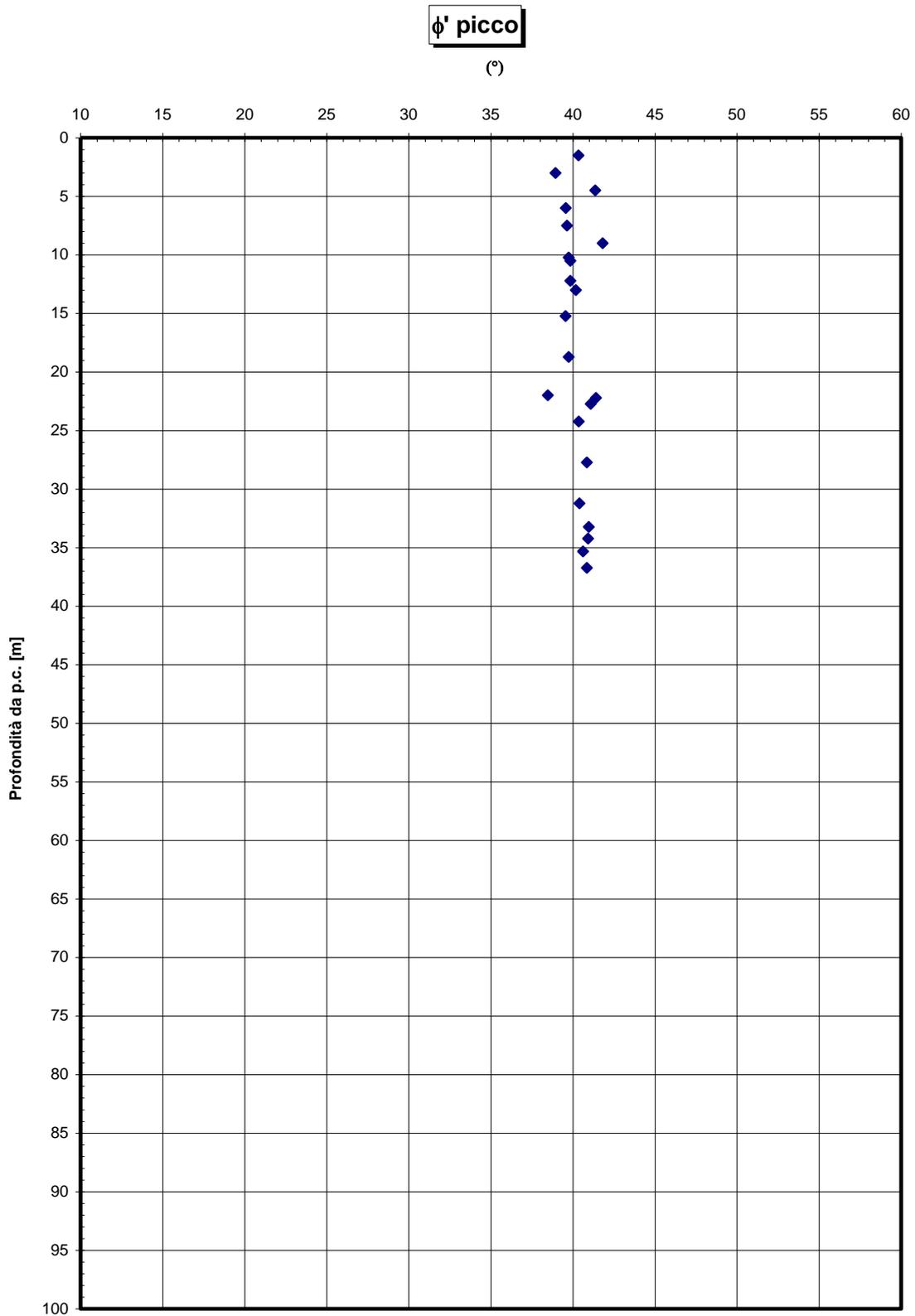
**Dr Cubrinovski e Ishihara (1999)
Componente ghiaiosa e sabbiosa
DEPOSITI ALLUVIONALI**

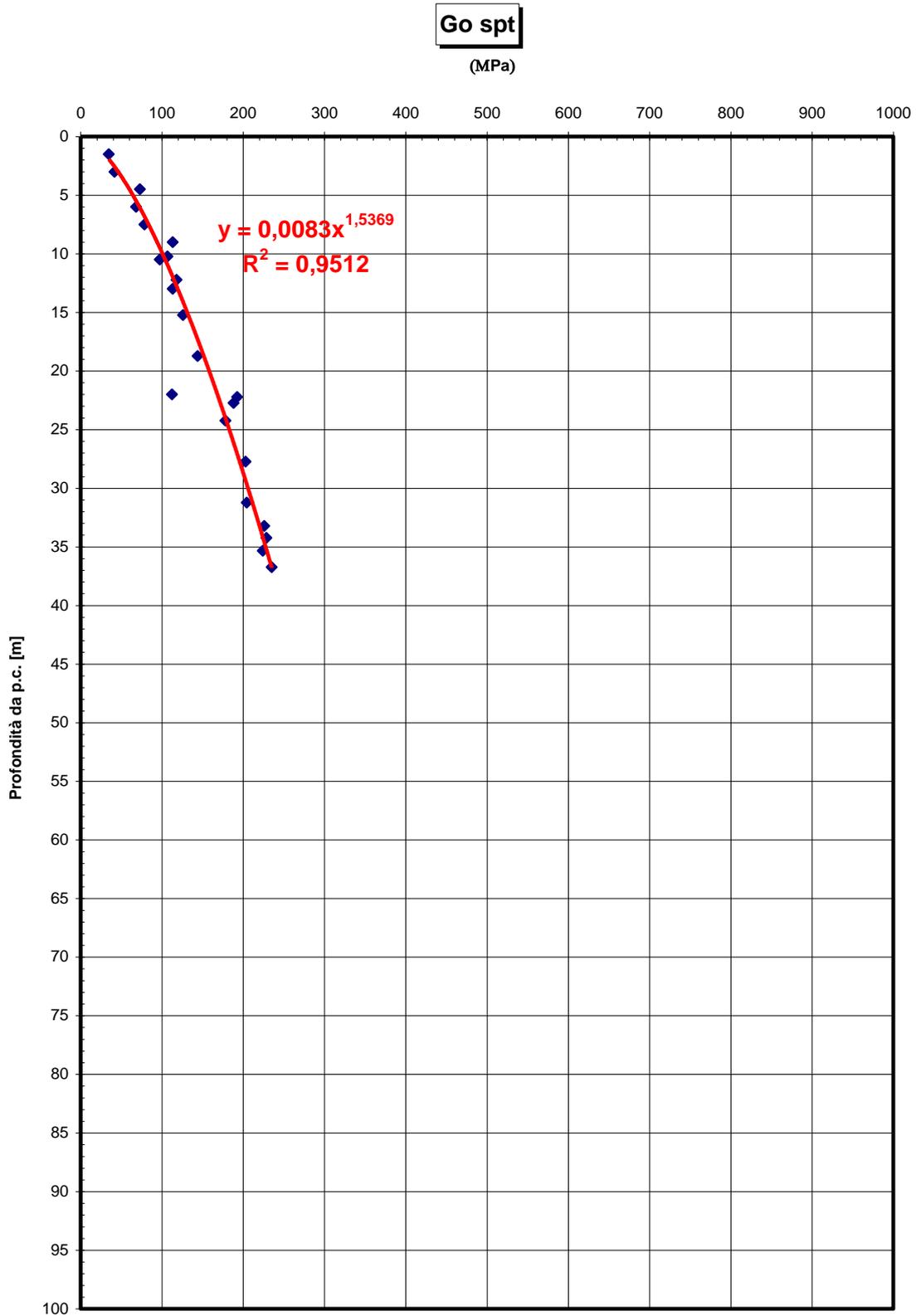


eo









| | | | | |
|---|---|---|------------------|---------------------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | | |
| RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE | | <i>Codice documento</i> ST0052_F0.doc | <i>Rev</i> F0 | <i>Data</i> 20-06-2011 |

Metamorfiti

In mancanza di prove specifiche, per la determinazione delle caratteristiche iniziali si rimanda alle informazioni di carattere geologico.

In mancanza di prove di laboratorio per il peso di volume γ assume un range di valori pari a 21-23 KN/m³.

Il modello utilizzato per la determinazione dei parametri di resistenza è un continuo equivalente.

L'interpretazione delle caratteristiche dell'ammasso parte dalla stima del parametro RMR_{89} che è stato valutato sulla base di due rilievi effettuati in corrispondenza delle gallerie Le Fosse e Santa Cecilia.

Il parametro RMR_{89} è risultato pari a 50. Il parametro GSI è quindi pari a 45.

Gli involuppi di rottura dell'ammasso roccioso sono stati determinati tenendo conto:

- del valore GSI di cui in precedenza;
- dei valori della resistenza alla compressione semplice σ_c stimata (25MPa) e del parametro m_i della roccia intatta pari a 33.

I risultati che si otterrebbero, per $GSI = 40$ sono riportati nella tabella, sia per le condizioni di resistenza di picco ("undisturbed rock mass") che per le condizioni di resistenza residua ("disturbed rock mass").

| copertura (m) | σ_n (Mpa) | Picco | | Residuo | |
|---------------|------------------|------------|-------------|------------|-------------|
| | | c' (MPa) | ϕ' (°) | c' (MPa) | ϕ' (°) |
| 10.00 | 0.22 | 0.16 | 61 | 0.11 | 51 |
| 20.00 | 0.44 | 0.26 | 56 | 0.19 | 44 |
| 30.00 | 0.66 | 0.34 | 52 | 0.25 | 41 |
| 40.00 | 0.88 | 0.43 | 50 | 0.31 | 38 |
| 50.00 | 1.10 | 0.50 | 48 | 0.37 | 36 |

| | | | | | |
|---|---|---|--|------------------|---------------------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | | | |
| RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE | | <i>Codice documento</i> ST0052_F0.doc | | <i>Rev</i> F0 | <i>Data</i> 20-06-2011 |

| | | | | | |
|---------------|-------------|-------------|-----------|-------------|-----------|
| 60.00 | 1.32 | 0.58 | 46 | 0.43 | 34 |
| 70.00 | 1.54 | 0.65 | 45 | 0.48 | 33 |
| 80.00 | 1.76 | 0.72 | 44 | 0.53 | 31 |
| 90.00 | 1.98 | 0.78 | 43 | 0.58 | 30 |
| 100.00 | 2.20 | 0.85 | 42 | 0.63 | 29 |

In contesti non caratterizzati da rotture pregresse o in atto e per analisi convenzionali in cui non venga simulato il decadimento della resistenza si potranno considerare come valori operativi quelli rappresentati dai valori medi tra quelli “undisturbed” e “disturbed” oppure cautelativamente prossimi a quelli “disturbed”.

In contesti caratterizzati da rotture pregresse o in atto e per analisi convenzionali potranno considerarsi come valori operativi quelli rappresentati dai valori “disturbed”.

Per le zone tettonizzate si assume GSI=20 (classe IV-V RMR) e quindi si ottiene:

| | | Picco | | Residuo | |
|----------------------|-----------------------------------|-----------------|-------------------------------|-----------------|-------------------------------|
| copertura (m) | σ_n(Mpa) | c' (MPa) | ϕ' (°) | c' (MPa) | ϕ' (°) |
| 10.00 | 0.22 | 0.11 | 52 | 0.07 | 34 |
| 20.00 | 0.44 | 0.19 | 46 | 0.12 | 28 |
| 30.00 | 0.66 | 0.25 | 42 | 0.16 | 24 |
| 40.00 | 0.88 | 0.32 | 39 | 0.20 | 22 |
| 50.00 | 1.10 | 0.38 | 37 | 0.24 | 20 |

| | | | | |
|---|---|---|------------------|---------------------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | | |
| RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE | | <i>Codice documento</i> ST0052_F0.doc | <i>Rev</i> F0 | <i>Data</i> 20-06-2011 |

| | | | | | |
|--------------|-------------|-------------|-----------|-------------|-----------|
| 60.00 | 1.32 | 0.43 | 35 | 0.27 | 18 |
| 70.00 | 1.54 | 0.49 | 34 | 0.30 | 17 |

Per le caratteristiche di deformabilità, considerando la relazione di [Serafim & Pereira, 1983](#) si ottiene:

$E' = 400 \div 650$ Mpa rispettivamente per $D=1$ e $D=0.5$ in ammassi di classe IV-V RMR (faglie)

$E' = 1800 \div 2800$ Mpa rispettivamente per $D=1$ e $D=0.5$ in ammassi di classe III-IV RMR

Dalle due prove dilatometriche in S461 (a 28 e 33m di profondità) si ottiene un modulo E' (valore di carico-scarico) pari a 225-250 MPa, in disaccordo con quanto calcolato precedentemente.

C'è da dire che si tratta della zona più superficiale e presumibilmente alterata dell'ammasso ed i valori sono comunque puntuali, non del tutto rappresentativi della deformabilità a grande scala.

3.2.4 Parametri principali assunti

Dai profili stratigrafici generale della tratta principale si evince che, per le ridotte profondità delle fondazioni dirette utilizzate, la sola litologia interessata risulta essere quella dei depositi alluvionali.

Parametri principali assunti – DEPOSITI ALLUVIONALI

| | |
|--|---|
| Peso di volume | $\gamma = 18 \text{ kN/m}^3$ |
| Peso di volume saturo | $\gamma_s = 20 \text{ KN/m}^3$ |
| Angolo di attrito interno | $\phi' = 38^\circ$ |
| Angolo di attrito terreno – fondazione | $\delta = 25,33$ pari ai 2/3 di ϕ' |
| Modulo deformazione elastico (z=3 m) | $E' = 32 \text{ MPa}$ |

| | | | |
|---|---|---|---------------------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | |
| RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE | <i>Codice documento</i> ST0052_F0.doc | <i>Rev</i> F0 | <i>Data</i> 20-06-2011 |

3.3 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

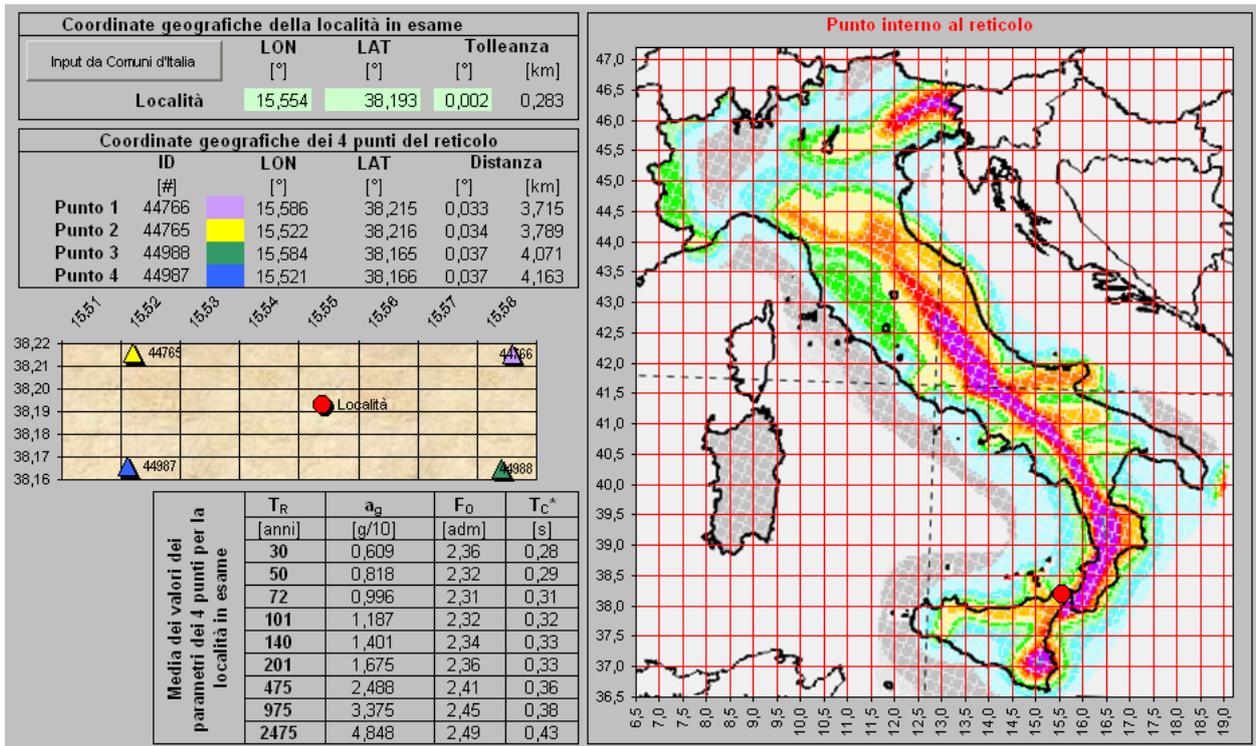
l'espressione:

$$T_R = -\frac{V_R}{\ln(1-P_{VR})} = -\frac{50}{\ln(1-0.1)} = 475 \text{ anni}$$

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:



| | | | | |
|---|---|---|------------------|---------------------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | | |
| RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE | | <i>Codice documento</i> ST0052_F0.doc | <i>Rev</i> F0 | <i>Data</i> 20-06-2011 |

3.4 CRITERI GENERALI DI PROGETTAZIONE

3.4.1 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.

3.4.1.1 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.

3.4.2 Verifiche agli stati limite di esercizio

3.4.2.1 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:

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

| | | | |
|---|---|---|---------------------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | |
| RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE | <i>Codice documento</i> ST0052_F0.doc | <i>Rev</i> F0 | <i>Data</i> 20-06-2011 |

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:

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

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

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

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

3.4.2.2 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.

3.4.2.3 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.

3.4.2.4 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.

| | | | | |
|---|---|---|------------------|---------------------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | | |
| RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE | | <i>Codice documento</i> ST0052_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 _d | Stato limite | w _d |
| a | Ordinarie | frequente | ap. fessure | ≤ w ₂ | ap. fessure | ≤ w ₃ |
| | | quasi permanente | ap. fessure | ≤ w ₁ | ap. fessure | ≤ w ₂ |
| b | Aggressive | frequente | ap. fessure | ≤ w ₁ | ap. fessure | ≤ w ₂ |
| | | quasi permanente | decompressione | - | ap. fessure | ≤ w ₁ |
| c | Molto aggressive | frequente | formazione fessure | - | ap. fessure | ≤ w ₁ |
| | | quasi permanente | decompressione | - | ap. fessure | ≤ w ₁ |

3.4.2.5 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.

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 ε_{sm} per la distanza media tra le fessure Δ_{sm} :

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

Per il calcolo di ε_{sm} e Δ_{sm} vanno utilizzati criteri consolidati riportati nella letteratura tecnica. ε_{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 σ_s tensione nell'acciaio dell'armatura tesa (per sezione fessurata) nelle condizioni di carico considerate ed E_s è il modulo elastico dell'acciaio.

3.4.2.6 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

| | | | | |
|---|---|---|------------------|---------------------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | | |
| RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE | | <i>Codice documento</i> ST0052_F0.doc | <i>Rev</i> F0 | <i>Data</i> 20-06-2011 |

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 σ_c , deve rispettare la limitazione seguente:

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

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

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%.

Tensione massima dell'acciaio in condizioni di esercizio

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

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

3.4.3 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.

| | | | | |
|---|---|---|------------------|---------------------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | | |
| RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE | | <i>Codice documento</i> ST0052_F0.doc | <i>Rev</i> F0 | <i>Data</i> 20-06-2011 |

3.4.3.1 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.

3.4.3.2 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.

3.4.3.3 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_{VR} nel periodo di riferimento V_R , cui riferirsi per individuare l'azione sismica agente, sono pari al 10% nel caso dello stato limite SLV.

| | | | | |
|---|---|---|------------------|---------------------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | | |
| RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE | | <i>Codice documento</i> ST0052_F0.doc | <i>Rev</i> F0 | <i>Data</i> 20-06-2011 |

4 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 | 3S | G0 | 00 | 00 | 00 | 02 | B |
| CG0700 | P | SH | D | S | CS | 3S | G0 | 00 | 00 | 00 | 01 | B |
| CG0700 | P | CL | D | S | CS | 3S | G0 | 00 | 00 | 00 | 01 | B |
| CG0700 | P | P8 | D | S | CS | 3S | G0 | 00 | 00 | 00 | 03 | B |
| CG0700 | P | PA | D | S | CS | 3S | G0 | 00 | 00 | 00 | 15 | B |
| CG0700 | P | SZ | D | S | CS | 3S | G0 | 00 | 00 | 00 | 04 | B |

| | | | | |
|---|---|---|------------------|---------------------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | | |
| RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE | | <i>Codice documento</i> ST0052_F0.doc | <i>Rev</i> F0 | <i>Data</i> 20-06-2011 |

5 ANALISI OPERE

5.1 MODELLO DI CALCOLO

5.1.1 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 γ . 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

| | | | | |
|---|---|---|------------------|---------------------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | | |
| RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE | | <i>Codice documento</i> ST0052_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 α 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 ε l'inclinazione del terrapieno rispetto all'orizzontale e β l'inclinazione della parete rispetto alla verticale, si calcola la spinta S' considerando un'inclinazione del terrapieno e della parte pari a

| | | | |
|---|---|---|---------------------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | |
| RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE | <i>Codice documento</i> ST0052_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, θ 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 θ .

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

| | | | |
|---|---|---|---------------------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | |
| RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE | <i>Codice documento</i> ST0052_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 η_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 δ è positivo, ribaltante se δ è negativo. δ 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

| | | | | |
|---|---|---|------------------|---------------------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | | |
| RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE | | <i>Codice documento</i> ST0052_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 η_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 δ_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 ρ (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 δ_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

| | | | |
|---|---|---|---------------------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | |
| RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE | <i>Codice documento</i> ST0052_F0.doc | <i>Rev</i> F0 | <i>Data</i> 20-06-2011 |

resistente può esprimersi come

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

$$\text{con } L_r = B_r - L_c$$

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, δ_f , diversi autori suggeriscono di assumere un valore di δ_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 η_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;
- ϕ angolo di attrito del terreno in fondazione;
- γ peso di volume del terreno in fondazione;
- B larghezza della fondazione;
- D profondità del piano di posa;

| | | | |
|---|---|---|---------------------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | |
| RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE | <i>Codice documento</i> ST0052_F0.doc | <i>Rev</i> F0 | <i>Data</i> 20-06-2011 |

q pressione geostatica alla quota del piano di posa.

I fattori di capacità portante sono espressi dalle seguenti relazioni:

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

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

$$N_\gamma = \frac{\text{tg}\phi}{2} \left(\frac{K_{p\gamma}}{\cos^2\phi} - 1 \right)$$

I fattori di forma s_c e s_γ 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 $K_{p\gamma}$ che compare nell'espressione di N_γ non ha un'espressione analitica. Pertanto si assume per N_γ l'espressione proposta da Meyerof

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

Verifica alla stabilità globale

La verifica alla stabilità globale del complesso muro+terreno deve fornire un coefficiente di sicurezza non inferiore a η_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.

| | | | | | | | |
|---|---|---|--|------------|-------------|----|------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | | | | | |
| RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE | | <i>Codice documento</i> ST0052_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 | | | | | | |

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 α_i sono la larghezza e l'inclinazione della base della striscia i_{esima} rispetto all'orizzontale, W_i è il peso della striscia i_{esima} e c_i e ϕ_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 η . 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

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

Coefficienti di partecipazione combinazioni statiche

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

| | | | | |
|---|---|---|------------------|---------------------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | | |
| RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE | | <i>Codice documento</i> ST0052_F0.doc | <i>Rev</i> F0 | <i>Data</i> 20-06-2011 |

| <i>Carichi</i> | <i>Effetto</i> | | <i>A1</i> | <i>A2</i> | <i>EQU</i> | <i>HYD</i> |
|----------------|----------------|------------------|-----------|-----------|------------|------------|
| Permanenti | Favorevole | γ_{Gfav} | 1,00 | 1,00 | 0,90 | 0,90 |
| Permanenti | Sfavorevole | γ_{Gsfav} | 1,30 | 1,00 | 1,10 | 1,30 |
| Variabili | Favorevole | γ_{Qfav} | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Variabili | Sfavorevole | γ_{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 | γ_{cu} | 1,00 | 1,40 | 1,40 | 1,00 |
| Resistenza a compressione uniassiale | γ_{qu} | 1,00 | 1,60 | 1,60 | 1,00 |
| Peso dell'unità di volume | γ_{γ} | 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 | γ_{Gfav} | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 0,90 |
| Permanenti | Sfavorevole | γ_{Gsfav} | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,30 |
| Variabili | Favorevole | γ_{Qfav} | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Variabili | Sfavorevole | γ_{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 | γ_{cu} | 1,00 | 1,40 | 1,40 | 1,00 |
| Resistenza a compressione uniassiale | γ_{qu} | 1,00 | 1,60 | 1,60 | 1,00 |
| Peso dell'unità di volume | γ_{γ} | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 |

FONDAZIONE SUPERFICIALE

Coefficienti parziali γ_R per le verifiche agli stati limite ultimi STR e GEO

Verifica

Coefficienti parziali

| | | | | |
|---|---|---|---------------------------|--|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | | |
| RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE | <i>Codice documento</i> ST0052_F0.doc | <i>Rev</i> F0 | <i>Data</i> 20-06-2011 | |

| | 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 | |

|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | | | | | |
|---|---|---|--|------------|-------------|----|------------|
| RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE | | <i>Codice documento</i> ST0052_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 | | | | | | |

5.1.1.1 MURO TIPO A

Geometria muro e fondazione

Descrizione **Muro a mensola in c.a.**

| | |
|--|----------|
| Altezza del paramento | 1,30 [m] |
| Spessore in sommità | 0,30 [m] |
| Spessore all'attacco con la fondazione | 0,30 [m] |
| Inclinazione paramento esterno | 0,00 [°] |
| Inclinazione paramento interno | 0,00 [°] |
| Lunghezza del muro | 1,00 [m] |

Fondazione

| | |
|---|----------|
| Lunghezza mensola fondazione di valle | 0,50 [m] |
| Lunghezza mensola fondazione di monte | 0,50 [m] |
| Lunghezza totale fondazione | 1,30 [m] |
| Inclinazione piano di posa della fondazione | 0,00 [°] |
| Spessore fondazione | 0,40 [m] |
| Spessore magrone | 0,05 [m] |

| | |
|--------------------------------------|----------|
| Altezza dello sperone di fondazione | 0,30 [m] |
| Spessore dello sperone di fondazione | 0,30 [m] |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|------------|-------------|----|------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | | | | | |
| RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE | | <i>Codice documento</i> ST0052_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 | | | | | | |

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/cm²]
Modulo elastico E 320665,55 [daN/cm²]

Acciaio

Tipo B450C
Tensione di snervamento σ_{ra} 4588,0 [daN/cm²]

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]

Descrizione terreni

Simbologia adottata

Nr. Indice del terreno
Descrizione Descrizione terreno
 γ Peso di volume del terreno espresso in [daN/mc]
 γ_s Peso di volume saturo del terreno espresso in [daN/mc]
 ϕ Angolo d'attrito interno espresso in [°]
 δ Angolo d'attrito terra-muro espresso in [°]
c Coesione espressa in [daN/cm²]
 c_a Adesione terra-muro espressa in [daN/cm²]

| Descrizione | γ | γ_s | ϕ | δ | c | c_a |
|-------------|----------|------------|--------|----------|-------|-------|
| 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/cm²/cm
Ks Coefficiente di spinta
Terreno Terreno dello strato

| Nr. | H | a | Kw | Ks | Terreno |
|-----|------|------|------|------|-----------|
| 1 | 1,65 | 0,00 | 2,22 | 0,00 | Terreno 1 |
| 2 | 3,00 | 0,00 | 4,30 | 0,00 | Terreno 2 |

Condizioni di carico

Simbologia e convenzioni di segno adottate

Carichi verticali positivi verso il basso.

| | | | | |
|---|---|---|------------------|---------------------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | | |
| RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE | | <i>Codice documento</i> ST0052_F0.doc | <i>Rev</i> F0 | <i>Data</i> 20-06-2011 |

Carichi orizzontali positivi verso sinistra.

Momento positivo senso antiorario.

X Ascissa del punto di applicazione del carico concentrato espressa in [m]
 F_x Componente orizzontale del carico concentrato espressa in [daN]
 F_y Componente verticale del carico concentrato espressa in [daN]
 M Momento espresso in [daNm]
 X_i Ascissa del punto iniziale del carico ripartito espressa in [m]
 X_f Ascissa del punto finale del carico ripartito espressa in [m]
 Q_i Intensità del carico per $x=X_i$ espressa in [daN/m]
 Q_f Intensità del carico per $x=X_f$ espressa in [daN/m]
D / C 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)

γ Coefficiente di partecipazione della condizione

Ψ Coefficiente di combinazione della condizione

Combinazione n° 1 - Caso A1-M1 (STR)

| S/F | γ | Ψ | $\gamma * \Psi$ | | |
|-------------------------|----------|--------|-----------------|------|------|
| 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 | γ | Ψ | $\gamma * \Psi$ | | |
|-------------------------|----------|--------|-----------------|------|------|
| 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 | γ | Ψ | $\gamma * \Psi$ | | |
|-------------------------|----------|--------|-----------------|------|------|
| 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 | γ | Ψ | $\gamma * \Psi$ | | |
|-------------------------|----------|--------|-----------------|------|------|
| 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 | γ | Ψ | $\gamma * \Psi$ | | |
|-------------------------|----------|--------|-----------------|------|------|
| 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 | γ | Ψ | $\gamma * \Psi$ | | |
|-------------------------|----------|--------|-----------------|------|------|
| 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 | γ | Ψ | $\gamma * \Psi$ | | |
|-------------------------|----------|--------|-----------------|------|------|
| 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 | γ | Ψ | $\gamma * \Psi$ | | |
|-------------------------|----------|--------|-----------------|------|------|
| 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 | γ | Ψ | $\gamma * \Psi$ | | |
|-------------------------|----------|--------|-----------------|------|------|
| 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 | γ | Ψ | $\gamma * \Psi$ | | |
|-------------------------|----------|--------|-----------------|------|------|
| 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 | γ | Ψ | $\gamma * \Psi$ | | |
|-------------------------|----------|--------|-----------------|------|------|
| 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 | γ | Ψ | $\gamma * \Psi$ | | |
|-------------------------|----------|--------|-----------------|------|------|
| 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 | γ | Ψ | $\gamma * \Psi$ | | |
|-------------------------|----------|--------|-----------------|------|------|
| 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 | γ | Ψ | $\gamma * \Psi$ | | |
|-------------------------|----------|--------|-----------------|------|------|
| 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 | γ | Ψ | $\gamma * \Psi$ | | |
|-------------------------|----------|--------|-----------------|------|------|
| 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 | γ | Ψ | $\gamma * \Psi$ | | |
|-------------------------|----------|--------|-----------------|------|------|
| 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 | γ | Ψ | $\gamma * \Psi$ | | |
|-------------------------|----------|--------|-----------------|------|------|
| 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 | |

| | | | | |
|---|---|---|------------------|---------------------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | | |
| RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE | | <i>Codice documento</i> ST0052_F0.doc | <i>Rev</i> F0 | <i>Data</i> 20-06-2011 |

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

| S/F | γ | Ψ | $\gamma^* \Psi$ | | |
|-------------------------|----------|--------|-----------------|------|------|
| 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 | γ | Ψ | $\gamma^* \Psi$ | | |
|-------------------------|----------|--------|-----------------|------|------|
| 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 | γ | Ψ | $\gamma^* \Psi$ | | |
|-------------------------|----------|--------|-----------------|------|------|
| 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 | γ | Ψ | $\gamma^* \Psi$ | | |
|-------------------------|----------|--------|-----------------|------|------|
| 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 | γ | Ψ | $\gamma^* \Psi$ | | |
|-------------------------|----------|--------|-----------------|------|------|
| 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 | γ | Ψ | $\gamma^* \Psi$ | | |
|-------------------------|----------|--------|-----------------|------|------|
| 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 | γ | Ψ | $\gamma^* \Psi$ | | |
|-------------------------|----------|--------|-----------------|------|------|
| 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 | γ | Ψ | $\gamma^* \Psi$ | | |
|-------------------------|----------|--------|-----------------|------|------|
| 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 | γ | Ψ | $\gamma^* \Psi$ | | |
|-------------------------|----------|--------|-----------------|------|------|
| 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 | γ | Ψ | $\gamma^* \Psi$ | | |
|-------------------------|----------|--------|-----------------|------|------|
| 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 | |

| | | | | |
|---|---|---|------------------|---------------------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | | |
| RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE | | <i>Codice documento</i> ST0052_F0.doc | <i>Rev</i> F0 | <i>Data</i> 20-06-2011 |

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

| S/F | γ | Ψ | $\gamma^* \Psi$ | | |
|-------------------------|----------|--------|-----------------|------|------|
| 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 | γ | Ψ | $\gamma^* \Psi$ | | |
|-------------------------|----------|--------|-----------------|------|------|
| 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 | γ | Ψ | $\gamma^* \Psi$ | | |
|-------------------------|----------|--------|-----------------|------|------|
| 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 | γ | Ψ | $\gamma^* \Psi$ | | |
|-------------------------|----------|--------|-----------------|------|------|
| 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 | γ | Ψ | $\gamma^* \Psi$ | | |
|-------------------------|----------|--------|-----------------|------|------|
| 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 | γ | Ψ | $\gamma^* \Psi$ | | |
|-------------------------|----------|--------|-----------------|------|------|
| 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 | γ | Ψ | $\gamma^* \Psi$ | | |
|-------------------------|----------|--------|-----------------|------|------|
| 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 | γ | Ψ | $\gamma^* \Psi$ | | |
|-------------------------|----------|--------|-----------------|------|------|
| 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 | γ | Ψ | $\gamma^* \Psi$ | | |
|-------------------------|----------|--------|-----------------|------|------|
| 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

| | | | | |
|---|---|---|------------------|---------------------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | | |
| RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE | | <i>Codice documento</i> ST0052_F0.doc | <i>Rev</i> F0 | <i>Data</i> 20-06-2011 |

| S/F | γ | Ψ | $\gamma * \Psi$ | | |
|-------------------------|----------|--------|-----------------|------|------|
| 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 | γ | Ψ | $\gamma * \Psi$ | | |
|-------------------------|----------|--------|-----------------|------|------|
| 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 | γ | Ψ | $\gamma * \Psi$ | | |
|-------------------------|----------|--------|-----------------|------|------|
| 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_γ per effetti cinematici (combinazioni sismiche SLU): 1,00

Coefficiente correttivo su N_γ 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 |

| | | | | |
|---|---|---|------------------|---------------------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | | |
| RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE | | <i>Codice documento</i> ST0052_F0.doc | <i>Rev</i> F0 | <i>Data</i> 20-06-2011 |

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_{OLIM} | CS_{STAB} |
|----|--|----------------------------------|------------|------------|-------------|-------------|
| 1 | A1-M1 - [1] | -- | -- | 2,76 | -- | 36,04 |
| 2 | A1-M1 - [1] | -- | -- | 3,45 | -- | 27,97 |
| 3 | A1-M1 - [1] | -- | -- | 2,97 | -- | 31,82 |
| 4 | A1-M1 - [1] | -- | -- | 3,24 | -- | 31,12 |
| 5 | A2-M2 - [1] | -- | -- | 2,19 | -- | 14,22 |
| 6 | EQU - [1] -- | -- | -- | 7,46 | -- | -- |
| 7 | STAB - [1] | -- | -- | -- | -- | 2,11 |
| 8 | A1-M1 - [2] | -- | -- | 1,99 | -- | 22,91 |
| 9 | A1-M1 - [2] | -- | -- | 1,78 | -- | 25,50 |
| 10 | A1-M1 - [2] | -- | -- | 2,07 | -- | 21,21 |
| 11 | A1-M1 - [2] | -- | -- | 1,87 | -- | 23,41 |
| 12 | A2-M2 - [2] | -- | -- | 1,29 | -- | 11,01 |
| 13 | EQU - [2] -- | -- | -- | 3,36 | -- | -- |
| 14 | STAB - [2] | -- | -- | -- | -- | 1,34 |
| 15 | A1-M1 - [3] | Orizzontale + Verticale positivo | -- | 2,23 | -- | 38,97 |
| 16 | A1-M1 - [3] | Orizzontale + Verticale negativo | -- | 2,17 | -- | 42,64 |
| 17 | A2-M2 - [3] | Orizzontale + Verticale positivo | -- | 1,51 | -- | 15,33 |
| 18 | A2-M2 - [3] | Orizzontale + Verticale negativo | -- | 1,47 | -- | 16,75 |
| 19 | EQU - [3] Orizzontale + Verticale positivo | -- | -- | 4,69 | -- | -- |
| 20 | EQU - [3] Orizzontale + Verticale negativo | -- | -- | 4,10 | -- | -- |
| 21 | STAB - [3] | Orizzontale + Verticale positivo | -- | -- | -- | 1,77 |
| 22 | STAB - [3] | Orizzontale + Verticale negativo | -- | -- | -- | 1,75 |
| 23 | A1-M1 - [4] | Orizzontale + Verticale positivo | -- | 1,58 | -- | 30,62 |
| 24 | A1-M1 - [4] | Orizzontale + Verticale negativo | -- | 1,54 | -- | 33,61 |
| 25 | A2-M2 - [4] | Orizzontale + Verticale positivo | -- | 1,05 | -- | 10,96 |
| 26 | A2-M2 - [4] | Orizzontale + Verticale negativo | -- | 1,03 | -- | 11,88 |
| 27 | EQU - [4] Orizzontale + Verticale negativo | -- | -- | 2,66 | -- | -- |
| 28 | EQU - [4] Orizzontale + Verticale positivo | -- | -- | 2,87 | -- | -- |
| 29 | STAB - [4] | Orizzontale + Verticale positivo | -- | -- | -- | 1,27 |
| 30 | STAB - [4] | Orizzontale + Verticale negativo | -- | -- | -- | 1,26 |
| 31 | SLEQ - [1] | -- | -- | 2,19 | -- | 28,50 |
| 32 | SLEF - [1] | -- | -- | 2,19 | -- | 28,50 |
| 33 | SLER - [1] | -- | -- | 2,19 | -- | 28,50 |
| 34 | SLEQ - [1] | Orizzontale + Verticale positivo | -- | 2,02 | -- | 28,99 |
| 35 | SLEQ - [1] | Orizzontale + Verticale negativo | -- | 2,02 | -- | 29,48 |
| 36 | SLEF - [1] | Orizzontale + Verticale positivo | -- | 2,02 | -- | 28,99 |
| 37 | SLEF - [1] | Orizzontale + Verticale negativo | -- | 2,02 | -- | 29,48 |
| 38 | SLER - [1] | Orizzontale + Verticale positivo | -- | 2,02 | -- | 28,99 |
| 39 | SLER - [1] | Orizzontale + Verticale negativo | -- | 2,02 | -- | 29,48 |

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

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|------------|-------------|----|------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | | | | | |
| RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE | | <i>Codice documento</i> ST0052_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 | | | | | | |

Combinazioni SLU

Accelerazione al suolo a_g 2.44 [m/s²]
Coefficiente di amplificazione per tipo di sottosuolo (S) 1.16
Coefficiente di amplificazione topografica (St) 1.00
Coefficiente riduzione (β_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/s²]
Coefficiente di amplificazione per tipo di sottosuolo (S) 1.20
Coefficiente di amplificazione topografica (St) 1.00
Coefficiente riduzione (β_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 2500,00 [daN]
Baricentro del muro X=-0,11 Y=-1,20

Superficie di spinta

Punto inferiore superficie di spinta X = 0,50 Y = -2,00
Punto superiore superficie di spinta X = 0,50 Y = 0,00
Altezza della superficie di spinta 2,00 [m]
Inclinazione superficie di spinta (rispetto alla verticale) 0,00 [°]

COMBINAZIONE n° 1

Peso muro favorevole e Peso terrapieno favorevole

Valore della spinta statica 1101,68 [daN]
Componente orizzontale della spinta statica 1007,58 [daN]
Componente verticale della spinta statica 445,51 [daN]
Punto d'applicazione della spinta X = 0,50 [m] Y = -1,31 [m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie 23,85 [°]
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche 58,94 [°]
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte 1170,00 [daN]
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte X = 0,25 [m] Y = -0,65 [m]

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale 1007,58 [daN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale 4115,51 [daN]
Resistenza passiva dente di fondazione -2148,97 [daN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione 4115,51 [daN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione 1007,58 [daN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione -0,12 [m]
Lunghezza fondazione reagente 1,30 [m]
Risultante in fondazione 4237,06 [daN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale) 13,76 [°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione -479,27 [daNm]
Carico ultimo della fondazione 148331,16 [daN]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente 1,30 [m]
Tensione terreno allo spigolo di valle 0,1464 [daN/cm²]
Tensione terreno allo spigolo di monte 0,4867 [daN/cm²]

Fattori per il calcolo della capacità portante

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

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|------------|-------------|----|------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | | | | | |
| RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE | | <i>Codice documento</i> ST0052_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 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 36.04

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 | 0,65 | 487,50 | 24,04 | 110,94 |
| 3 | 1,30 | 975,00 | 192,28 | 443,39 |

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 | 112,56 | 559,33 |

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 | 0,50 | -30,12 | -139,55 |

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_{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 | 0,00 | 100, 30 | 12,32 | 7,70 | 0 | 0 | 1000,00 | 13918 | -- | -- |
| 2 | 0,65 | 100, 30 | 12,32 | 7,70 | 333754 | -16456 | 684,62 | 13984 | -- | -- |

| | | | | |
|---|---|---|--|------------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | | |
| | | RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE | <i>Codice documento</i> ST0052_F0.doc | <i>Rev</i> F0 |

3 1,30 100,30 12,32 7,70 118574 -23385 121,61 14049 -- --

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_{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 | 9,24 | 12,32 | 0 | 0 | 1000,00 | 16013 | -- | -- |
| 2 | 0,50 | 100, 40 | 9,24 | 12,32 | 0 | 12974 | 115,26 | 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 | 12,32 | 18,47 | 0 | 0 | 1000,00 | 16013 | -- | -- |
| 2 | 0,50 | 100, 40 | 12,32 | 12,32 | 0 | -17189 | 570,69 | 16013 | -- | -- |

Verifica sperone di fondazione

Base sezione B= 100 cm Altezza sezione H=30 [cm]
A_{fi}=6,16 [cmq] A_{fs}=6,16 [cmq]
Sollecitazioni M=201,6 [daNm] T=1007,6 [daN]
Momento ultimo sezione M_u = 6337,17 [daNm]
Coeff.sicurezza sezione = 31,43

COMBINAZIONE n° 2

Peso muro favorevole e Peso terrapieno sfavorevole

Valore della spinta statica 1101,68 [daN]
Componente orizzontale della spinta statica 1007,58 [daN]
Componente verticale della spinta statica 445,51 [daN]
Punto d'applicazione della spinta X = 0,50 [m] Y = -1,31 [m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie 23,85 [°]
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche 58,94 [°]
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte 1521,00 [daN]
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte X = 0,25 [m] Y = -0,65 [m]

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale 1007,58 [daN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale 5216,51 [daN]
Resistenza passiva dente di fondazione -2646,54 [daN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione 5216,51 [daN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione 1007,58 [daN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione -0,13 [m]
Lunghezza fondazione reagente 1,30 [m]
Risultante in fondazione 5312,93 [daN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale) 10,93 [°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione -653,42 [daNm]

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|------------|-------------|----|------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | | | | | |
| RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE | | <i>Codice documento</i> ST0052_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 145883,20 [daN]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente 1,30 [m]
Tensione terreno allo spigolo di valle 0,1693 [daN/cm²]
Tensione terreno allo spigolo di monte 0,6333 [daN/cm²]

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 3.45
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo 27.97

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 | 0,65 | 633,75 | 24,04 | 110,94 |
| 3 | 1,30 | 1267,50 | 192,28 | 443,39 |

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 | 0,50 | 123,46 | 642,55 |

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 | 0,50 | 72,09 | 256,65 |

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 [cm²]

A_{fi} area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [cm²]

N_u sforzo normale ultimo espresso in [daN]

| | | | | |
|---|---|---|--|------------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | | |
| | | RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE | <i>Codice documento</i> ST0052_F0.doc | <i>Rev</i> F0 |

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 | 0,00 | 100, 30 | 12,32 | 7,70 | 0 | 0 | 1000,00 | 13918 | -- | -- |
| 2 | 0,65 | 100, 30 | 12,32 | 7,70 | 364351 | -13819 | 574,91 | 14003 | -- | -- |
| 3 | 1,30 | 100, 30 | 12,32 | 7,70 | 165045 | -25038 | 130,21 | 14089 | -- | -- |

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_{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]
 V_{Rd} 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 | 9,24 | 12,32 | 0 | 0 | 1000,00 | 16013 | -- | -- |
| 2 | 0,50 | 100, 40 | 9,24 | 12,32 | 0 | 12974 | 105,09 | 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 | 12,32 | 18,47 | 0 | 0 | 1000,00 | 16013 | -- | -- |
| 2 | 0,50 | 100, 40 | 12,32 | 12,32 | 0 | 17189 | 238,44 | 15220 | -- | -- |

Verifica sperone di fondazione

Base sezione B= 100 cm Altezza sezione H=30 [cm]
 A_{fi} =6,16 [cmq] A_{fs} =6,16 [cmq]
Sollecitazioni M =201,6 [daNm] T =1007,6 [daN]
Momento ultimo sezione M_u = 6337,17 [daNm]
Coeff.sicurezza sezione = 31,43

COMBINAZIONE n° 3

Peso muro favorevole e Peso terrapieno sfavorevole

Valore della spinta statica 1101,68 [daN]
Componente orizzontale della spinta statica 1007,58 [daN]
Componente verticale della spinta statica 445,51 [daN]
Punto d'applicazione della spinta X = 0,50 [m] Y = -1,31 [m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie 23,85 [°]
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche 58,94 [°]
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte 1521,00 [daN]
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte X = 0,25 [m] Y = -0,65 [m]

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale 1007,58 [daN]

| | | | | | | | |
|---|---|---|--|------------|-------------|----|------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | | | | | |
| RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE | | <i>Codice documento</i> ST0052_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 4466,51 [daN]
Resistenza passiva dente di fondazione -2258,87 [daN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione 4466,51 [daN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione 1007,58 [daN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione -0,14 [m]
Lunghezza fondazione reagente 1,30 [m]
Risultante in fondazione 4578,75 [daN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale) 12,71 [°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione -619,67 [daNm]
Carico ultimo della fondazione 142136,44 [daN]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente 1,30 [m]
Tensione terreno allo spigolo di valle 0,1236 [daN/cm²]
Tensione terreno allo spigolo di monte 0,5636 [daN/cm²]

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 2.97
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo 31.82

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 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 2 | 0,65 | 487,50 | 24,04 | 110,94 |
| 3 | 1,30 | 975,00 | 192,28 | 443,39 |

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 | 99,98 | 540,96 |

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 | 0,50 | 49,96 | 148,82 |

| | | | | |
|---|---|---|------------------|---------------------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | | |
| RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE | | <i>Codice documento</i> ST0052_F0.doc | <i>Rev</i> F0 | <i>Data</i> 20-06-2011 |

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_{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 | 0,00 | 100, 30 | 12,32 | 7,70 | 0 | 0 | 1000,00 | 13918 | -- | -- |
| 2 | 0,65 | 100, 30 | 12,32 | 7,70 | 333754 | -16456 | 684,62 | 13984 | -- | -- |
| 3 | 1,30 | 100, 30 | 12,32 | 7,70 | 118574 | -23385 | 121,61 | 14049 | -- | -- |

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 | 9,24 | 12,32 | 0 | 0 | 1000,00 | 16013 | -- | -- |
| 2 | 0,50 | 100, 40 | 9,24 | 12,32 | 0 | 12974 | 129,76 | 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 | 12,32 | 18,47 | 0 | 0 | 1000,00 | 16013 | -- | -- |
| 2 | 0,50 | 100, 40 | 12,32 | 12,32 | 0 | 17189 | 344,04 | 15220 | -- | -- |

Verifica sperone di fondazione

Base sezione B= 100 cm Altezza sezione H=30 [cm]
A_{fi}=6,16 [cmq] A_{fs}=6,16 [cmq]
Sollecitazioni M=201,6 [daNm] T=1007,6 [daN]
Momento ultimo sezione M_u = 6337,17 [daNm]
Coeff.sicurezza sezione = 31,43

COMBINAZIONE n° 4

Peso muro sfavorevole e Peso terrapieno favorevole

Valore della spinta statica 1101,68 [daN]
Componente orizzontale della spinta statica 1007,58 [daN]

| | | | | | | | |
|---|---|---|--|------------|-------------|----|------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | | | | | |
| RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE | | <i>Codice documento</i> ST0052_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 | 445,51 | [daN] | |
| Punto d'applicazione della spinta | X = 0,50 | [m] | Y = -1,31 [m] |
| Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie | 23,85 | [°] | |
| Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche | 58,94 | [°] | |
| Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte | 1170,00 | [daN] | |
| Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte | X = 0,25 | [m] | Y = -0,65 [m] |

Risultanti

| | | |
|---|-----------|--------|
| Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale | 1007,58 | [daN] |
| Risultante dei carichi applicati in dir. verticale | 4865,51 | [daN] |
| Resistenza passiva dente di fondazione | -2536,64 | [daN] |
| Sforzo normale sul piano di posa della fondazione | 4865,51 | [daN] |
| Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione | 1007,58 | [daN] |
| Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione | -0,11 | [m] |
| Lunghezza fondazione reagente | 1,30 | [m] |
| Risultante in fondazione | 4968,75 | [daN] |
| Inclinazione della risultante (rispetto alla normale) | 11,70 | [°] |
| Momento rispetto al baricentro della fondazione | -513,02 | [daNm] |
| Carico ultimo della fondazione | 151393,32 | [daN] |

Tensioni sul terreno

| | | |
|--|--------|------------------------|
| Lunghezza fondazione reagente | 1,30 | [m] |
| Tensione terreno allo spigolo di valle | 0,1921 | [daN/cm ²] |
| Tensione terreno allo spigolo di monte | 0,5564 | [daN/cm ²] |

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 3.24
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo 31.12

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 | 0,65 | 633,75 | 24,04 | 110,94 |
| 3 | 1,30 | 1267,50 | 192,28 | 443,39 |

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 | 136,04 | 660,93 |

Sollecitazioni fondazione di monte

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|------------|-------------|----|------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | | | | | |
| RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE | | <i>Codice documento</i> ST0052_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° 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 | 0,50 | -7,99 | -31,72 |

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

| Nr. | Y | B, H | A _{fs} | A _{fi} | N _u | M _u | CS | V _{Rd} | V _{Rcd} | V _{Rsd} |
|-----|------|---------|-----------------|-----------------|----------------|----------------|---------|-----------------|------------------|------------------|
| 1 | 0,00 | 100, 30 | 12,32 | 7,70 | 0 | 0 | 1000,00 | 13918 | -- | -- |
| 2 | 0,65 | 100, 30 | 12,32 | 7,70 | 364351 | -13819 | 574,91 | 14003 | -- | -- |
| 3 | 1,30 | 100, 30 | 12,32 | 7,70 | 165045 | -25038 | 130,21 | 14089 | -- | -- |

Armature e tensioni nei materiali della fondazione

Combinazione n° 4

Simbologia adottata

| Nr. | Y | B, H | A _{fs} | A _{fi} | N _u | M _u | CS | V _{Rd} | V _{Rcd} | V _{Rsd} |
|-----|------|---------|-----------------|-----------------|----------------|----------------|---------|-----------------|------------------|------------------|
| 1 | 0,00 | 100, 40 | 9,24 | 12,32 | 0 | 0 | 1000,00 | 16013 | -- | -- |
| 2 | 0,50 | 100, 40 | 9,24 | 12,32 | 0 | 12974 | 95,37 | 15220 | -- | -- |

Fondazione di valle

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

Fondazione di monte

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

Verifica sperone di fondazione

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|------------|-------------|----|------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | | | | | |
| RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE | | <i>Codice documento</i> ST0052_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=30 [cm]
 $A_{fi}=6,16$ [cmq] $A_{fs}=6,16$ [cmq]
Sollecitazioni M=201,6 [daNm] T=1007,6 [daN]
Momento ultimo sezione $M_u = 6337,17$ [daNm]
Coeff.sicurezza sezione = 31,43

COMBINAZIONE n° 5

Valore della spinta statica 1066,13 [daN]
Componente orizzontale della spinta statica 1005,07 [daN]
Componente verticale della spinta statica 355,63 [daN]
Punto d'applicazione della spinta X = 0,50 [m] Y = -1,31 [m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie 19,49 [°]
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche 55,62 [°]

Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte 1170,00 [daN]
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte X = 0,25 [m] Y = -0,65 [m]

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale 1005,07 [daN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale 4025,63 [daN]
Resistenza passiva dente di fondazione -1718,22 [daN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione 4025,63 [daN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione 1005,07 [daN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione -0,11 [m]
Lunghezza fondazione reagente 1,30 [m]
Risultante in fondazione 4149,20 [daN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale) 14,02 [°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione -424,42 [daNm]
Carico ultimo della fondazione 57240,18 [daN]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente 1,30 [m]
Tensione terreno allo spigolo di valle 0,1590 [daN/cm²]
Tensione terreno allo spigolo di monte 0,4603 [daN/cm²]

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 2.19
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo 14.22

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 | 0,65 | 487,50 | 23,86 | 110,11 |
| 3 | 1,30 | 975,00 | 190,85 | 440,09 |

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

| | | | | |
|---|---|---|------------------|---------------------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | | |
| RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE | | <i>Codice documento</i> ST0052_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 | 0,50 | 122,02 | 584,68 |

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 | 0,50 | 30,89 | 116,96 |

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_{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
VR_{cd} Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [daN]
VR_{sd} Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [daN]
VR_d 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 | 12,32 | 7,70 | 0 | 0 | 1000,00 | 13918 | -- | -- |
| 2 | 0,65 | 100, 30 | 12,32 | 7,70 | 334721 | -16381 | 686,61 | 13984 | -- | -- |
| 3 | 1,30 | 100, 30 | 12,32 | 7,70 | 119734 | -23438 | 122,80 | 14049 | -- | -- |

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
VR_{cd} Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [daN]
VR_{sd} Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [daN]
VR_d 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 | 9,24 | 12,32 | 0 | 0 | 1000,00 | 16013 | -- | -- |
| 2 | 0,50 | 100, 40 | 9,24 | 12,32 | 0 | 12974 | 106,33 | 15220 | -- | -- |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|------------|-------------|----|------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | | | | | |
| RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE | | <i>Codice documento</i> ST0052_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. | Y | B, H | A _{fs} | A _{fi} | N _u | M _u | CS | V _{Rd} | V _{Rcd} | V _{Rsd} |
|-----|------|---------|-----------------|-----------------|----------------|----------------|---------|-----------------|------------------|------------------|
| 1 | 0,00 | 100, 40 | 12,32 | 18,47 | 0 | 0 | 1000,00 | 16013 | -- | -- |
| 2 | 0,50 | 100, 40 | 12,32 | 12,32 | 0 | 17189 | 556,52 | 15220 | -- | -- |

Verifica sperone di fondazione

Base sezione B= 100 cm Altezza sezione H=30 [cm]
A_{fi}=6,16 [cmq] A_{fs}=6,16 [cmq]
Sollecitazioni M=201,1 [daNm] T=1005,1 [daN]
Momento ultimo sezione M_u = 6337,17 [daNm]
Coeff. sicurezza sezione = 31,51

COMBINAZIONE n° 6

Valore della spinta statica 1172,74 [daN]
Componente orizzontale della spinta statica 1105,57 [daN]
Componente verticale della spinta statica 391,20 [daN]
Punto d'applicazione della spinta X = 0,50 [m] Y = -1,31 [m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie 19,49 [°]
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche 55,62 [°]
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte 1053,00 [daN]
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte X = 0,25 [m] Y = -0,65 [m]

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale 1105,57 [daN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale 3694,20 [daN]
Resistenza passiva dente di fondazione -1591,90 [daN]
Momento ribaltante rispetto allo spigolo a valle 425,97 [daNm]
Momento stabilizzante rispetto allo spigolo a valle 3177,95 [daNm]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione 3694,20 [daN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione 1105,57 [daN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione -0,09 [m]
Lunghezza fondazione reagente 1,30 [m]
Risultante in fondazione 3856,08 [daN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale) 16,66 [°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione -350,76 [daNm]

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a ribaltamento 7.46

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/cm²]
b larghezza della striscia espressa in [m]
u pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [daN/cm²]

Metodo di Fellenius

Numero di cerchi analizzati 36

Numero di strisce 25

Cerchio critico

Coordinate del centro X[m]= -0,65 Y[m]= 0,16

Raggio del cerchio R[m]= 2,45

Ascissa a valle del cerchio Xi[m]= -2,62

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|------------|-------------|----|------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | | | | | |
| RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE | | <i>Codice documento</i> ST0052_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 | | | | | | |

Ascissa a monte del cerchio $X_s[m]= 1,79$
Larghezza della striscia $dx[m]= 0,18$
Coefficiente di sicurezza $C= 2.11$
Le strisce sono numerate da monte verso valle

Caratteristiche delle strisce

| Striscia | W | $\alpha(^{\circ})$ | $W\sin\alpha$ | $b/\cos\alpha$ | ϕ | c | u |
|----------|--------|--------------------|---------------|----------------|--------|-------|-------|
| 1 | 132.42 | 76.16 | 128.57 | 0.74 | 29.26 | 0.000 | 0.000 |
| 2 | 300.77 | 62.95 | 267.87 | 0.39 | 29.26 | 0.000 | 0.000 |
| 3 | 395.27 | 54.82 | 323.07 | 0.31 | 29.26 | 0.000 | 0.000 |
| 4 | 466.20 | 48.14 | 347.20 | 0.26 | 29.26 | 0.000 | 0.000 |
| 5 | 522.85 | 42.25 | 351.56 | 0.24 | 30.59 | 0.000 | 0.000 |
| 6 | 569.27 | 36.88 | 341.64 | 0.22 | 32.01 | 0.000 | 0.000 |
| 7 | 607.66 | 31.87 | 320.80 | 0.21 | 32.01 | 0.000 | 0.000 |
| 8 | 698.29 | 27.11 | 318.25 | 0.20 | 32.01 | 0.000 | 0.000 |
| 9 | 751.74 | 22.56 | 288.37 | 0.19 | 32.01 | 0.000 | 0.000 |
| 10 | 736.23 | 18.15 | 229.31 | 0.19 | 32.01 | 0.000 | 0.000 |
| 11 | 887.36 | 13.85 | 212.38 | 0.18 | 32.01 | 0.000 | 0.000 |
| 12 | 840.63 | 9.63 | 140.56 | 0.18 | 32.01 | 0.000 | 0.000 |
| 13 | 358.02 | 5.46 | 34.04 | 0.18 | 32.01 | 0.000 | 0.000 |
| 14 | 361.33 | 1.32 | 8.30 | 0.18 | 32.01 | 0.000 | 0.000 |
| 15 | 345.33 | -2.82 | -16.97 | 0.18 | 32.01 | 0.000 | 0.000 |
| 16 | 306.43 | -6.97 | -37.16 | 0.18 | 32.01 | 0.000 | 0.000 |
| 17 | 297.50 | -11.15 | -57.53 | 0.18 | 32.01 | 0.000 | 0.000 |
| 18 | 284.27 | -15.40 | -75.48 | 0.18 | 32.01 | 0.000 | 0.000 |
| 19 | 266.53 | -19.73 | -89.99 | 0.19 | 32.01 | 0.000 | 0.000 |
| 20 | 243.92 | -24.19 | -99.96 | 0.19 | 32.01 | 0.000 | 0.000 |
| 21 | 215.96 | -28.81 | -104.08 | 0.20 | 32.01 | 0.000 | 0.000 |
| 22 | 181.94 | -33.65 | -100.82 | 0.21 | 32.01 | 0.000 | 0.000 |
| 23 | 140.82 | -38.78 | -88.20 | 0.23 | 32.01 | 0.000 | 0.000 |
| 24 | 91.01 | -44.32 | -63.59 | 0.25 | 29.26 | 0.000 | 0.000 |
| 25 | 29.80 | -50.45 | -22.98 | 0.28 | 29.26 | 0.000 | 0.000 |

$\Sigma W_i = 10031,57$ [daN]
 $\Sigma W_i \sin\alpha_i = 2555,17$ [daN]
 $\Sigma W_i \cos\alpha_i \tan\phi_i = 5380,84$ [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 2538,48 [daN]
Componente orizzontale della spinta statica 2324,11 [daN]
Componente verticale della spinta statica 1020,98 [daN]
Punto d'applicazione della spinta $X = 0,50$ [m] $Y = -1,13$ [m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie 23,72 [°]
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche 58,94 [°]

Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte 2670,00 [daN]
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte $X = 0,25$ [m] $Y = -0,65$ [m]

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale 2324,11 [daN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale 6940,98 [daN]
Resistenza passiva dente di fondazione -3646,45 [daN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione 6940,98 [daN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione 2324,11 [daN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione -0,08 [m]
Lunghezza fondazione reagente 1,30 [m]
Risultante in fondazione 7319,74 [daN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale) 18,51 [°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione -541,95 [daNm]
Carico ultimo della fondazione 158999,94 [daN]

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|------------|-------------|----|------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | | | | | |
| RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE | | <i>Codice documento</i> ST0052_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 1,30 [m]
Tensione terreno allo spigolo di valle 0,3415 [daN/cm²]
Tensione terreno allo spigolo di monte 0,7263 [daN/cm²]

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 1.99
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo 22.91

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 | 0,65 | 633,75 | 165,85 | 547,88 |
| 3 | 1,30 | 1267,50 | 760,34 | 1317,96 |

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 | 0,50 | 326,06 | 1427,58 |

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 | 0,50 | -173,88 | -701,87 |

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_{fs} area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [cm²]

A_{fi} area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [cm²]

N_u sforzo normale ultimo espresso in [daN]

M_u momento ultimo espresso in [daNm]

| | | | | |
|---|---|---|--|------------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | | |
| | | RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE | <i>Codice documento</i> ST0052_F0.doc | <i>Rev</i> F0 |

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 | 12,32 | 7,70 | 0 | 0 | 1000,00 | 13918 | -- | -- |
| 2 | 0,65 | 100, 30 | 12,32 | 7,70 | 79421 | -20784 | 125,32 | 14003 | -- | -- |
| 3 | 1,30 | 100, 30 | 12,32 | 7,70 | 25399 | -15236 | 20,04 | 14089 | -- | -- |

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_{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 | 9,24 | 12,32 | 0 | 0 | 1000,00 | 16013 | -- | -- |
| 2 | 0,50 | 100, 40 | 9,24 | 12,32 | 0 | 12974 | 39,79 | 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 | 12,32 | 18,47 | 0 | 0 | 1000,00 | 16013 | -- | -- |
| 2 | 0,50 | 100, 40 | 12,32 | 12,32 | 0 | -17189 | 98,85 | 16013 | -- | -- |

Verifica sperone di fondazione

Base sezione B= 100 cm Altezza sezione H=30 [cm]
A_{fi}=6,16 [cmq] A_{fs}=6,16 [cmq]
Sollecitazioni M=465,1 [daNm] T=2324,1 [daN]
Momento ultimo sezione M_u = 6337,17 [daNm]
Coeff.sicurezza sezione = 13,63

COMBINAZIONE n° 9

Peso muro favorevole e Peso terrapieno favorevole

Valore della spinta statica 2538,48 [daN]
Componente orizzontale della spinta statica 2324,11 [daN]
Componente verticale della spinta statica 1020,98 [daN]
Punto d'applicazione della spinta X = 0,50 [m] Y = -1,13 [m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie 23,72 [°]
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche 58,94 [°]
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte 2670,00 [daN]
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte X = 0,25 [m] Y = -0,65 [m]

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale 2324,11 [daN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale 6190,98 [daN]
Resistenza passiva dente di fondazione -3258,78 [daN]

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|------------|-------------|----|------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | | | | | |
| RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE | | <i>Codice documento</i> ST0052_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 6190,98 [daN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione 2324,11 [daN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione -0,08 [m]
Lunghezza fondazione reagente 1,30 [m]
Risultante in fondazione 6612,84 [daN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale) 20,58 [°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione -508,20 [daNm]
Carico ultimo della fondazione 157885,83 [daN]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente 1,30 [m]
Tensione terreno allo spigolo di valle 0,2958 [daN/cm²]
Tensione terreno allo spigolo di monte 0,6567 [daN/cm²]

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 1.78
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo 25.50

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 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 2 | 0,65 | 487,50 | 165,85 | 547,88 |
| 3 | 1,30 | 975,00 | 760,34 | 1317,96 |

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 | 302,58 | 1325,99 |

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 | 0,50 | -196,01 | -809,70 |

Armature e tensioni nei materiali del muro

| | | | | |
|---|---|---|------------------|---------------------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | | |
| RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE | | <i>Codice documento</i> ST0052_F0.doc | <i>Rev</i> F0 | <i>Data</i> 20-06-2011 |

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 [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 _{Rs} |
|-----|------|---------|-----------------|-----------------|----------------|----------------|---------|-----------------|------------------|-----------------|
| 1 | 0,00 | 100, 30 | 12,32 | 7,70 | 0 | 0 | 1000,00 | 13918 | -- | -- |
| 2 | 0,65 | 100, 30 | 12,32 | 7,70 | 54493 | -18539 | 111,78 | 13984 | -- | -- |
| 3 | 1,30 | 100, 30 | 12,32 | 7,70 | 18539 | -14457 | 19,01 | 14049 | -- | -- |

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 _{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 _{Rs} |
|-----|------|---------|-----------------|-----------------|----------------|----------------|---------|-----------------|------------------|-----------------|
| 1 | 0,00 | 100, 40 | 9,24 | 12,32 | 0 | 0 | 1000,00 | 16013 | -- | -- |
| 2 | 0,50 | 100, 40 | 9,24 | 12,32 | 0 | 12974 | 42,88 | 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 _{Rs} |
|-----|------|---------|-----------------|-----------------|----------------|----------------|---------|-----------------|------------------|-----------------|
| 1 | 0,00 | 100, 40 | 12,32 | 18,47 | 0 | 0 | 1000,00 | 16013 | -- | -- |
| 2 | 0,50 | 100, 40 | 12,32 | 12,32 | 0 | -17189 | 87,69 | 16013 | -- | -- |

Verifica sperone di fondazione

Base sezione B= 100 cm Altezza sezione H=30 [cm]
A_{fi}=6,16 [cmq] A_{fs}=6,16 [cmq]
Sollecitazioni M=465,1 [daNm] T=2324,1 [daN]
Momento ultimo sezione M_u = 6337,17 [daNm]
Coeff.sicurezza sezione = 13,63

COMBINAZIONE n° 10

Peso muro favorevole e Peso terrapieno sfavorevole

| | | |
|---|----------|----------------------|
| Valore della spinta statica | 2538,48 | [daN] |
| Componente orizzontale della spinta statica | 2324,11 | [daN] |
| Componente verticale della spinta statica | 1020,98 | [daN] |
| Punto d'applicazione della spinta | X = 0,50 | [m] Y = -1,13 [m] |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|------------|-------------|----|------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | | | | | |
| RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE | | <i>Codice documento</i> ST0052_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 23,72 [°]
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche 58,94 [°]

Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte 3021,00 [daN]
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte X = 0,25 [m] Y = -0,65 [m]

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale 2324,11 [daN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale 7291,98 [daN]
Resistenza passiva dente di fondazione -3756,35 [daN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione 7291,98 [daN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione 2324,11 [daN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione -0,09 [m]
Lunghezza fondazione reagente 1,30 [m]
Risultante in fondazione 7653,39 [daN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale) 17,68 [°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione -682,35 [daNm]
Carico ultimo della fondazione 154691,98 [daN]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente 1,30 [m]
Tensione terreno allo spigolo di valle 0,3187 [daN/cm²]
Tensione terreno allo spigolo di monte 0,8032 [daN/cm²]

Fattori per il calcolo della capacità portante

Coeff. capacità portante N_c = 77.50 N_q = 61.55 N_γ = 80.93

Fattori forma s_c = 1,00 s_q = 1,00 s_γ = 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'_γ = 80.93

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a scorrimento 2.07
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo 21.21

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 | 0,65 | 633,75 | 165,85 | 547,88 |
| 3 | 1,30 | 1267,50 | 760,34 | 1317,96 |

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 | 313,48 | 1409,21 |

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

| | | | | |
|---|---|---|------------------|---------------------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | | |
| RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE | | <i>Codice documento</i> ST0052_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 | 0,50 | -93,80 | -413,49 |

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 | 0,00 | 100, 30 | 12,32 | 7,70 | 0 | 0 | 1000,00 | 13918 | -- | -- |
| 2 | 0,65 | 100, 30 | 12,32 | 7,70 | 79421 | -20784 | 125,32 | 14003 | -- | -- |
| 3 | 1,30 | 100, 30 | 12,32 | 7,70 | 25399 | -15236 | 20,04 | 14089 | -- | -- |

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 | 9,24 | 12,32 | 0 | 0 | 1000,00 | 16013 | -- | -- |
| 2 | 0,50 | 100, 40 | 9,24 | 12,32 | 0 | 12974 | 41,39 | 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 | 12,32 | 18,47 | 0 | 0 | 1000,00 | 16013 | -- | -- |
| 2 | 0,50 | 100, 40 | 12,32 | 12,32 | 0 | -17189 | 183,25 | 16013 | -- | -- |

Verifica sperone di fondazione

Base sezione B= 100 cm Altezza sezione H=30 [cm]

A_{fi}=6,16 [cmq] A_{fs}=6,16 [cmq]

Sollecitazioni M=465,1 [daNm] T=2324,1 [daN]

Momento ultimo sezione M_u = 6337,17 [daNm]

| | | | | | | | |
|---|---|---|--|------------|-------------|----|------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | | | | | |
| RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE | | <i>Codice documento</i> ST0052_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 = 13,63

COMBINAZIONE n° 11

Peso muro favorevole e Peso terrapieno sfavorevole

| | | | |
|--|---------------|---------------|--|
| Valore della spinta statica | 2538,48 [daN] | | |
| Componente orizzontale della spinta statica | 2324,11 [daN] | | |
| Componente verticale della spinta statica | 1020,98 [daN] | | |
| Punto d'applicazione della spinta | X = 0,50 [m] | Y = -1,13 [m] | |
| Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie | 23,72 [°] | | |
| Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche | 58,94 [°] | | |
| Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte | 3021,00 [daN] | | |
| Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte | X = 0,25 [m] | Y = -0,65 [m] | |

Risultanti

| | | | |
|---|-----------------|--|--|
| Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale | 2324,11 [daN] | | |
| Risultante dei carichi applicati in dir. verticale | 6541,98 [daN] | | |
| Resistenza passiva dente di fondazione | -3368,68 [daN] | | |
| Sforzo normale sul piano di posa della fondazione | 6541,98 [daN] | | |
| Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione | 2324,11 [daN] | | |
| Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione | -0,10 [m] | | |
| Lunghezza fondazione reagente | 1,30 [m] | | |
| Risultante in fondazione | 6942,55 [daN] | | |
| Inclinazione della risultante (rispetto alla normale) | 19,56 [°] | | |
| Momento rispetto al baricentro della fondazione | -648,60 [daNm] | | |
| Carico ultimo della fondazione | 153143,77 [daN] | | |

Tensioni sul terreno

| | | |
|--|-------------------------------|--|
| Lunghezza fondazione reagente | 1,30 [m] | |
| Tensione terreno allo spigolo di valle | 0,2730 [daN/cm ²] | |
| Tensione terreno allo spigolo di monte | 0,7335 [daN/cm ²] | |

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 1.87

Coefficiente di sicurezza a carico ultimo 23.41

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 | 0,65 | 487,50 | 165,85 | 547,88 |
| 3 | 1,30 | 975,00 | 760,34 | 1317,96 |

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

| | | | | |
|---|---|---|------------------|---------------------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | | |
| RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE | | <i>Codice documento</i> ST0052_F0.doc | <i>Rev</i> F0 | <i>Data</i> 20-06-2011 |

| Nr. | X | M | T |
|-----|------|--------|---------|
| 1 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 2 | 0,50 | 290,00 | 1307,62 |

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 | 0,50 | -115,93 | -521,32 |

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 [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 | 0,00 | 100, 30 | 12,32 | 7,70 | 0 | 0 | 1000,00 | 13918 | -- | -- |
| 2 | 0,65 | 100, 30 | 12,32 | 7,70 | 54493 | -18539 | 111,78 | 13984 | -- | -- |
| 3 | 1,30 | 100, 30 | 12,32 | 7,70 | 18539 | -14457 | 19,01 | 14049 | -- | -- |

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_{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 | 9,24 | 12,32 | 0 | 0 | 1000,00 | 16013 | -- | -- |
| 2 | 0,50 | 100, 40 | 9,24 | 12,32 | 0 | 12974 | 44,74 | 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)

| | | | | |
|---|---|---|--|------------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | | |
| | | RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE | <i>Codice documento</i> ST0052_F0.doc | <i>Rev</i> F0 |

| Nr. | Y | B, H | A _{fs} | A _{fi} | N _u | M _u | CS | V _{Rd} | V _{Rcd} | V _{Rsd} |
|-----|------|---------|-----------------|-----------------|----------------|----------------|---------|-----------------|------------------|------------------|
| 1 | 0,00 | 100, 40 | 12,32 | 18,47 | 0 | 0 | 1000,00 | 16013 | -- | -- |
| 2 | 0,50 | 100, 40 | 12,32 | 12,32 | 0 | -17189 | 148,27 | 16013 | -- | -- |

Verifica sperone di fondazione

Base sezione B= 100 cm Altezza sezione H=30 [cm]
A_{fi}=6,16 [cmq] A_{fs}=6,16 [cmq]
Sollecitazioni M=465,1 [daNm] T=2324,1 [daN]
Momento ultimo sezione M_u = 6337,17 [daNm]
Coeff.sicurezza sezione = 13,63

COMBINAZIONE n° 12

Valore della spinta statica 2630,00 [daN]
Componente orizzontale della spinta statica 2481,25 [daN]
Componente verticale della spinta statica 871,94 [daN]
Punto d'applicazione della spinta X = 0,50 [m] Y = -1,12 [m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie 19,36 [°]
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche 55,62 [°]
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte 2470,00 [daN]
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte X = 0,25 [m] Y = -0,65 [m]

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale 2481,25 [daN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale 5841,94 [daN]
Resistenza passiva dente di fondazione -2605,13 [daN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione 5841,94 [daN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione 2481,25 [daN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione -0,04 [m]
Lunghezza fondazione reagente 1,30 [m]
Risultante in fondazione 6347,03 [daN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale) 23,01 [°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione -223,60 [daNm]
Carico ultimo della fondazione 64298,79 [daN]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente 1,30 [m]
Tensione terreno allo spigolo di valle 0,3700 [daN/cm²]
Tensione terreno allo spigolo di monte 0,5288 [daN/cm²]

Fattori per il calcolo della capacità portante

Coeff. capacità portante N_c = 77.50 N_q = 61.55 N_γ = 80.93

Fattori forma s_c = 1,00 s_q = 1,00 s_γ = 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'_γ = 80.93

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a scorrimento 1.29
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo 11.01

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

| r. | Y | N | M | T |
|----|------|--------|--------|--------|
| 1 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 2 | 0,65 | 487,50 | 182,44 | 598,74 |

| | | | | |
|---|---|---|------------------|---------------------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | | |
| RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE | | <i>Codice documento</i> ST0052_F0.doc | <i>Rev</i> F0 | <i>Data</i> 20-06-2011 |

3 1,30 975,00 826,10 1418,11

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 | 362,94 | 1502,64 |

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 | 0,50 | -185,74 | -703,84 |

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_{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

VR_{cd} Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [daN]

VR_{sd} Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [daN]

VR_d 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 | 12,32 | 7,70 | 0 | 0 | 1000,00 | 13918 | -- | -- |
| 2 | 0,65 | 100, 30 | 12,32 | 7,70 | 47378 | -17731 | 97,19 | 13984 | -- | -- |
| 3 | 1,30 | 100, 30 | 12,32 | 7,70 | 16835 | -14264 | 17,27 | 14049 | -- | -- |

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_{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

VR_{cd} Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [daN]

VR_{sd} Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [daN]

VR_d Resistenza al taglio, espresso in [daN]

| | | | | |
|---|---|---|------------------|---------------------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | | |
| RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE | | <i>Codice documento</i> ST0052_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 _{fs} | A _{fi} | N _u | M _u | CS | V _{Rd} | V _{Rcd} | V _{Rsd} |
|-----|------|---------|-----------------|-----------------|----------------|----------------|---------|-----------------|------------------|------------------|
| 1 | 0,00 | 100, 40 | 9,24 | 12,32 | 0 | 0 | 1000,00 | 16013 | -- | -- |
| 2 | 0,50 | 100, 40 | 9,24 | 12,32 | 0 | 12974 | 35,75 | 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 | 12,32 | 18,47 | 0 | 0 | 1000,00 | 16013 | -- | -- |
| 2 | 0,50 | 100, 40 | 12,32 | 12,32 | 0 | -17189 | 92,54 | 16013 | -- | -- |

Verifica sperone di fondazione

Base sezione B= 100 cm Altezza sezione H=30 [cm]
A_{fi}=6,16 [cmq] A_{fs}=6,16 [cmq]
Sollecitazioni M=496,5 [daNm] T=2481,3 [daN]
Momento ultimo sezione M_u = 6337,17 [daNm]
Coeff.sicurezza sezione = 12,76

COMBINAZIONE n° 13

Valore della spinta statica 2977,20 [daN]
Componente orizzontale della spinta statica 2808,86 [daN]
Componente verticale della spinta statica 986,93 [daN]
Punto d'applicazione della spinta X = 0,50 [m] Y = -1,11 [m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie 19,36 [°]
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche 55,62 [°]
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte 2553,00 [daN]
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte X = 0,25 [m] Y = -0,65 [m]

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale 2808,86 [daN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale 5789,93 [daN]
Resistenza passiva dente di fondazione -2615,26 [daN]
Momento ribaltante rispetto allo spigolo a valle 1644,91 [daNm]
Momento stabilizzante rispetto allo spigolo a valle 5527,41 [daNm]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione 5789,93 [daN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione 2808,86 [daN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione -0,02 [m]
Lunghezza fondazione reagente 1,30 [m]
Risultante in fondazione 6435,29 [daN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale) 25,88 [°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione -119,05 [daNm]

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a ribaltamento 3.36

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]
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/cm²]
b larghezza della striscia espressa in [m]
u pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [daN/cm²]

| | | | | | | | |
|---|---|---|--|------------|-------------|----|------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | | | | | |
| RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE | | <i>Codice documento</i> ST0052_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 | | | | | | |

Metodo di Fellenius
Numero di cerchi analizzati 36
Numero di strisce 25

Cerchio critico
Coordinate del centro X[m]= -0,81 Y[m]= 0,32
Raggio del cerchio R[m]= 2,67
Ascissa a valle del cerchio Xi[m]= -2,93
Ascissa a monte del cerchio Xs[m]= 1,85
Larghezza della striscia dx[m]= 0,19
Coefficiente di sicurezza C= 1.34
Le strisce sono numerate da monte verso valle

Caratteristiche delle strisce

| Striscia | W | $\alpha(^{\circ})$ | $W\sin\alpha$ | $b/\cos\alpha$ | ϕ | c | u |
|----------|---------|--------------------|---------------|----------------|--------|-------|-------|
| 1 | 616.62 | 74.57 | 594.40 | 0.72 | 29.26 | 0.000 | 0.000 |
| 2 | 800.70 | 63.05 | 713.77 | 0.42 | 29.26 | 0.000 | 0.000 |
| 3 | 912.38 | 54.93 | 746.76 | 0.33 | 29.26 | 0.000 | 0.000 |
| 4 | 996.20 | 48.26 | 743.38 | 0.29 | 29.26 | 0.000 | 0.000 |
| 5 | 1063.16 | 42.39 | 716.76 | 0.26 | 30.53 | 0.000 | 0.000 |
| 6 | 1118.06 | 37.03 | 673.35 | 0.24 | 32.01 | 0.000 | 0.000 |
| 7 | 1163.50 | 32.03 | 617.08 | 0.23 | 32.01 | 0.000 | 0.000 |
| 8 | 1290.29 | 27.29 | 591.62 | 0.22 | 32.01 | 0.000 | 0.000 |
| 9 | 1310.21 | 22.75 | 506.64 | 0.21 | 32.01 | 0.000 | 0.000 |
| 10 | 1201.01 | 18.35 | 378.16 | 0.20 | 32.01 | 0.000 | 0.000 |
| 11 | 1006.09 | 14.07 | 244.54 | 0.20 | 32.01 | 0.000 | 0.000 |
| 12 | 541.87 | 9.86 | 92.80 | 0.19 | 32.01 | 0.000 | 0.000 |
| 13 | 407.44 | 5.71 | 40.53 | 0.19 | 32.01 | 0.000 | 0.000 |
| 14 | 403.33 | 1.59 | 11.16 | 0.19 | 32.01 | 0.000 | 0.000 |
| 15 | 357.55 | -2.53 | -15.78 | 0.19 | 32.01 | 0.000 | 0.000 |
| 16 | 352.25 | -6.66 | -40.83 | 0.19 | 32.01 | 0.000 | 0.000 |
| 17 | 342.11 | -10.82 | -64.22 | 0.19 | 32.01 | 0.000 | 0.000 |
| 18 | 326.97 | -15.04 | -84.85 | 0.20 | 32.01 | 0.000 | 0.000 |
| 19 | 306.56 | -19.35 | -101.57 | 0.20 | 32.01 | 0.000 | 0.000 |
| 20 | 280.49 | -23.77 | -113.08 | 0.21 | 32.01 | 0.000 | 0.000 |
| 21 | 248.22 | -28.36 | -117.90 | 0.22 | 32.01 | 0.000 | 0.000 |
| 22 | 208.94 | -33.15 | -114.25 | 0.23 | 32.01 | 0.000 | 0.000 |
| 23 | 161.50 | -38.22 | -99.92 | 0.24 | 32.01 | 0.000 | 0.000 |
| 24 | 104.12 | -43.68 | -71.91 | 0.26 | 29.26 | 0.000 | 0.000 |
| 25 | 33.84 | -49.71 | -25.81 | 0.30 | 29.26 | 0.000 | 0.000 |

$\Sigma W_i = 15553,41$ [daN]
 $\Sigma W_i \sin\alpha_i = 5820,83$ [daN]
 $\Sigma W_i \cos\alpha_i \tan\phi_i = 7801,34$ [daN]
 $\Sigma c_i b_i / \cos\alpha_i = 0,00$ [daN]

COMBINAZIONE n° 15

Valore della spinta statica 847,45 [daN]
Componente orizzontale della spinta statica 775,06 [daN]
Componente verticale della spinta statica 342,70 [daN]
Punto d'applicazione della spinta X = 0,50 [m] Y = -1,31 [m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie 23,85 [°]
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche 58,94 [°]

Incremento sismico della spinta 229,59 [daN]
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta X = 0,50 [m] Y = -1,00 [m]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche 54,76 [°]

Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte 1170,00 [daN]
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte X = 0,25 [m] Y = -0,65 [m]
Inerzia del muro 223,84 [daN]
Inerzia verticale del muro 111,92 [daN]

| | | | | | | | |
|---|---|---|--|------------|-------------|----|------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | | | | | |
| RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE | | <i>Codice documento</i> ST0052_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 | | | | | | |

Inerzia del terrapieno fondazione di monte 104,76 [daN]
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte 52,38 [daN]

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale 1313,63 [daN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale 4269,84 [daN]
Resistenza passiva dente di fondazione -2381,77 [daN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione 4269,84 [daN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione 1313,63 [daN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione -0,05 [m]
Lunghezza fondazione reagente 1,30 [m]
Risultante in fondazione 4467,35 [daN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale) 17,10 [°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione -219,65 [daNm]
Carico ultimo della fondazione 166405,81 [daN]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente 1,30 [m]
Tensione terreno allo spigolo di valle 0,2505 [daN/cm²]
Tensione terreno allo spigolo di monte 0,4064 [daN/cm²]

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 2.23
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo 38.97

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 | 0,65 | 487,50 | 47,47 | 174,52 |
| 3 | 1,30 | 975,00 | 263,85 | 519,43 |

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 | 213,08 | 902,31 |

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

| | | | | |
|---|---|---|--|------------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | | |
| | | RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE | <i>Codice documento</i> ST0052_F0.doc | <i>Rev</i> F0 |

| Nr. | X | M | T |
|-----|------|--------|--------|
| 1 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 2 | 0,50 | -13,21 | -12,81 |

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 _{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 | 0,00 | 100, 30 | 12,32 | 7,70 | 0 | 0 | 1000,00 | 13918 | -- | -- |
| 2 | 0,65 | 100, 30 | 12,32 | 7,70 | 234936 | -22878 | 481,92 | 13984 | -- | -- |
| 3 | 1,30 | 100, 30 | 12,32 | 7,70 | 75546 | -20444 | 77,48 | 14049 | -- | -- |

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 _{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 | 9,24 | 12,32 | 0 | 0 | 1000,00 | 16013 | -- | -- |
| 2 | 0,50 | 100, 40 | 9,24 | 12,32 | 0 | 12974 | 60,89 | 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 | 12,32 | 18,47 | 0 | 0 | 1000,00 | 16013 | -- | -- |
| 2 | 0,50 | 100, 40 | 12,32 | 12,32 | 0 | -17189 | 1301,60 | 16013 | -- | -- |

Verifica sperone di fondazione

| | |
|--|-----------------------------|
| Base sezione B= 100 cm | Altezza sezione H=30 [cm] |
| A _{fi} =6,16 [cmq] | A _{fs} =6,16 [cmq] |
| Sollecitazioni M=262,9 [daNm] | T=1313,6 [daN] |
| Momento ultimo sezione M _u = 6337,17 [daNm] | |
| Coeff. sicurezza sezione = 24,11 | |

COMBINAZIONE n° 16

| | | | | | | | |
|---|---|---|--|------------|-------------|----|------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | | | | | |
| RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE | | <i>Codice documento</i> ST0052_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 | | | | | | |

| | | | | |
|--|----------|-------|-----------|-----|
| Valore della spinta statica | 847,45 | [daN] | | |
| Componente orizzontale della spinta statica | 775,06 | [daN] | | |
| Componente verticale della spinta statica | 342,70 | [daN] | | |
| Punto d'applicazione della spinta | X = 0,50 | [m] | Y = -1,31 | [m] |
| Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie | 23,85 | [°] | | |
| Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche | 58,94 | [°] | | |
| | | | | |
| Incremento sismico della spinta | 155,54 | [daN] | | |
| Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta | X = 0,50 | [m] | Y = -1,00 | [m] |
| Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche | 54,32 | [°] | | |
| | | | | |
| Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte | 1170,00 | [daN] | | |
| Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte | X = 0,25 | [m] | Y = -0,65 | [m] |
| Inerzia del muro | 223,84 | [daN] | | |
| Inerzia verticale del muro | -111,92 | [daN] | | |
| Inerzia del terrapieno fondazione di monte | 104,76 | [daN] | | |
| Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte | -52,38 | [daN] | | |

Risultanti

| | | | | |
|---|-----------|--------|--|--|
| Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale | 1245,91 | [daN] | | |
| Risultante dei carichi applicati in dir. verticale | 3911,31 | [daN] | | |
| Resistenza passiva dente di fondazione | -2200,90 | [daN] | | |
| Sforzo normale sul piano di posa della fondazione | 3911,31 | [daN] | | |
| Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione | 1245,91 | [daN] | | |
| Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione | -0,05 | [m] | | |
| Lunghezza fondazione reagente | 1,30 | [m] | | |
| Risultante in fondazione | 4104,95 | [daN] | | |
| Inclinazione della risultante (rispetto alla normale) | 17,67 | [°] | | |
| Momento rispetto al baricentro della fondazione | -195,75 | [daNm] | | |
| Carico ultimo della fondazione | 166793,24 | [daN] | | |

Tensioni sul terreno

| | | |
|--|--------|------------------------|
| Lunghezza fondazione reagente | 1,30 | [m] |
| Tensione terreno allo spigolo di valle | 0,2314 | [daN/cm ²] |
| Tensione terreno allo spigolo di monte | 0,3704 | [daN/cm ²] |

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 2.17

Coefficiente di sicurezza a carico ultimo 42.64

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 | 0,65 | 487,50 | 42,63 | 159,61 |
| 3 | 1,30 | 975,00 | 244,47 | 489,62 |

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

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|------------|-------------|----|------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | | | | | |
| RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE | | <i>Codice documento</i> ST0052_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 | | | | | | |

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 | 186,49 | 790,51 |

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 | 0,50 | -55,57 | -176,81 |

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_{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

VR_{cd} Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [daN]

VR_{sd} Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [daN]

VR_d 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 | 12,32 | 7,70 | 0 | 0 | 1000,00 | 13918 | -- | -- |
| 2 | 0,65 | 100, 30 | 12,32 | 7,70 | 251472 | -21989 | 515,84 | 13984 | -- | -- |
| 3 | 1,30 | 100, 30 | 12,32 | 7,70 | 84763 | -21253 | 86,94 | 14049 | -- | -- |

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

VR_{cd} Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [daN]

VR_{sd} Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [daN]

VR_d 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 | 9,24 | 12,32 | 0 | 0 | 1000,00 | 16013 | -- | -- |
| 2 | 0,50 | 100, 40 | 9,24 | 12,32 | 0 | 12974 | 69,57 | 15220 | -- | -- |

Fondazione di monte

| | | | | |
|---|---|---|------------------|---------------------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | | |
| RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE | | <i>Codice documento</i> ST0052_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 _{fs} | A _{fi} | N _u | M _u | CS | V _{Rd} | V _{Rcd} | V _{Rsd} |
|-----|------|---------|-----------------|-----------------|----------------|----------------|---------|-----------------|------------------|------------------|
| 1 | 0,00 | 100, 40 | 12,32 | 18,47 | 0 | 0 | 1000,00 | 16013 | -- | -- |
| 2 | 0,50 | 100, 40 | 12,32 | 12,32 | 0 | -17189 | 309,34 | 16013 | -- | -- |

Verifica sperone di fondazione

Base sezione B= 100 cm Altezza sezione H=30 [cm]
A_{fi}=6,16 [cmq] A_{fs}=6,16 [cmq]
Sollecitazioni M=249,3 [daNm] T=1245,9 [daN]
Momento ultimo sezione M_u = 6337,17 [daNm]
Coeff.sicurezza sezione = 25,42

COMBINAZIONE n° 17

Valore della spinta statica 1066,13 [daN]
Componente orizzontale della spinta statica 1005,07 [daN]
Componente verticale della spinta statica 355,63 [daN]
Punto d'applicazione della spinta X = 0,50 [m] Y = -1,31 [m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie 19,49 [°]
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche 55,62 [°]

Incremento sismico della spinta 263,53 [daN]
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta X = 0,50 [m] Y = -1,00 [m]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche 51,00 [°]

Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte 1170,00 [daN]
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte X = 0,25 [m] Y = -0,65 [m]
Inerzia del muro 223,84 [daN]
Inerzia verticale del muro 111,92 [daN]
Inerzia del terrapieno fondazione di monte 104,76 [daN]
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte 52,38 [daN]

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale 1582,10 [daN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale 4277,84 [daN]
Resistenza passiva dente di fondazione -1972,88 [daN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione 4277,84 [daN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione 1582,10 [daN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione -0,03 [m]
Lunghezza fondazione reagente 1,30 [m]
Risultante in fondazione 4561,02 [daN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale) 20,30 [°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione -111,38 [daNm]
Carico ultimo della fondazione 65585,15 [daN]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente 1,30 [m]
Tensione terreno allo spigolo di valle 0,2895 [daN/cm²]
Tensione terreno allo spigolo di monte 0,3686 [daN/cm²]

Fattori per il calcolo della capacità portante

Coeff. capacità portante N_c = 77.50 N_q = 61.55 N_γ = 80.93

Fattori forma s_c = 1,00 s_q = 1,00 s_γ = 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'_γ = 80.93

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a scorrimento 1.51
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo 15.33

Sollecitazioni paramento

| | | | | |
|---|---|---|------------------|---------------------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | | |
| RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE | | <i>Codice documento</i> ST0052_F0.doc | <i>Rev</i> F0 | <i>Data</i> 20-06-2011 |

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 | 0,65 | 487,50 | 55,52 | 207,53 |
| 3 | 1,30 | 975,00 | 317,50 | 634,94 |

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 | 249,57 | 1023,65 |

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 | 0,50 | -48,16 | -128,00 |

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

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

V_{Rsds} 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 _{Rsds} |
|-----|------|---------|-----------------|-----------------|----------------|----------------|---------|-----------------|------------------|-------------------|
| 1 | 0,00 | 100, 30 | 12,32 | 7,70 | 0 | 0 | 1000,00 | 13918 | -- | -- |
| 2 | 0,65 | 100, 30 | 12,32 | 7,70 | 211381 | -24073 | 433,60 | 13984 | -- | -- |
| 3 | 1,30 | 100, 30 | 12,32 | 7,70 | 58066 | -18909 | 59,55 | 14049 | -- | -- |

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_{fi} area di armatura in corrispondenza del lembo inferiore in [cmq]

| | | | | |
|---|---|---|------------------|---------------------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | | |
| RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE | | <i>Codice documento</i> ST0052_F0.doc | <i>Rev</i> F0 | <i>Data</i> 20-06-2011 |

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 | 9,24 | 12,32 | 0 | 0 | 1000,00 | 16013 | -- | -- |
| 2 | 0,50 | 100, 40 | 9,24 | 12,32 | 0 | 12974 | 51,99 | 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_{fs} | A_{fi} | N_u | M_u | CS | V_{Rd} | V_{Rcd} | V_{Rsd} |
|-----|------|---------|----------|----------|-------|--------|---------|----------|-----------|-----------|
| 1 | 0,00 | 100, 40 | 12,32 | 18,47 | 0 | 0 | 1000,00 | 16013 | -- | -- |
| 2 | 0,50 | 100, 40 | 12,32 | 12,32 | 0 | -17189 | 356,89 | 16013 | -- | -- |

Verifica sperone di fondazione

Base sezione B= 100 cm Altezza sezione H=30 [cm]
 $A_{fi}=6,16$ [cmq] $A_{fs}=6,16$ [cmq]
Sollecitazioni M=316,6 [daNm] T=1582,1 [daN]
Momento ultimo sezione $M_u = 6337,17$ [daNm]
Coeff.sicurezza sezione = 20,02

COMBINAZIONE n° 18

Valore della spinta statica 1066,13 [daN]
Componente orizzontale della spinta statica 1005,07 [daN]
Componente verticale della spinta statica 355,63 [daN]
Punto d'applicazione della spinta X = 0,50 [m] Y = -1,31 [m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie 19,49 [°]
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche 55,62 [°]

Incremento sismico della spinta 170,21 [daN]
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta X = 0,50 [m] Y = -1,00 [m]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche 50,56 [°]

Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte 1170,00 [daN]
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte X = 0,25 [m] Y = -0,65 [m]
Inerzia del muro 223,84 [daN]
Inerzia verticale del muro -111,92 [daN]
Inerzia del terrapieno fondazione di monte 104,76 [daN]
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte -52,38 [daN]

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale 1494,12 [daN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale 3918,11 [daN]
Resistenza passiva dente di fondazione -1820,41 [daN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione 3918,11 [daN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione 1494,12 [daN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione -0,03 [m]
Lunghezza fondazione reagente 1,30 [m]
Risultante in fondazione 4193,33 [daN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale) 20,87 [°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione -100,88 [daNm]
Carico ultimo della fondazione 65615,60 [daN]

Tensioni sul terreno

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|------------|-------------|----|------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | | | | | |
| RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE | | <i>Codice documento</i> ST0052_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 1,30 [m]
Tensione terreno allo spigolo di valle 0,2656 [daN/cm²]
Tensione terreno allo spigolo di monte 0,3372 [daN/cm²]

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 1.47

Coefficiente di sicurezza a carico ultimo 16.75

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 | 0,65 | 487,50 | 49,26 | 188,27 |
| 3 | 1,30 | 975,00 | 292,46 | 596,40 |

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 | 218,45 | 896,76 |

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 | 0,50 | -86,22 | -277,83 |

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_{fs} area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [cm²]

A_{fi} area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [cm²]

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]

| | | | | |
|---|---|---|------------------|---------------------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | | |
| RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE | | <i>Codice documento</i> ST0052_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 _{fs} | A _{fi} | N _u | M _u | CS | V _{Rd} | V _{Rcd} | V _{Rsd} |
|-----|------|---------|-----------------|-----------------|----------------|----------------|---------|-----------------|------------------|------------------|
| 1 | 0,00 | 100, 30 | 12,32 | 7,70 | 0 | 0 | 1000,00 | 13918 | -- | -- |
| 2 | 0,65 | 100, 30 | 12,32 | 7,70 | 229382 | -23177 | 470,53 | 13984 | -- | -- |
| 3 | 1,30 | 100, 30 | 12,32 | 7,70 | 65097 | -19526 | 66,77 | 14049 | -- | -- |

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_{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 | 9,24 | 12,32 | 0 | 0 | 1000,00 | 16013 | -- | -- |
| 2 | 0,50 | 100, 40 | 9,24 | 12,32 | 0 | 12974 | 59,39 | 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 | 12,32 | 18,47 | 0 | 0 | 1000,00 | 16013 | -- | -- |
| 2 | 0,50 | 100, 40 | 12,32 | 12,32 | 0 | -17189 | 199,37 | 16013 | -- | -- |

Verifica sperone di fondazione

Base sezione B= 100 cm Altezza sezione H=30 [cm]
A_{fi}=6,16 [cmq] A_{fs}=6,16 [cmq]
Sollecitazioni M=299,0 [daNm] T=1494,1 [daN]
Momento ultimo sezione M_u = 6337,17 [daNm]
Coeff.sicurezza sezione = 21,20

COMBINAZIONE n° 19

Valore della spinta statica 1066,13 [daN]
Componente orizzontale della spinta statica 1005,07 [daN]
Componente verticale della spinta statica 355,63 [daN]
Punto d'applicazione della spinta X = 0,50 [m] Y = -1,31 [m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie 19,49 [°]
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche 55,62 [°]
Incremento sismico della spinta 263,53 [daN]
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta X = 0,50 [m] Y = -1,00 [m]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche 51,00 [°]
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte 1170,00 [daN]
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte X = 0,25 [m] Y = -0,65 [m]
Inerzia del muro 223,84 [daN]
Inerzia verticale del muro 111,92 [daN]
Inerzia del terrapieno fondazione di monte 104,76 [daN]

| | | | | | | | |
|---|---|---|--|------------|-------------|----|------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | | | | | |
| RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE | | <i>Codice documento</i> ST0052_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 | | | | | | |

Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte 52,38 [daN]

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale 1582,10 [daN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale 4277,84 [daN]
Resistenza passiva dente di fondazione -1972,88 [daN]
Momento ribaltante rispetto allo spigolo a valle 783,41 [daNm]
Momento stabilizzante rispetto allo spigolo a valle 3675,38 [daNm]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione 4277,84 [daN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione 1582,10 [daN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione -0,03 [m]
Lunghezza fondazione reagente 1,30 [m]
Risultante in fondazione 4561,02 [daN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale) 20,30 [°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione -111,38 [daNm]

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a ribaltamento 4.69

COMBINAZIONE n° 20

Valore della spinta statica 1066,13 [daN]
Componente orizzontale della spinta statica 1005,07 [daN]
Componente verticale della spinta statica 355,63 [daN]
Punto d'applicazione della spinta X = 0,50 [m] Y = -1,31 [m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie 19,49 [°]
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche 55,62 [°]
Incremento sismico della spinta 170,21 [daN]
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta X = 0,50 [m] Y = -1,00 [m]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche 50,56 [°]
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte 1170,00 [daN]
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte X = 0,25 [m] Y = -0,65 [m]
Inerzia del muro 223,84 [daN]
Inerzia verticale del muro -111,92 [daN]
Inerzia del terrapieno fondazione di monte 104,76 [daN]
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte -52,38 [daN]

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale 1494,12 [daN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale 3918,11 [daN]
Resistenza passiva dente di fondazione -1820,41 [daN]
Momento ribaltante rispetto allo spigolo a valle 854,48 [daNm]
Momento stabilizzante rispetto allo spigolo a valle 3502,13 [daNm]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione 3918,11 [daN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione 1494,12 [daN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione -0,03 [m]
Lunghezza fondazione reagente 1,30 [m]
Risultante in fondazione 4193,33 [daN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale) 20,87 [°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione -100,88 [daNm]

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a ribaltamento 4.10

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]
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

| | | | | |
|---|---|---|------------------|---------------------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | | |
| RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE | | <i>Codice documento</i> ST0052_F0.doc | <i>Rev</i> F0 | <i>Data</i> 20-06-2011 |

c coesione del terreno lungo la base della striscia espressa in [daN/cm²]
b larghezza della striscia espressa in [m]
u pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [daN/cm²]

Metodo di Fellenius

Numero di cerchi analizzati 36

Numero di strisce 25

Cerchio critico

Coordinate del centro X[m]= -0,65 Y[m]= 0,32

Raggio del cerchio R[m]= 2,59

Ascissa a valle del cerchio Xi[m]= -2,68

Ascissa a monte del cerchio Xs[m]= 1,93

Larghezza della striscia dx[m]= 0,18

Coefficiente di sicurezza C= 1.77

Le strisce sono numerate da monte verso valle

Caratteristiche delle strisce

| Striscia | W | $\alpha(^{\circ})$ | $W\sin\alpha$ | $b/\cos\alpha$ | ϕ | c | u |
|----------|--------|--------------------|---------------|----------------|--------|-------|-------|
| 1 | 111.62 | 74.69 | 107.66 | 0.70 | 29.26 | 0.000 | 0.000 |
| 2 | 282.95 | 62.90 | 251.90 | 0.40 | 29.26 | 0.000 | 0.000 |
| 3 | 386.10 | 54.88 | 315.82 | 0.32 | 29.26 | 0.000 | 0.000 |
| 4 | 463.80 | 48.28 | 346.16 | 0.28 | 29.26 | 0.000 | 0.000 |
| 5 | 526.00 | 42.45 | 355.02 | 0.25 | 29.59 | 0.000 | 0.000 |
| 6 | 577.08 | 37.13 | 348.35 | 0.23 | 32.01 | 0.000 | 0.000 |
| 7 | 619.42 | 32.17 | 329.77 | 0.22 | 32.01 | 0.000 | 0.000 |
| 8 | 676.39 | 27.46 | 311.93 | 0.21 | 32.01 | 0.000 | 0.000 |
| 9 | 773.61 | 22.95 | 301.68 | 0.20 | 32.01 | 0.000 | 0.000 |
| 10 | 773.06 | 18.59 | 246.44 | 0.19 | 32.01 | 0.000 | 0.000 |
| 11 | 864.81 | 14.34 | 214.13 | 0.19 | 32.01 | 0.000 | 0.000 |
| 12 | 957.15 | 10.16 | 168.87 | 0.19 | 32.01 | 0.000 | 0.000 |
| 13 | 426.88 | 6.04 | 44.93 | 0.19 | 32.01 | 0.000 | 0.000 |
| 14 | 371.36 | 1.95 | 12.66 | 0.18 | 32.01 | 0.000 | 0.000 |
| 15 | 361.66 | -2.12 | -13.41 | 0.18 | 32.01 | 0.000 | 0.000 |
| 16 | 315.22 | -6.21 | -34.12 | 0.19 | 32.01 | 0.000 | 0.000 |
| 17 | 306.32 | -10.34 | -54.96 | 0.19 | 32.01 | 0.000 | 0.000 |
| 18 | 292.84 | -14.51 | -73.38 | 0.19 | 32.01 | 0.000 | 0.000 |
| 19 | 274.55 | -18.77 | -88.34 | 0.19 | 32.01 | 0.000 | 0.000 |
| 20 | 251.12 | -23.14 | -98.68 | 0.20 | 32.01 | 0.000 | 0.000 |
| 21 | 222.05 | -27.66 | -103.07 | 0.21 | 32.01 | 0.000 | 0.000 |
| 22 | 186.68 | -32.37 | -99.94 | 0.22 | 32.01 | 0.000 | 0.000 |
| 23 | 144.01 | -37.35 | -87.36 | 0.23 | 32.01 | 0.000 | 0.000 |
| 24 | 92.52 | -42.68 | -62.72 | 0.25 | 29.26 | 0.000 | 0.000 |
| 25 | 29.78 | -48.53 | -22.31 | 0.28 | 29.26 | 0.000 | 0.000 |

$\Sigma W_i = 10286,99$ [daN]

$\Sigma W_i \sin\alpha_i = 2617,03$ [daN]

$\Sigma W_i \cos\alpha_i \tan\phi_i = 5546,21$ [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]

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/cm²]

b larghezza della striscia espressa in [m]

u pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [daN/cm²]

Metodo di Fellenius

| | | | | |
|---|---|---|------------------|---------------------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | | |
| RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE | | <i>Codice documento</i> ST0052_F0.doc | <i>Rev</i> F0 | <i>Data</i> 20-06-2011 |

Numero di cerchi analizzati 36
Numero di strisce 25

Cerchio critico
Coordinate del centro X[m]= -0,65 Y[m]= 0,32
Raggio del cerchio R[m]= 2,59
Ascissa a valle del cerchio Xi[m]= -2,68
Ascissa a monte del cerchio Xs[m]= 1,93
Larghezza della striscia dx[m]= 0,18
Coefficiente di sicurezza C= 1.75
Le strisce sono numerate da monte verso valle

Caratteristiche delle strisce

| Striscia | W | $\alpha(^{\circ})$ | $W\sin\alpha$ | $b/\cos\alpha$ | ϕ | c | u |
|----------|--------|--------------------|---------------|----------------|--------|-------|-------|
| 1 | 111.62 | 74.69 | 107.66 | 0.70 | 29.26 | 0.000 | 0.000 |
| 2 | 282.95 | 62.90 | 251.90 | 0.40 | 29.26 | 0.000 | 0.000 |
| 3 | 386.10 | 54.88 | 315.82 | 0.32 | 29.26 | 0.000 | 0.000 |
| 4 | 463.80 | 48.28 | 346.16 | 0.28 | 29.26 | 0.000 | 0.000 |
| 5 | 526.00 | 42.45 | 355.02 | 0.25 | 29.59 | 0.000 | 0.000 |
| 6 | 577.08 | 37.13 | 348.35 | 0.23 | 32.01 | 0.000 | 0.000 |
| 7 | 619.42 | 32.17 | 329.77 | 0.22 | 32.01 | 0.000 | 0.000 |
| 8 | 676.39 | 27.46 | 311.93 | 0.21 | 32.01 | 0.000 | 0.000 |
| 9 | 773.61 | 22.95 | 301.68 | 0.20 | 32.01 | 0.000 | 0.000 |
| 10 | 773.06 | 18.59 | 246.44 | 0.19 | 32.01 | 0.000 | 0.000 |
| 11 | 864.81 | 14.34 | 214.13 | 0.19 | 32.01 | 0.000 | 0.000 |
| 12 | 957.15 | 10.16 | 168.87 | 0.19 | 32.01 | 0.000 | 0.000 |
| 13 | 426.88 | 6.04 | 44.93 | 0.19 | 32.01 | 0.000 | 0.000 |
| 14 | 371.36 | 1.95 | 12.66 | 0.18 | 32.01 | 0.000 | 0.000 |
| 15 | 361.66 | -2.12 | -13.41 | 0.18 | 32.01 | 0.000 | 0.000 |
| 16 | 315.22 | -6.21 | -34.12 | 0.19 | 32.01 | 0.000 | 0.000 |
| 17 | 306.32 | -10.34 | -54.96 | 0.19 | 32.01 | 0.000 | 0.000 |
| 18 | 292.84 | -14.51 | -73.38 | 0.19 | 32.01 | 0.000 | 0.000 |
| 19 | 274.55 | -18.77 | -88.34 | 0.19 | 32.01 | 0.000 | 0.000 |
| 20 | 251.12 | -23.14 | -98.68 | 0.20 | 32.01 | 0.000 | 0.000 |
| 21 | 222.05 | -27.66 | -103.07 | 0.21 | 32.01 | 0.000 | 0.000 |
| 22 | 186.68 | -32.37 | -99.94 | 0.22 | 32.01 | 0.000 | 0.000 |
| 23 | 144.01 | -37.35 | -87.36 | 0.23 | 32.01 | 0.000 | 0.000 |
| 24 | 92.52 | -42.68 | -62.72 | 0.25 | 29.26 | 0.000 | 0.000 |
| 25 | 29.78 | -48.53 | -22.31 | 0.28 | 29.26 | 0.000 | 0.000 |

$\Sigma W_i = 10286,99$ [daN]
 $\Sigma W_i \sin\alpha_i = 2617,03$ [daN]
 $\Sigma W_i \cos\alpha_i \tan\phi_i = 5546,21$ [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 1805,31 [daN]
Componente orizzontale della spinta statica 1652,75 [daN]
Componente verticale della spinta statica 726,35 [daN]
Punto d'applicazione della spinta X = 0,50 [m] Y = -1,14 [m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie 23,72 [°]
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche 58,94 [°]

Incremento sismico della spinta 487,35 [daN]
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta X = 0,50 [m] Y = -1,00 [m]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche 54,76 [°]

Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte 2170,00 [daN]
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte X = 0,25 [m] Y = -0,65 [m]
Inerzia del muro 223,84 [daN]
Inerzia verticale del muro 111,92 [daN]
Inerzia del terrapieno fondazione di monte 194,29 [daN]

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|------------|-------------|----|------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | | | | | |
| RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE | | <i>Codice documento</i> ST0052_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 | | | | | | |

Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte 97,15 [daN]

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale 2517,04 [daN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale 5801,49 [daN]
Resistenza passiva dente di fondazione -3302,32 [daN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione 5801,49 [daN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione 2517,04 [daN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione -0,01 [m]
Lunghezza fondazione reagente 1,30 [m]
Risultante in fondazione 6323,99 [daN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale) 23,45 [°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione -64,12 [daNm]
Carico ultimo della fondazione 177634,45 [daN]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente 1,30 [m]
Tensione terreno allo spigolo di valle 0,4235 [daN/cm²]
Tensione terreno allo spigolo di monte 0,4690 [daN/cm²]

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 1.58

Coefficiente di sicurezza a carico ultimo 30.62

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 | 0,65 | 487,50 | 167,31 | 543,65 |
| 3 | 1,30 | 975,00 | 743,74 | 1258,16 |

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 | 411,68 | 1661,30 |

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

| | | | |
|---|---|---|---|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | |
| RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE | | <i>Codice documento</i> ST0052_F0.doc | <i>Rev</i> F0 <i>Data</i> 20-06-2011 |

| Nr. | X | M | T |
|-----|------|---------|---------|
| 1 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 2 | 0,50 | -167,26 | -593,62 |

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_{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 | 0,00 | 100, 30 | 12,32 | 7,70 | 0 | 0 | 1000,00 | 13918 | -- | -- |
| 2 | 0,65 | 100, 30 | 12,32 | 7,70 | 53780 | -18458 | 110,32 | 13984 | -- | -- |
| 3 | 1,30 | 100, 30 | 12,32 | 7,70 | 19025 | -14513 | 19,51 | 14049 | -- | -- |

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_{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 | 9,24 | 12,32 | 0 | 0 | 1000,00 | 16013 | -- | -- |
| 2 | 0,50 | 100, 40 | 9,24 | 12,32 | 0 | 12974 | 31,52 | 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 | 12,32 | 18,47 | 0 | 0 | 1000,00 | 16013 | -- | -- |
| 2 | 0,50 | 100, 40 | 12,32 | 12,32 | 0 | -17189 | 102,77 | 16013 | -- | -- |

Verifica sperone di fondazione

Base sezione B= 100 cm Altezza sezione H=30 [cm]
A_{fi}=6,16 [cmq] A_{fs}=6,16 [cmq]
Sollecitazioni M=503,7 [daNm] T=2517,0 [daN]
Momento ultimo sezione M_u = 6337,17 [daNm]
Coeff.sicurezza sezione = 12,58

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|------------|-------------|----|------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | | | | | |
| RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE | | <i>Codice documento</i> ST0052_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° 24

| | | | | |
|--|----------|-------|-----------|-----|
| Valore della spinta statica | 1805,31 | [daN] | | |
| Componente orizzontale della spinta statica | 1652,75 | [daN] | | |
| Componente verticale della spinta statica | 726,35 | [daN] | | |
| Punto d'applicazione della spinta | X = 0,50 | [m] | Y = -1,14 | [m] |
| Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie | 23,72 | [°] | | |
| Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche | 58,94 | [°] | | |
| Incremento sismico della spinta | 329,59 | [daN] | | |
| Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta | X = 0,50 | [m] | Y = -1,00 | [m] |
| Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche | 54,32 | [°] | | |
| Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte | 2170,00 | [daN] | | |
| Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte | X = 0,25 | [m] | Y = -0,65 | [m] |
| Inerzia del muro | 223,84 | [daN] | | |
| Inerzia verticale del muro | -111,92 | [daN] | | |
| Inerzia del terrapieno fondazione di monte | 194,29 | [daN] | | |
| Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte | -97,15 | [daN] | | |

Risultanti

| | | |
|---|-----------|--------|
| Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale | 2372,61 | [daN] |
| Risultante dei carichi applicati in dir. verticale | 5319,89 | [daN] |
| Resistenza passiva dente di fondazione | -3056,82 | [daN] |
| Sforzo normale sul piano di posa della fondazione | 5319,89 | [daN] |
| Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione | 2372,61 | [daN] |
| Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione | -0,01 | [m] |
| Lunghezza fondazione reagente | 1,30 | [m] |
| Risultante in fondazione | 5824,99 | [daN] |
| Inclinazione della risultante (rispetto alla normale) | 24,04 | [°] |
| Momento rispetto al baricentro della fondazione | -36,46 | [daNm] |
| Carico ultimo della fondazione | 178801,39 | [daN] |

Tensioni sul terreno

| | | |
|--|--------|------------------------|
| Lunghezza fondazione reagente | 1,30 | [m] |
| Tensione terreno allo spigolo di valle | 0,3963 | [daN/cm ²] |
| Tensione terreno allo spigolo di monte | 0,4222 | [daN/cm ²] |

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 1.54
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo 33.61

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 | 0,65 | 487,50 | 154,18 | 503,26 |
| 3 | 1,30 | 975,00 | 691,23 | 1177,37 |

Sollecitazioni fondazione di valle

| | | | | | | | |
|---|---|---|--|------------|-------------|----|------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | | | | | |
| RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE | | <i>Codice documento</i> ST0052_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° 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 | 374,49 | 1506,28 |

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 | 0,50 | -222,69 | -809,06 |

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_{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

VR_{cd} Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [daN]

VR_{sd} Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [daN]

VR_d 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 | 12,32 | 7,70 | 0 | 0 | 1000,00 | 13918 | -- | -- |
| 2 | 0,65 | 100, 30 | 12,32 | 7,70 | 60446 | -19118 | 123,99 | 13984 | -- | -- |
| 3 | 1,30 | 100, 30 | 12,32 | 7,70 | 20746 | -14708 | 21,28 | 14049 | -- | -- |

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

VR_{cd} Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [daN]

VR_{sd} Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [daN]

VR_d 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 | 9,24 | 12,32 | 0 | 0 | 1000,00 | 16013 | -- | -- |

| | | | | |
|---|---|---|------------------|---------------------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | | |
| RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE | | <i>Codice documento</i> ST0052_F0.doc | <i>Rev</i> F0 | <i>Data</i> 20-06-2011 |

2 0,50 100,40 9,24 12,32 0 12974 34,64 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 | 12,32 | 18,47 | 0 | 0 | 1000,00 | 16013 | -- | -- |
| 2 | 0,50 | 100,40 | 12,32 | 12,32 | 0 | -17189 | 77,19 | 16013 | -- | -- |

Verifica sperone di fondazione

Base sezione B= 100 cm Altezza sezione H=30 [cm]
A_{fi}=6,16 [cmq] A_{fs}=6,16 [cmq]
Sollecitazioni M=474,8 [daNm] T=2372,6 [daN]
Momento ultimo sezione M_u = 6337,17 [daNm]
Coeff. sicurezza sezione = 13,35

COMBINAZIONE n° 25

Valore della spinta statica 2269,10 [daN]
Componente orizzontale della spinta statica 2140,59 [daN]
Componente verticale della spinta statica 752,79 [daN]
Punto d'applicazione della spinta X = 0,50 [m] Y = -1,14 [m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie 19,38 [°]
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche 55,62 [°]

Incremento sismico della spinta 559,32 [daN]
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta X = 0,50 [m] Y = -1,00 [m]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche 51,00 [°]

Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte 2170,00 [daN]
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte X = 0,25 [m] Y = -0,65 [m]
Inerzia del muro 223,84 [daN]
Inerzia verticale del muro 111,92 [daN]
Inerzia del terrapieno fondazione di monte 194,29 [daN]
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte 97,15 [daN]

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale 3086,37 [daN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale 5817,41 [daN]
Resistenza passiva dente di fondazione -2813,54 [daN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione 5817,41 [daN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione 3086,37 [daN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione 0,04 [m]
Lunghezza fondazione reagente 1,30 [m]
Risultante in fondazione 6585,43 [daN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale) 27,95 [°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione 251,56 [daNm]
Carico ultimo della fondazione 63776,75 [daN]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente 1,30 [m]
Tensione terreno allo spigolo di valle 0,5368 [daN/cm²]
Tensione terreno allo spigolo di monte 0,3582 [daN/cm²]

Fattori per il calcolo della capacità portante

Coeff. capacità portante N_c = 77.50 N_q = 61.55 N_γ = 80.93

Fattori forma s_c = 1,00 s_q = 1,00 s_γ = 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'_γ = 80.93

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a scorrimento 1.05
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo 10.96

| | | | | | | | |
|---|---|---|--|------------|-------------|----|------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | | | | | |
| RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE | | <i>Codice documento</i> ST0052_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 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 | 0,65 | 487,50 | 207,38 | 675,32 |
| 3 | 1,30 | 975,00 | 925,65 | 1571,10 |

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 | 517,38 | 2012,27 |

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 | 0,50 | -269,90 | -932,33 |

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

VR_{cd} Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [daN]

VR_{sd} Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [daN]

VR_d 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 | 12,32 | 7,70 | 0 | 0 | 1000,00 | 13918 | -- | -- |
| 2 | 0,65 | 100, 30 | 12,32 | 7,70 | 39607 | -16849 | 81,24 | 13984 | -- | -- |
| 3 | 1,30 | 100, 30 | 12,32 | 7,70 | 14779 | -14031 | 15,16 | 14049 | -- | -- |

Armature e tensioni nei materiali della fondazione

Combinazione n° 25

Simbologia adottata

B base della sezione espressa in [cm]

| | | | | |
|---|---|---|------------------|---------------------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | | |
| RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE | | <i>Codice documento</i> ST0052_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] |
| 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 | 9,24 | 12,32 | 0 | 0 | 1000,00 | 16013 | -- | -- |
| 2 | 0,50 | 100, 40 | 9,24 | 12,32 | 0 | 12974 | 25,08 | 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 | 12,32 | 18,47 | 0 | 0 | 1000,00 | 16013 | -- | -- |
| 2 | 0,50 | 100, 40 | 12,32 | 12,32 | 0 | -17189 | 63,69 | 16013 | -- | -- |

Verifica sperone di fondazione

Base sezione B= 100 cm Altezza sezione H=30 [cm]
A_{fi}=6,16 [cmq] A_{fs}=6,16 [cmq]
Sollecitazioni M=617,6 [daNm] T=3086,4 [daN]
Momento ultimo sezione M_u = 6337,17 [daNm]
Coeff.sicurezza sezione = 10,26

COMBINAZIONE n° 26

| | | | |
|--|---------------|---------------|--|
| Valore della spinta statica | 2269,10 [daN] | | |
| Componente orizzontale della spinta statica | 2140,59 [daN] | | |
| Componente verticale della spinta statica | 752,79 [daN] | | |
| Punto d'applicazione della spinta | X = 0,50 [m] | Y = -1,14 [m] | |
| Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie | 19,38 [°] | | |
| Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche | 55,62 [°] | | |
| Incremento sismico della spinta | 360,68 [daN] | | |
| Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta | X = 0,50 [m] | Y = -1,00 [m] | |
| Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche | 50,56 [°] | | |
| Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte | 2170,00 [daN] | | |
| Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte | X = 0,25 [m] | Y = -0,65 [m] | |
| Inerzia del muro | 223,84 [daN] | | |
| Inerzia verticale del muro | -111,92 [daN] | | |
| Inerzia del terrapieno fondazione di monte | 194,29 [daN] | | |
| Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte | -97,15 [daN] | | |

Risultanti

| | |
|---|----------------|
| Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale | 2898,97 [daN] |
| Risultante dei carichi applicati in dir. verticale | 5333,38 [daN] |
| Resistenza passiva dente di fondazione | -2601,50 [daN] |
| Sforzo normale sul piano di posa della fondazione | 5333,38 [daN] |
| Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione | 2898,97 [daN] |
| Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione | 0,05 [m] |
| Lunghezza fondazione reagente | 1,30 [m] |
| Risultante in fondazione | 6070,34 [daN] |
| Inclinazione della risultante (rispetto alla normale) | 28,53 [°] |
| Momento rispetto al baricentro della fondazione | 250,75 [daNm] |
| Carico ultimo della fondazione | 63380,21 [daN] |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|------------|-------------|----|------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | | | | | |
| RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE | | <i>Codice documento</i> ST0052_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 1,30 [m]
Tensione terreno allo spigolo di valle 0,4993 [daN/cm²]
Tensione terreno allo spigolo di monte 0,3212 [daN/cm²]

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 1.03
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo 11.88

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 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 2 | 0,65 | 487,50 | 190,42 | 623,12 |
| 3 | 1,30 | 975,00 | 857,79 | 1466,70 |

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 | 470,57 | 1825,22 |

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 | 0,50 | -316,17 | -1117,61 |

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_{fs} area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [cm²]

A_{fi} area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [cm²]

N_u sforzo normale ultimo espresso in [daN]

| | | | | |
|---|---|---|------------------|---------------------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | | |
| RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE | | <i>Codice documento</i> ST0052_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]
 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 | 0,00 | 100, 30 | 12,32 | 7,70 | 0 | 0 | 1000,00 | 13918 | -- | -- |
| 2 | 0,65 | 100, 30 | 12,32 | 7,70 | 44581 | -17413 | 91,45 | 13984 | -- | -- |
| 3 | 1,30 | 100, 30 | 12,32 | 7,70 | 16121 | -14183 | 16,53 | 14049 | -- | -- |

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_{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]
 V_{Rd} 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 | 9,24 | 12,32 | 0 | 0 | 1000,00 | 16013 | -- | -- |
| 2 | 0,50 | 100, 40 | 9,24 | 12,32 | 0 | 12974 | 27,57 | 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 | 12,32 | 18,47 | 0 | 0 | 1000,00 | 16013 | -- | -- |
| 2 | 0,50 | 100, 40 | 12,32 | 12,32 | 0 | -17189 | 54,37 | 16013 | -- | -- |

Verifica sperone di fondazione

Base sezione B= 100 cm Altezza sezione H=30 [cm]
 A_{fi} =6,16 [cmq] A_{fs} =6,16 [cmq]
Sollecitazioni M =580,1 [daNm] T =2899,0 [daN]
Momento ultimo sezione M_u = 6337,17 [daNm]
Coeff.sicurezza sezione = 10,92

COMBINAZIONE n° 27

Valore della spinta statica 2269,10 [daN]
Componente orizzontale della spinta statica 2140,59 [daN]
Componente verticale della spinta statica 752,79 [daN]
Punto d'applicazione della spinta X = 0,50 [m] Y = -1,14 [m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie 19,38 [°]
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche 55,62 [°]

Incremento sismico della spinta 360,68 [daN]
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta X = 0,50 [m] Y = -1,00 [m]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche 50,56 [°]

Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte 2170,00 [daN]
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte X = 0,25 [m] Y = -0,65 [m]

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|------------|-------------|----|------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | | | | | |
| RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE | | <i>Codice documento</i> ST0052_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 | | | | | | |

Inerzia del muro 223,84 [daN]
Inerzia verticale del muro -111,92 [daN]
Inerzia del terrapieno fondazione di monte 194,29 [daN]
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte -97,15 [daN]

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale 2898,97 [daN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale 5333,38 [daN]
Resistenza passiva dente di fondazione -2601,50 [daN]
Momento ribaltante rispetto allo spigolo a valle 1934,23 [daNm]
Momento stabilizzante rispetto allo spigolo a valle 5150,18 [daNm]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione 5333,38 [daN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione 2898,97 [daN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione 0,05 [m]
Lunghezza fondazione reagente 1,30 [m]
Risultante in fondazione 6070,34 [daN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale) 28,53 [°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione 250,75 [daNm]

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a ribaltamento 2.66

COMBINAZIONE n° 28

Valore della spinta statica 2269,10 [daN]
Componente orizzontale della spinta statica 2140,59 [daN]
Componente verticale della spinta statica 752,79 [daN]
Punto d'applicazione della spinta X = 0,50 [m] Y = -1,14 [m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie 19,38 [°]
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche 55,62 [°]

Incremento sismico della spinta 559,32 [daN]
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta X = 0,50 [m] Y = -1,00 [m]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche 51,00 [°]

Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte 2170,00 [daN]
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte X = 0,25 [m] Y = -0,65 [m]
Inerzia del muro 223,84 [daN]
Inerzia verticale del muro 111,92 [daN]
Inerzia del terrapieno fondazione di monte 194,29 [daN]
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte 97,15 [daN]

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale 3086,37 [daN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale 5817,41 [daN]
Resistenza passiva dente di fondazione -2813,54 [daN]
Momento ribaltante rispetto allo spigolo a valle 1885,88 [daNm]
Momento stabilizzante rispetto allo spigolo a valle 5415,64 [daNm]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione 5817,41 [daN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione 3086,37 [daN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione 0,04 [m]
Lunghezza fondazione reagente 1,30 [m]
Risultante in fondazione 6585,43 [daN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale) 27,95 [°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione 251,56 [daNm]

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a ribaltamento 2.87

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)

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|------------|-------------|----|------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | | | | | |
| RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE | | <i>Codice documento</i> ST0052_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 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/cm²]
b larghezza della striscia espressa in [m]
u pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [daN/cm²]

Metodo di Fellenius

Numero di cerchi analizzati 36

Numero di strisce 25

Cerchio critico

Coordinate del centro X[m]= -0,81 Y[m]= 0,32

Raggio del cerchio R[m]= 2,67

Ascissa a valle del cerchio Xi[m]= -2,93

Ascissa a monte del cerchio Xs[m]= 1,85

Larghezza della striscia dx[m]= 0,19

Coefficiente di sicurezza C= 1.27

Le strisce sono numerate da monte verso valle

Caratteristiche delle strisce

| Striscia | W | $\alpha(^{\circ})$ | Wsin α | b/cos α | ϕ | c | u |
|----------|---------|--------------------|---------------|----------------|--------|-------|-------|
| 1 | 501.86 | 74.57 | 483.77 | 0.72 | 29.26 | 0.000 | 0.000 |
| 2 | 685.94 | 63.05 | 611.46 | 0.42 | 29.26 | 0.000 | 0.000 |
| 3 | 797.62 | 54.93 | 652.83 | 0.33 | 29.26 | 0.000 | 0.000 |
| 4 | 881.43 | 48.26 | 657.74 | 0.29 | 29.26 | 0.000 | 0.000 |
| 5 | 948.40 | 42.39 | 639.39 | 0.26 | 30.53 | 0.000 | 0.000 |
| 6 | 1003.30 | 37.03 | 604.23 | 0.24 | 32.01 | 0.000 | 0.000 |
| 7 | 1048.73 | 32.03 | 556.21 | 0.23 | 32.01 | 0.000 | 0.000 |
| 8 | 1175.52 | 27.29 | 539.00 | 0.22 | 32.01 | 0.000 | 0.000 |
| 9 | 1195.44 | 22.75 | 462.26 | 0.21 | 32.01 | 0.000 | 0.000 |
| 10 | 1125.00 | 18.35 | 354.23 | 0.20 | 32.01 | 0.000 | 0.000 |
| 11 | 1006.09 | 14.07 | 244.54 | 0.20 | 32.01 | 0.000 | 0.000 |
| 12 | 541.87 | 9.86 | 92.80 | 0.19 | 32.01 | 0.000 | 0.000 |
| 13 | 407.44 | 5.71 | 40.53 | 0.19 | 32.01 | 0.000 | 0.000 |
| 14 | 403.33 | 1.59 | 11.16 | 0.19 | 32.01 | 0.000 | 0.000 |
| 15 | 357.55 | -2.53 | -15.78 | 0.19 | 32.01 | 0.000 | 0.000 |
| 16 | 352.25 | -6.66 | -40.83 | 0.19 | 32.01 | 0.000 | 0.000 |
| 17 | 342.11 | -10.82 | -64.22 | 0.19 | 32.01 | 0.000 | 0.000 |
| 18 | 326.97 | -15.04 | -84.85 | 0.20 | 32.01 | 0.000 | 0.000 |
| 19 | 306.56 | -19.35 | -101.57 | 0.20 | 32.01 | 0.000 | 0.000 |
| 20 | 280.49 | -23.77 | -113.08 | 0.21 | 32.01 | 0.000 | 0.000 |
| 21 | 248.22 | -28.36 | -117.90 | 0.22 | 32.01 | 0.000 | 0.000 |
| 22 | 208.94 | -33.15 | -114.25 | 0.23 | 32.01 | 0.000 | 0.000 |
| 23 | 161.50 | -38.22 | -99.92 | 0.24 | 32.01 | 0.000 | 0.000 |
| 24 | 104.12 | -43.68 | -71.91 | 0.26 | 29.26 | 0.000 | 0.000 |
| 25 | 33.84 | -49.71 | -25.81 | 0.30 | 29.26 | 0.000 | 0.000 |

$\Sigma W_i = 14444,53$ [daN]

$\Sigma W_i \sin \alpha_i = 5100,04$ [daN]

$\Sigma W_i \cos \alpha_i \tan \phi_i = 7332,32$ [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]

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/cm²]

b larghezza della striscia espressa in [m]

| | | | | |
|---|---|---|------------------|---------------------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | | |
| RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE | | <i>Codice documento</i> ST0052_F0.doc | <i>Rev</i> F0 | <i>Data</i> 20-06-2011 |

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]= -0,81 Y[m]= 0,32

Raggio del cerchio R[m]= 2,67

Ascissa a valle del cerchio Xi[m]= -2,93

Ascissa a monte del cerchio Xs[m]= 1,85

Larghezza della striscia dx[m]= 0,19

Coefficiente di sicurezza C= 1.26

Le strisce sono numerate da monte verso valle

Caratteristiche delle strisce

| Striscia | W | $\alpha(^{\circ})$ | $W\sin\alpha$ | $b/\cos\alpha$ | ϕ | c | u |
|----------|---------|--------------------|---------------|----------------|--------|-------|-------|
| 1 | 501.86 | 74.57 | 483.77 | 0.72 | 29.26 | 0.000 | 0.000 |
| 2 | 685.94 | 63.05 | 611.46 | 0.42 | 29.26 | 0.000 | 0.000 |
| 3 | 797.62 | 54.93 | 652.83 | 0.33 | 29.26 | 0.000 | 0.000 |
| 4 | 881.43 | 48.26 | 657.74 | 0.29 | 29.26 | 0.000 | 0.000 |
| 5 | 948.40 | 42.39 | 639.39 | 0.26 | 30.53 | 0.000 | 0.000 |
| 6 | 1003.30 | 37.03 | 604.23 | 0.24 | 32.01 | 0.000 | 0.000 |
| 7 | 1048.73 | 32.03 | 556.21 | 0.23 | 32.01 | 0.000 | 0.000 |
| 8 | 1175.52 | 27.29 | 539.00 | 0.22 | 32.01 | 0.000 | 0.000 |
| 9 | 1195.44 | 22.75 | 462.26 | 0.21 | 32.01 | 0.000 | 0.000 |
| 10 | 1125.00 | 18.35 | 354.23 | 0.20 | 32.01 | 0.000 | 0.000 |
| 11 | 1006.09 | 14.07 | 244.54 | 0.20 | 32.01 | 0.000 | 0.000 |
| 12 | 541.87 | 9.86 | 92.80 | 0.19 | 32.01 | 0.000 | 0.000 |
| 13 | 407.44 | 5.71 | 40.53 | 0.19 | 32.01 | 0.000 | 0.000 |
| 14 | 403.33 | 1.59 | 11.16 | 0.19 | 32.01 | 0.000 | 0.000 |
| 15 | 357.55 | -2.53 | -15.78 | 0.19 | 32.01 | 0.000 | 0.000 |
| 16 | 352.25 | -6.66 | -40.83 | 0.19 | 32.01 | 0.000 | 0.000 |
| 17 | 342.11 | -10.82 | -64.22 | 0.19 | 32.01 | 0.000 | 0.000 |
| 18 | 326.97 | -15.04 | -84.85 | 0.20 | 32.01 | 0.000 | 0.000 |
| 19 | 306.56 | -19.35 | -101.57 | 0.20 | 32.01 | 0.000 | 0.000 |
| 20 | 280.49 | -23.77 | -113.08 | 0.21 | 32.01 | 0.000 | 0.000 |
| 21 | 248.22 | -28.36 | -117.90 | 0.22 | 32.01 | 0.000 | 0.000 |
| 22 | 208.94 | -33.15 | -114.25 | 0.23 | 32.01 | 0.000 | 0.000 |
| 23 | 161.50 | -38.22 | -99.92 | 0.24 | 32.01 | 0.000 | 0.000 |
| 24 | 104.12 | -43.68 | -71.91 | 0.26 | 29.26 | 0.000 | 0.000 |
| 25 | 33.84 | -49.71 | -25.81 | 0.30 | 29.26 | 0.000 | 0.000 |

$\Sigma W_i = 14444,53$ [daN]

$\Sigma W_i \sin\alpha_i = 5100,04$ [daN]

$\Sigma W_i \cos\alpha_i \tan\phi_i = 7332,32$ [daN]

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

COMBINAZIONE n° 31

Valore della spinta statica 1805,31 [daN]

Componente orizzontale della spinta statica 1652,75 [daN]

Componente verticale della spinta statica 726,35 [daN]

Punto d'applicazione della spinta X = 0,50 [m] Y = -1,14 [m]

Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie 23,72 [°]

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

Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte 2170,00 [daN]

Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte X = 0,25 [m] Y = -0,65 [m]

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale 1652,75 [daN]

Risultante dei carichi applicati in dir. verticale 5396,35 [daN]

Resistenza passiva dente di fondazione -2819,63 [daN]

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|------------|-------------|----|------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | | | | | |
| RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE | | <i>Codice documento</i> ST0052_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 5396,35 [daN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione 1652,75 [daN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione -0,10 [m]
Lunghezza fondazione reagente 1,30 [m]
Risultante in fondazione 5643,77 [daN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale) 17,03 [°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione -521,92 [daNm]
Carico ultimo della fondazione 153818,62 [daN]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente 1,30 [m]
Tensione terreno allo spigolo di valle 0,2298 [daN/cm²]
Tensione terreno allo spigolo di monte 0,6004 [daN/cm²]

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 2.19
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo 28.50

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 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 2 | 0,65 | 487,50 | 113,03 | 376,63 |
| 3 | 1,30 | 975,00 | 526,61 | 924,12 |

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 | 221,65 | 1005,38 |

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 | 0,50 | -55,14 | -249,34 |

Armature e tensioni nei materiali del muro

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|------------|-------------|----|------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | | | | | |
| RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE | | <i>Codice documento</i> ST0052_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° 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 _{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] |
| σ _c | tensione nel calcestruzzo espressa in [daN/cm ²] |
| τ _c | tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [daN/cm ²] |
| σ _{fs} | tensione nell'armatura disposta sul lembo di monte in [daN/cm ²] |
| σ _{fi} | tensione nell'armatura disposta sul lembo di valle in [daN/cm ²] |

| Nr. | Y | B, H | A _{fs} | A _{fi} | σ _c | τ _c | σ _{fs} | σ _{fi} |
|-----|------|---------|-----------------|-----------------|----------------|----------------|-----------------|-----------------|
| 1 | 0,00 | 100, 30 | 12,32 | 7,70 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 2 | 0,65 | 100, 30 | 12,32 | 7,70 | 1,09 | 0,16 | 20,58 | -12,19 |
| 3 | 1,30 | 100, 30 | 12,32 | 7,70 | 4,93 | 0,40 | 139,51 | -50,24 |

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 _{fi} | area di armatura in corrispondenza del lembo inferiore in [cmq] |
| A _{fs} | area di armatura in corrispondenza del lembo superiore in [cmq] |
| σ _c | tensione nel calcestruzzo espressa in [daN/cm ²] |
| τ _c | tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [daN/cm ²] |
| σ _{fi} | tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo inferiore in [daN/cm ²] |
| σ _{fs} | tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo superiore in [daN/cm ²] |

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} | σ _c | τ _c | σ _{fi} | σ _{fs} |
|-----|------|---------|-----------------|-----------------|----------------|----------------|-----------------|-----------------|
| 1 | 0,00 | 100, 40 | 9,24 | 12,32 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 2 | 0,50 | 100, 40 | 9,24 | 12,32 | 1,27 | 0,32 | 70,00 | -11,80 |

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} | σ _c | τ _c | σ _{fi} | σ _{fs} |
|-----|------|---------|-----------------|-----------------|----------------|----------------|-----------------|-----------------|
| 1 | 0,00 | 100, 40 | 12,32 | 18,47 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 2 | 0,50 | 100, 40 | 12,32 | 12,32 | 0,28 | -0,08 | -2,83 | 13,17 |

Verifica sperone di fondazione

Base sezione B= 100 cm Altezza sezione H=30 [cm]
A_{fi}=6,16 [cmq] A_{fs}=6,16 [cmq]
Sollecitazioni M=330,7 [daNm] T=1652,7 [daN]
Momento ultimo sezione M_u = 6337,17 [daNm]
Coeff.sicurezza sezione = 19,16

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 _{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] |
| ε _m | deformazione media espressa in [%] |
| s _m | Distanza media tra le fessure espressa in [mm] |
| w | Apertura media della fessura espressa in [mm] |

| | | | | |
|---|---|---|------------------|---------------------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | | |
| RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE | | <i>Codice documento</i> ST0052_F0.doc | <i>Rev</i> F0 | <i>Data</i> 20-06-2011 |

Verifica fessurazione paramento

| N° | Y | A _{fs} | A _{fi} | M _{pf} | M | ε _m | S _m | w |
|----|------|-----------------|-----------------|-----------------|------|----------------|----------------|-------|
| 1 | 0,00 | 12,32 | 7,70 | -2503 | 0 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 2 | 0,07 | 12,32 | 7,70 | -2503 | -1 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 3 | 0,13 | 12,32 | 7,70 | -2503 | -4 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 4 | 0,20 | 12,32 | 7,70 | -2503 | -9 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 5 | 0,26 | 12,32 | 7,70 | -2503 | -16 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 6 | 0,33 | 12,32 | 7,70 | -2503 | -26 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 7 | 0,39 | 12,32 | 7,70 | -2503 | -38 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 8 | 0,46 | 12,32 | 7,70 | -2503 | -53 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 9 | 0,52 | 12,32 | 7,70 | -2503 | -70 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 10 | 0,59 | 12,32 | 7,70 | -2503 | -90 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 11 | 0,65 | 12,32 | 7,70 | -2503 | -113 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 12 | 0,72 | 12,32 | 7,70 | -2503 | -139 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 13 | 0,78 | 12,32 | 7,70 | -2503 | -168 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 14 | 0,85 | 12,32 | 7,70 | -2503 | -200 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 15 | 0,91 | 12,32 | 7,70 | -2503 | -236 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 16 | 0,98 | 12,32 | 7,70 | -2503 | -275 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 17 | 1,04 | 12,32 | 7,70 | -2503 | -318 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 18 | 1,11 | 12,32 | 7,70 | -2503 | -364 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 19 | 1,17 | 12,32 | 7,70 | -2503 | -415 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 20 | 1,24 | 12,32 | 7,70 | -2503 | -469 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 21 | 1,30 | 12,32 | 7,70 | -2503 | -527 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |

Verifica fessurazione fondazione

| N° | Y | A _{fs} | A _{fi} | M _{pf} | M | ε _m | S _m | w |
|----|-------|-----------------|-----------------|-----------------|-----|----------------|----------------|-------|
| 1 | -0,80 | 12,32 | 9,24 | -4358 | 0 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 2 | -0,75 | 12,32 | 9,24 | 4268 | 2 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 3 | -0,70 | 12,32 | 9,24 | 4268 | 7 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 4 | -0,65 | 12,32 | 9,24 | 4268 | 16 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 5 | -0,60 | 12,32 | 9,24 | 4268 | 30 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 6 | -0,55 | 12,32 | 9,24 | 4268 | 48 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 7 | -0,50 | 12,32 | 9,24 | 4268 | 71 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 8 | -0,45 | 12,32 | 9,24 | 4268 | 100 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 9 | -0,40 | 12,32 | 9,24 | 4268 | 134 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 10 | -0,35 | 12,32 | 9,24 | 4268 | 175 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 11 | -0,30 | 12,32 | 9,24 | 4268 | 222 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 12 | 0,00 | 12,32 | 12,32 | -4382 | -55 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 13 | 0,05 | 12,32 | 12,32 | -4382 | -44 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 14 | 0,10 | 12,32 | 12,32 | -4382 | -34 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 15 | 0,15 | 12,32 | 12,32 | -4382 | -25 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 16 | 0,20 | 12,32 | 12,32 | -4382 | -17 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 17 | 0,25 | 18,47 | 12,32 | -4607 | -10 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 18 | 0,30 | 18,47 | 12,32 | -4607 | -6 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 19 | 0,35 | 12,32 | 12,32 | -4382 | -3 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 20 | 0,40 | 18,47 | 12,32 | -4607 | -1 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 21 | 0,45 | 18,47 | 12,32 | -4607 | 0 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 22 | 0,50 | 18,47 | 12,32 | -4607 | 0 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |

COMBINAZIONE n° 32

| | | |
|--|---------------|---------------|
| Valore della spinta statica | 1805,31 [daN] | |
| Componente orizzontale della spinta statica | 1652,75 [daN] | |
| Componente verticale della spinta statica | 726,35 [daN] | |
| Punto d'applicazione della spinta | X = 0,50 [m] | Y = -1,14 [m] |
| Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie | 23,72 [°] | |
| Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche | 58,94 [°] | |
| Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte | 2170,00 [daN] | |
| Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte | X = 0,25 [m] | Y = -0,65 [m] |

Risultanti

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|------------|-------------|----|------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | | | | | |
| RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE | | <i>Codice documento</i> ST0052_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 1652,75 [daN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale 5396,35 [daN]
Resistenza passiva dente di fondazione -2819,63 [daN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione 5396,35 [daN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione 1652,75 [daN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione -0,10 [m]
Lunghezza fondazione reagente 1,30 [m]
Risultante in fondazione 5643,77 [daN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale) 17,03 [°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione -521,92 [daNm]
Carico ultimo della fondazione 153818,62 [daN]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente 1,30 [m]
Tensione terreno allo spigolo di valle 0,2298 [daN/cm²]
Tensione terreno allo spigolo di monte 0,6004 [daN/cm²]

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 2.19
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo 28.50

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 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 2 | 0,65 | 487,50 | 113,03 | 376,63 |
| 3 | 1,30 | 975,00 | 526,61 | 924,12 |

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 | 221,65 | 1005,38 |

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 | 0,50 | -55,14 | -249,34 |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|------------|-------------|----|------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | | | | | |
| RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE | | <i>Codice documento</i> ST0052_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° 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 _{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] |
| σ _c | tensione nel calcestruzzo espressa in [daN/cmq] |
| τ _c | tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [daN/cmq] |
| σ _{fs} | tensione nell'armatura disposta sul lembo di monte in [daN/cmq] |
| σ _{fi} | tensione nell'armatura disposta sul lembo di valle in [daN/cmq] |

| Nr. | Y | B, H | A _{fs} | A _{fi} | σ _c | τ _c | σ _{fs} | σ _{fi} |
|-----|------|---------|-----------------|-----------------|----------------|----------------|-----------------|-----------------|
| 1 | 0,00 | 100, 30 | 12,32 | 7,70 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 2 | 0,65 | 100, 30 | 12,32 | 7,70 | 1,09 | 0,16 | 20,58 | -12,19 |
| 3 | 1,30 | 100, 30 | 12,32 | 7,70 | 4,93 | 0,40 | 139,51 | -50,24 |

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 _{fi} | area di armatura in corrispondenza del lembo inferiore in [cmq] |
| A _{fs} | area di armatura in corrispondenza del lembo superiore in [cmq] |
| σ _c | tensione nel calcestruzzo espressa in [daN/cmq] |
| τ _c | tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [daN/cmq] |
| σ _{fi} | tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo inferiore in [daN/cmq] |
| σ _{fs} | 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 _{fi} | A _{fs} | σ _c | τ _c | σ _{fi} | σ _{fs} |
|-----|------|---------|-----------------|-----------------|----------------|----------------|-----------------|-----------------|
| 1 | 0,00 | 100, 40 | 9,24 | 12,32 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 2 | 0,50 | 100, 40 | 9,24 | 12,32 | 1,27 | 0,32 | 70,00 | -11,80 |

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} | σ _c | τ _c | σ _{fi} | σ _{fs} |
|-----|------|---------|-----------------|-----------------|----------------|----------------|-----------------|-----------------|
| 1 | 0,00 | 100, 40 | 12,32 | 18,47 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 2 | 0,50 | 100, 40 | 12,32 | 12,32 | 0,28 | -0,08 | -2,83 | 13,17 |

Verifica sperone di fondazione

Base sezione B= 100 cm Altezza sezione H=30 [cm]
A_{fi}=6,16 [cmq] A_{fs}=6,16 [cmq]
Sollecitazioni M=330,7 [daNm] T=1652,7 [daN]
Momento ultimo sezione M_u = 6337,17 [daNm]
Coeff.sicurezza sezione = 19,16

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] |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|------------|-------------|----|------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | | | | | |
| RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE | | <i>Codice documento</i> ST0052_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 | | | | | | |

ϵ_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 | ϵ_m | S _m | w |
|----|------|-----------------|-----------------|-----------------|------|--------------|----------------|-------|
| 1 | 0,00 | 12,32 | 7,70 | -2503 | 0 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 2 | 0,07 | 12,32 | 7,70 | -2503 | -1 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 3 | 0,13 | 12,32 | 7,70 | -2503 | -4 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 4 | 0,20 | 12,32 | 7,70 | -2503 | -9 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 5 | 0,26 | 12,32 | 7,70 | -2503 | -16 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 6 | 0,33 | 12,32 | 7,70 | -2503 | -26 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 7 | 0,39 | 12,32 | 7,70 | -2503 | -38 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 8 | 0,46 | 12,32 | 7,70 | -2503 | -53 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 9 | 0,52 | 12,32 | 7,70 | -2503 | -70 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 10 | 0,59 | 12,32 | 7,70 | -2503 | -90 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 11 | 0,65 | 12,32 | 7,70 | -2503 | -113 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 12 | 0,72 | 12,32 | 7,70 | -2503 | -139 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 13 | 0,78 | 12,32 | 7,70 | -2503 | -168 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 14 | 0,85 | 12,32 | 7,70 | -2503 | -200 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 15 | 0,91 | 12,32 | 7,70 | -2503 | -236 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 16 | 0,98 | 12,32 | 7,70 | -2503 | -275 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 17 | 1,04 | 12,32 | 7,70 | -2503 | -318 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 18 | 1,11 | 12,32 | 7,70 | -2503 | -364 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 19 | 1,17 | 12,32 | 7,70 | -2503 | -415 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 20 | 1,24 | 12,32 | 7,70 | -2503 | -469 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 21 | 1,30 | 12,32 | 7,70 | -2503 | -527 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |

Verifica fessurazione fondazione

| N° | Y | A _{fs} | A _{fi} | M _{pf} | M | ϵ_m | S _m | w |
|----|-------|-----------------|-----------------|-----------------|-----|--------------|----------------|-------|
| 1 | -0,80 | 12,32 | 9,24 | -4358 | 0 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 2 | -0,75 | 12,32 | 9,24 | 4268 | 2 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 3 | -0,70 | 12,32 | 9,24 | 4268 | 7 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 4 | -0,65 | 12,32 | 9,24 | 4268 | 16 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 5 | -0,60 | 12,32 | 9,24 | 4268 | 30 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 6 | -0,55 | 12,32 | 9,24 | 4268 | 48 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 7 | -0,50 | 12,32 | 9,24 | 4268 | 71 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 8 | -0,45 | 12,32 | 9,24 | 4268 | 100 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 9 | -0,40 | 12,32 | 9,24 | 4268 | 134 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 10 | -0,35 | 12,32 | 9,24 | 4268 | 175 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 11 | -0,30 | 12,32 | 9,24 | 4268 | 222 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 12 | 0,00 | 12,32 | 12,32 | -4382 | -55 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 13 | 0,05 | 12,32 | 12,32 | -4382 | -44 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 14 | 0,10 | 12,32 | 12,32 | -4382 | -34 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 15 | 0,15 | 12,32 | 12,32 | -4382 | -25 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 16 | 0,20 | 12,32 | 12,32 | -4382 | -17 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 17 | 0,25 | 18,47 | 12,32 | -4607 | -10 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 18 | 0,30 | 18,47 | 12,32 | -4607 | -6 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 19 | 0,35 | 12,32 | 12,32 | -4382 | -3 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 20 | 0,40 | 18,47 | 12,32 | -4607 | -1 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 21 | 0,45 | 18,47 | 12,32 | -4607 | 0 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 22 | 0,50 | 18,47 | 12,32 | -4607 | 0 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |

COMBINAZIONE n° 33

Valore della spinta statica 1805,31 [daN]
Componente orizzontale della spinta statica 1652,75 [daN]
Componente verticale della spinta statica 726,35 [daN]
Punto d'applicazione della spinta X = 0,50 [m] Y = -1,14 [m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie 23,72 [°]
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche 58,94 [°]
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte 2170,00 [daN]

| | | | | | | | |
|---|---|---|--|------------|-------------|----|------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | | | | | |
| RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE | | <i>Codice documento</i> ST0052_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 = 0,25 [m] Y = -0,65 [m]

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale 1652,75 [daN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale 5396,35 [daN]
Resistenza passiva dente di fondazione -2819,63 [daN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione 5396,35 [daN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione 1652,75 [daN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione -0,10 [m]
Lunghezza fondazione reagente 1,30 [m]
Risultante in fondazione 5643,77 [daN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale) 17,03 [°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione -521,92 [daNm]
Carico ultimo della fondazione 153818,62 [daN]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente 1,30 [m]
Tensione terreno allo spigolo di valle 0,2298 [daN/cm²]
Tensione terreno allo spigolo di monte 0,6004 [daN/cm²]

Fattori per il calcolo della capacità portante

Coef. capacità portante N_c = 77.50 N_q = 61.55 N_γ = 80.93

Fattori forma s_c = 1,00 s_q = 1,00 s_γ = 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'_γ = 80.93

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a scorrimento 2.19

Coefficiente di sicurezza a carico ultimo 28.50

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 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 2 | 0,65 | 487,50 | 113,03 | 376,63 |
| 3 | 1,30 | 975,00 | 526,61 | 924,12 |

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 | 221,65 | 1005,38 |

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

| | | | | |
|---|---|---|--|------------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | | |
| | | RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE | <i>Codice documento</i> ST0052_F0.doc | <i>Rev</i> F0 |

| Nr. | X | M | T |
|-----|------|--------|---------|
| 1 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 2 | 0,50 | -55,14 | -249,34 |

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 _{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] |
| σ _c | tensione nel calcestruzzo espressa in [daN/cmq] |
| τ _c | tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [daN/cmq] |
| σ _{fs} | tensione nell'armatura disposta sul lembo di monte in [daN/cmq] |
| σ _{fi} | tensione nell'armatura disposta sul lembo di valle in [daN/cmq] |

| Nr. | Y | B, H | A _{fs} | A _{fi} | σ _c | τ _c | σ _{fs} | σ _{fi} |
|-----|------|---------|-----------------|-----------------|----------------|----------------|-----------------|-----------------|
| 1 | 0,00 | 100, 30 | 12,32 | 7,70 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 2 | 0,65 | 100, 30 | 12,32 | 7,70 | 1,09 | 0,16 | 20,58 | -12,19 |
| 3 | 1,30 | 100, 30 | 12,32 | 7,70 | 4,93 | 0,40 | 139,51 | -50,24 |

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 _{fi} | area di armatura in corrispondenza del lembo inferiore in [cmq] |
| A _{fs} | area di armatura in corrispondenza del lembo superiore in [cmq] |
| σ _c | tensione nel calcestruzzo espressa in [daN/cmq] |
| τ _c | tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [daN/cmq] |
| σ _{fi} | tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo inferiore in [daN/cmq] |
| σ _{fs} | 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 _{fi} | A _{fs} | σ _c | τ _c | σ _{fi} | σ _{fs} |
|-----|------|---------|-----------------|-----------------|----------------|----------------|-----------------|-----------------|
| 1 | 0,00 | 100, 40 | 9,24 | 12,32 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 2 | 0,50 | 100, 40 | 9,24 | 12,32 | 1,27 | 0,32 | 70,00 | -11,80 |

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} | σ _c | τ _c | σ _{fi} | σ _{fs} |
|-----|------|---------|-----------------|-----------------|----------------|----------------|-----------------|-----------------|
| 1 | 0,00 | 100, 40 | 12,32 | 18,47 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 2 | 0,50 | 100, 40 | 12,32 | 12,32 | 0,28 | -0,08 | -2,83 | 13,17 |

Verifica sperone di fondazione

Base sezione B= 100 cm Altezza sezione H=30 [cm]

A_{fi}=6,16 [cmq] A_{fs}=6,16 [cmq]

Sollecitazioni M=330,7 [daNm] T=1652,7 [daN]

Momento ultimo sezione M_u = 6337,17 [daNm]

Coeff.sicurezza sezione = 19,16

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]

| | | | | |
|---|---|---|------------------|---------------------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | | |
| RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE | | <i>Codice documento</i> ST0052_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]
 M_{pf} Momento di prima fessurazione espressa in [daNm]
 M Momento agente nella sezione espressa in [daNm]
 ϵ_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 | ϵ_m | S_m | w |
|----|------|----------|----------|----------|------|--------------|-------|-------|
| 1 | 0,00 | 12,32 | 7,70 | -2503 | 0 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 2 | 0,07 | 12,32 | 7,70 | -2503 | -1 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 3 | 0,13 | 12,32 | 7,70 | -2503 | -4 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 4 | 0,20 | 12,32 | 7,70 | -2503 | -9 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 5 | 0,26 | 12,32 | 7,70 | -2503 | -16 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 6 | 0,33 | 12,32 | 7,70 | -2503 | -26 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 7 | 0,39 | 12,32 | 7,70 | -2503 | -38 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 8 | 0,46 | 12,32 | 7,70 | -2503 | -53 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 9 | 0,52 | 12,32 | 7,70 | -2503 | -70 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 10 | 0,59 | 12,32 | 7,70 | -2503 | -90 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 11 | 0,65 | 12,32 | 7,70 | -2503 | -113 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 12 | 0,72 | 12,32 | 7,70 | -2503 | -139 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 13 | 0,78 | 12,32 | 7,70 | -2503 | -168 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 14 | 0,85 | 12,32 | 7,70 | -2503 | -200 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 15 | 0,91 | 12,32 | 7,70 | -2503 | -236 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 16 | 0,98 | 12,32 | 7,70 | -2503 | -275 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 17 | 1,04 | 12,32 | 7,70 | -2503 | -318 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 18 | 1,11 | 12,32 | 7,70 | -2503 | -364 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 19 | 1,17 | 12,32 | 7,70 | -2503 | -415 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 20 | 1,24 | 12,32 | 7,70 | -2503 | -469 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 21 | 1,30 | 12,32 | 7,70 | -2503 | -527 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |

Verifica fessurazione fondazione

| N° | Y | A_{fs} | A_{fi} | M_{pf} | M | ϵ_m | S_m | w |
|----|-------|----------|----------|----------|-----|--------------|-------|-------|
| 1 | -0,80 | 12,32 | 9,24 | -4358 | 0 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 2 | -0,75 | 12,32 | 9,24 | 4268 | 2 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 3 | -0,70 | 12,32 | 9,24 | 4268 | 7 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 4 | -0,65 | 12,32 | 9,24 | 4268 | 16 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 5 | -0,60 | 12,32 | 9,24 | 4268 | 30 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 6 | -0,55 | 12,32 | 9,24 | 4268 | 48 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 7 | -0,50 | 12,32 | 9,24 | 4268 | 71 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 8 | -0,45 | 12,32 | 9,24 | 4268 | 100 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 9 | -0,40 | 12,32 | 9,24 | 4268 | 134 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 10 | -0,35 | 12,32 | 9,24 | 4268 | 175 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 11 | -0,30 | 12,32 | 9,24 | 4268 | 222 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 12 | 0,00 | 12,32 | 12,32 | -4382 | -55 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 13 | 0,05 | 12,32 | 12,32 | -4382 | -44 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 14 | 0,10 | 12,32 | 12,32 | -4382 | -34 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 15 | 0,15 | 12,32 | 12,32 | -4382 | -25 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 16 | 0,20 | 12,32 | 12,32 | -4382 | -17 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 17 | 0,25 | 18,47 | 12,32 | -4607 | -10 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 18 | 0,30 | 18,47 | 12,32 | -4607 | -6 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 19 | 0,35 | 12,32 | 12,32 | -4382 | -3 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 20 | 0,40 | 18,47 | 12,32 | -4607 | -1 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 21 | 0,45 | 18,47 | 12,32 | -4607 | 0 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 22 | 0,50 | 18,47 | 12,32 | -4607 | 0 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |

COMBINAZIONE n° 34

Valore della spinta statica 1805,31 [daN]
Componente orizzontale della spinta statica 1652,75 [daN]
Componente verticale della spinta statica 726,35 [daN]
Punto d'applicazione della spinta X = 0,50 [m] Y = -1,14 [m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie 23,72 [°]

| | | | | |
|---|---|---|------------------|---------------------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | | |
| RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE | | <i>Codice documento</i> ST0052_F0.doc | <i>Rev</i> F0 | <i>Data</i> 20-06-2011 |

| | | | | |
|---|----------|-------|-----------|-----|
| Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche | 58,94 | [°] | | |
| Incremento sismico della spinta | 90,58 | [daN] | | |
| Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta | X = 0,50 | [m] | Y = -1,00 | [m] |
| Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche | 58,13 | [°] | | |
| Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte | 2170,00 | [daN] | | |
| Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte | X = 0,25 | [m] | Y = -0,65 | [m] |
| Inerzia del muro | 44,37 | [daN] | | |
| Inerzia verticale del muro | 22,19 | [daN] | | |
| Inerzia del terrapieno fondazione di monte | 38,52 | [daN] | | |
| Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte | 19,26 | [daN] | | |

Risultanti

| | | |
|---|-----------|--------|
| Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale | 1818,56 | [daN] |
| Risultante dei carichi applicati in dir. verticale | 5474,24 | [daN] |
| Resistenza passiva dente di fondazione | -2912,69 | [daN] |
| Sforzo normale sul piano di posa della fondazione | 5474,24 | [daN] |
| Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione | 1818,56 | [daN] |
| Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione | -0,08 | [m] |
| Lunghezza fondazione reagente | 1,30 | [m] |
| Risultante in fondazione | 5768,40 | [daN] |
| Inclinazione della risultante (rispetto alla normale) | 18,38 | [°] |
| Momento rispetto al baricentro della fondazione | -433,46 | [daNm] |
| Carico ultimo della fondazione | 158693,51 | [daN] |

Tensioni sul terreno

| | | |
|--|--------|------------------------|
| Lunghezza fondazione reagente | 1,30 | [m] |
| Tensione terreno allo spigolo di valle | 0,2672 | [daN/cm ²] |
| Tensione terreno allo spigolo di monte | 0,5750 | [daN/cm ²] |

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 2.02

Coefficiente di sicurezza a carico ultimo 28.99

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 | 0,65 | 487,50 | 123,30 | 408,22 |
| 3 | 1,30 | 975,00 | 567,68 | 987,29 |

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 |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|------------|-------------|----|------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | | | | | |
| RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE | | <i>Codice documento</i> ST0052_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 0,50 258,33 1131,96

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 | 0,50 | -76,84 | -316,01 |

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 [cmq]

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

σ_c tensione nel calcestruzzo espressa in [daN/cm²]

τ_c tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [daN/cm²]

σ_{fs} tensione nell'armatura disposta sul lembo di monte in [daN/cm²]

σ_{fi} tensione nell'armatura disposta sul lembo di valle in [daN/cm²]

| Nr. | Y | B, H | A _{fs} | A _{fi} | σ _c | τ _c | σ _{fs} | σ _{fi} |
|-----|------|---------|-----------------|-----------------|----------------|----------------|-----------------|-----------------|
| 1 | 0,00 | 100, 30 | 12,32 | 7,70 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 2 | 0,65 | 100, 30 | 12,32 | 7,70 | 1,18 | 0,18 | 23,85 | -13,11 |
| 3 | 1,30 | 100, 30 | 12,32 | 7,70 | 5,30 | 0,43 | 153,12 | -53,69 |

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_{fi} area di armatura in corrispondenza del lembo inferiore in [cmq]

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

σ_c tensione nel calcestruzzo espressa in [daN/cm²]

τ_c tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [daN/cm²]

σ_{fi} tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo inferiore in [daN/cm²]

σ_{fs} tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo superiore in [daN/cm²]

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} | σ _c | τ _c | σ _{fi} | σ _{fs} |
|-----|------|---------|-----------------|-----------------|----------------|----------------|-----------------|-----------------|
| 1 | 0,00 | 100, 40 | 9,24 | 12,32 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 2 | 0,50 | 100, 40 | 9,24 | 12,32 | 1,48 | 0,36 | 81,58 | -13,75 |

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} | σ _c | τ _c | σ _{fi} | σ _{fs} |
|-----|------|---------|-----------------|-----------------|----------------|----------------|-----------------|-----------------|
| 1 | 0,00 | 100, 40 | 12,32 | 18,47 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 2 | 0,50 | 100, 40 | 12,32 | 12,32 | 0,39 | -0,10 | -3,94 | 18,35 |

Verifica sperone di fondazione

Base sezione B= 100 cm Altezza sezione H=30 [cm]

| | | | | |
|---|---|---|------------------|---------------------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | | |
| RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE | | <i>Codice documento</i> ST0052_F0.doc | <i>Rev</i> F0 | <i>Data</i> 20-06-2011 |

$A_{fi}=6,16$ [cmq] $A_{fs}=6,16$ [cmq]
Sollecitazioni $M=363,9$ [daNm] $T=1818,6$ [daN]
Momento ultimo sezione $M_u = 6337,17$ [daNm]
Coeff.sicurezza sezione = 17,41

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_{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]

ϵ_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 | ϵ_m | S_m | w |
|----|------|----------|----------|----------|------|--------------|-------|-------|
| 1 | 0,00 | 12,32 | 7,70 | -2503 | 0 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 2 | 0,07 | 12,32 | 7,70 | -2503 | -1 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 3 | 0,13 | 12,32 | 7,70 | -2503 | -4 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 4 | 0,20 | 12,32 | 7,70 | -2503 | -10 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 5 | 0,26 | 12,32 | 7,70 | -2503 | -18 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 6 | 0,33 | 12,32 | 7,70 | -2503 | -28 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 7 | 0,39 | 12,32 | 7,70 | -2503 | -42 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 8 | 0,46 | 12,32 | 7,70 | -2503 | -58 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 9 | 0,52 | 12,32 | 7,70 | -2503 | -77 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 10 | 0,59 | 12,32 | 7,70 | -2503 | -98 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 11 | 0,65 | 12,32 | 7,70 | -2503 | -123 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 12 | 0,72 | 12,32 | 7,70 | -2503 | -151 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 13 | 0,78 | 12,32 | 7,70 | -2503 | -183 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 14 | 0,85 | 12,32 | 7,70 | -2503 | -218 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 15 | 0,91 | 12,32 | 7,70 | -2503 | -256 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 16 | 0,98 | 12,32 | 7,70 | -2503 | -298 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 17 | 1,04 | 12,32 | 7,70 | -2503 | -344 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 18 | 1,11 | 12,32 | 7,70 | -2503 | -394 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 19 | 1,17 | 12,32 | 7,70 | -2503 | -448 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 20 | 1,24 | 12,32 | 7,70 | -2503 | -506 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 21 | 1,30 | 12,32 | 7,70 | -2503 | -568 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |

Verifica fessurazione fondazione

| N° | Y | A_{fs} | A_{fi} | M_{pf} | M | ϵ_m | S_m | w |
|----|-------|----------|----------|----------|-----|--------------|-------|-------|
| 1 | -0,80 | 12,32 | 9,24 | -4358 | 0 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 2 | -0,75 | 12,32 | 9,24 | 4268 | 2 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 3 | -0,70 | 12,32 | 9,24 | 4268 | 9 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 4 | -0,65 | 12,32 | 9,24 | 4268 | 20 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 5 | -0,60 | 12,32 | 9,24 | 4268 | 37 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 6 | -0,55 | 12,32 | 9,24 | 4268 | 58 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 7 | -0,50 | 12,32 | 9,24 | 4268 | 86 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 8 | -0,45 | 12,32 | 9,24 | 4268 | 119 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 9 | -0,40 | 12,32 | 9,24 | 4268 | 159 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 10 | -0,35 | 12,32 | 9,24 | 4268 | 205 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 11 | -0,30 | 12,32 | 9,24 | 4268 | 258 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 12 | 0,00 | 12,32 | 12,32 | -4382 | -77 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 13 | 0,05 | 12,32 | 12,32 | -4382 | -62 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 14 | 0,10 | 12,32 | 12,32 | -4382 | -49 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 15 | 0,15 | 12,32 | 12,32 | -4382 | -37 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 16 | 0,20 | 12,32 | 12,32 | -4382 | -26 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 17 | 0,25 | 18,47 | 12,32 | -4607 | -17 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 18 | 0,30 | 18,47 | 12,32 | -4607 | -10 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 19 | 0,35 | 12,32 | 12,32 | -4382 | -5 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 20 | 0,40 | 18,47 | 12,32 | -4607 | -2 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |

| | | | | |
|---|---|---|------------------|---------------------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | | |
| RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE | | <i>Codice documento</i> ST0052_F0.doc | <i>Rev</i> F0 | <i>Data</i> 20-06-2011 |

| | | | | | | | | |
|----|------|-------|-------|-------|---|--------|------|-------|
| 21 | 0,45 | 18,47 | 12,32 | -4607 | 0 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 22 | 0,50 | 18,47 | 12,32 | -4607 | 0 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |

COMBINAZIONE n° 35

| | | | | |
|--|----------|-------|-----------|-----|
| Valore della spinta statica | 1805,31 | [daN] | | |
| Componente orizzontale della spinta statica | 1652,75 | [daN] | | |
| Componente verticale della spinta statica | 726,35 | [daN] | | |
| Punto d'applicazione della spinta | X = 0,50 | [m] | Y = -1,14 | [m] |
| Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie | 23,72 | [°] | | |
| Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche | 58,94 | [°] | | |
| Incremento sismico della spinta | 58,57 | [daN] | | |
| Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta | X = 0,50 | [m] | Y = -1,00 | [m] |
| Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche | 58,13 | [°] | | |
| Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte | 2170,00 | [daN] | | |
| Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte | X = 0,25 | [m] | Y = -0,65 | [m] |
| Inerzia del muro | 44,37 | [daN] | | |
| Inerzia verticale del muro | -22,19 | [daN] | | |
| Inerzia del terrapieno fondazione di monte | 38,52 | [daN] | | |
| Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte | -19,26 | [daN] | | |

Risultanti

| | | | | |
|---|-----------|--------|--|--|
| Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale | 1789,25 | [daN] | | |
| Risultante dei carichi applicati in dir. verticale | 5378,47 | [daN] | | |
| Resistenza passiva dente di fondazione | -2863,69 | [daN] | | |
| Sforzo normale sul piano di posa della fondazione | 5378,47 | [daN] | | |
| Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione | 1789,25 | [daN] | | |
| Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione | -0,08 | [m] | | |
| Lunghezza fondazione reagente | 1,30 | [m] | | |
| Risultante in fondazione | 5668,27 | [daN] | | |
| Inclinazione della risultante (rispetto alla normale) | 18,40 | [°] | | |
| Momento rispetto al baricentro della fondazione | -428,26 | [daNm] | | |
| Carico ultimo della fondazione | 158570,28 | [daN] | | |

Tensioni sul terreno

| | | |
|--|--------|------------------------|
| Lunghezza fondazione reagente | 1,30 | [m] |
| Tensione terreno allo spigolo di valle | 0,2617 | [daN/cm ²] |
| Tensione terreno allo spigolo di monte | 0,5658 | [daN/cm ²] |

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 2.02
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo 29.48

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 | 0,65 | 487,50 | 120,63 | 400,02 |
| 3 | 1,30 | 975,00 | 557,02 | 970,90 |

| | | | | |
|---|---|---|------------------|---------------------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | | |
| RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE | | <i>Codice documento</i> ST0052_F0.doc | <i>Rev</i> F0 | <i>Data</i> 20-06-2011 |

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 | 250,84 | 1100,81 |

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 | 0,50 | -87,77 | -358,53 |

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 [cmq]

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

σ_c tensione nel calcestruzzo espressa in [daN/cm²]

τ_c tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [daN/cm²]

σ_{fs} tensione nell'armatura disposta sul lembo di monte in [daN/cm²]

σ_{fi} tensione nell'armatura disposta sul lembo di valle in [daN/cm²]

| Nr. | Y | B, H | A _{fs} | A _{fi} | σ _c | τ _c | σ _{fs} | σ _{fi} |
|-----|------|---------|-----------------|-----------------|----------------|----------------|-----------------|-----------------|
| 1 | 0,00 | 100, 30 | 12,32 | 7,70 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 2 | 0,65 | 100, 30 | 12,32 | 7,70 | 1,16 | 0,17 | 23,00 | -12,87 |
| 3 | 1,30 | 100, 30 | 12,32 | 7,70 | 5,21 | 0,42 | 149,59 | -52,80 |

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_{fi} area di armatura in corrispondenza del lembo inferiore in [cmq]

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

σ_c tensione nel calcestruzzo espressa in [daN/cm²]

τ_c tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [daN/cm²]

σ_{fi} tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo inferiore in [daN/cm²]

σ_{fs} tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo superiore in [daN/cm²]

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} | σ _c | τ _c | σ _{fi} | σ _{fs} |
|-----|------|---------|-----------------|-----------------|----------------|----------------|-----------------|-----------------|
| 1 | 0,00 | 100, 40 | 9,24 | 12,32 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |

| | | | | |
|---|---|---|--|------------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | | |
| | | RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE | <i>Codice documento</i> ST0052_F0.doc | <i>Rev</i> F0 |

2 0,50 100, 40 9,24 12,32 1,43 0,35 79,22 -13,36

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} | σ _c | τ _c | σ _{fi} | σ _{fs} |
|-----|------|---------|-----------------|-----------------|----------------|----------------|-----------------|-----------------|
| 1 | 0,00 | 100, 40 | 12,32 | 18,47 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 2 | 0,50 | 100, 40 | 12,32 | 12,32 | 0,45 | -0,11 | -4,50 | 20,96 |

Verifica sperone di fondazione

Base sezione B= 100 cm Altezza sezione H=30 [cm]

A_{fi}=6,16 [cmq] A_{fs}=6,16 [cmq]

Sollecitazioni M=358,0 [daNm] T=1789,3 [daN]

Momento ultimo sezione M_u = 6337,17 [daNm]

Coeff.sicurezza sezione = 17,70

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]

ε_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 | ε _m | S _m | w |
|----|------|-----------------|-----------------|-----------------|------|----------------|----------------|-------|
| 1 | 0,00 | 12,32 | 7,70 | -2503 | 0 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 2 | 0,07 | 12,32 | 7,70 | -2503 | -1 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 3 | 0,13 | 12,32 | 7,70 | -2503 | -4 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 4 | 0,20 | 12,32 | 7,70 | -2503 | -10 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 5 | 0,26 | 12,32 | 7,70 | -2503 | -17 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 6 | 0,33 | 12,32 | 7,70 | -2503 | -28 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 7 | 0,39 | 12,32 | 7,70 | -2503 | -41 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 8 | 0,46 | 12,32 | 7,70 | -2503 | -56 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 9 | 0,52 | 12,32 | 7,70 | -2503 | -75 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 10 | 0,59 | 12,32 | 7,70 | -2503 | -96 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 11 | 0,65 | 12,32 | 7,70 | -2503 | -121 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 12 | 0,72 | 12,32 | 7,70 | -2503 | -148 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 13 | 0,78 | 12,32 | 7,70 | -2503 | -179 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 14 | 0,85 | 12,32 | 7,70 | -2503 | -213 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 15 | 0,91 | 12,32 | 7,70 | -2503 | -251 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 16 | 0,98 | 12,32 | 7,70 | -2503 | -292 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 17 | 1,04 | 12,32 | 7,70 | -2503 | -337 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 18 | 1,11 | 12,32 | 7,70 | -2503 | -386 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 19 | 1,17 | 12,32 | 7,70 | -2503 | -439 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 20 | 1,24 | 12,32 | 7,70 | -2503 | -496 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 21 | 1,30 | 12,32 | 7,70 | -2503 | -557 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |

Verifica fessurazione fondazione

| N° | Y | A _{fs} | A _{fi} | M _{pf} | M | ε _m | S _m | w |
|----|-------|-----------------|-----------------|-----------------|-----|----------------|----------------|-------|
| 1 | -0,80 | 12,32 | 9,24 | -4358 | 0 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 2 | -0,75 | 12,32 | 9,24 | 4268 | 2 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 3 | -0,70 | 12,32 | 9,24 | 4268 | 8 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 4 | -0,65 | 12,32 | 9,24 | 4268 | 20 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 5 | -0,60 | 12,32 | 9,24 | 4268 | 35 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 6 | -0,55 | 12,32 | 9,24 | 4268 | 57 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 7 | -0,50 | 12,32 | 9,24 | 4268 | 83 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 8 | -0,45 | 12,32 | 9,24 | 4268 | 116 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|------------|-------------|----|------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | | | | | |
| RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE | | <i>Codice documento</i> ST0052_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 | -0,40 | 12,32 | 9,24 | 4268 | 154 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 10 | -0,35 | 12,32 | 9,24 | 4268 | 199 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 11 | -0,30 | 12,32 | 9,24 | 4268 | 251 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 12 | 0,00 | 12,32 | 12,32 | -4382 | -88 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 13 | 0,05 | 12,32 | 12,32 | -4382 | -71 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 14 | 0,10 | 12,32 | 12,32 | -4382 | -56 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 15 | 0,15 | 12,32 | 12,32 | -4382 | -42 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 16 | 0,20 | 12,32 | 12,32 | -4382 | -30 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 17 | 0,25 | 18,47 | 12,32 | -4607 | -20 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 18 | 0,30 | 18,47 | 12,32 | -4607 | -12 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 19 | 0,35 | 12,32 | 12,32 | -4382 | -6 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 20 | 0,40 | 18,47 | 12,32 | -4607 | -3 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 21 | 0,45 | 18,47 | 12,32 | -4607 | -1 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 22 | 0,50 | 18,47 | 12,32 | -4607 | 0 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |

COMBINAZIONE n° 36

| | | | | |
|--|----------|-------|-----------|-----|
| Valore della spinta statica | 1805,31 | [daN] | | |
| Componente orizzontale della spinta statica | 1652,75 | [daN] | | |
| Componente verticale della spinta statica | 726,35 | [daN] | | |
| Punto d'applicazione della spinta | X = 0,50 | [m] | Y = -1,14 | [m] |
| Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie | 23,72 | [°] | | |
| Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche | 58,94 | [°] | | |
| Incremento sismico della spinta | 90,58 | [daN] | | |
| Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta | X = 0,50 | [m] | Y = -1,00 | [m] |
| Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche | 58,13 | [°] | | |
| Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte | 2170,00 | [daN] | | |
| Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte | X = 0,25 | [m] | Y = -0,65 | [m] |
| Inerzia del muro | 44,37 | [daN] | | |
| Inerzia verticale del muro | 22,19 | [daN] | | |
| Inerzia del terrapieno fondazione di monte | 38,52 | [daN] | | |
| Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte | 19,26 | [daN] | | |

Risultanti

| | | |
|---|-----------|--------|
| Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale | 1818,56 | [daN] |
| Risultante dei carichi applicati in dir. verticale | 5474,24 | [daN] |
| Resistenza passiva dente di fondazione | -2912,69 | [daN] |
| Sforzo normale sul piano di posa della fondazione | 5474,24 | [daN] |
| Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione | 1818,56 | [daN] |
| Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione | -0,08 | [m] |
| Lunghezza fondazione reagente | 1,30 | [m] |
| Risultante in fondazione | 5768,40 | [daN] |
| Inclinazione della risultante (rispetto alla normale) | 18,38 | [°] |
| Momento rispetto al baricentro della fondazione | -433,46 | [daNm] |
| Carico ultimo della fondazione | 158693,51 | [daN] |

Tensioni sul terreno

| | | |
|--|--------|------------------------|
| Lunghezza fondazione reagente | 1,30 | [m] |
| Tensione terreno allo spigolo di valle | 0,2672 | [daN/cm ²] |
| Tensione terreno allo spigolo di monte | 0,5750 | [daN/cm ²] |

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 2.02
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo 28.99

Sollecitazioni paramento

| | | | | |
|---|---|---|------------------|---------------------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | | |
| RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE | | <i>Codice documento</i> ST0052_F0.doc | <i>Rev</i> F0 | <i>Data</i> 20-06-2011 |

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 | 0,65 | 487,50 | 123,30 | 408,22 |
| 3 | 1,30 | 975,00 | 567,68 | 987,29 |

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 | 258,33 | 1131,96 |

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 | 0,50 | -76,84 | -316,01 |

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 [cmq]

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

σ_c tensione nel calcestruzzo espressa in [daN/cm²]

τ_c tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [daN/cm²]

σ_{fs} tensione nell'armatura disposta sul lembo di monte in [daN/cm²]

σ_{fi} tensione nell'armatura disposta sul lembo di valle in [daN/cm²]

| Nr. | Y | B, H | A _{fs} | A _{fi} | σ _c | τ _c | σ _{fs} | σ _{fi} |
|-----|------|---------|-----------------|-----------------|----------------|----------------|-----------------|-----------------|
| 1 | 0,00 | 100, 30 | 12,32 | 7,70 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 2 | 0,65 | 100, 30 | 12,32 | 7,70 | 1,18 | 0,18 | 23,85 | -13,11 |
| 3 | 1,30 | 100, 30 | 12,32 | 7,70 | 5,30 | 0,43 | 153,12 | -53,69 |

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_{fi} area di armatura in corrispondenza del lembo inferiore in [cmq]

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

σ_c tensione nel calcestruzzo espressa in [daN/cm²]

| | | | | |
|---|---|---|------------------|---------------------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | | |
| RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE | | <i>Codice documento</i> ST0052_F0.doc | <i>Rev</i> F0 | <i>Data</i> 20-06-2011 |

τ_c tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [daN/cm²]
 σ_{fi} tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo inferiore in [daN/cm²]
 σ_{fs} tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo superiore in [daN/cm²]

Fondazione di valle

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

| Nr. | X | B, H | A _{fi} | A _{fs} | σ_c | τ_c | σ_{fi} | σ_{fs} |
|-----|------|---------|-----------------|-----------------|------------|----------|---------------|---------------|
| 1 | 0,00 | 100, 40 | 9,24 | 12,32 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 2 | 0,50 | 100, 40 | 9,24 | 12,32 | 1,48 | 0,36 | 81,58 | -13,75 |

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} | σ_c | τ_c | σ_{fi} | σ_{fs} |
|-----|------|---------|-----------------|-----------------|------------|----------|---------------|---------------|
| 1 | 0,00 | 100, 40 | 12,32 | 18,47 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 2 | 0,50 | 100, 40 | 12,32 | 12,32 | 0,39 | -0,10 | -3,94 | 18,35 |

Verifica sperone di fondazione

Base sezione B= 100 cm Altezza sezione H=30 [cm]
A_{fi}=6,16 [cm²] A_{fs}=6,16 [cm²]
Sollecitazioni M=363,9 [daNm] T=1818,6 [daN]
Momento ultimo sezione M_u = 6337,17 [daNm]
Coeff.sicurezza sezione = 17,41

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 [cm²]
A_{fi} area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [cm²]
M_{pf} Momento di prima fessurazione espressa in [daNm]
M Momento agente nella sezione espressa in [daNm]
 ϵ_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 | ϵ_m | s _m | w |
|----|------|-----------------|-----------------|-----------------|------|--------------|----------------|-------|
| 1 | 0,00 | 12,32 | 7,70 | -2503 | 0 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 2 | 0,07 | 12,32 | 7,70 | -2503 | -1 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 3 | 0,13 | 12,32 | 7,70 | -2503 | -4 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 4 | 0,20 | 12,32 | 7,70 | -2503 | -10 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 5 | 0,26 | 12,32 | 7,70 | -2503 | -18 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 6 | 0,33 | 12,32 | 7,70 | -2503 | -28 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 7 | 0,39 | 12,32 | 7,70 | -2503 | -42 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 8 | 0,46 | 12,32 | 7,70 | -2503 | -58 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 9 | 0,52 | 12,32 | 7,70 | -2503 | -77 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 10 | 0,59 | 12,32 | 7,70 | -2503 | -98 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 11 | 0,65 | 12,32 | 7,70 | -2503 | -123 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 12 | 0,72 | 12,32 | 7,70 | -2503 | -151 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 13 | 0,78 | 12,32 | 7,70 | -2503 | -183 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 14 | 0,85 | 12,32 | 7,70 | -2503 | -218 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 15 | 0,91 | 12,32 | 7,70 | -2503 | -256 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 16 | 0,98 | 12,32 | 7,70 | -2503 | -298 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 17 | 1,04 | 12,32 | 7,70 | -2503 | -344 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 18 | 1,11 | 12,32 | 7,70 | -2503 | -394 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 19 | 1,17 | 12,32 | 7,70 | -2503 | -448 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 20 | 1,24 | 12,32 | 7,70 | -2503 | -506 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 21 | 1,30 | 12,32 | 7,70 | -2503 | -568 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |

| | | | | |
|---|---|---|------------------|---------------------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | | |
| RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE | | <i>Codice documento</i> ST0052_F0.doc | <i>Rev</i> F0 | <i>Data</i> 20-06-2011 |

Verifica fessurazione fondazione

| N° | Y | A _{fs} | A _{fi} | M _{pf} | M | ε _m | S _m | w |
|----|-------|-----------------|-----------------|-----------------|-----|----------------|----------------|-------|
| 1 | -0,80 | 12,32 | 9,24 | -4358 | 0 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 2 | -0,75 | 12,32 | 9,24 | 4268 | 2 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 3 | -0,70 | 12,32 | 9,24 | 4268 | 9 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 4 | -0,65 | 12,32 | 9,24 | 4268 | 20 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 5 | -0,60 | 12,32 | 9,24 | 4268 | 37 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 6 | -0,55 | 12,32 | 9,24 | 4268 | 58 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 7 | -0,50 | 12,32 | 9,24 | 4268 | 86 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 8 | -0,45 | 12,32 | 9,24 | 4268 | 119 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 9 | -0,40 | 12,32 | 9,24 | 4268 | 159 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 10 | -0,35 | 12,32 | 9,24 | 4268 | 205 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 11 | -0,30 | 12,32 | 9,24 | 4268 | 258 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 12 | 0,00 | 12,32 | 12,32 | -4382 | -77 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 13 | 0,05 | 12,32 | 12,32 | -4382 | -62 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 14 | 0,10 | 12,32 | 12,32 | -4382 | -49 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 15 | 0,15 | 12,32 | 12,32 | -4382 | -37 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 16 | 0,20 | 12,32 | 12,32 | -4382 | -26 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 17 | 0,25 | 18,47 | 12,32 | -4607 | -17 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 18 | 0,30 | 18,47 | 12,32 | -4607 | -10 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 19 | 0,35 | 12,32 | 12,32 | -4382 | -5 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 20 | 0,40 | 18,47 | 12,32 | -4607 | -2 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 21 | 0,45 | 18,47 | 12,32 | -4607 | 0 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 22 | 0,50 | 18,47 | 12,32 | -4607 | 0 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |

COMBINAZIONE n° 37

| | | | | |
|--|----------|-------|-----------|-----|
| Valore della spinta statica | 1805,31 | [daN] | | |
| Componente orizzontale della spinta statica | 1652,75 | [daN] | | |
| Componente verticale della spinta statica | 726,35 | [daN] | | |
| Punto d'applicazione della spinta | X = 0,50 | [m] | Y = -1,14 | [m] |
| Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie | 23,72 | [°] | | |
| Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche | 58,94 | [°] | | |
| Incremento sismico della spinta | 58,57 | [daN] | | |
| Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta | X = 0,50 | [m] | Y = -1,00 | [m] |
| Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche | 58,13 | [°] | | |
| Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte | 2170,00 | [daN] | | |
| Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte | X = 0,25 | [m] | Y = -0,65 | [m] |
| Inerzia del muro | 44,37 | [daN] | | |
| Inerzia verticale del muro | -22,19 | [daN] | | |
| Inerzia del terrapieno fondazione di monte | 38,52 | [daN] | | |
| Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte | -19,26 | [daN] | | |

Risultanti

| | | |
|---|-----------|--------|
| Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale | 1789,25 | [daN] |
| Risultante dei carichi applicati in dir. verticale | 5378,47 | [daN] |
| Resistenza passiva dente di fondazione | -2863,69 | [daN] |
| Sforzo normale sul piano di posa della fondazione | 5378,47 | [daN] |
| Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione | 1789,25 | [daN] |
| Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione | -0,08 | [m] |
| Lunghezza fondazione reagente | 1,30 | [m] |
| Risultante in fondazione | 5668,27 | [daN] |
| Inclinazione della risultante (rispetto alla normale) | 18,40 | [°] |
| Momento rispetto al baricentro della fondazione | -428,26 | [daNm] |
| Carico ultimo della fondazione | 158570,28 | [daN] |

Tensioni sul terreno

| | | |
|--|--------|------------------------|
| Lunghezza fondazione reagente | 1,30 | [m] |
| Tensione terreno allo spigolo di valle | 0,2617 | [daN/cm ²] |
| Tensione terreno allo spigolo di monte | 0,5658 | [daN/cm ²] |

Fattori per il calcolo della capacità portante

| | | | | | | | |
|---|---|---|--|------------|-------------|----|------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | | | | | |
| RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE | | <i>Codice documento</i> ST0052_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 | | | | | | |

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 2.02

Coefficiente di sicurezza a carico ultimo 29.48

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 | 0,65 | 487,50 | 120,63 | 400,02 |
| 3 | 1,30 | 975,00 | 557,02 | 970,90 |

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 | 250,84 | 1100,81 |

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 | 0,50 | -87,77 | -358,53 |

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_{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]

σ_c tensione nel calcestruzzo espressa in [daN/cm²]

τ_c tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [daN/cm²]

σ_{fs} tensione nell'armatura disposta sul lembo di monte in [daN/cm²]

σ_{fi} tensione nell'armatura disposta sul lembo di valle in [daN/cm²]

| Nr. | Y | B, H | A_{fs} | A_{fi} | σ_c | τ_c | σ_{fs} | σ_{fi} |
|-----|------|---------|----------|----------|------------|----------|---------------|---------------|
| 1 | 0,00 | 100, 30 | 12,32 | 7,70 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 2 | 0,65 | 100, 30 | 12,32 | 7,70 | 1,16 | 0,17 | 23,00 | -12,87 |

| | | | | |
|---|---|---|--|------------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | | |
| | | RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE | <i>Codice documento</i> ST0052_F0.doc | <i>Rev</i> F0 |

3 1,30 100, 30 12,32 7,70 5,21 0,42 149,59 -52,80

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_{fi} area di armatura in corrispondenza del lembo inferiore in [cmq]
 A_{fs} area di armatura in corrispondenza del lembo superiore in [cmq]
 σ_c tensione nel calcestruzzo espressa in [daN/cmq]
 τ_c tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [daN/cmq]
 σ_{fi} tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo inferiore in [daN/cmq]
 σ_{fs} 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_{fi} | A_{fs} | σ_c | τ_c | σ_{fi} | σ_{fs} |
|-----|------|---------|----------|----------|------------|----------|---------------|---------------|
| 1 | 0,00 | 100, 40 | 9,24 | 12,32 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 2 | 0,50 | 100, 40 | 9,24 | 12,32 | 1,43 | 0,35 | 79,22 | -13,36 |

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} | σ_c | τ_c | σ_{fi} | σ_{fs} |
|-----|------|---------|----------|----------|------------|----------|---------------|---------------|
| 1 | 0,00 | 100, 40 | 12,32 | 18,47 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 2 | 0,50 | 100, 40 | 12,32 | 12,32 | 0,45 | -0,11 | -4,50 | 20,96 |

Verifica sperone di fondazione

Base sezione B= 100 cm Altezza sezione H=30 [cm]
 A_{fi} =6,16 [cmq] A_{fs} =6,16 [cmq]
Sollecitazioni M=358,0 [daNm] T=1789,3 [daN]
Momento ultimo sezione M_u = 6337,17 [daNm]
Coeff.sicurezza sezione = 17,70

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_{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]
 ϵ_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 | ϵ_m | s_m | w |
|----|------|----------|----------|----------|------|--------------|-------|-------|
| 1 | 0,00 | 12,32 | 7,70 | -2503 | 0 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 2 | 0,07 | 12,32 | 7,70 | -2503 | -1 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 3 | 0,13 | 12,32 | 7,70 | -2503 | -4 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 4 | 0,20 | 12,32 | 7,70 | -2503 | -10 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 5 | 0,26 | 12,32 | 7,70 | -2503 | -17 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 6 | 0,33 | 12,32 | 7,70 | -2503 | -28 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 7 | 0,39 | 12,32 | 7,70 | -2503 | -41 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 8 | 0,46 | 12,32 | 7,70 | -2503 | -56 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 9 | 0,52 | 12,32 | 7,70 | -2503 | -75 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 10 | 0,59 | 12,32 | 7,70 | -2503 | -96 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 11 | 0,65 | 12,32 | 7,70 | -2503 | -121 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |

| | | | | |
|---|---|---|------------------|---------------------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | | |
| RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE | | <i>Codice documento</i> ST0052_F0.doc | <i>Rev</i> F0 | <i>Data</i> 20-06-2011 |

| | | | | | | | | |
|----|------|-------|------|-------|------|--------|------|-------|
| 12 | 0,72 | 12,32 | 7,70 | -2503 | -148 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 13 | 0,78 | 12,32 | 7,70 | -2503 | -179 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 14 | 0,85 | 12,32 | 7,70 | -2503 | -213 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 15 | 0,91 | 12,32 | 7,70 | -2503 | -251 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 16 | 0,98 | 12,32 | 7,70 | -2503 | -292 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 17 | 1,04 | 12,32 | 7,70 | -2503 | -337 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 18 | 1,11 | 12,32 | 7,70 | -2503 | -386 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 19 | 1,17 | 12,32 | 7,70 | -2503 | -439 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 20 | 1,24 | 12,32 | 7,70 | -2503 | -496 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 21 | 1,30 | 12,32 | 7,70 | -2503 | -557 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |

Verifica fessurazione fondazione

| N° | Y | A _{fs} | A _{fi} | M _{pf} | M | ε _m | S _m | w |
|----|-------|-----------------|-----------------|-----------------|-----|----------------|----------------|-------|
| 1 | -0,80 | 12,32 | 9,24 | -4358 | 0 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 2 | -0,75 | 12,32 | 9,24 | 4268 | 2 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 3 | -0,70 | 12,32 | 9,24 | 4268 | 8 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 4 | -0,65 | 12,32 | 9,24 | 4268 | 20 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 5 | -0,60 | 12,32 | 9,24 | 4268 | 35 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 6 | -0,55 | 12,32 | 9,24 | 4268 | 57 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 7 | -0,50 | 12,32 | 9,24 | 4268 | 83 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 8 | -0,45 | 12,32 | 9,24 | 4268 | 116 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 9 | -0,40 | 12,32 | 9,24 | 4268 | 154 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 10 | -0,35 | 12,32 | 9,24 | 4268 | 199 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 11 | -0,30 | 12,32 | 9,24 | 4268 | 251 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 12 | 0,00 | 12,32 | 12,32 | -4382 | -88 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 13 | 0,05 | 12,32 | 12,32 | -4382 | -71 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 14 | 0,10 | 12,32 | 12,32 | -4382 | -56 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 15 | 0,15 | 12,32 | 12,32 | -4382 | -42 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 16 | 0,20 | 12,32 | 12,32 | -4382 | -30 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 17 | 0,25 | 18,47 | 12,32 | -4607 | -20 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 18 | 0,30 | 18,47 | 12,32 | -4607 | -12 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 19 | 0,35 | 12,32 | 12,32 | -4382 | -6 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 20 | 0,40 | 18,47 | 12,32 | -4607 | -3 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 21 | 0,45 | 18,47 | 12,32 | -4607 | -1 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 22 | 0,50 | 18,47 | 12,32 | -4607 | 0 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |

COMBINAZIONE n° 38

| | | | | |
|--|----------|-------|-----------|-----|
| Valore della spinta statica | 1805,31 | [daN] | | |
| Componente orizzontale della spinta statica | 1652,75 | [daN] | | |
| Componente verticale della spinta statica | 726,35 | [daN] | | |
| Punto d'applicazione della spinta | X = 0,50 | [m] | Y = -1,14 | [m] |
| Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie | 23,72 | [°] | | |
| Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche | 58,94 | [°] | | |
| Incremento sismico della spinta | 90,58 | [daN] | | |
| Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta | X = 0,50 | [m] | Y = -1,00 | [m] |
| Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche | 58,13 | [°] | | |
| Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte | 2170,00 | [daN] | | |
| Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte | X = 0,25 | [m] | Y = -0,65 | [m] |
| Inerzia del muro | 44,37 | [daN] | | |
| Inerzia verticale del muro | 22,19 | [daN] | | |
| Inerzia del terrapieno fondazione di monte | 38,52 | [daN] | | |
| Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte | 19,26 | [daN] | | |

Risultanti

| | | |
|---|----------|-------|
| Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale | 1818,56 | [daN] |
| Risultante dei carichi applicati in dir. verticale | 5474,24 | [daN] |
| Resistenza passiva dente di fondazione | -2912,69 | [daN] |
| Sforzo normale sul piano di posa della fondazione | 5474,24 | [daN] |
| Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione | 1818,56 | [daN] |
| Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione | -0,08 | [m] |
| Lunghezza fondazione reagente | 1,30 | [m] |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|------------|-------------|----|------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | | | | | |
| RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE | | <i>Codice documento</i> ST0052_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 5768,40 [daN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale) 18,38 [°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione -433,46 [daNm]
Carico ultimo della fondazione 158693,51 [daN]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente 1,30 [m]
Tensione terreno allo spigolo di valle 0,2672 [daN/cm²]
Tensione terreno allo spigolo di monte 0,5750 [daN/cm²]

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 2.02
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo 28.99

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 | 0,65 | 487,50 | 123,30 | 408,22 |
| 3 | 1,30 | 975,00 | 567,68 | 987,29 |

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 | 0,50 | 258,33 | 1131,96 |

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 | 0,50 | -76,84 | -316,01 |

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]

| | | | | |
|---|---|---|--|------------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | | |
| | | RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE | <i>Codice documento</i> ST0052_F0.doc | <i>Rev</i> F0 |

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]
 σ_c tensione nel calcestruzzo espressa in [daN/cm²]
 τ_c tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [daN/cm²]
 σ_{fs} tensione nell'armatura disposta sul lembo di monte in [daN/cm²]
 σ_{fi} tensione nell'armatura disposta sul lembo di valle in [daN/cm²]

| Nr. | Y | B, H | A_{fs} | A_{fi} | σ_c | τ_c | σ_{fs} | σ_{fi} |
|-----|------|---------|----------|----------|------------|----------|---------------|---------------|
| 1 | 0,00 | 100, 30 | 12,32 | 7,70 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 2 | 0,65 | 100, 30 | 12,32 | 7,70 | 1,18 | 0,18 | 23,85 | -13,11 |
| 3 | 1,30 | 100, 30 | 12,32 | 7,70 | 5,30 | 0,43 | 153,12 | -53,69 |

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_{fi} area di armatura in corrispondenza del lembo inferiore in [cmq]
 A_{fs} area di armatura in corrispondenza del lembo superiore in [cmq]
 σ_c tensione nel calcestruzzo espressa in [daN/cm²]
 τ_c tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [daN/cm²]
 σ_{fi} tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo inferiore in [daN/cm²]
 σ_{fs} tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo superiore in [daN/cm²]

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} | σ_c | τ_c | σ_{fi} | σ_{fs} |
|-----|------|---------|----------|----------|------------|----------|---------------|---------------|
| 1 | 0,00 | 100, 40 | 9,24 | 12,32 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 2 | 0,50 | 100, 40 | 9,24 | 12,32 | 1,48 | 0,36 | 81,58 | -13,75 |

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} | σ_c | τ_c | σ_{fi} | σ_{fs} |
|-----|------|---------|----------|----------|------------|----------|---------------|---------------|
| 1 | 0,00 | 100, 40 | 12,32 | 18,47 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 2 | 0,50 | 100, 40 | 12,32 | 12,32 | 0,39 | -0,10 | -3,94 | 18,35 |

Verifica sperone di fondazione

Base sezione B= 100 cm Altezza sezione H=30 [cm]
 A_{fi} =6,16 [cmq] A_{fs} =6,16 [cmq]
Sollecitazioni M=363,9 [daNm] T=1818,6 [daN]
Momento ultimo sezione M_u = 6337,17 [daNm]
Coeff.sicurezza sezione = 17,41

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]
 ϵ_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 | ϵ_m | s_m | w |
|----|---|----------|----------|----------|---|--------------|-------|---|
|----|---|----------|----------|----------|---|--------------|-------|---|

| | | | | |
|---|---|---|------------------|---------------------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | | |
| RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE | | <i>Codice documento</i> ST0052_F0.doc | <i>Rev</i> F0 | <i>Data</i> 20-06-2011 |

| | | | | | | | | |
|----|------|-------|------|-------|------|--------|------|-------|
| 1 | 0,00 | 12,32 | 7,70 | -2503 | 0 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 2 | 0,07 | 12,32 | 7,70 | -2503 | -1 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 3 | 0,13 | 12,32 | 7,70 | -2503 | -4 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 4 | 0,20 | 12,32 | 7,70 | -2503 | -10 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 5 | 0,26 | 12,32 | 7,70 | -2503 | -18 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 6 | 0,33 | 12,32 | 7,70 | -2503 | -28 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 7 | 0,39 | 12,32 | 7,70 | -2503 | -42 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 8 | 0,46 | 12,32 | 7,70 | -2503 | -58 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 9 | 0,52 | 12,32 | 7,70 | -2503 | -77 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 10 | 0,59 | 12,32 | 7,70 | -2503 | -98 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 11 | 0,65 | 12,32 | 7,70 | -2503 | -123 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 12 | 0,72 | 12,32 | 7,70 | -2503 | -151 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 13 | 0,78 | 12,32 | 7,70 | -2503 | -183 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 14 | 0,85 | 12,32 | 7,70 | -2503 | -218 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 15 | 0,91 | 12,32 | 7,70 | -2503 | -256 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 16 | 0,98 | 12,32 | 7,70 | -2503 | -298 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 17 | 1,04 | 12,32 | 7,70 | -2503 | -344 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 18 | 1,11 | 12,32 | 7,70 | -2503 | -394 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 19 | 1,17 | 12,32 | 7,70 | -2503 | -448 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 20 | 1,24 | 12,32 | 7,70 | -2503 | -506 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 21 | 1,30 | 12,32 | 7,70 | -2503 | -568 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |

Verifica fessurazione fondazione

| N° | Y | A _{fs} | A _{fi} | M _{pf} | M | ε _m | S _m | w |
|----|-------|-----------------|-----------------|-----------------|-----|----------------|----------------|-------|
| 1 | -0,80 | 12,32 | 9,24 | -4358 | 0 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 2 | -0,75 | 12,32 | 9,24 | 4268 | 2 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 3 | -0,70 | 12,32 | 9,24 | 4268 | 9 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 4 | -0,65 | 12,32 | 9,24 | 4268 | 20 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 5 | -0,60 | 12,32 | 9,24 | 4268 | 37 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 6 | -0,55 | 12,32 | 9,24 | 4268 | 58 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 7 | -0,50 | 12,32 | 9,24 | 4268 | 86 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 8 | -0,45 | 12,32 | 9,24 | 4268 | 119 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 9 | -0,40 | 12,32 | 9,24 | 4268 | 159 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 10 | -0,35 | 12,32 | 9,24 | 4268 | 205 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 11 | -0,30 | 12,32 | 9,24 | 4268 | 258 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 12 | 0,00 | 12,32 | 12,32 | -4382 | -77 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 13 | 0,05 | 12,32 | 12,32 | -4382 | -62 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 14 | 0,10 | 12,32 | 12,32 | -4382 | -49 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 15 | 0,15 | 12,32 | 12,32 | -4382 | -37 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 16 | 0,20 | 12,32 | 12,32 | -4382 | -26 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 17 | 0,25 | 18,47 | 12,32 | -4607 | -17 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 18 | 0,30 | 18,47 | 12,32 | -4607 | -10 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 19 | 0,35 | 12,32 | 12,32 | -4382 | -5 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 20 | 0,40 | 18,47 | 12,32 | -4607 | -2 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 21 | 0,45 | 18,47 | 12,32 | -4607 | 0 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 22 | 0,50 | 18,47 | 12,32 | -4607 | 0 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |

COMBINAZIONE n° 39

| | | | |
|--|---------------|---------------|--|
| Valore della spinta statica | 1805,31 [daN] | | |
| Componente orizzontale della spinta statica | 1652,75 [daN] | | |
| Componente verticale della spinta statica | 726,35 [daN] | | |
| Punto d'applicazione della spinta | X = 0,50 [m] | Y = -1,14 [m] | |
| Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie | 23,72 [°] | | |
| Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche | 58,94 [°] | | |
| Incremento sismico della spinta | 58,57 [daN] | | |
| Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta | X = 0,50 [m] | Y = -1,00 [m] | |
| Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche | 58,13 [°] | | |
| Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte | 2170,00 [daN] | | |
| Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte | X = 0,25 [m] | Y = -0,65 [m] | |
| Inerzia del muro | 44,37 [daN] | | |
| Inerzia verticale del muro | -22,19 [daN] | | |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|------------|-------------|----|------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | | | | | |
| RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE | | <i>Codice documento</i> ST0052_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 | | | | | | |

Inerzia del terrapieno fondazione di monte 38,52 [daN]
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte -19,26 [daN]

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale 1789,25 [daN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale 5378,47 [daN]
Resistenza passiva dente di fondazione -2863,69 [daN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione 5378,47 [daN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione 1789,25 [daN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione -0,08 [m]
Lunghezza fondazione reagente 1,30 [m]
Risultante in fondazione 5668,27 [daN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale) 18,40 [°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione -428,26 [daNm]
Carico ultimo della fondazione 158570,28 [daN]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente 1,30 [m]
Tensione terreno allo spigolo di valle 0,2617 [daN/cm²]
Tensione terreno allo spigolo di monte 0,5658 [daN/cm²]

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 2.02
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo 29.48

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 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 2 | 0,65 | 487,50 | 120,63 | 400,02 |
| 3 | 1,30 | 975,00 | 557,02 | 970,90 |

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 | 250,84 | 1100,81 |

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

| | | | | |
|---|---|---|------------------|---------------------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | | |
| RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE | | <i>Codice documento</i> ST0052_F0.doc | <i>Rev</i> F0 | <i>Data</i> 20-06-2011 |

| Nr. | X | M | T |
|-----|------|--------|---------|
| 1 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 2 | 0,50 | -87,77 | -358,53 |

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] |
| σ _c | tensione nel calcestruzzo espressa in [daN/cmq] |
| τ _c | tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [daN/cmq] |
| σ _{fs} | tensione nell'armatura disposta sul lembo di monte in [daN/cmq] |
| σ _{fi} | tensione nell'armatura disposta sul lembo di valle in [daN/cmq] |

| Nr. | Y | B, H | A _{fs} | A _{fi} | σ _c | τ _c | σ _{fs} | σ _{fi} |
|-----|------|---------|-----------------|-----------------|----------------|----------------|-----------------|-----------------|
| 1 | 0,00 | 100, 30 | 12,32 | 7,70 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 2 | 0,65 | 100, 30 | 12,32 | 7,70 | 1,16 | 0,17 | 23,00 | -12,87 |
| 3 | 1,30 | 100, 30 | 12,32 | 7,70 | 5,21 | 0,42 | 149,59 | -52,80 |

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] |
| σ _c | tensione nel calcestruzzo espressa in [daN/cmq] |
| τ _c | tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [daN/cmq] |
| σ _{fi} | tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo inferiore in [daN/cmq] |
| σ _{fs} | 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 _{fi} | A _{fs} | σ _c | τ _c | σ _{fi} | σ _{fs} |
|-----|------|---------|-----------------|-----------------|----------------|----------------|-----------------|-----------------|
| 1 | 0,00 | 100, 40 | 9,24 | 12,32 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 2 | 0,50 | 100, 40 | 9,24 | 12,32 | 1,43 | 0,35 | 79,22 | -13,36 |

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} | σ _c | τ _c | σ _{fi} | σ _{fs} |
|-----|------|---------|-----------------|-----------------|----------------|----------------|-----------------|-----------------|
| 1 | 0,00 | 100, 40 | 12,32 | 18,47 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 2 | 0,50 | 100, 40 | 12,32 | 12,32 | 0,45 | -0,11 | -4,50 | 20,96 |

Verifica sperone di fondazione

Base sezione B= 100 cm Altezza sezione H=30 [cm]
A_{fi}=6,16 [cmq] A_{fs}=6,16 [cmq]
Sollecitazioni M=358,0 [daNm] T=1789,3 [daN]
Momento ultimo sezione M_u = 6337,17 [daNm]
Coeff. sicurezza sezione = 17,70

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] |
|-----------------|--|

| | | | | |
|---|---|---|------------------|---------------------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | | |
| RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE | | <i>Codice documento</i> ST0052_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]
 M_{pf} Momento di prima fessurazione espressa in [daNm]
 M Momento agente nella sezione espressa in [daNm]
 ϵ_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 | ϵ_m | S_m | w |
|----|------|----------|----------|----------|------|--------------|-------|-------|
| 1 | 0,00 | 12,32 | 7,70 | -2503 | 0 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 2 | 0,07 | 12,32 | 7,70 | -2503 | -1 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 3 | 0,13 | 12,32 | 7,70 | -2503 | -4 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 4 | 0,20 | 12,32 | 7,70 | -2503 | -10 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 5 | 0,26 | 12,32 | 7,70 | -2503 | -17 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 6 | 0,33 | 12,32 | 7,70 | -2503 | -28 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 7 | 0,39 | 12,32 | 7,70 | -2503 | -41 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 8 | 0,46 | 12,32 | 7,70 | -2503 | -56 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 9 | 0,52 | 12,32 | 7,70 | -2503 | -75 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 10 | 0,59 | 12,32 | 7,70 | -2503 | -96 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 11 | 0,65 | 12,32 | 7,70 | -2503 | -121 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 12 | 0,72 | 12,32 | 7,70 | -2503 | -148 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 13 | 0,78 | 12,32 | 7,70 | -2503 | -179 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 14 | 0,85 | 12,32 | 7,70 | -2503 | -213 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 15 | 0,91 | 12,32 | 7,70 | -2503 | -251 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 16 | 0,98 | 12,32 | 7,70 | -2503 | -292 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 17 | 1,04 | 12,32 | 7,70 | -2503 | -337 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 18 | 1,11 | 12,32 | 7,70 | -2503 | -386 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 19 | 1,17 | 12,32 | 7,70 | -2503 | -439 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 20 | 1,24 | 12,32 | 7,70 | -2503 | -496 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 21 | 1,30 | 12,32 | 7,70 | -2503 | -557 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |

Verifica fessurazione fondazione

| N° | Y | A_{fs} | A_{fi} | M_{pf} | M | ϵ_m | S_m | w |
|----|-------|----------|----------|----------|-----|--------------|-------|-------|
| 1 | -0,80 | 12,32 | 9,24 | -4358 | 0 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 2 | -0,75 | 12,32 | 9,24 | 4268 | 2 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 3 | -0,70 | 12,32 | 9,24 | 4268 | 8 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 4 | -0,65 | 12,32 | 9,24 | 4268 | 20 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 5 | -0,60 | 12,32 | 9,24 | 4268 | 35 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 6 | -0,55 | 12,32 | 9,24 | 4268 | 57 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 7 | -0,50 | 12,32 | 9,24 | 4268 | 83 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 8 | -0,45 | 12,32 | 9,24 | 4268 | 116 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 9 | -0,40 | 12,32 | 9,24 | 4268 | 154 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 10 | -0,35 | 12,32 | 9,24 | 4268 | 199 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 11 | -0,30 | 12,32 | 9,24 | 4268 | 251 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 12 | 0,00 | 12,32 | 12,32 | -4382 | -88 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 13 | 0,05 | 12,32 | 12,32 | -4382 | -71 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 14 | 0,10 | 12,32 | 12,32 | -4382 | -56 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 15 | 0,15 | 12,32 | 12,32 | -4382 | -42 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 16 | 0,20 | 12,32 | 12,32 | -4382 | -30 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 17 | 0,25 | 18,47 | 12,32 | -4607 | -20 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 18 | 0,30 | 18,47 | 12,32 | -4607 | -12 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 19 | 0,35 | 12,32 | 12,32 | -4382 | -6 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 20 | 0,40 | 18,47 | 12,32 | -4607 | -3 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 21 | 0,45 | 18,47 | 12,32 | -4607 | -1 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 22 | 0,50 | 18,47 | 12,32 | -4607 | 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]

| | | | | | | | |
|---|---|---|--|------------|-------------|----|------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | | | | | |
| RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE | | <i>Codice documento</i> ST0052_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 | | | | | | |

P Peso singolo ferro espresso in [daN]
 P_g Peso gruppo espresso in [daN]

| Destinazione | ϕ | n | L | P | P_g |
|---------------------|--------|----------|----------|----------|-------------------------|
| Fondazione | 14,00 | 8 | 238,80 | 2,89 | 23,09 |
| Fondazione | 14,00 | 6 | 238,80 | 2,89 | 17,31 |
| Fondazione | 14,00 | 2 | 159,80 | 1,93 | 3,86 |
| Fondazione | 14,00 | 4 | 172,00 | 2,08 | 8,31 |
| Paramento | 14,00 | 5 | 171,00 | 2,07 | 10,33 |
| Paramento | 14,00 | 5 | 184,00 | 2,22 | 11,12 |
| Paramento | 14,00 | 2 | 170,00 | 2,05 | 4,11 |
| Paramento | 14,00 | 2 | 184,00 | 2,22 | 4,45 |
| Paramento | 14,00 | 6 | 170,00 | 2,05 | 12,33 |
| Paramento | 14,00 | 6 | 184,00 | 2,22 | 13,34 |
| Fondazione | 8,00 | 6 | 50,13 | 0,20 | 1,19 |
| Paramento | 8,00 | 6 | 40,19 | 0,16 | 0,95 |

| | | | | | | | |
|---|---|---|--|------------|-------------|----|------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | | | | | |
| RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE | | <i>Codice documento</i> ST0052_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 | | | | | | |

5.1.1.2 MURO TIPO B

Geometria muro e fondazione

Descrizione **Muro a mensola in c.a.**

| | |
|--|----------|
| Altezza del paramento | 2,20 [m] |
| Spessore in sommità | 0,40 [m] |
| Spessore all'attacco con la fondazione | 0,40 [m] |
| Inclinazione paramento esterno | 0,00 [°] |
| Inclinazione paramento interno | 0,00 [°] |
| Lunghezza del muro | 1,00 [m] |

Fondazione

| | |
|---|----------|
| Lunghezza mensola fondazione di valle | 1,00 [m] |
| Lunghezza mensola fondazione di monte | 1,00 [m] |
| Lunghezza totale fondazione | 2,40 [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 ²] |
| Modulo elastico E | 320665,55 [daN/cm ²] |

Acciaio

| | |
|---------------------------------------|-------------------------------|
| Tipo | B450C |
| Tensione di snervamento σ_{fa} | 4588,0 [daN/cm ²] |

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] |

Descrizione terreni

Simbologia adottata

| | |
|-------------|--|
| Nr. | Indice del terreno |
| Descrizione | Descrizione terreno |
| γ | Peso di volume del terreno espresso in [daN/mc] |
| γ_s | Peso di volume saturo del terreno espresso in [daN/mc] |
| ϕ | Angolo d'attrito interno espresso in [°] |
| δ | Angolo d'attrito terra-muro espresso in [°] |
| c | Coesione espressa in [daN/cm ²] |
| c_a | Adesione terra-muro espressa in [daN/cm ²] |

| | | | | |
|---|---|---|------------------|---------------------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | | |
| RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE | | <i>Codice documento</i> ST0052_F0.doc | <i>Rev</i> F0 | <i>Data</i> 20-06-2011 |

| Descrizione | γ | γ_s | ϕ | δ | c | c_a |
|---------------|----------|------------|--------|----------|-------|-------|
| Terreno 11800 | 1800 | 35.00 | 23.33 | 0,000 | 0,000 | |
| Terreno 21800 | 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 ² /cm |
| Ks | Coefficiente di spinta |
| Terreno | Terreno dello strato |

| Nr. | H | a | Kw | Ks | Terreno |
|-----|------|------|------|------|-----------|
| 1 | 2,55 | 0,00 | 2,22 | 0,00 | Terreno 1 |
| 2 | 3,00 | 0,00 | 4,40 | 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_x | Componente orizzontale del carico concentrato espressa in [daN] |
| F_y | Componente verticale del carico concentrato espressa in [daN] |
| M | Momento espresso in [daNm] |
| X_i | Ascissa del punto iniziale del carico ripartito espressa in [m] |
| X_f | Ascissa del punto finale del carico ripartito espressa in [m] |
| Q_i | Intensità del carico per $x=X_i$ espressa in [daN/m] |
| Q_f | Intensità del carico per $x=X_f$ espressa in [daN/m] |
| D / C | 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)

γ Coefficiente di partecipazione della condizione

Ψ Coefficiente di combinazione della condizione

Combinazione n° 1 - Caso A1-M1 (STR)

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

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|------------|-------------|----|------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | | | | | |
| RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE | | <i>Codice documento</i> ST0052_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° 4 - Caso A1-M1 (STR)

| S/F | γ | Ψ | $\gamma * \Psi$ | | |
|-------------------------|----------|--------|-----------------|------|------|
| 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 | γ | Ψ | $\gamma * \Psi$ | | |
|-------------------------|----------|--------|-----------------|------|------|
| 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 | γ | Ψ | $\gamma * \Psi$ | | |
|-------------------------|----------|--------|-----------------|------|------|
| 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 | γ | Ψ | $\gamma * \Psi$ | | |
|-------------------------|----------|--------|-----------------|------|------|
| 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 | γ | Ψ | $\gamma * \Psi$ | | |
|-------------------------|----------|--------|-----------------|------|------|
| 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 | γ | Ψ | $\gamma * \Psi$ | | |
|-------------------------|----------|--------|-----------------|------|------|
| 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 | γ | Ψ | $\gamma * \Psi$ | | |
|-------------------------|----------|--------|-----------------|------|------|
| 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 | γ | Ψ | $\gamma * \Psi$ | | |
|-------------------------|----------|--------|-----------------|------|------|
| 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 | γ | Ψ | $\gamma * \Psi$ | | |
|-------------------------|----------|--------|-----------------|------|------|
| 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 | γ | Ψ | $\gamma * \Psi$ | | |
|-------------------------|----------|--------|-----------------|------|------|
| 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 | |

| | | | | |
|---|---|---|------------------|---------------------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | | |
| RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE | | <i>Codice documento</i> ST0052_F0.doc | <i>Rev</i> F0 | <i>Data</i> 20-06-2011 |

Sovraccarico SFAV 1.50 1.00 1.50

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

| S/F | γ | Ψ | $\gamma^* \Psi$ | | |
|-------------------------|----------|--------|-----------------|------|------|
| 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 | γ | Ψ | $\gamma^* \Psi$ | | |
|-------------------------|----------|--------|-----------------|------|------|
| 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 | γ | Ψ | $\gamma^* \Psi$ | | |
|-------------------------|----------|--------|-----------------|------|------|
| 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 | γ | Ψ | $\gamma^* \Psi$ | | |
|-------------------------|----------|--------|-----------------|------|------|
| 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 | γ | Ψ | $\gamma^* \Psi$ | | |
|-------------------------|----------|--------|-----------------|------|------|
| 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 | γ | Ψ | $\gamma^* \Psi$ | | |
|-------------------------|----------|--------|-----------------|------|------|
| 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 | γ | Ψ | $\gamma^* \Psi$ | | |
|-------------------------|----------|--------|-----------------|------|------|
| 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 | γ | Ψ | $\gamma^* \Psi$ | | |
|-------------------------|----------|--------|-----------------|------|------|
| 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 | γ | Ψ | $\gamma^* \Psi$ | | |
|-------------------------|----------|--------|-----------------|------|------|
| 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° 23 - Caso A1-M1 (STR) - Sisma Vert. positivo

| S/F | γ | Ψ | $\gamma^* \Psi$ | | |
|-------------------------|----------|--------|-----------------|------|------|
| 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

| | | | | |
|---|---|---|------------------|---------------------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | | |
| RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE | | <i>Codice documento</i> ST0052_F0.doc | <i>Rev</i> F0 | <i>Data</i> 20-06-2011 |

| S/F | γ | Ψ | $\gamma^* \Psi$ | | |
|-------------------------|----------|--------|-----------------|------|------|
| 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 | γ | Ψ | $\gamma^* \Psi$ | | |
|-------------------------|----------|--------|-----------------|------|------|
| 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 | γ | Ψ | $\gamma^* \Psi$ | | |
|-------------------------|----------|--------|-----------------|------|------|
| 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 | γ | Ψ | $\gamma^* \Psi$ | | |
|-------------------------|----------|--------|-----------------|------|------|
| 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 | γ | Ψ | $\gamma^* \Psi$ | | |
|-------------------------|----------|--------|-----------------|------|------|
| 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 | γ | Ψ | $\gamma^* \Psi$ | | |
|-------------------------|----------|--------|-----------------|------|------|
| 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 | γ | Ψ | $\gamma^* \Psi$ | | |
|-------------------------|----------|--------|-----------------|------|------|
| 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 | γ | Ψ | $\gamma^* \Psi$ | | |
|-------------------------|----------|--------|-----------------|------|------|
| 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 | γ | Ψ | $\gamma^* \Psi$ | | |
|-------------------------|----------|--------|-----------------|------|------|
| 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 | γ | Ψ | $\gamma^* \Psi$ | | |
|-------------------|----------|--------|-----------------|------|--|
| Peso proprio muro | -- | 1,00 | 1,00 | 1,00 | |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|------------|-------------|----|------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | | | | | |
| RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE | | <i>Codice documento</i> ST0052_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 | | | | | | |

| | | | | |
|-------------------------|------|------|------|------|
| 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 | γ | Ψ | $\gamma * \Psi$ | |
|-------------------------|----------|--------|-----------------|------|
| 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 | γ | Ψ | $\gamma * \Psi$ | |
|-------------------------|----------|--------|-----------------|------|
| 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 | γ | Ψ | $\gamma * \Psi$ | |
|-------------------------|----------|--------|-----------------|------|
| 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 | γ | Ψ | $\gamma * \Psi$ | |
|-------------------------|----------|--------|-----------------|------|
| 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 | γ | Ψ | $\gamma * \Psi$ | |
|-------------------------|----------|--------|-----------------|------|
| 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 | γ | Ψ | $\gamma * \Psi$ | |
|-------------------------|----------|--------|-----------------|------|
| 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

| | | | | | | | |
|---|---|---|--|------------|-------------|----|------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | | | | | |
| RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE | | <i>Codice documento</i> ST0052_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 | | | | | | |

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_γ per effetti cinematici (combinazioni sismiche SLU): 1,00
Coefficiente correttivo su N_γ 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_{QLIM} 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] | -- | -- | 2,60 | -- | 39,78 | -- | | |
| 2 | A1-M1 - [1] | -- | -- | 3,25 | -- | 30,90 | -- | | |
| 3 | A1-M1 - [1] | -- | -- | 2,88 | -- | 33,85 | -- | | |
| 4 | A1-M1 - [1] | -- | -- | 2,97 | -- | 35,66 | -- | | |
| 5 | A2-M2 - [1] | -- | -- | 2,07 | -- | 15,05 | -- | | |
| 6 | EQU - [1] -- | -- | -- | 9,37 | -- | -- | -- | | |
| 7 | STAB - [1] | -- | -- | -- | -- | -- | 1,88 | | |
| 8 | A1-M1 - [2] | -- | -- | 2,09 | -- | 26,90 | -- | | |
| 9 | A1-M1 - [2] | -- | -- | 1,89 | -- | 29,20 | -- | | |
| 10 | A1-M1 - [2] | -- | -- | 2,24 | -- | 24,12 | -- | | |
| 11 | A1-M1 - [2] | -- | -- | 2,04 | -- | 25,91 | -- | | |
| 12 | A2-M2 - [2] | -- | -- | 1,39 | -- | 11,81 | -- | | |
| 13 | EQU - [2] -- | -- | -- | 5,07 | -- | -- | -- | | |
| 14 | STAB - [2] | -- | -- | -- | -- | -- | 1,38 | | |
| 15 | A1-M1 - [3] | | | Orizzontale + Verticale positivo | | 2,04 | -- | 42,64 | -- |
| 16 | A1-M1 - [3] | | | Orizzontale + Verticale negativo | | 1,98 | -- | 46,69 | -- |
| 17 | A2-M2 - [3] | | | Orizzontale + Verticale positivo | | 1,38 | -- | 16,06 | -- |
| 18 | A2-M2 - [3] | | | Orizzontale + Verticale negativo | | 1,34 | -- | 17,56 | -- |
| 19 | EQU - [3] Orizzontale + Verticale positivo | | | | | -- | 5,84 | -- | -- |
| 20 | EQU - [3] Orizzontale + Verticale negativo | | | | | -- | 4,89 | -- | -- |
| 21 | STAB - [3] | | | Orizzontale + Verticale positivo | | -- | -- | -- | 1,61 |
| 22 | STAB - [3] | | | Orizzontale + Verticale negativo | | -- | -- | -- | 1,59 |
| 23 | A1-M1 - [4] | | | Orizzontale + Verticale positivo | | 1,59 | -- | 34,39 | -- |
| 24 | A1-M1 - [4] | | | Orizzontale + Verticale negativo | | 1,55 | -- | 37,74 | -- |
| 25 | A2-M2 - [4] | | | Orizzontale + Verticale positivo | | 1,06 | -- | 13,28 | -- |
| 26 | A2-M2 - [4] | | | Orizzontale + Verticale negativo | | 1,04 | -- | 14,56 | -- |
| 27 | EQU - [4] Orizzontale + Verticale negativo | | | | | -- | 3,63 | -- | -- |
| 28 | EQU - [4] Orizzontale + Verticale positivo | | | | | -- | 4,09 | -- | -- |
| 29 | STAB - [4] | | | Orizzontale + Verticale positivo | | -- | -- | -- | 1,29 |
| 30 | STAB - [4] | | | Orizzontale + Verticale negativo | | -- | -- | -- | 1,28 |
| 31 | SLEQ - [1] | | | -- | 2,35 | -- | 32,30 | -- | -- |
| 32 | SLEF - [1] | | | -- | 2,35 | -- | 32,30 | -- | -- |
| 33 | SLER - [1] | | | -- | 2,35 | -- | 32,30 | -- | -- |
| 34 | SLEQ - [1] | | | Orizzontale + Verticale positivo | | 2,14 | -- | 32,78 | -- |

| | | | | |
|---|---|---|------------------|---------------------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | | |
| RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE | | <i>Codice documento</i> ST0052_F0.doc | <i>Rev</i> F0 | <i>Data</i> 20-06-2011 |

| | | | | | | |
|----|------------|----------------------------------|------|----|-------|----|
| 35 | SLEQ - [1] | Orizzontale + Verticale negativo | 2,14 | -- | 33,34 | -- |
| 36 | SLEF - [1] | Orizzontale + Verticale positivo | 2,14 | -- | 32,78 | -- |
| 37 | SLEF - [1] | Orizzontale + Verticale negativo | 2,14 | -- | 33,34 | -- |
| 38 | SLER - [1] | Orizzontale + Verticale positivo | 2,14 | -- | 32,78 | -- |
| 39 | SLER - [1] | Orizzontale + Verticale negativo | 2,14 | -- | 33,34 | -- |

| | | | | | | | |
|---|---|---|--|------------|-------------|----|------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | | | | | |
| RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE | | <i>Codice documento</i> ST0052_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 | | | | | | |

Analisi della spinta e verifiche

Sistema di riferimento adottato per le coordinate :

Origine in testa al muro (spigolo di monte)

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

Ordinate Y (esprese 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/s²]

Coefficiente di amplificazione per tipo di sottosuolo (S) 1.16

Coefficiente di amplificazione topografica (St) 1.00

Coefficiente riduzione (β_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/s²]

Coefficiente di amplificazione per tipo di sottosuolo (S) 1.20

Coefficiente di amplificazione topografica (St) 1.00

Coefficiente riduzione (β_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 5000,00 [daN]

Baricentro del muro X=-0,12 Y=-1,86

Superficie di spinta

Punto inferiore superficie di spinta X = 1,00 Y = -3,00

Punto superiore superficie di spinta X = 1,00 Y = 0,00

Altezza della superficie di spinta 3,00 [m]

Inclinazione superficie di spinta(rispetto alla verticale) 0,00 [°]

COMBINAZIONE n° 1

Peso muro favorevole e Peso terrapieno favorevole

Valore della spinta statica 2490,32 [daN]

Componente orizzontale della spinta statica 2278,86 [daN]

Componente verticale della spinta statica 1004,25 [daN]

Punto d'applicazione della spinta X = 1,00 [m] Y = -1,97 [m]

Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie 23,78 [°]

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

Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte 3960,00 [daN]

Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte X = 0,50 [m] Y = -1,10 [m]

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|------------|-------------|----|------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | | | | | |
| RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE | | <i>Codice documento</i> ST0052_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 | 2278,86 | [daN] |
| Risultante dei carichi applicati in dir. verticale | 9964,25 | [daN] |
| Resistenza passiva dente di fondazione | -4653,03 | [daN] |
| Sforzo normale sul piano di posa della fondazione | 9964,25 | [daN] |
| Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione | 2278,86 | [daN] |
| Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione | -0,30 | [m] |
| Lunghezza fondazione reagente | 2,40 | [m] |
| Risultante in fondazione | 10221,52 | [daN] |
| Inclinazione della risultante (rispetto alla normale) | 12,88 | [°] |
| Momento rispetto al baricentro della fondazione | -2943,99 | [daNm] |
| Carico ultimo della fondazione | 396425,17 | [daN] |

Tensioni sul terreno

| | | |
|--|--------|------------------------|
| Lunghezza fondazione reagente | 2,40 | [m] |
| Tensione terreno allo spigolo di valle | 0,1085 | [daN/cm ²] |
| Tensione terreno allo spigolo di monte | 0,7218 | [daN/cm ²] |

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 2.60
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo 39.78

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 | 1,10 | 1100,00 | 116,49 | 317,71 |
| 3 | 2,20 | 2200,00 | 931,93 | 1269,83 |

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 | 1,00 | 468,48 | 1362,89 |

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 |
|-----|---|---|---|
|-----|---|---|---|

| | | | | |
|---|---|---|------------------|---------------------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | | |
| RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE | | <i>Codice documento</i> ST0052_F0.doc | <i>Rev</i> F0 | <i>Data</i> 20-06-2011 |

| | | | |
|---|------|---------|---------|
| 1 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 2 | 1,00 | -210,71 | -607,35 |

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_{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 | 0,00 | 100, 40 | 14,07 | 10,05 | 0 | 0 | 1000,00 | 16742 | -- | -- |
| 2 | 1,10 | 100, 40 | 14,07 | 10,05 | 357148 | -37823 | 324,68 | 16895 | -- | -- |
| 3 | 2,20 | 100, 40 | 14,07 | 10,05 | 74107 | -31392 | 33,69 | 17047 | -- | -- |

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_{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 | 1,00 | 100, 40 | 10,05 | 10,05 | 0 | 14102 | 30,10 | 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 | 1,00 | 100, 40 | 10,05 | 10,05 | 0 | -14102 | 66,93 | 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=608,0 [daNm] T=2278,9 [daN]
Momento ultimo sezione M_u = 11345,08 [daNm]
Coeff.sicurezza sezione = 18,66

COMBINAZIONE n° 2

Peso muro favorevole e Peso terrapieno sfavorevole

| | | | | | | | |
|---|---|---|--|------------|-------------|----|------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | | | | | |
| RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE | | <i>Codice documento</i> ST0052_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 | | | | | | |

Valore della spinta statica 2490,32 [daN]
Componente orizzontale della spinta statica 2278,86 [daN]
Componente verticale della spinta statica 1004,25 [daN]
Punto d'applicazione della spinta X = 1,00 [m] Y = -1,97 [m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie 23,78 [°]
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche 58,94 [°]

Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte 5148,00 [daN]
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte X = 0,50 [m] Y = -1,10 [m]

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale 2278,86 [daN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale 12652,25 [daN]
Resistenza passiva dente di fondazione -5763,90 [daN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione 12652,25 [daN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione 2278,86 [daN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione -0,31 [m]
Lunghezza fondazione reagente 2,40 [m]
Risultante in fondazione 12855,84 [daN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale) 10,21 [°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione -3895,59 [daNm]
Carico ultimo della fondazione 390972,41 [daN]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente 2,40 [m]
Tensione terreno allo spigolo di valle 0,1214 [daN/cm²]
Tensione terreno allo spigolo di monte 0,9330 [daN/cm²]

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 3.25

Coefficiente di sicurezza a carico ultimo 30.90

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 | 1,10 | 1430,00 | 116,49 | 317,71 |
| 3 | 2,20 | 2860,00 | 931,93 | 1269,83 |

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 | 1,00 | 520,53 | 1604,66 |

| | | | | |
|---|---|---|------------------|---------------------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | | |
| RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE | | <i>Codice documento</i> ST0052_F0.doc | <i>Rev</i> F0 | <i>Data</i> 20-06-2011 |

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 | 1,00 | 461,24 | 670,88 |

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

VR_{cd} Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [daN]

VR_{sd} Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [daN]

VR_d 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, 40 | 14,07 | 10,05 | 0 | 0 | 1000,00 | 16742 | -- | -- |
| 2 | 1,10 | 100, 40 | 14,07 | 10,05 | 409105 | -33328 | 286,09 | 16940 | -- | -- |
| 3 | 2,20 | 100, 40 | 14,07 | 10,05 | 110173 | -35900 | 38,52 | 17139 | -- | -- |

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_{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

VR_{cd} Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [daN]

VR_{sd} Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [daN]

VR_d 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 | 1,00 | 100, 40 | 10,05 | 10,05 | 0 | 14102 | 27,09 | 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 | 1,00 | 100, 40 | 10,05 | 10,05 | 0 | 14102 | 30,57 | 15220 | -- | -- |

Verifica sperone di fondazione

| | | | | | | | |
|---|---|---|--|------------|-------------|----|------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | | | | | |
| RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE | | <i>Codice documento</i> ST0052_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 | | | | | | |

Base sezione B= 100 cm Altezza sezione H=40 [cm]
 $A_{fi}=8,04$ [cmq] $A_{fs}=8,04$ [cmq]
Sollecitazioni M=608,0 [daNm] T=2278,9 [daN]
Momento ultimo sezione $M_u = 11345,08$ [daNm]
Coeff. sicurezza sezione = 18,66

COMBINAZIONE n° 3

Peso muro favorevole e Peso terrapieno sfavorevole

Valore della spinta statica 2490,32 [daN]
Componente orizzontale della spinta statica 2278,86 [daN]
Componente verticale della spinta statica 1004,25 [daN]
Punto d'applicazione della spinta X = 1,00 [m] Y = -1,97 [m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie 23,78 [°]
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche 58,94 [°]

Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte 5148,00 [daN]
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte X = 0,50 [m] Y = -1,10 [m]

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale 2278,86 [daN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale 11152,25 [daN]
Resistenza passiva dente di fondazione -5061,72 [daN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione 11152,25 [daN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione 2278,86 [daN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione -0,34 [m]
Lunghezza fondazione reagente 2,40 [m]
Risultante in fondazione 11382,70 [daN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale) 11,55 [°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione -3775,59 [daNm]
Carico ultimo della fondazione 377538,65 [daN]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente 2,40 [m]
Tensione terreno allo spigolo di valle 0,0714 [daN/cm²]
Tensione terreno allo spigolo di monte 0,8580 [daN/cm²]

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 2.88
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo 33.85

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 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 2 | 1,10 | 1100,00 | 116,49 | 317,71 |
| 3 | 2,20 | 2200,00 | 931,93 | 1269,83 |

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

| | | | | |
|---|---|---|------------------|---------------------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | | |
| RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE | | <i>Codice documento</i> ST0052_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 | 1,00 | 403,17 | 1352,58 |

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 | 1,00 | 349,60 | 392,97 |

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_{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 | 0,00 | 100, 40 | 14,07 | 10,05 | 0 | 0 | 1000,00 | 16742 | -- | -- |
| 2 | 1,10 | 100, 40 | 14,07 | 10,05 | 357148 | -37823 | 324,68 | 16895 | -- | -- |
| 3 | 2,20 | 100, 40 | 14,07 | 10,05 | 74107 | -31392 | 33,69 | 17047 | -- | -- |

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 | 1,00 | 100, 40 | 10,05 | 10,05 | 0 | 14102 | 34,98 | 15220 | -- | -- |

Fondazione di monte

| | | | | |
|---|---|---|------------------|---------------------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | | |
| RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE | | <i>Codice documento</i> ST0052_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 _{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 | 1,00 | 100, 40 | 10,05 | 10,05 | 0 | 14102 | 40,34 | 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=608,0 [daNm] T=2278,9 [daN]
Momento ultimo sezione M_u = 11345,08 [daNm]
Coeff.sicurezza sezione = 18,66

COMBINAZIONE n° 4

Peso muro sfavorevole e Peso terrapieno favorevole

Valore della spinta statica 2490,32 [daN]
Componente orizzontale della spinta statica 2278,86 [daN]
Componente verticale della spinta statica 1004,25 [daN]
Punto d'applicazione della spinta X = 1,00 [m] Y = -1,97 [m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie 23,78 [°]
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche 58,94 [°]
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte 3960,00 [daN]
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte X = 0,50 [m] Y = -1,10 [m]

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale 2278,86 [daN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale 11464,25 [daN]
Resistenza passiva dente di fondazione -5355,21 [daN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione 11464,25 [daN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione 2278,86 [daN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione -0,27 [m]
Lunghezza fondazione reagente 2,40 [m]
Risultante in fondazione 11688,55 [daN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale) 11,24 [°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione -3063,99 [daNm]
Carico ultimo della fondazione 408779,88 [daN]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente 2,40 [m]
Tensione terreno allo spigolo di valle 0,1585 [daN/cm²]
Tensione terreno allo spigolo di monte 0,7968 [daN/cm²]

Fattori per il calcolo della capacità portante

Coeff. capacità portante N_c = 77.50 N_q = 61.55 N_γ = 80.93

Fattori forma s_c = 1,00 s_q = 1,00 s_γ = 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'_γ = 80.93

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a scorrimento 2.97
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo 35.66

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

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|------------|-------------|----|------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | | | | | |
| RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE | | <i>Codice documento</i> ST0052_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 | 1,10 | 1430,00 | 116,49 | 317,71 |
| 3 | 2,20 | 2860,00 | 931,93 | 1269,83 |

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 | 1,00 | 585,85 | 1614,98 |

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 | 1,00 | -99,07 | -329,43 |

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]

| Nr. | Y | B, H | A _{fs} | A _{fi} | N _u | M _u | CS | V _{Rd} | V _{Rcd} | V _{Rsd} |
|-----|------|---------|-----------------|-----------------|----------------|----------------|---------|-----------------|------------------|------------------|
| 1 | 0,00 | 100, 40 | 14,07 | 10,05 | 0 | 0 | 1000,00 | 16742 | -- | -- |
| 2 | 1,10 | 100, 40 | 14,07 | 10,05 | 409105 | -33328 | 286,09 | 16940 | -- | -- |
| 3 | 2,20 | 100, 40 | 14,07 | 10,05 | 110173 | -35900 | 38,52 | 17139 | -- | -- |

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_{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]

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|------------|-------------|----|------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | | | | | |
| RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE | | <i>Codice documento</i> ST0052_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 | | | | | | |

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 | 1,00 | 100, 40 | 10,05 | 10,05 | 0 | 14102 | 24,07 | 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 | 1,00 | 100, 40 | 10,05 | 10,05 | 0 | -14102 | 142,34 | 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=608,0 [daNm] T=2278,9 [daN]
Momento ultimo sezione M_u = 11345,08 [daNm]
Coeff.sicurezza sezione = 18,66

COMBINAZIONE n° 5

Valore della spinta statica 2408,83 [daN]
Componente orizzontale della spinta statica 2271,72 [daN]
Componente verticale della spinta statica 801,11 [daN]
Punto d'applicazione della spinta X = 1,00 [m] Y = -1,97 [m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie 19,43 [°]
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche 55,62 [°]
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte 3960,00 [daN]
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte X = 0,50 [m] Y = -1,10 [m]

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale 2271,72 [daN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale 9761,11 [daN]
Resistenza passiva dente di fondazione -3730,06 [daN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione 9761,11 [daN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione 2271,72 [daN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione -0,28 [m]
Lunghezza fondazione reagente 2,40 [m]
Risultante in fondazione 10021,98 [daN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale) 13,10 [°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione -2712,66 [daNm]
Carico ultimo della fondazione 146868,00 [daN]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente 2,40 [m]
Tensione terreno allo spigolo di valle 0,1241 [daN/cm²]
Tensione terreno allo spigolo di monte 0,6893 [daN/cm²]

Fattori per il calcolo della capacità portante

Coeff. capacità portante N_c = 77.50 N_q = 61.55 N_γ = 80.93

Fattori forma s_c = 1,00 s_q = 1,00 s_γ = 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'_γ = 80.93

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a scorrimento 2.07

Coefficiente di sicurezza a carico ultimo 15.05

| | | | | |
|---|---|---|------------------|---------------------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | | |
| RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE | | <i>Codice documento</i> ST0052_F0.doc | <i>Rev</i> F0 | <i>Data</i> 20-06-2011 |

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 | 1,10 | 1100,00 | 115,63 | 315,35 |
| 3 | 2,20 | 2200,00 | 925,00 | 1260,39 |

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 | 1,00 | 513,18 | 1418,81 |

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 | 1,00 | 253,95 | 355,45 |

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_{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
VR_{cd} Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [daN]
VR_{sd} 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, 40 | 14,07 | 10,05 | 0 | 0 | 1000,00 | 16742 | -- | -- |
| 2 | 1,10 | 100, 40 | 14,07 | 10,05 | 358681 | -37703 | 326,07 | 16895 | -- | -- |
| 3 | 2,20 | 100, 40 | 14,07 | 10,05 | 74910 | -31496 | 34,05 | 17047 | -- | -- |

Armature e tensioni nei materiali della fondazione

Combinazione n° 5

Simbologia adottata

B base della sezione espressa in [cm]

| | | | | | | | |
|---|---|---|--|------------|-------------|----|------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | | | | | |
| RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE | | <i>Codice documento</i> ST0052_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 | | | | | | |

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 | 1,00 | 100, 40 | 10,05 | 10,05 | 0 | 14102 | 27,48 | 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 | 1,00 | 100, 40 | 10,05 | 10,05 | 0 | 14102 | 55,53 | 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=606,1 [daNm] T=2271,7 [daN]
Momento ultimo sezione M_u = 11345,08 [daNm]
Coeff.sicurezza sezione = 18,72

COMBINAZIONE n° 6

Valore della spinta statica 2649,72 [daN]
Componente orizzontale della spinta statica 2498,89 [daN]
Componente verticale della spinta statica 881,22 [daN]
Punto d'applicazione della spinta X = 1,00 [m] Y = -1,97 [m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie 19,43 [°]
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche 55,62 [°]
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte 3564,00 [daN]
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte X = 0,50 [m] Y = -1,10 [m]

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale 2498,89 [daN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale 8945,22 [daN]
Resistenza passiva dente di fondazione -3434,70 [daN]
Momento ribaltante rispetto allo spigolo a valle 1562,74 [daNm]
Momento stabilizzante rispetto allo spigolo a valle 14646,54 [daNm]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione 8945,22 [daN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione 2498,89 [daN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione -0,26 [m]
Lunghezza fondazione reagente 2,40 [m]
Risultante in fondazione 9287,71 [daN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale) 15,61 [°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione -2349,53 [daNm]

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a ribaltamento 9.37

Stabilità globale muro + terreno

Combinazione n° 7

| | | | |
|---|---|---|---------------------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | |
| RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE | <i>Codice documento</i> ST0052_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]
 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/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]= -0,74 Y[m]= 0,25
Raggio del cerchio R[m]= 3,69
Ascissa a valle del cerchio Xi[m]= -3,51
Ascissa a monte del cerchio Xs[m]= 2,93
Larghezza della striscia dx[m]= 0,26
Coefficiente di sicurezza C= 1.88
Le strisce sono numerate da monte verso valle

Caratteristiche delle strisce

| Striscia | W | $\alpha(^{\circ})$ | $W\sin\alpha$ | $b/\cos\alpha$ | ϕ | c | u |
|----------|---------|--------------------|---------------|----------------|--------|-------|-------|
| 1 | 267.80 | 76.90 | 260.84 | 1.14 | 29.26 | 0.000 | 0.000 |
| 2 | 645.02 | 63.53 | 577.40 | 0.58 | 29.26 | 0.000 | 0.000 |
| 3 | 852.14 | 55.50 | 702.23 | 0.46 | 29.26 | 0.000 | 0.000 |
| 4 | 1007.72 | 48.91 | 759.48 | 0.39 | 29.26 | 0.000 | 0.000 |
| 5 | 1132.30 | 43.12 | 773.89 | 0.35 | 29.38 | 0.000 | 0.000 |
| 6 | 1234.74 | 37.83 | 757.36 | 0.33 | 32.01 | 0.000 | 0.000 |
| 7 | 1319.89 | 32.91 | 717.15 | 0.31 | 32.01 | 0.000 | 0.000 |
| 8 | 1463.46 | 28.25 | 692.69 | 0.29 | 32.01 | 0.000 | 0.000 |
| 9 | 1593.59 | 23.79 | 642.75 | 0.28 | 32.01 | 0.000 | 0.000 |
| 10 | 1572.38 | 19.47 | 524.17 | 0.27 | 32.01 | 0.000 | 0.000 |
| 11 | 1606.40 | 15.27 | 423.11 | 0.27 | 32.01 | 0.000 | 0.000 |
| 12 | 1882.44 | 11.15 | 364.12 | 0.26 | 32.01 | 0.000 | 0.000 |
| 13 | 1947.48 | 7.09 | 240.46 | 0.26 | 32.01 | 0.000 | 0.000 |
| 14 | 643.58 | 3.07 | 34.44 | 0.26 | 32.01 | 0.000 | 0.000 |
| 15 | 645.80 | -0.94 | -10.61 | 0.26 | 32.01 | 0.000 | 0.000 |
| 16 | 639.63 | -4.96 | -55.26 | 0.26 | 32.01 | 0.000 | 0.000 |
| 17 | 611.01 | -8.99 | -95.53 | 0.26 | 32.01 | 0.000 | 0.000 |
| 18 | 529.44 | -13.08 | -119.81 | 0.26 | 32.01 | 0.000 | 0.000 |
| 19 | 496.99 | -17.23 | -147.24 | 0.27 | 32.01 | 0.000 | 0.000 |
| 20 | 454.90 | -21.48 | -166.60 | 0.28 | 32.01 | 0.000 | 0.000 |
| 21 | 402.37 | -25.86 | -175.52 | 0.29 | 32.01 | 0.000 | 0.000 |
| 22 | 338.27 | -30.41 | -171.24 | 0.30 | 32.01 | 0.000 | 0.000 |
| 23 | 261.00 | -35.19 | -150.40 | 0.32 | 32.01 | 0.000 | 0.000 |
| 24 | 168.17 | -40.26 | -108.69 | 0.34 | 32.01 | 0.000 | 0.000 |
| 25 | 56.10 | -45.76 | -40.19 | 0.37 | 29.26 | 0.000 | 0.000 |

$\Sigma W_i = 21772,63$ [daN]
 $\Sigma W_i \sin\alpha_i = 6229,01$ [daN]
 $\Sigma W_i \cos\alpha_i \tan\phi_i = 11686,97$ [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 4651,66 [daN]
Componente orizzontale della spinta statica 4259,88 [daN]
Componente verticale della spinta statica 1868,52 [daN]
Punto d'applicazione della spinta X = 1,00 [m] Y = -1,74 [m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie 23,68 [°]

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|------------|-------------|----|------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | | | | | |
| RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE | | <i>Codice documento</i> ST0052_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 [°]
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte 6960,00 [daN]
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte X = 0,50 [m] Y = -1,10 [m]

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale 4259,88 [daN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale 15328,52 [daN]
Resistenza passiva dente di fondazione -7043,77 [daN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione 15328,52 [daN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione 4259,88 [daN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione -0,26 [m]
Lunghezza fondazione reagente 2,40 [m]
Risultante in fondazione 15909,43 [daN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale) 15,53 [°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione -3974,48 [daNm]
Carico ultimo della fondazione 412276,16 [daN]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente 2,40 [m]
Tensione terreno allo spigolo di valle 0,2247 [daN/cm²]
Tensione terreno allo spigolo di monte 1,0527 [daN/cm²]

Fattori per il calcolo della capacità portante

Coeff. capacità portante N_c = 77.50 N_q = 61.55 N_γ = 80.93

Fattori forma s_c = 1,00 s_q = 1,00 s_γ = 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'_γ = 80.93

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a scorrimento 2.09
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo 26.90

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 | 1,10 | 1430,00 | 523,12 | 1057,63 |
| 3 | 2,20 | 2860,00 | 2559,78 | 2750,34 |

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 | 1,00 | 1048,41 | 2671,83 |

Sollecitazioni fondazione di monte

Combinazione n° 8

| | | | | |
|---|---|---|------------------|---------------------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | | |
| RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE | | <i>Codice documento</i> ST0052_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 | 1,00 | -451,53 | -1166,07 |

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 _{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 | 0,00 | 100, 40 | 14,07 | 10,05 | 0 | 0 | 1000,00 | 16742 | -- | -- |
| 2 | 1,10 | 100, 40 | 14,07 | 10,05 | 91897 | -33618 | 64,26 | 16940 | -- | -- |
| 3 | 2,20 | 100, 40 | 14,07 | 10,05 | 26620 | -23826 | 9,31 | 17139 | -- | -- |

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 _{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 | 1,00 | 100, 40 | 10,05 | 10,05 | 0 | 14102 | 13,45 | 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 | 1,00 | 100, 40 | 10,05 | 10,05 | 0 | -14102 | 31,23 | 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=1136,5 [daNm] T=4259,9 [daN]

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|------------|-------------|----|------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | | | | | |
| RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE | | <i>Codice documento</i> ST0052_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 ultimo sezione $M_u = 11345,08$ [daNm]
Coeff. sicurezza sezione = 9,98

COMBINAZIONE n° 9

Peso muro favorevole e Peso terrapieno favorevole

Valore della spinta statica 4651,66 [daN]
Componente orizzontale della spinta statica 4259,88 [daN]
Componente verticale della spinta statica 1868,52 [daN]
Punto d'applicazione della spinta X = 1,00 [m] Y = -1,74 [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 6960,00 [daN]
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte X = 0,50 [m] Y = -1,10 [m]

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale 4259,88 [daN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale 13828,52 [daN]
Resistenza passiva dente di fondazione -6341,59 [daN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione 13828,52 [daN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione 4259,88 [daN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione -0,28 [m]
Lunghezza fondazione reagente 2,40 [m]
Risultante in fondazione 14469,78 [daN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale) 17,12 [°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione -3854,48 [daNm]
Carico ultimo della fondazione 403753,12 [daN]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente 2,40 [m]
Tensione terreno allo spigolo di valle 0,1747 [daN/cm²]
Tensione terreno allo spigolo di monte 0,9777 [daN/cm²]

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 1.89
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo 29.20

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 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 2 | 1,10 | 1100,00 | 523,12 | 1057,63 |
| 3 | 2,20 | 2200,00 | 2559,78 | 2750,34 |

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

| | | | | |
|---|---|---|------------------|---------------------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | | |
| RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE | | <i>Codice documento</i> ST0052_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 | 1,00 | 931,05 | 2419,75 |

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 | 1,00 | -563,17 | -1443,99 |

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 [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 | 0,00 | 100, 40 | 14,07 | 10,05 | 0 | 0 | 1000,00 | 16742 | -- | -- |
| 2 | 1,10 | 100, 40 | 14,07 | 10,05 | 61931 | -29452 | 56,30 | 16895 | -- | -- |
| 3 | 2,20 | 100, 40 | 14,07 | 10,05 | 19502 | -22692 | 8,86 | 17047 | -- | -- |

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_{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 | 1,00 | 100, 40 | 10,05 | 10,05 | 0 | 14102 | 15,15 | 15220 | -- | -- |

Fondazione di monte

| | | | | |
|---|---|---|------------------|---------------------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | | |
| RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE | | <i>Codice documento</i> ST0052_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 _{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 | 1,00 | 100, 40 | 10,05 | 10,05 | 0 | -14102 | 25,04 | 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=1136,5 [daNm] T=4259,9 [daN]
Momento ultimo sezione M_u = 11345,08 [daNm]
Coeff.sicurezza sezione = 9,98

COMBINAZIONE n° 10

Peso muro favorevole e Peso terrapieno sfavorevole

Valore della spinta statica 4651,66 [daN]
Componente orizzontale della spinta statica 4259,88 [daN]
Componente verticale della spinta statica 1868,52 [daN]
Punto d'applicazione della spinta X = 1,00 [m] Y = -1,74 [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 8148,00 [daN]
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte X = 0,50 [m] Y = -1,10 [m]

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale 4259,88 [daN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale 16516,52 [daN]
Resistenza passiva dente di fondazione -7452,47 [daN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione 16516,52 [daN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione 4259,88 [daN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione -0,29 [m]
Lunghezza fondazione reagente 2,40 [m]
Risultante in fondazione 17057,02 [daN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale) 14,46 [°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione -4806,08 [daNm]
Carico ultimo della fondazione 398383,51 [daN]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente 2,40 [m]
Tensione terreno allo spigolo di valle 0,1876 [daN/cm²]
Tensione terreno allo spigolo di monte 1,1888 [daN/cm²]

Fattori per il calcolo della capacità portante

Coeff. capacità portante N_c = 77.50 N_q = 61.55 N_γ = 80.93

Fattori forma s_c = 1,00 s_q = 1,00 s_γ = 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'_γ = 80.93

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a scorrimento 2.24
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo 24.12

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

| | | | | |
|---|---|---|------------------|---------------------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | | |
| RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE | | <i>Codice documento</i> ST0052_F0.doc | <i>Rev</i> F0 | <i>Data</i> 20-06-2011 |

| Nr. | Y | N | M | T |
|-----|------|---------|---------|---------|
| 1 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 2 | 1,10 | 1430,00 | 523,12 | 1057,63 |
| 3 | 2,20 | 2860,00 | 2559,78 | 2750,34 |

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 | 1,00 | 983,10 | 2661,52 |

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 | 1,00 | 108,78 | -165,76 |

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 | 0,00 | 100, 40 | 14,07 | 10,05 | 0 | 0 | 1000,00 | 16742 | -- | -- |
| 2 | 1,10 | 100, 40 | 14,07 | 10,05 | 91897 | -33618 | 64,26 | 16940 | -- | -- |
| 3 | 2,20 | 100, 40 | 14,07 | 10,05 | 26620 | -23826 | 9,31 | 17139 | -- | -- |

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]

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|------------|-------------|----|------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | | | | | |
| RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE | | <i>Codice documento</i> ST0052_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 | | | | | | |

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 | 1,00 | 100, 40 | 10,05 | 10,05 | 0 | 14102 | 14,34 | 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 | 1,00 | 100, 40 | 10,05 | 10,05 | 0 | 14102 | 129,63 | 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=1136,5 [daNm] T=4259,9 [daN]
Momento ultimo sezione M_u = 11345,08 [daNm]
Coeff. sicurezza sezione = 9,98

COMBINAZIONE n° 11

Peso muro favorevole e Peso terrapieno sfavorevole

Valore della spinta statica 4651,66 [daN]
Componente orizzontale della spinta statica 4259,88 [daN]
Componente verticale della spinta statica 1868,52 [daN]
Punto d'applicazione della spinta X = 1,00 [m] Y = -1,74 [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 8148,00 [daN]
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte X = 0,50 [m] Y = -1,10 [m]

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale 4259,88 [daN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale 15016,52 [daN]
Resistenza passiva dente di fondazione -6750,29 [daN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione 15016,52 [daN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione 4259,88 [daN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione -0,31 [m]
Lunghezza fondazione reagente 2,40 [m]
Risultante in fondazione 15609,05 [daN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale) 15,84 [°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione -4686,08 [daNm]
Carico ultimo della fondazione 389147,01 [daN]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente 2,40 [m]
Tensione terreno allo spigolo di valle 0,1376 [daN/cm²]
Tensione terreno allo spigolo di monte 1,1138 [daN/cm²]

Fattori per il calcolo della capacità portante

Coeff. capacità portante N_c = 77.50 N_q = 61.55 N_γ = 80.93

Fattori forma s_c = 1,00 s_q = 1,00 s_γ = 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'_γ = 80.93

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a scorrimento 2.04
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo 25.91

| | | | | |
|---|---|---|------------------|---------------------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | | |
| RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE | | <i>Codice documento</i> ST0052_F0.doc | <i>Rev</i> F0 | <i>Data</i> 20-06-2011 |

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 | 1,10 | 1100,00 | 523,12 | 1057,63 |
| 3 | 2,20 | 2200,00 | 2559,78 | 2750,34 |

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 | 1,00 | 865,74 | 2409,44 |

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 | 1,00 | -2,86 | -443,67 |

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 [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
VR_{cd} Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [daN]
VR_{sd} Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [daN]
VR_d 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, 40 | 14,07 | 10,05 | 0 | 0 | 1000,00 | 16742 | -- | -- |
| 2 | 1,10 | 100, 40 | 14,07 | 10,05 | 61931 | -29452 | 56,30 | 16895 | -- | -- |
| 3 | 2,20 | 100, 40 | 14,07 | 10,05 | 19502 | -22692 | 8,86 | 17047 | -- | -- |

Armature e tensioni nei materiali della fondazione

Combinazione n° 11

| | | | | |
|---|---|---|------------------|---------------------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | | |
| RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE | | <i>Codice documento</i> ST0052_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 _{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] |
| V _{Rd} | 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 | 1,00 | 100, 40 | 10,05 | 10,05 | 0 | 14102 | 16,29 | 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 | 1,00 | 100, 40 | 10,05 | 10,05 | 0 | -14102 | 4938,97 | 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=1136,5 [daNm] T=4259,9 [daN]
Momento ultimo sezione M_u = 11345,08 [daNm]
Coeff.sicurezza sezione = 9,98

COMBINAZIONE n° 12

Valore della spinta statica 4760,68 [daN]
Componente orizzontale della spinta statica 4492,17 [daN]
Componente verticale della spinta statica 1576,22 [daN]
Punto d'applicazione della spinta X = 1,00 [m] Y = -1,73 [m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie 19,34 [°]
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche 55,62 [°]

Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte 6560,00 [daN]
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte X = 0,50 [m] Y = -1,10 [m]

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale 4492,17 [daN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale 13136,22 [daN]
Resistenza passiva dente di fondazione -5011,72 [daN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione 13136,22 [daN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione 4492,17 [daN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione -0,23 [m]
Lunghezza fondazione reagente 2,40 [m]
Risultante in fondazione 13883,08 [daN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale) 18,88 [°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione -2973,69 [daNm]
Carico ultimo della fondazione 155075,77 [daN]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente 2,40 [m]
Tensione terreno allo spigolo di valle 0,2376 [daN/cm²]
Tensione terreno allo spigolo di monte 0,8571 [daN/cm²]

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|------------|-------------|----|------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | | | | | |
| RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE | | <i>Codice documento</i> ST0052_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 1.39

Coefficiente di sicurezza a carico ultimo 11.81

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 | 1,10 | 1100,00 | 570,35 | 1142,79 |
| 3 | 2,20 | 2200,00 | 2745,40 | 2916,02 |

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 | 1,00 | 1118,14 | 2666,49 |

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 | 1,00 | -244,71 | -679,64 |

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_{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} |
|-----|---|------|----------|----------|-------|-------|----|----------|-----------|-----------|
|-----|---|------|----------|----------|-------|-------|----|----------|-----------|-----------|

| | | | | |
|---|---|---|--|------------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | | |
| | | RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE | <i>Codice documento</i> ST0052_F0.doc | <i>Rev</i> F0 |

| | | | | | | | | | | |
|---|------|---------|-------|-------|-------|--------|---------|-------|----|----|
| 1 | 0,00 | 100, 40 | 14,07 | 10,05 | 0 | 0 | 1000,00 | 16742 | -- | -- |
| 2 | 1,10 | 100, 40 | 14,07 | 10,05 | 54527 | -28272 | 49,57 | 16895 | -- | -- |
| 3 | 2,20 | 100, 40 | 14,07 | 10,05 | 17991 | -22451 | 8,18 | 17047 | -- | -- |

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 _{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 | 1,00 | 100, 40 | 10,05 | 10,05 | 0 | 14102 | 12,61 | 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 | 1,00 | 100, 40 | 10,05 | 10,05 | 0 | -14102 | 57,63 | 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=1198,5 [daNm] | T=4492,2 [daN] |
| Momento ultimo sezione M _u = 11345,08 [daNm] | |
| Coeff.sicurezza sezione = 9,47 | |

COMBINAZIONE n° 13

| | |
|--|----------------------------|
| Valore della spinta statica | 5363,38 [daN] |
| Componente orizzontale della spinta statica | 5060,95 [daN] |
| Componente verticale della spinta statica | 1775,58 [daN] |
| Punto d'applicazione della spinta | X = 1,00 [m] Y = -1,72 [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 | 6564,00 [daN] |
| Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte | X = 0,50 [m] Y = -1,10 [m] |

Risultanti

| | |
|---|-----------------|
| Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale | 5060,95 [daN] |
| Risultante dei carichi applicati in dir. verticale | 12839,58 [daN] |
| Resistenza passiva dente di fondazione | -4913,54 [daN] |
| Momento ribaltante rispetto allo spigolo a valle | 4434,78 [daNm] |
| Momento stabilizzante rispetto allo spigolo a valle | 22492,99 [daNm] |
| Sforzo normale sul piano di posa della fondazione | 12839,58 [daN] |
| Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione | 5060,95 [daN] |
| Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione | -0,21 [m] |
| Lunghezza fondazione reagente | 2,40 [m] |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|------------|-------------|----|------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | | | | | |
| RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE | | <i>Codice documento</i> ST0052_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 13801,01 [daN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale) 21,51 [°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione -2650,72 [daNm]

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a ribaltamento 5.07

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]
 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/cm²]
b larghezza della striscia espressa in [m]
u pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [daN/cm²]

Metodo di Fellenius

Numero di cerchi analizzati 36

Numero di strisce 25

Cerchio critico

Coordinate del centro X[m]= -0,99 Y[m]= 0,25

Raggio del cerchio R[m]= 3,81

Ascissa a valle del cerchio Xi[m]= -3,92

Ascissa a monte del cerchio Xs[m]= 2,81

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 | $\alpha(^{\circ})$ | $W\sin\alpha$ | $b/\cos\alpha$ | ϕ | c | u |
|----------|---------|--------------------|---------------|----------------|--------|-------|-------|
| 1 | 993.72 | 76.89 | 967.81 | 1.19 | 29.26 | 0.000 | 0.000 |
| 2 | 1404.26 | 63.40 | 1255.66 | 0.60 | 29.26 | 0.000 | 0.000 |
| 3 | 1628.91 | 55.32 | 1339.48 | 0.47 | 29.26 | 0.000 | 0.000 |
| 4 | 1797.49 | 48.69 | 1350.18 | 0.41 | 29.26 | 0.000 | 0.000 |
| 5 | 1932.31 | 42.86 | 1314.36 | 0.37 | 30.54 | 0.000 | 0.000 |
| 6 | 2043.02 | 37.54 | 1244.93 | 0.34 | 32.01 | 0.000 | 0.000 |
| 7 | 2178.08 | 32.59 | 1173.04 | 0.32 | 32.01 | 0.000 | 0.000 |
| 8 | 2361.95 | 27.89 | 1104.94 | 0.30 | 32.01 | 0.000 | 0.000 |
| 9 | 2364.34 | 23.40 | 938.81 | 0.29 | 32.01 | 0.000 | 0.000 |
| 10 | 2400.10 | 19.05 | 783.26 | 0.28 | 32.01 | 0.000 | 0.000 |
| 11 | 2276.38 | 14.81 | 581.91 | 0.28 | 32.01 | 0.000 | 0.000 |
| 12 | 2054.54 | 10.66 | 379.93 | 0.27 | 32.01 | 0.000 | 0.000 |
| 13 | 722.70 | 6.56 | 82.54 | 0.27 | 32.01 | 0.000 | 0.000 |
| 14 | 733.04 | 2.49 | 31.89 | 0.27 | 32.01 | 0.000 | 0.000 |
| 15 | 734.11 | -1.56 | -19.96 | 0.27 | 32.01 | 0.000 | 0.000 |
| 16 | 697.73 | -5.62 | -68.31 | 0.27 | 32.01 | 0.000 | 0.000 |
| 17 | 632.93 | -9.71 | -106.71 | 0.27 | 32.01 | 0.000 | 0.000 |
| 18 | 605.69 | -13.85 | -144.95 | 0.28 | 32.01 | 0.000 | 0.000 |
| 19 | 568.32 | -18.06 | -176.19 | 0.28 | 32.01 | 0.000 | 0.000 |
| 20 | 520.16 | -22.38 | -198.05 | 0.29 | 32.01 | 0.000 | 0.000 |
| 21 | 460.27 | -26.84 | -207.80 | 0.30 | 32.01 | 0.000 | 0.000 |
| 22 | 387.28 | -31.48 | -202.25 | 0.32 | 32.01 | 0.000 | 0.000 |
| 23 | 299.25 | -36.37 | -177.46 | 0.33 | 32.01 | 0.000 | 0.000 |
| 24 | 193.25 | -41.59 | -128.29 | 0.36 | 32.01 | 0.000 | 0.000 |
| 25 | 64.63 | -47.29 | -47.49 | 0.40 | 29.26 | 0.000 | 0.000 |

$\Sigma W_i = 30054,48$ [daN]

$\Sigma W_i \sin\alpha_i = 11071,29$ [daN]

$\Sigma W_i \cos\alpha_i \tan\phi_i = 15297,95$ [daN]

| | | | | | | | |
|---|---|---|--|------------|-------------|----|------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | | | | | |
| RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE | | <i>Codice documento</i> ST0052_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 | | | | | | |

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

COMBINAZIONE n° 15

| | | | | |
|--|----------|-------|-----------|-----|
| Valore della spinta statica | 1915,63 | [daN] | | |
| Componente orizzontale della spinta statica | 1752,97 | [daN] | | |
| Componente verticale della spinta statica | 772,50 | [daN] | | |
| Punto d'applicazione della spinta | X = 1,00 | [m] | Y = -1,97 | [m] |
| Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie | 23,78 | [°] | | |
| Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche | 58,94 | [°] | | |
| | | | | |
| Incremento sismico della spinta | 518,04 | [daN] | | |
| Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta | X = 1,00 | [m] | Y = -1,50 | [m] |
| Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche | 54,76 | [°] | | |
| | | | | |
| Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte | 3960,00 | [daN] | | |
| Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte | X = 0,50 | [m] | Y = -1,10 | [m] |
| Inerzia del muro | 447,67 | [daN] | | |
| Inerzia verticale del muro | 223,84 | [daN] | | |
| Inerzia del terrapieno fondazione di monte | 354,56 | [daN] | | |
| Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte | 177,28 | [daN] | | |

Risultanti

| | | |
|---|-----------|--------|
| Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale | 3029,25 | [daN] |
| Risultante dei carichi applicati in dir. verticale | 10342,52 | [daN] |
| Resistenza passiva dente di fondazione | -5024,42 | [daN] |
| Sforzo normale sul piano di posa della fondazione | 10342,52 | [daN] |
| Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione | 3029,25 | [daN] |
| Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione | -0,19 | [m] |
| Lunghezza fondazione reagente | 2,40 | [m] |
| Risultante in fondazione | 10777,02 | [daN] |
| Inclinazione della risultante (rispetto alla normale) | 16,32 | [°] |
| Momento rispetto al baricentro della fondazione | -2003,45 | [daNm] |
| Carico ultimo della fondazione | 441015,67 | [daN] |

Tensioni sul terreno

| | | |
|--|--------|------------------------|
| Lunghezza fondazione reagente | 2,40 | [m] |
| Tensione terreno allo spigolo di valle | 0,2222 | [daN/cm ²] |
| Tensione terreno allo spigolo di monte | 0,6396 | [daN/cm ²] |

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 2.04

Coefficiente di sicurezza a carico ultimo 42.64

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 | 1,10 | 1100,00 | 215,50 | 473,29 |
| 3 | 2,20 | 2200,00 | 1220,43 | 1434,58 |

Sollecitazioni fondazione di valle

| | | | | |
|---|---|---|------------------|---------------------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | | |
| RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE | | <i>Codice documento</i> ST0052_F0.doc | <i>Rev</i> F0 | <i>Data</i> 20-06-2011 |

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 | 1,00 | 901,08 | 2092,01 |

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 | 1,00 | 108,31 | 166,76 |

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_{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 | 0,00 | 100, 40 | 14,07 | 10,05 | 0 | 0 | 1000,00 | 16742 | -- | -- |
| 2 | 1,10 | 100, 40 | 14,07 | 10,05 | 223405 | -43768 | 203,10 | 16895 | -- | -- |
| 3 | 2,20 | 100, 40 | 14,07 | 10,05 | 49529 | -27476 | 22,51 | 17047 | -- | -- |

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_{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} |
|-----|---|------|-----------------|-----------------|----------------|----------------|----|-----------------|------------------|------------------|
|-----|---|------|-----------------|-----------------|----------------|----------------|----|-----------------|------------------|------------------|

| | | | | |
|---|---|---|------------------|---------------------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | | |
| RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE | | <i>Codice documento</i> ST0052_F0.doc | <i>Rev</i> F0 | <i>Data</i> 20-06-2011 |

| | | | | | | | | | | |
|---|------|--------|-------|-------|---|-------|---------|-------|----|----|
| 1 | 0,00 | 100,40 | 10,05 | 10,05 | 0 | 0 | 1000,00 | 15220 | -- | -- |
| 2 | 1,00 | 100,40 | 10,05 | 10,05 | 0 | 14102 | 15,65 | 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 | 1,00 | 100,40 | 10,05 | 10,05 | 0 | 14102 | 130,21 | 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=808,2 [daNm] T=3029,2 [daN]

Momento ultimo sezione M_u = 11345,08 [daNm]

Coeff.sicurezza sezione = 14,04

COMBINAZIONE n° 16

| | | | |
|--|---------------|---------------|--|
| Valore della spinta statica | 1915,63 [daN] | | |
| Componente orizzontale della spinta statica | 1752,97 [daN] | | |
| Componente verticale della spinta statica | 772,50 [daN] | | |
| Punto d'applicazione della spinta | X = 1,00 [m] | Y = -1,97 [m] | |
| Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie | 23,78 [°] | | |
| Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche | 58,94 [°] | | |

| | | | |
|--|--------------|---------------|--|
| Incremento sismico della spinta | 350,64 [daN] | | |
| Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta | X = 1,00 [m] | Y = -1,50 [m] | |
| Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche | 54,32 [°] | | |

| | | | |
|---|---------------|---------------|--|
| Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte | 3960,00 [daN] | | |
| Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte | X = 0,50 [m] | Y = -1,10 [m] | |
| Inerzia del muro | 447,67 [daN] | | |
| Inerzia verticale del muro | -223,84 [daN] | | |
| Inerzia del terrapieno fondazione di monte | 354,56 [daN] | | |
| Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte | -177,28 [daN] | | |

Risultanti

| | | | |
|---|-----------------|--|--|
| Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale | 2876,07 [daN] | | |
| Risultante dei carichi applicati in dir. verticale | 9472,79 [daN] | | |
| Resistenza passiva dente di fondazione | -4642,60 [daN] | | |
| Sforzo normale sul piano di posa della fondazione | 9472,79 [daN] | | |
| Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione | 2876,07 [daN] | | |
| Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione | -0,19 [m] | | |
| Lunghezza fondazione reagente | 2,40 [m] | | |
| Risultante in fondazione | 9899,77 [daN] | | |
| Inclinazione della risultante (rispetto alla normale) | 16,89 [°] | | |
| Momento rispetto al baricentro della fondazione | -1807,35 [daNm] | | |
| Carico ultimo della fondazione | 442293,60 [daN] | | |

Tensioni sul terreno

| | |
|--|-------------------------------|
| Lunghezza fondazione reagente | 2,40 [m] |
| Tensione terreno allo spigolo di valle | 0,2064 [daN/cm ²] |
| Tensione terreno allo spigolo di monte | 0,5830 [daN/cm ²] |

Fattori per il calcolo della capacità portante

Coeff. capacità portante N_c = 77.50 N_q = 61.55 N_γ = 80.93

Fattori forma s_c = 1,00 s_q = 1,00 s_γ = 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'_γ = 80.93

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a scorrimento 1.98

Coefficiente di sicurezza a carico ultimo 46.69

| | | | | |
|---|---|---|------------------|---------------------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | | |
| RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE | | <i>Codice documento</i> ST0052_F0.doc | <i>Rev</i> F0 | <i>Data</i> 20-06-2011 |

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 | 1,10 | 1100,00 | 192,02 | 430,59 |
| 3 | 2,20 | 2200,00 | 1126,50 | 1349,19 |

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 | 1,00 | 793,65 | 1848,78 |

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 | 1,00 | -146,65 | -314,79 |

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_{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
VR_{cd} Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [daN]
VR_{sd} 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, 40 | 14,07 | 10,05 | 0 | 0 | 1000,00 | 16742 | -- | -- |
| 2 | 1,10 | 100, 40 | 14,07 | 10,05 | 253529 | -44257 | 230,48 | 16895 | -- | -- |
| 3 | 2,20 | 100, 40 | 14,07 | 10,05 | 55525 | -28431 | 25,24 | 17047 | -- | -- |

Armature e tensioni nei materiali della fondazione

Combinazione n° 16

Simbologia adottata

| | | | | |
|---|---|---|------------------|---------------------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | | |
| RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE | | <i>Codice documento</i> ST0052_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 | 1,00 | 100, 40 | 10,05 | 10,05 | 0 | 14102 | 17,77 | 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 | 1,00 | 100, 40 | 10,05 | 10,05 | 0 | -14102 | 96,16 | 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 $M=767,3$ [daNm] $T=2876,1$ [daN]
Momento ultimo sezione $M_u = 11345,08$ [daNm]
Coeff. sicurezza sezione = 14,79

COMBINAZIONE n° 17

Valore della spinta statica 2408,83 [daN]
Componente orizzontale della spinta statica 2271,72 [daN]
Componente verticale della spinta statica 801,11 [daN]
Punto d'applicazione della spinta X = 1,00 [m] Y = -1,97 [m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie 19,43 [°]
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche 55,62 [°]

Incremento sismico della spinta 594,58 [daN]
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta X = 1,00 [m] Y = -1,50 [m]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche 51,00 [°]

Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte 3960,00 [daN]
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte X = 0,50 [m] Y = -1,10 [m]
Inerzia del muro 447,67 [daN]
Inerzia verticale del muro 223,84 [daN]
Inerzia del terrapieno fondazione di monte 354,56 [daN]
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte 177,28 [daN]

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale 3634,69 [daN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale 10359,97 [daN]
Resistenza passiva dente di fondazione -4142,46 [daN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione 10359,97 [daN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione 3634,69 [daN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione -0,16 [m]
Lunghezza fondazione reagente 2,40 [m]
Risultante in fondazione 10979,07 [daN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale) 19,33 [°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione -1611,00 [daNm]

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|------------|-------------|----|------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | | | | | |
| RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE | | <i>Codice documento</i> ST0052_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 166363,85 [daN]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente 2,40 [m]
Tensione terreno allo spigolo di valle 0,2639 [daN/cm²]
Tensione terreno allo spigolo di monte 0,5995 [daN/cm²]

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 16.06

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 | 1,10 | 1100,00 | 254,50 | 567,84 |
| 3 | 2,20 | 2200,00 | 1480,47 | 1765,36 |

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 | 1,00 | 1052,34 | 2337,75 |

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 | 1,00 | -35,68 | -64,44 |

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 [cm²]

A_{fi} area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [cm²]

N_u sforzo normale ultimo espresso in [daN]

| | | | | |
|---|---|---|------------------|---------------------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | | |
| RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE | | <i>Codice documento</i> ST0052_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]
 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 | 0,00 | 100, 40 | 14,07 | 10,05 | 0 | 0 | 1000,00 | 16742 | -- | -- |
| 2 | 1,10 | 100, 40 | 14,07 | 10,05 | 180860 | -41844 | 164,42 | 16895 | -- | -- |
| 3 | 2,20 | 100, 40 | 14,07 | 10,05 | 38131 | -25660 | 17,33 | 17047 | -- | -- |

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_{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]
 V_{Rd} 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 | 1,00 | 100, 40 | 10,05 | 10,05 | 0 | 14102 | 13,40 | 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 | 1,00 | 100, 40 | 10,05 | 10,05 | 0 | -14102 | 395,21 | 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=969,7 [daNm] T=3634,7 [daN]
Momento ultimo sezione M_u = 11345,08 [daNm]
Coeff.sicurezza sezione = 11,70

COMBINAZIONE n° 18

Valore della spinta statica 2408,83 [daN]
Componente orizzontale della spinta statica 2271,72 [daN]
Componente verticale della spinta statica 801,11 [daN]
Punto d'applicazione della spinta X = 1,00 [m] Y = -1,97 [m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie 19,43 [°]
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche 55,62 [°]

Incremento sismico della spinta 383,71 [daN]
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta X = 1,00 [m] Y = -1,50 [m]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche 50,56 [°]

Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte 3960,00 [daN]
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte X = 0,50 [m] Y = -1,10 [m]

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|------------|-------------|----|------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | | | | | |
| RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE | | <i>Codice documento</i> ST0052_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 | | | | | | |

Inerzia del muro 447,67 [daN]
Inerzia verticale del muro -223,84 [daN]
Inerzia del terrapieno fondazione di monte 354,56 [daN]
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte -177,28 [daN]

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale 3435,82 [daN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale 9487,61 [daN]
Resistenza passiva dente di fondazione -3824,34 [daN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione 9487,61 [daN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione 3435,82 [daN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione -0,15 [m]
Lunghezza fondazione reagente 2,40 [m]
Risultante in fondazione 10090,57 [daN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale) 19,91 [°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione -1461,96 [daNm]
Carico ultimo della fondazione 166588,59 [daN]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente 2,40 [m]
Tensione terreno allo spigolo di valle 0,2430 [daN/cm²]
Tensione terreno allo spigolo di monte 0,5476 [daN/cm²]

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 1.34
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo 17.56

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 | 1,10 | 1100,00 | 224,15 | 512,66 |
| 3 | 2,20 | 2200,00 | 1359,08 | 1655,01 |

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 | 1,00 | 926,66 | 2064,83 |

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

| | | | | |
|---|---|---|------------------|---------------------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | | |
| RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE | | <i>Codice documento</i> ST0052_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 | 1,00 | -273,49 | -518,49 |

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_{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 | 0,00 | 100, 40 | 14,07 | 10,05 | 0 | 0 | 1000,00 | 16742 | -- | -- |
| 2 | 1,10 | 100, 40 | 14,07 | 10,05 | 212620 | -43326 | 193,29 | 16895 | -- | -- |
| 3 | 2,20 | 100, 40 | 14,07 | 10,05 | 42720 | -26391 | 19,42 | 17047 | -- | -- |

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_{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 | 1,00 | 100, 40 | 10,05 | 10,05 | 0 | 14102 | 15,22 | 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 | 1,00 | 100, 40 | 10,05 | 10,05 | 0 | -14102 | 51,56 | 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=916,7 [daNm] T=3435,8 [daN]

Momento ultimo sezione M_u = 11345,08 [daNm]

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|------------|-------------|----|------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | | | | | |
| RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE | | <i>Codice documento</i> ST0052_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. sicurezza sezione = 12,38

COMBINAZIONE n° 19

| | | | | |
|--|----------|-------|-----------|-----|
| Valore della spinta statica | 2408,83 | [daN] | | |
| Componente orizzontale della spinta statica | 2271,72 | [daN] | | |
| Componente verticale della spinta statica | 801,11 | [daN] | | |
| Punto d'applicazione della spinta | X = 1,00 | [m] | Y = -1,97 | [m] |
| Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie | 19,43 | [°] | | |
| Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche | 55,62 | [°] | | |
| Incremento sismico della spinta | 594,58 | [daN] | | |
| Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta | X = 1,00 | [m] | Y = -1,50 | [m] |
| Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche | 51,00 | [°] | | |
| Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte | 3960,00 | [daN] | | |
| Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte | X = 0,50 | [m] | Y = -1,10 | [m] |
| Inerzia del muro | 447,67 | [daN] | | |
| Inerzia verticale del muro | 223,84 | [daN] | | |
| Inerzia del terrapieno fondazione di monte | 354,56 | [daN] | | |
| Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte | 177,28 | [daN] | | |

Risultanti

| | | |
|---|----------|--------|
| Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale | 3634,69 | [daN] |
| Risultante dei carichi applicati in dir. verticale | 10359,97 | [daN] |
| Resistenza passiva dente di fondazione | -4142,46 | [daN] |
| Momento ribaltante rispetto allo spigolo a valle | 2901,63 | [daNm] |
| Momento stabilizzante rispetto allo spigolo a valle | 16944,59 | [daNm] |
| Sforzo normale sul piano di posa della fondazione | 10359,97 | [daN] |
| Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione | 3634,69 | [daN] |
| Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione | -0,16 | [m] |
| Lunghezza fondazione reagente | 2,40 | [m] |
| Risultante in fondazione | 10979,07 | [daN] |
| Inclinazione della risultante (rispetto alla normale) | 19,33 | [°] |
| Momento rispetto al baricentro della fondazione | -1611,00 | [daNm] |

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a ribaltamento 5.84

COMBINAZIONE n° 20

| | | | | |
|--|----------|-------|-----------|-----|
| Valore della spinta statica | 2408,83 | [daN] | | |
| Componente orizzontale della spinta statica | 2271,72 | [daN] | | |
| Componente verticale della spinta statica | 801,11 | [daN] | | |
| Punto d'applicazione della spinta | X = 1,00 | [m] | Y = -1,97 | [m] |
| Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie | 19,43 | [°] | | |
| Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche | 55,62 | [°] | | |
| Incremento sismico della spinta | 383,71 | [daN] | | |
| Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta | X = 1,00 | [m] | Y = -1,50 | [m] |
| Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche | 50,56 | [°] | | |
| Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte | 3960,00 | [daN] | | |
| Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte | X = 0,50 | [m] | Y = -1,10 | [m] |
| Inerzia del muro | 447,67 | [daN] | | |
| Inerzia verticale del muro | -223,84 | [daN] | | |
| Inerzia del terrapieno fondazione di monte | 354,56 | [daN] | | |
| Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte | -177,28 | [daN] | | |

Risultanti

| | | |
|--|----------|--------|
| Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale | 3435,82 | [daN] |
| Risultante dei carichi applicati in dir. verticale | 9487,61 | [daN] |
| Resistenza passiva dente di fondazione | -3824,34 | [daN] |
| Momento ribaltante rispetto allo spigolo a valle | 3305,85 | [daNm] |
| Momento stabilizzante rispetto allo spigolo a valle | 16152,94 | [daNm] |

| | | | |
|---|---|---|---------------------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | |
| RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE | <i>Codice documento</i> ST0052_F0.doc | <i>Rev</i> F0 | <i>Data</i> 20-06-2011 |

Sforzo normale sul piano di posa della fondazione 9487,61 [daN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione 3435,82 [daN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione -0,15 [m]
Lunghezza fondazione reagente 2,40 [m]
Risultante in fondazione 10090,57 [daN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale) 19,91 [°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione -1461,96 [daNm]

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a ribaltamento 4.89

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]

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/cm²]

b larghezza della striscia espressa in [m]

u pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [daN/cm²]

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]= 4,02

Ascissa a valle del cerchio Xi[m]= -3,99

Ascissa a monte del cerchio Xs[m]= 3,01

Larghezza della striscia dx[m]= 0,28

Coefficiente di sicurezza C= 1.61

Le strisce sono numerate da monte verso valle

Caratteristiche delle strisce

| Striscia | W | $\alpha(^{\circ})$ | Wsin α | b/cos α | ϕ | c | u |
|----------|---------|--------------------|---------------|----------------|--------|-------|-------|
| 1 | 262.13 | 74.94 | 253.13 | 1.08 | 29.26 | 0.000 | 0.000 |
| 2 | 663.55 | 63.14 | 591.95 | 0.62 | 29.26 | 0.000 | 0.000 |
| 3 | 904.45 | 55.23 | 742.92 | 0.49 | 29.26 | 0.000 | 0.000 |
| 4 | 1086.39 | 48.71 | 816.26 | 0.42 | 29.26 | 0.000 | 0.000 |
| 5 | 1232.42 | 42.96 | 839.92 | 0.38 | 29.53 | 0.000 | 0.000 |
| 6 | 1352.69 | 37.72 | 827.54 | 0.35 | 32.01 | 0.000 | 0.000 |
| 7 | 1452.76 | 32.83 | 787.52 | 0.33 | 32.01 | 0.000 | 0.000 |
| 8 | 1666.71 | 28.19 | 787.39 | 0.32 | 32.01 | 0.000 | 0.000 |
| 9 | 1730.03 | 23.75 | 696.82 | 0.31 | 32.01 | 0.000 | 0.000 |
| 10 | 1739.32 | 19.46 | 579.46 | 0.30 | 32.01 | 0.000 | 0.000 |
| 11 | 1896.25 | 15.28 | 499.72 | 0.29 | 32.01 | 0.000 | 0.000 |
| 12 | 2247.92 | 11.18 | 435.91 | 0.29 | 32.01 | 0.000 | 0.000 |
| 13 | 988.28 | 7.14 | 122.85 | 0.28 | 32.01 | 0.000 | 0.000 |
| 14 | 743.50 | 3.14 | 40.67 | 0.28 | 32.01 | 0.000 | 0.000 |
| 15 | 746.31 | -0.85 | -11.13 | 0.28 | 32.01 | 0.000 | 0.000 |
| 16 | 718.80 | -4.85 | -60.75 | 0.28 | 32.01 | 0.000 | 0.000 |
| 17 | 643.89 | -8.87 | -99.24 | 0.28 | 32.01 | 0.000 | 0.000 |
| 18 | 616.69 | -12.93 | -137.98 | 0.29 | 32.01 | 0.000 | 0.000 |
| 19 | 578.85 | -17.06 | -169.81 | 0.29 | 32.01 | 0.000 | 0.000 |
| 20 | 529.71 | -21.28 | -192.27 | 0.30 | 32.01 | 0.000 | 0.000 |
| 21 | 468.38 | -25.63 | -202.63 | 0.31 | 32.01 | 0.000 | 0.000 |
| 22 | 393.55 | -30.15 | -197.66 | 0.32 | 32.01 | 0.000 | 0.000 |
| 23 | 303.38 | -34.88 | -173.51 | 0.34 | 32.01 | 0.000 | 0.000 |
| 24 | 195.17 | -39.91 | -125.23 | 0.37 | 32.01 | 0.000 | 0.000 |
| 25 | 64.73 | -45.35 | -46.05 | 0.40 | 29.26 | 0.000 | 0.000 |

| | | | |
|---|---|---|---------------------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | |
| RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE | <i>Codice documento</i> ST0052_F0.doc | <i>Rev</i> F0 | <i>Data</i> 20-06-2011 |

$\Sigma W_i = 23225,86$ [daN]
 $\Sigma W_i \sin \alpha_i = 6605,80$ [daN]
 $\Sigma W_i \cos \alpha_i \tan \phi_i = 12463,84$ [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]
 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]
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]= -0,99 Y[m]= 0,50

Raggio del cerchio R[m]= 4,02

Ascissa a valle del cerchio Xi[m]= -3,99

Ascissa a monte del cerchio Xs[m]= 3,01

Larghezza della striscia dx[m]= 0,28

Coefficiente di sicurezza C= 1.59

Le strisce sono numerate da monte verso valle

Caratteristiche delle strisce

| Striscia | W | α (°) | W sin α | b/cos α | ϕ | c | u |
|----------|---------|--------------|----------------|----------------|--------|-------|-------|
| 1 | 262.13 | 74.94 | 253.13 | 1.08 | 29.26 | 0.000 | 0.000 |
| 2 | 663.55 | 63.14 | 591.95 | 0.62 | 29.26 | 0.000 | 0.000 |
| 3 | 904.45 | 55.23 | 742.92 | 0.49 | 29.26 | 0.000 | 0.000 |
| 4 | 1086.39 | 48.71 | 816.26 | 0.42 | 29.26 | 0.000 | 0.000 |
| 5 | 1232.42 | 42.96 | 839.92 | 0.38 | 29.53 | 0.000 | 0.000 |
| 6 | 1352.69 | 37.72 | 827.54 | 0.35 | 32.01 | 0.000 | 0.000 |
| 7 | 1452.76 | 32.83 | 787.52 | 0.33 | 32.01 | 0.000 | 0.000 |
| 8 | 1666.71 | 28.19 | 787.39 | 0.32 | 32.01 | 0.000 | 0.000 |
| 9 | 1730.03 | 23.75 | 696.82 | 0.31 | 32.01 | 0.000 | 0.000 |
| 10 | 1739.32 | 19.46 | 579.46 | 0.30 | 32.01 | 0.000 | 0.000 |
| 11 | 1896.25 | 15.28 | 499.72 | 0.29 | 32.01 | 0.000 | 0.000 |
| 12 | 2247.92 | 11.18 | 435.91 | 0.29 | 32.01 | 0.000 | 0.000 |
| 13 | 988.28 | 7.14 | 122.85 | 0.28 | 32.01 | 0.000 | 0.000 |
| 14 | 743.50 | 3.14 | 40.67 | 0.28 | 32.01 | 0.000 | 0.000 |
| 15 | 746.31 | -0.85 | -11.13 | 0.28 | 32.01 | 0.000 | 0.000 |
| 16 | 718.80 | -4.85 | -60.75 | 0.28 | 32.01 | 0.000 | 0.000 |
| 17 | 643.89 | -8.87 | -99.24 | 0.28 | 32.01 | 0.000 | 0.000 |
| 18 | 616.69 | -12.93 | -137.98 | 0.29 | 32.01 | 0.000 | 0.000 |
| 19 | 578.85 | -17.06 | -169.81 | 0.29 | 32.01 | 0.000 | 0.000 |
| 20 | 529.71 | -21.28 | -192.27 | 0.30 | 32.01 | 0.000 | 0.000 |
| 21 | 468.38 | -25.63 | -202.63 | 0.31 | 32.01 | 0.000 | 0.000 |
| 22 | 393.55 | -30.15 | -197.66 | 0.32 | 32.01 | 0.000 | 0.000 |
| 23 | 303.38 | -34.88 | -173.51 | 0.34 | 32.01 | 0.000 | 0.000 |
| 24 | 195.17 | -39.91 | -125.23 | 0.37 | 32.01 | 0.000 | 0.000 |
| 25 | 64.73 | -45.35 | -46.05 | 0.40 | 29.26 | 0.000 | 0.000 |

$\Sigma W_i = 23225,86$ [daN]
 $\Sigma W_i \sin \alpha_i = 6605,80$ [daN]
 $\Sigma W_i \cos \alpha_i \tan \phi_i = 12463,84$ [daN]
 $\Sigma c_i b_i / \cos \alpha_i = 0,00$ [daN]

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|------------|-------------|----|------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | | | | | |
| RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE | | <i>Codice documento</i> ST0052_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° 23

Peso muro favorevole e Peso terrapieno favorevole

| | | | |
|--|---------------|---------------|--|
| Valore della spinta statica | 3356,52 [daN] | | |
| Componente orizzontale della spinta statica | 3073,65 [daN] | | |
| Componente verticale della spinta statica | 1348,68 [daN] | | |
| Punto d'applicazione della spinta | X = 1,00 [m] | Y = -1,76 [m] | |
| Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie | 23,69 [°] | | |
| Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche | 58,94 [°] | | |
| Incremento sismico della spinta | 905,37 [daN] | | |
| Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta | X = 1,00 [m] | Y = -1,50 [m] | |
| Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche | 54,76 [°] | | |
| Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte | 5960,00 [daN] | | |
| Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte | X = 0,50 [m] | Y = -1,10 [m] | |
| Inerzia del muro | 447,67 [daN] | | |
| Inerzia verticale del muro | 223,84 [daN] | | |
| Inerzia del terrapieno fondazione di monte | 533,63 [daN] | | |
| Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte | 266,81 [daN] | | |

Risultanti

| | |
|---|-----------------|
| Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale | 4884,02 [daN] |
| Risultante dei carichi applicati in dir. verticale | 13163,12 [daN] |
| Resistenza passiva dente di fondazione | -6350,84 [daN] |
| Sforzo normale sul piano di posa della fondazione | 13163,12 [daN] |
| Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione | 4884,02 [daN] |
| Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione | -0,17 [m] |
| Lunghezza fondazione reagente | 2,40 [m] |
| Risultante in fondazione | 14039,99 [daN] |
| Inclinazione della risultante (rispetto alla normale) | 20,36 [°] |
| Momento rispetto al baricentro della fondazione | -2198,90 [daNm] |
| Carico ultimo della fondazione | 452699,75 [daN] |

Tensioni sul terreno

| | |
|--|-------------------------------|
| Lunghezza fondazione reagente | 2,40 [m] |
| Tensione terreno allo spigolo di valle | 0,3194 [daN/cm ²] |
| Tensione terreno allo spigolo di monte | 0,7775 [daN/cm ²] |

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 1.59
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo 34.39

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 | 1,10 | 1100,00 | 559,06 | 1098,33 |
| 3 | 2,20 | 2200,00 | 2595,55 | 2685,12 |

Sollecitazioni fondazione di valle

| | | | | |
|---|---|---|------------------|---------------------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | | |
| RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE | | <i>Codice documento</i> ST0052_F0.doc | <i>Rev</i> F0 | <i>Data</i> 20-06-2011 |

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 | 1,00 | 1415,18 | 3148,50 |

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 | 1,00 | -230,55 | -539,23 |

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_{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 | 0,00 | 100, 40 | 14,07 | 10,05 | 0 | 0 | 1000,00 | 16742 | -- | -- |
| 2 | 1,10 | 100, 40 | 14,07 | 10,05 | 56132 | -28528 | 51,03 | 16895 | -- | -- |
| 3 | 2,20 | 100, 40 | 14,07 | 10,05 | 19192 | -22642 | 8,72 | 17047 | -- | -- |

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_{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} |
|-----|---|------|-----------------|-----------------|----------------|----------------|----|-----------------|------------------|------------------|
|-----|---|------|-----------------|-----------------|----------------|----------------|----|-----------------|------------------|------------------|

| | | | | |
|---|---|---|------------------|---------------------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | | |
| RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE | | <i>Codice documento</i> ST0052_F0.doc | <i>Rev</i> F0 | <i>Data</i> 20-06-2011 |

| | | | | | | | | | | |
|---|------|--------|-------|-------|---|-------|---------|-------|----|----|
| 1 | 0,00 | 100,40 | 10,05 | 10,05 | 0 | 0 | 1000,00 | 15220 | -- | -- |
| 2 | 1,00 | 100,40 | 10,05 | 10,05 | 0 | 14102 | 9,96 | 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 | 1,00 | 100,40 | 10,05 | 10,05 | 0 | -14102 | 61,17 | 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=1303,1 [daNm] T=4884,0 [daN]

Momento ultimo sezione M_u = 11345,08 [daNm]

Coeff. sicurezza sezione = 8,71

COMBINAZIONE n° 24

| | |
|--|----------------------------|
| Valore della spinta statica | 3356,52 [daN] |
| Componente orizzontale della spinta statica | 3073,65 [daN] |
| Componente verticale della spinta statica | 1348,68 [daN] |
| Punto d'applicazione della spinta | X = 1,00 [m] Y = -1,76 [m] |
| Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie | 23,69 [°] |
| Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche | 58,94 [°] |

| | |
|--|----------------------------|
| Incremento sismico della spinta | 612,05 [daN] |
| Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta | X = 1,00 [m] Y = -1,50 [m] |
| Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche | 54,32 [°] |

| | |
|---|----------------------------|
| Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte | 5960,00 [daN] |
| Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte | X = 0,50 [m] Y = -1,10 [m] |
| Inerzia del muro | 447,67 [daN] |
| Inerzia verticale del muro | -223,84 [daN] |
| Inerzia del terrapieno fondazione di monte | 533,63 [daN] |
| Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte | -266,81 [daN] |

Risultanti

| | |
|---|-----------------|
| Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale | 4615,42 [daN] |
| Risultante dei carichi applicati in dir. verticale | 12063,95 [daN] |
| Resistenza passiva dente di fondazione | -5869,66 [daN] |
| Sforzo normale sul piano di posa della fondazione | 12063,95 [daN] |
| Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione | 4615,42 [daN] |
| Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione | -0,16 [m] |
| Lunghezza fondazione reagente | 2,40 [m] |
| Risultante in fondazione | 12916,70 [daN] |
| Inclinazione della risultante (rispetto alla normale) | 20,94 [°] |
| Momento rispetto al baricentro della fondazione | -1944,30 [daNm] |
| Carico ultimo della fondazione | 455278,49 [daN] |

Tensioni sul terreno

| | |
|--|-------------------------------|
| Lunghezza fondazione reagente | 2,40 [m] |
| Tensione terreno allo spigolo di valle | 0,3001 [daN/cm ²] |
| Tensione terreno allo spigolo di monte | 0,7052 [daN/cm ²] |

Fattori per il calcolo della capacità portante

Coeff. capacità portante N_c = 77.50 N_q = 61.55 N_γ = 80.93

Fattori forma s_c = 1,00 s_q = 1,00 s_γ = 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'_γ = 80.93

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a scorrimento 1.55

Coefficiente di sicurezza a carico ultimo 37.74

| | | | | |
|---|---|---|------------------|---------------------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | | |
| RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE | | <i>Codice documento</i> ST0052_F0.doc | <i>Rev</i> F0 | <i>Data</i> 20-06-2011 |

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 | 1,10 | 1100,00 | 511,85 | 1012,49 |
| 3 | 2,20 | 2200,00 | 2406,71 | 2513,44 |

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 | 1,00 | 1281,96 | 2845,22 |

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 | 1,00 | -555,31 | -1151,92 |

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_{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
VR_{cd} Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [daN]
VR_{sd} 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, 40 | 14,07 | 10,05 | 0 | 0 | 1000,00 | 16742 | -- | -- |
| 2 | 1,10 | 100, 40 | 14,07 | 10,05 | 64005 | -29782 | 58,19 | 16895 | -- | -- |
| 3 | 2,20 | 100, 40 | 14,07 | 10,05 | 20954 | -22923 | 9,52 | 17047 | -- | -- |

Armature e tensioni nei materiali della fondazione

Combinazione n° 24

Simbologia adottata

| | | | | |
|---|---|---|------------------|---------------------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | | |
| RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE | | <i>Codice documento</i> ST0052_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 | 1,00 | 100, 40 | 10,05 | 10,05 | 0 | 14102 | 11,00 | 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 | 1,00 | 100, 40 | 10,05 | 10,05 | 0 | -14102 | 25,39 | 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 $M=1231,4$ [daNm] $T=4615,4$ [daN]
Momento ultimo sezione $M_u = 11345,08$ [daNm]
Coeff.sicurezza sezione = 9,21

COMBINAZIONE n° 25

Valore della spinta statica 4217,94 [daN]
Componente orizzontale della spinta statica 3979,76 [daN]
Componente verticale della spinta statica 1397,35 [daN]
Punto d'applicazione della spinta X = 1,00 [m] Y = -1,76 [m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie 19,35 [°]
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche 55,62 [°]

Incremento sismico della spinta 1039,03 [daN]
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta X = 1,00 [m] Y = -1,50 [m]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche 51,00 [°]

Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte 5960,00 [daN]
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte X = 0,50 [m] Y = -1,10 [m]
Inerzia del muro 447,67 [daN]
Inerzia verticale del muro 223,84 [daN]
Inerzia del terrapieno fondazione di monte 533,63 [daN]
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte 266,81 [daN]

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale 5941,42 [daN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale 13192,22 [daN]
Resistenza passiva dente di fondazione -5300,29 [daN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione 13192,22 [daN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione 5941,42 [daN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione -0,10 [m]
Lunghezza fondazione reagente 2,40 [m]
Risultante in fondazione 14468,42 [daN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale) 24,25 [°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione -1319,28 [daNm]

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|------------|-------------|----|------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | | | | | |
| RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE | | <i>Codice documento</i> ST0052_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 175203,38 [daN]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente 2,40 [m]
Tensione terreno allo spigolo di valle 0,4123 [daN/cm²]
Tensione terreno allo spigolo di monte 0,6871 [daN/cm²]

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 1.06
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo 13.28

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 | 1,10 | 1100,00 | 689,87 | 1359,93 |
| 3 | 2,20 | 2200,00 | 3223,12 | 3350,14 |

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 | 1,00 | 1752,12 | 3695,11 |

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 | 1,00 | -555,36 | -1061,59 |

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 [cm²]

A_{fi} area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [cm²]

N_u sforzo normale ultimo espresso in [daN]

| | | | | |
|---|---|---|------------------|---------------------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | | |
| RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE | | <i>Codice documento</i> ST0052_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]
 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 | 0,00 | 100, 40 | 14,07 | 10,05 | 0 | 0 | 1000,00 | 16742 | -- | -- |
| 2 | 1,10 | 100, 40 | 14,07 | 10,05 | 41863 | -26254 | 38,06 | 16895 | -- | -- |
| 3 | 2,20 | 100, 40 | 14,07 | 10,05 | 14999 | -21974 | 6,82 | 17047 | -- | -- |

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_{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]
 V_{Rd} 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 | 1,00 | 100, 40 | 10,05 | 10,05 | 0 | 14102 | 8,05 | 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 | 1,00 | 100, 40 | 10,05 | 10,05 | 0 | -14102 | 25,39 | 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=1585,2 [daNm] T=5941,4 [daN]
Momento ultimo sezione M_u = 11345,08 [daNm]
Coeff.sicurezza sezione = 7,16

COMBINAZIONE n° 26

Valore della spinta statica 4217,94 [daN]
Componente orizzontale della spinta statica 3979,76 [daN]
Componente verticale della spinta statica 1397,35 [daN]
Punto d'applicazione della spinta X = 1,00 [m] Y = -1,76 [m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie 19,35 [°]
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche 55,62 [°]

Incremento sismico della spinta 669,78 [daN]
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta X = 1,00 [m] Y = -1,50 [m]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche 50,56 [°]

Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte 5960,00 [daN]
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte X = 0,50 [m] Y = -1,10 [m]

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|------------|-------------|----|------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | | | | | |
| RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE | | <i>Codice documento</i> ST0052_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 | | | | | | |

Inerzia del muro 447,67 [daN]
Inerzia verticale del muro -223,84 [daN]
Inerzia del terrapieno fondazione di monte 533,63 [daN]
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte -266,81 [daN]

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale 5593,02 [daN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale 12088,59 [daN]
Resistenza passiva dente di fondazione -4895,20 [daN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione 12088,59 [daN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione 5593,02 [daN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione -0,09 [m]
Lunghezza fondazione reagente 2,40 [m]
Risultante in fondazione 13319,75 [daN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale) 24,83 [°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione -1147,01 [daNm]
Carico ultimo della fondazione 176018,98 [daN]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente 2,40 [m]
Tensione terreno allo spigolo di valle 0,3842 [daN/cm²]
Tensione terreno allo spigolo di monte 0,6232 [daN/cm²]

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 1.04
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo 14.56

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 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 2 | 1,10 | 1100,00 | 628,86 | 1249,01 |
| 3 | 2,20 | 2200,00 | 2979,08 | 3128,28 |

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 | 1,00 | 1587,00 | 3339,94 |

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

| | | | | |
|---|---|---|------------------|---------------------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | | |
| RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE | | <i>Codice documento</i> ST0052_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 | 1,00 | -850,09 | -1626,12 |

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 _{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 | 0,00 | 100, 40 | 14,07 | 10,05 | 0 | 0 | 1000,00 | 16742 | -- | -- |
| 2 | 1,10 | 100, 40 | 14,07 | 10,05 | 47494 | -27152 | 43,18 | 16895 | -- | -- |
| 3 | 2,20 | 100, 40 | 14,07 | 10,05 | 16391 | -22196 | 7,45 | 17047 | -- | -- |

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 _{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 | 1,00 | 100, 40 | 10,05 | 10,05 | 0 | 14102 | 8,89 | 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 | 1,00 | 100, 40 | 10,05 | 10,05 | 0 | -14102 | 16,59 | 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=1492,2 [daNm] T=5593,0 [daN]
Momento ultimo sezione M_u = 11345,08 [daNm]
Coeff. sicurezza sezione = 7,60

| | | | | | | | |
|---|---|---|--|------------|-------------|----|------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | | | | | |
| RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE | | <i>Codice documento</i> ST0052_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° 27

| | | | | |
|--|----------|-------|-----------|-----|
| Valore della spinta statica | 4217,94 | [daN] | | |
| Componente orizzontale della spinta statica | 3979,76 | [daN] | | |
| Componente verticale della spinta statica | 1397,35 | [daN] | | |
| Punto d'applicazione della spinta | X = 1,00 | [m] | Y = -1,76 | [m] |
| Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie | 19,35 | [°] | | |
| Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche | 55,62 | [°] | | |
| | | | | |
| Incremento sismico della spinta | 669,78 | [daN] | | |
| Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta | X = 1,00 | [m] | Y = -1,50 | [m] |
| Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche | 50,56 | [°] | | |
| | | | | |
| Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte | 5960,00 | [daN] | | |
| Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte | X = 0,50 | [m] | Y = -1,10 | [m] |
| Inerzia del muro | 447,67 | [daN] | | |
| Inerzia verticale del muro | -223,84 | [daN] | | |
| Inerzia del terrapieno fondazione di monte | 533,63 | [daN] | | |
| Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte | -266,81 | [daN] | | |

Risultanti

| | | |
|---|----------|--------|
| Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale | 5593,02 | [daN] |
| Risultante dei carichi applicati in dir. verticale | 12088,59 | [daN] |
| Resistenza passiva dente di fondazione | -4895,20 | [daN] |
| Momento ribaltante rispetto allo spigolo a valle | 5956,86 | [daNm] |
| Momento stabilizzante rispetto allo spigolo a valle | 21610,18 | [daNm] |
| Sforzo normale sul piano di posa della fondazione | 12088,59 | [daN] |
| Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione | 5593,02 | [daN] |
| Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione | -0,09 | [m] |
| Lunghezza fondazione reagente | 2,40 | [m] |
| Risultante in fondazione | 13319,75 | [daN] |
| Inclinazione della risultante (rispetto alla normale) | 24,83 | [°] |
| Momento rispetto al baricentro della fondazione | -1147,01 | [daNm] |

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a ribaltamento 3.63

COMBINAZIONE n° 28

| | | | | |
|--|----------|-------|-----------|-----|
| Valore della spinta statica | 4217,94 | [daN] | | |
| Componente orizzontale della spinta statica | 3979,76 | [daN] | | |
| Componente verticale della spinta statica | 1397,35 | [daN] | | |
| Punto d'applicazione della spinta | X = 1,00 | [m] | Y = -1,76 | [m] |
| Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie | 19,35 | [°] | | |
| Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche | 55,62 | [°] | | |
| | | | | |
| Incremento sismico della spinta | 1039,03 | [daN] | | |
| Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta | X = 1,00 | [m] | Y = -1,50 | [m] |
| Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche | 51,00 | [°] | | |
| | | | | |
| Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte | 5960,00 | [daN] | | |
| Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte | X = 0,50 | [m] | Y = -1,10 | [m] |
| Inerzia del muro | 447,67 | [daN] | | |
| Inerzia verticale del muro | 223,84 | [daN] | | |
| Inerzia del terrapieno fondazione di monte | 533,63 | [daN] | | |
| Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte | 266,81 | [daN] | | |

Risultanti

| | | |
|--|----------|--------|
| Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale | 5941,42 | [daN] |
| Risultante dei carichi applicati in dir. verticale | 13192,22 | [daN] |
| Resistenza passiva dente di fondazione | -5300,29 | [daN] |
| Momento ribaltante rispetto allo spigolo a valle | 5547,28 | [daNm] |
| Momento stabilizzante rispetto allo spigolo a valle | 22697,22 | [daNm] |
| Sforzo normale sul piano di posa della fondazione | 13192,22 | [daN] |

| | | | | |
|---|---|---|------------------|---------------------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | | |
| RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE | | <i>Codice documento</i> ST0052_F0.doc | <i>Rev</i> F0 | <i>Data</i> 20-06-2011 |

Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione 5941,42 [daN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione -0,10 [m]
Lunghezza fondazione reagente 2,40 [m]
Risultante in fondazione 14468,42 [daN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale) 24,25 [°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione -1319,28 [daNm]

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a ribaltamento 4.09

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]

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/cm²]

b larghezza della striscia espressa in [m]

u pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [daN/cm²]

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]= 4,02

Ascissa a valle del cerchio Xi[m]= -3,99

Ascissa a monte del cerchio Xs[m]= 3,01

Larghezza della striscia dx[m]= 0,28

Coefficiente di sicurezza C= 1.29

Le strisce sono numerate da monte verso valle

Caratteristiche delle strisce

| Striscia | W | $\alpha(^{\circ})$ | Wsin α | b/cos α | ϕ | c | u |
|----------|---------|--------------------|---------------|----------------|--------|-------|-------|
| 1 | 822.10 | 74.94 | 793.85 | 1.08 | 29.26 | 0.000 | 0.000 |
| 2 | 1223.52 | 63.14 | 1091.49 | 0.62 | 29.26 | 0.000 | 0.000 |
| 3 | 1464.41 | 55.23 | 1202.88 | 0.49 | 29.26 | 0.000 | 0.000 |
| 4 | 1646.35 | 48.71 | 1237.00 | 0.42 | 29.26 | 0.000 | 0.000 |
| 5 | 1792.38 | 42.96 | 1221.54 | 0.38 | 29.53 | 0.000 | 0.000 |
| 6 | 1912.65 | 37.72 | 1170.11 | 0.35 | 32.01 | 0.000 | 0.000 |
| 7 | 2012.73 | 32.83 | 1091.06 | 0.33 | 32.01 | 0.000 | 0.000 |
| 8 | 2226.68 | 28.19 | 1051.93 | 0.32 | 32.01 | 0.000 | 0.000 |
| 9 | 2290.00 | 23.75 | 922.37 | 0.31 | 32.01 | 0.000 | 0.000 |
| 10 | 2299.29 | 19.46 | 766.01 | 0.30 | 32.01 | 0.000 | 0.000 |
| 11 | 2309.81 | 15.28 | 608.71 | 0.29 | 32.01 | 0.000 | 0.000 |
| 12 | 2247.92 | 11.18 | 435.91 | 0.29 | 32.01 | 0.000 | 0.000 |
| 13 | 988.28 | 7.14 | 122.85 | 0.28 | 32.01 | 0.000 | 0.000 |
| 14 | 743.50 | 3.14 | 40.67 | 0.28 | 32.01 | 0.000 | 0.000 |
| 15 | 746.31 | -0.85 | -11.13 | 0.28 | 32.01 | 0.000 | 0.000 |
| 16 | 718.80 | -4.85 | -60.75 | 0.28 | 32.01 | 0.000 | 0.000 |
| 17 | 643.89 | -8.87 | -99.24 | 0.28 | 32.01 | 0.000 | 0.000 |
| 18 | 616.69 | -12.93 | -137.98 | 0.29 | 32.01 | 0.000 | 0.000 |
| 19 | 578.85 | -17.06 | -169.81 | 0.29 | 32.01 | 0.000 | 0.000 |
| 20 | 529.71 | -21.28 | -192.27 | 0.30 | 32.01 | 0.000 | 0.000 |
| 21 | 468.38 | -25.63 | -202.63 | 0.31 | 32.01 | 0.000 | 0.000 |
| 22 | 393.55 | -30.15 | -197.66 | 0.32 | 32.01 | 0.000 | 0.000 |
| 23 | 303.38 | -34.88 | -173.51 | 0.34 | 32.01 | 0.000 | 0.000 |
| 24 | 195.17 | -39.91 | -125.23 | 0.37 | 32.01 | 0.000 | 0.000 |
| 25 | 64.73 | -45.35 | -46.05 | 0.40 | 29.26 | 0.000 | 0.000 |

| | | | | | | | |
|---|---|---|--|------------|-------------|----|------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | | | | | |
| RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE | | <i>Codice documento</i> ST0052_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 | | | | | | |

$\Sigma W_i = 29239,07$ [daN]
 $\Sigma W_i \sin \alpha_i = 10340,12$ [daN]
 $\Sigma W_i \cos \alpha_i \tan \phi_i = 15084,25$ [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]

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]

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]= -0,99 Y[m]= 0,50

Raggio del cerchio R[m]= 4,02

Ascissa a valle del cerchio Xi[m]= -3,99

Ascissa a monte del cerchio Xs[m]= 3,01

Larghezza della striscia dx[m]= 0,28

Coefficiente di sicurezza C= 1.28

Le strisce sono numerate da monte verso valle

Caratteristiche delle strisce

| Striscia | W | α (°) | W sin α | b/cos α | ϕ | c | u |
|----------|---------|--------------|----------------|----------------|--------|-------|-------|
| 1 | 822.10 | 74.94 | 793.85 | 1.08 | 29.26 | 0.000 | 0.000 |
| 2 | 1223.52 | 63.14 | 1091.49 | 0.62 | 29.26 | 0.000 | 0.000 |
| 3 | 1464.41 | 55.23 | 1202.88 | 0.49 | 29.26 | 0.000 | 0.000 |
| 4 | 1646.35 | 48.71 | 1237.00 | 0.42 | 29.26 | 0.000 | 0.000 |
| 5 | 1792.38 | 42.96 | 1221.54 | 0.38 | 29.53 | 0.000 | 0.000 |
| 6 | 1912.65 | 37.72 | 1170.11 | 0.35 | 32.01 | 0.000 | 0.000 |
| 7 | 2012.73 | 32.83 | 1091.06 | 0.33 | 32.01 | 0.000 | 0.000 |
| 8 | 2226.68 | 28.19 | 1051.93 | 0.32 | 32.01 | 0.000 | 0.000 |
| 9 | 2290.00 | 23.75 | 922.37 | 0.31 | 32.01 | 0.000 | 0.000 |
| 10 | 2299.29 | 19.46 | 766.01 | 0.30 | 32.01 | 0.000 | 0.000 |
| 11 | 2309.81 | 15.28 | 608.71 | 0.29 | 32.01 | 0.000 | 0.000 |
| 12 | 2247.92 | 11.18 | 435.91 | 0.29 | 32.01 | 0.000 | 0.000 |
| 13 | 988.28 | 7.14 | 122.85 | 0.28 | 32.01 | 0.000 | 0.000 |
| 14 | 743.50 | 3.14 | 40.67 | 0.28 | 32.01 | 0.000 | 0.000 |
| 15 | 746.31 | -0.85 | -11.13 | 0.28 | 32.01 | 0.000 | 0.000 |
| 16 | 718.80 | -4.85 | -60.75 | 0.28 | 32.01 | 0.000 | 0.000 |
| 17 | 643.89 | -8.87 | -99.24 | 0.28 | 32.01 | 0.000 | 0.000 |
| 18 | 616.69 | -12.93 | -137.98 | 0.29 | 32.01 | 0.000 | 0.000 |
| 19 | 578.85 | -17.06 | -169.81 | 0.29 | 32.01 | 0.000 | 0.000 |
| 20 | 529.71 | -21.28 | -192.27 | 0.30 | 32.01 | 0.000 | 0.000 |
| 21 | 468.38 | -25.63 | -202.63 | 0.31 | 32.01 | 0.000 | 0.000 |
| 22 | 393.55 | -30.15 | -197.66 | 0.32 | 32.01 | 0.000 | 0.000 |
| 23 | 303.38 | -34.88 | -173.51 | 0.34 | 32.01 | 0.000 | 0.000 |
| 24 | 195.17 | -39.91 | -125.23 | 0.37 | 32.01 | 0.000 | 0.000 |
| 25 | 64.73 | -45.35 | -46.05 | 0.40 | 29.26 | 0.000 | 0.000 |

$\Sigma W_i = 29239,07$ [daN]
 $\Sigma W_i \sin \alpha_i = 10340,12$ [daN]
 $\Sigma W_i \cos \alpha_i \tan \phi_i = 15084,25$ [daN]
 $\Sigma c_i b_i / \cos \alpha_i = 0,00$ [daN]

| | | | | |
|---|---|---|------------------|---------------------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | | |
| RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE | | <i>Codice documento</i> ST0052_F0.doc | <i>Rev</i> F0 | <i>Data</i> 20-06-2011 |

COMBINAZIONE n° 31

Valore della spinta statica 3356,52 [daN]
Componente orizzontale della spinta statica 3073,65 [daN]
Componente verticale della spinta statica 1348,68 [daN]
Punto d'applicazione della spinta X = 1,00 [m] Y = -1,76 [m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie 23,69 [°]
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche 58,94 [°]

Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte 5960,00 [daN]
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte X = 0,50 [m] Y = -1,10 [m]

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale 3073,65 [daN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale 12308,68 [daN]
Resistenza passiva dente di fondazione -5656,01 [daN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione 12308,68 [daN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione 3073,65 [daN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione -0,29 [m]
Lunghezza fondazione reagente 2,40 [m]
Risultante in fondazione 12686,64 [daN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale) 14,02 [°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione -3603,60 [daNm]
Carico ultimo della fondazione 397602,18 [daN]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente 2,40 [m]
Tensione terreno allo spigolo di valle 0,1375 [daN/cm²]
Tensione terreno allo spigolo di monte 0,8882 [daN/cm²]

Fattori per il calcolo della capacità portante

Coeff. capacità portante N_c = 77.50 N_q = 61.55 N_γ = 80.93

Fattori forma s_c = 1,00 s_q = 1,00 s_γ = 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'_γ = 80.93

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a scorrimento 2.35
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo 32.30

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 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 2 | 1,10 | 1100,00 | 360,69 | 737,67 |
| 3 | 2,20 | 2200,00 | 1802,10 | 1963,80 |

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 |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|------------|-------------|----|------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | | | | | |
| RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE | | <i>Codice documento</i> ST0052_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 1,00 708,79 1938,93

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 | 1,00 | 119,83 | -41,70 |

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_{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]

σ_c tensione nel calcestruzzo espressa in [daN/cm²]

τ_c tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [daN/cm²]

σ_{fs} tensione nell'armatura disposta sul lembo di monte in [daN/cm²]

σ_{fi} tensione nell'armatura disposta sul lembo di valle in [daN/cm²]

| Nr. | Y | B, H | A _{fs} | A _{fi} | σ _c | τ _c | σ _{fs} | σ _{fi} |
|-----|------|---------|-----------------|-----------------|----------------|----------------|-----------------|-----------------|
| 1 | 0,00 | 100, 40 | 14,07 | 10,05 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 2 | 1,10 | 100, 40 | 14,07 | 10,05 | 1,94 | 0,23 | 42,47 | -23,34 |
| 3 | 2,20 | 100, 40 | 14,07 | 10,05 | 9,43 | 0,62 | 308,50 | -105,00 |

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_{fi} area di armatura in corrispondenza del lembo inferiore in [cmq]

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

σ_c tensione nel calcestruzzo espressa in [daN/cm²]

τ_c tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [daN/cm²]

σ_{fi} tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo inferiore in [daN/cm²]

σ_{fs} tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo superiore in [daN/cm²]

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} | σ _c | τ _c | σ _{fi} | σ _{fs} |
|-----|------|---------|-----------------|-----------------|----------------|----------------|-----------------|-----------------|
| 1 | 0,00 | 100, 40 | 10,05 | 10,05 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 2 | 1,00 | 100, 40 | 10,05 | 10,05 | 4,02 | 0,62 | 206,34 | -38,74 |

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} | σ _c | τ _c | σ _{fi} | σ _{fs} |
|-----|------|---------|-----------------|-----------------|----------------|----------------|-----------------|-----------------|
| 1 | 0,00 | 100, 40 | 10,05 | 18,10 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 2 | 1,00 | 100, 40 | 10,05 | 10,05 | 0,68 | -0,01 | 34,88 | -6,55 |

Verifica sperone di fondazione

Base sezione B= 100 cm Altezza sezione H=40 [cm]

| | | | | |
|---|---|---|------------------|---------------------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | | |
| RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE | | <i>Codice documento</i> ST0052_F0.doc | <i>Rev</i> F0 | <i>Data</i> 20-06-2011 |

$A_{fi}=8,04$ [cmq] $A_{fs}=8,04$ [cmq]
Sollecitazioni $M=820,0$ [daNm] $T=3073,6$ [daN]
Momento ultimo sezione $M_u = 11345,08$ [daNm]
Coeff.sicurezza sezione = 13,83

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_{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]

ϵ_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 | ϵ_m | S_m | w |
|----|------|----------|----------|----------|-------|--------------|-------|-------|
| 1 | 0,00 | 14,07 | 10,05 | -4429 | 0 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 2 | 0,11 | 14,07 | 10,05 | -4429 | -3 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 3 | 0,22 | 14,07 | 10,05 | -4429 | -12 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 4 | 0,33 | 14,07 | 10,05 | -4429 | -27 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 5 | 0,44 | 14,07 | 10,05 | -4429 | -49 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 6 | 0,55 | 14,07 | 10,05 | -4429 | -79 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 7 | 0,66 | 14,07 | 10,05 | -4429 | -117 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 8 | 0,77 | 14,07 | 10,05 | -4429 | -163 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 9 | 0,88 | 14,07 | 10,05 | -4429 | -219 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 10 | 0,99 | 14,07 | 10,05 | -4429 | -285 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 11 | 1,10 | 14,07 | 10,05 | -4429 | -361 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 12 | 1,21 | 14,07 | 10,05 | -4429 | -447 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 13 | 1,32 | 14,07 | 10,05 | -4429 | -545 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 14 | 1,43 | 14,07 | 10,05 | -4429 | -655 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 15 | 1,54 | 28,15 | 20,11 | -5022 | -777 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 16 | 1,65 | 14,07 | 10,05 | -4429 | -913 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 17 | 1,76 | 14,07 | 10,05 | -4429 | -1061 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 18 | 1,87 | 14,07 | 10,05 | -4429 | -1224 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 19 | 1,98 | 14,07 | 10,05 | -4429 | -1402 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 20 | 2,09 | 14,07 | 10,05 | -4429 | -1594 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 21 | 2,20 | 14,07 | 10,05 | -4429 | -1802 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |

Verifica fessurazione fondazione

| N° | Y | A_{fs} | A_{fi} | M_{pf} | M | ϵ_m | S_m | w |
|----|-------|----------|----------|----------|-----|--------------|-------|-------|
| 1 | -1,40 | 10,05 | 10,05 | -4282 | 0 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 2 | -1,30 | 10,05 | 10,05 | 4282 | 2 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 3 | -1,20 | 10,05 | 10,05 | 4282 | 12 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 4 | -1,10 | 10,05 | 10,05 | 4282 | 31 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 5 | -1,00 | 10,05 | 10,05 | 4282 | 63 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 6 | -0,90 | 10,05 | 10,05 | 4282 | 112 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 7 | -0,80 | 10,05 | 10,05 | 4282 | 180 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 8 | -0,70 | 10,05 | 10,05 | 4282 | 271 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 9 | -0,60 | 10,05 | 10,05 | 4282 | 387 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 10 | -0,50 | 10,05 | 10,05 | 4282 | 532 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 11 | -0,40 | 10,05 | 10,05 | 4282 | 709 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 12 | 0,00 | 10,05 | 10,05 | 4282 | 120 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 13 | 0,10 | 10,05 | 10,05 | 4282 | 118 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 14 | 0,20 | 10,05 | 10,05 | 4282 | 108 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 15 | 0,30 | 10,05 | 10,05 | 4282 | 92 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 16 | 0,40 | 10,05 | 10,05 | 4282 | 73 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 17 | 0,50 | 10,05 | 10,05 | 4282 | 55 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 18 | 0,60 | 10,05 | 10,05 | 4282 | 40 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 19 | 0,70 | 18,10 | 10,05 | 4340 | 27 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 20 | 0,80 | 10,05 | 10,05 | 4282 | 14 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |

| | | | | |
|---|---|---|------------------|---------------------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | | |
| RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE | | <i>Codice documento</i> ST0052_F0.doc | <i>Rev</i> F0 | <i>Data</i> 20-06-2011 |

| | | | | | | | | |
|----|------|-------|-------|-------|---|--------|------|-------|
| 21 | 0,90 | 18,10 | 10,05 | 4340 | 4 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 22 | 1,00 | 18,10 | 10,05 | -4576 | 0 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |

COMBINAZIONE n° 32

| | | | | | | | | |
|--|----------|-------|-----------|-----|--|--|--|--|
| Valore della spinta statica | 3356,52 | [daN] | | | | | | |
| Componente orizzontale della spinta statica | 3073,65 | [daN] | | | | | | |
| Componente verticale della spinta statica | 1348,68 | [daN] | | | | | | |
| Punto d'applicazione della spinta | X = 1,00 | [m] | Y = -1,76 | [m] | | | | |
| Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie | 23,69 | [°] | | | | | | |
| Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche | 58,94 | [°] | | | | | | |
| Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte | 5960,00 | [daN] | | | | | | |
| Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte | X = 0,50 | [m] | Y = -1,10 | [m] | | | | |

Risultanti

| | | | | | | | | |
|---|-----------|--------|--|--|--|--|--|--|
| Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale | 3073,65 | [daN] | | | | | | |
| Risultante dei carichi applicati in dir. verticale | 12308,68 | [daN] | | | | | | |
| Resistenza passiva dente di fondazione | -5656,01 | [daN] | | | | | | |
| Sforzo normale sul piano di posa della fondazione | 12308,68 | [daN] | | | | | | |
| Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione | 3073,65 | [daN] | | | | | | |
| Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione | -0,29 | [m] | | | | | | |
| Lunghezza fondazione reagente | 2,40 | [m] | | | | | | |
| Risultante in fondazione | 12686,64 | [daN] | | | | | | |
| Inclinazione della risultante (rispetto alla normale) | 14,02 | [°] | | | | | | |
| Momento rispetto al baricentro della fondazione | -3603,60 | [daNm] | | | | | | |
| Carico ultimo della fondazione | 397602,18 | [daN] | | | | | | |

Tensioni sul terreno

| | | | | | | | | |
|--|--------|------------------------|--|--|--|--|--|--|
| Lunghezza fondazione reagente | 2,40 | [m] | | | | | | |
| Tensione terreno allo spigolo di valle | 0,1375 | [daN/cm ²] | | | | | | |
| Tensione terreno allo spigolo di monte | 0,8882 | [daN/cm ²] | | | | | | |

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 2.35
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo 32.30

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 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 2 | 1,10 | 1100,00 | 360,69 | 737,67 |
| 3 | 2,20 | 2200,00 | 1802,10 | 1963,80 |

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

| | | | |
|---|---|---|--|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | |
| | | RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE | <i>Codice documento</i> ST0052_F0.doc |

| Nr. | X | M | T |
|-----|------|--------|---------|
| 1 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 2 | 1,00 | 708,79 | 1938,93 |

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 | 1,00 | 119,83 | -41,70 |

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_{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]

σ_c tensione nel calcestruzzo espressa in [daN/cm²]

τ_c tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [daN/cm²]

σ_{fs} tensione nell'armatura disposta sul lembo di monte in [daN/cm²]

σ_{fi} tensione nell'armatura disposta sul lembo di valle in [daN/cm²]

| Nr. | Y | B, H | A _{fs} | A _{fi} | σ _c | τ _c | σ _{fs} | σ _{fi} |
|-----|------|---------|-----------------|-----------------|----------------|----------------|-----------------|-----------------|
| 1 | 0,00 | 100, 40 | 14,07 | 10,05 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 2 | 1,10 | 100, 40 | 14,07 | 10,05 | 1,94 | 0,23 | 42,47 | -23,34 |
| 3 | 2,20 | 100, 40 | 14,07 | 10,05 | 9,43 | 0,62 | 308,50 | -105,00 |

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_{fi} area di armatura in corrispondenza del lembo inferiore in [cmq]

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

σ_c tensione nel calcestruzzo espressa in [daN/cm²]

τ_c tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [daN/cm²]

σ_{fi} tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo inferiore in [daN/cm²]

σ_{fs} tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo superiore in [daN/cm²]

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} | σ _c | τ _c | σ _{fi} | σ _{fs} |
|-----|------|---------|-----------------|-----------------|----------------|----------------|-----------------|-----------------|
| 1 | 0,00 | 100, 40 | 10,05 | 10,05 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 2 | 1,00 | 100, 40 | 10,05 | 10,05 | 4,02 | 0,62 | 206,34 | -38,74 |

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} | σ _c | τ _c | σ _{fi} | σ _{fs} |
|-----|------|---------|-----------------|-----------------|----------------|----------------|-----------------|-----------------|
| 1 | 0,00 | 100, 40 | 10,05 | 18,10 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 2 | 1,00 | 100, 40 | 10,05 | 10,05 | 0,68 | -0,01 | 34,88 | -6,55 |

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=820,0 [daNm] T=3073,6 [daN]
 Momento ultimo sezione $M_u = 11345,08$ [daNm]
 Coeff.sicurezza sezione = 13,83

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]
 ϵ_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 | ϵ_m | S_m | w |
|----|------|----------|----------|----------|-------|--------------|-------|-------|
| 1 | 0,00 | 14,07 | 10,05 | -4429 | 0 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 2 | 0,11 | 14,07 | 10,05 | -4429 | -3 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 3 | 0,22 | 14,07 | 10,05 | -4429 | -12 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 4 | 0,33 | 14,07 | 10,05 | -4429 | -27 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 5 | 0,44 | 14,07 | 10,05 | -4429 | -49 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 6 | 0,55 | 14,07 | 10,05 | -4429 | -79 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 7 | 0,66 | 14,07 | 10,05 | -4429 | -117 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 8 | 0,77 | 14,07 | 10,05 | -4429 | -163 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 9 | 0,88 | 14,07 | 10,05 | -4429 | -219 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 10 | 0,99 | 14,07 | 10,05 | -4429 | -285 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 11 | 1,10 | 14,07 | 10,05 | -4429 | -361 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 12 | 1,21 | 14,07 | 10,05 | -4429 | -447 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 13 | 1,32 | 14,07 | 10,05 | -4429 | -545 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 14 | 1,43 | 14,07 | 10,05 | -4429 | -655 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 15 | 1,54 | 28,15 | 20,11 | -5022 | -777 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 16 | 1,65 | 14,07 | 10,05 | -4429 | -913 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 17 | 1,76 | 14,07 | 10,05 | -4429 | -1061 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 18 | 1,87 | 14,07 | 10,05 | -4429 | -1224 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 19 | 1,98 | 14,07 | 10,05 | -4429 | -1402 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 20 | 2,09 | 14,07 | 10,05 | -4429 | -1594 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 21 | 2,20 | 14,07 | 10,05 | -4429 | -1802 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |

Verifica fessurazione fondazione

| N° | Y | A_{fs} | A_{fi} | M_{pf} | M | ϵ_m | S_m | w |
|----|-------|----------|----------|----------|-----|--------------|-------|-------|
| 1 | -1,40 | 10,05 | 10,05 | -4282 | 0 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 2 | -1,30 | 10,05 | 10,05 | 4282 | 2 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 3 | -1,20 | 10,05 | 10,05 | 4282 | 12 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 4 | -1,10 | 10,05 | 10,05 | 4282 | 31 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 5 | -1,00 | 10,05 | 10,05 | 4282 | 63 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 6 | -0,90 | 10,05 | 10,05 | 4282 | 112 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 7 | -0,80 | 10,05 | 10,05 | 4282 | 180 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 8 | -0,70 | 10,05 | 10,05 | 4282 | 271 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 9 | -0,60 | 10,05 | 10,05 | 4282 | 387 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 10 | -0,50 | 10,05 | 10,05 | 4282 | 532 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 11 | -0,40 | 10,05 | 10,05 | 4282 | 709 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 12 | 0,00 | 10,05 | 10,05 | 4282 | 120 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 13 | 0,10 | 10,05 | 10,05 | 4282 | 118 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 14 | 0,20 | 10,05 | 10,05 | 4282 | 108 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 15 | 0,30 | 10,05 | 10,05 | 4282 | 92 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 16 | 0,40 | 10,05 | 10,05 | 4282 | 73 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 17 | 0,50 | 10,05 | 10,05 | 4282 | 55 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 18 | 0,60 | 10,05 | 10,05 | 4282 | 40 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |

| | | | | |
|---|---|---|------------------|---------------------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | | |
| RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE | | <i>Codice documento</i> ST0052_F0.doc | <i>Rev</i> F0 | <i>Data</i> 20-06-2011 |

| | | | | | | | | |
|----|------|-------|-------|-------|----|--------|------|-------|
| 19 | 0,70 | 18,10 | 10,05 | 4340 | 27 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 20 | 0,80 | 10,05 | 10,05 | 4282 | 14 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 21 | 0,90 | 18,10 | 10,05 | 4340 | 4 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 22 | 1,00 | 18,10 | 10,05 | -4576 | 0 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |

COMBINAZIONE n° 33

| | | |
|--|--------------|---------------|
| Valore della spinta statica | 3356,52 | [daN] |
| Componente orizzontale della spinta statica | 3073,65 | [daN] |
| Componente verticale della spinta statica | 1348,68 | [daN] |
| Punto d'applicazione della spinta | X = 1,00 [m] | Y = -1,76 [m] |
| Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie | 23,69 | [°] |
| Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche | 58,94 | [°] |

| | | |
|---|--------------|---------------|
| Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte | 5960,00 | [daN] |
| Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte | X = 0,50 [m] | Y = -1,10 [m] |

Risultanti

| | | |
|---|-----------|--------|
| Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale | 3073,65 | [daN] |
| Risultante dei carichi applicati in dir. verticale | 12308,68 | [daN] |
| Resistenza passiva dente di fondazione | -5656,01 | [daN] |
| Sforzo normale sul piano di posa della fondazione | 12308,68 | [daN] |
| Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione | 3073,65 | [daN] |
| Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione | -0,29 | [m] |
| Lunghezza fondazione reagente | 2,40 | [m] |
| Risultante in fondazione | 12686,64 | [daN] |
| Inclinazione della risultante (rispetto alla normale) | 14,02 | [°] |
| Momento rispetto al baricentro della fondazione | -3603,60 | [daNm] |
| Carico ultimo della fondazione | 397602,18 | [daN] |

Tensioni sul terreno

| | | |
|--|--------|------------------------|
| Lunghezza fondazione reagente | 2,40 | [m] |
| Tensione terreno allo spigolo di valle | 0,1375 | [daN/cm ²] |
| Tensione terreno allo spigolo di monte | 0,8882 | [daN/cm ²] |

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 2.35
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo 32.30

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 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 2 | 1,10 | 1100,00 | 360,69 | 737,67 |
| 3 | 2,20 | 2200,00 | 1802,10 | 1963,80 |

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

| | | | | |
|---|---|---|------------------|---------------------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | | |
| RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE | | <i>Codice documento</i> ST0052_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 | 1,00 | 708,79 | 1938,93 |

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 | 1,00 | 119,83 | -41,70 |

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_{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]

σ_c tensione nel calcestruzzo espressa in [daN/cm²]

τ_c tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [daN/cm²]

σ_{fs} tensione nell'armatura disposta sul lembo di monte in [daN/cm²]

σ_{fi} tensione nell'armatura disposta sul lembo di valle in [daN/cm²]

| Nr. | Y | B, H | A _{fs} | A _{fi} | σ _c | τ _c | σ _{fs} | σ _{fi} |
|-----|------|---------|-----------------|-----------------|----------------|----------------|-----------------|-----------------|
| 1 | 0,00 | 100, 40 | 14,07 | 10,05 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 2 | 1,10 | 100, 40 | 14,07 | 10,05 | 1,94 | 0,23 | 42,47 | -23,34 |
| 3 | 2,20 | 100, 40 | 14,07 | 10,05 | 9,43 | 0,62 | 308,50 | -105,00 |

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_{fi} area di armatura in corrispondenza del lembo inferiore in [cmq]

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

σ_c tensione nel calcestruzzo espressa in [daN/cm²]

τ_c tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [daN/cm²]

σ_{fi} tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo inferiore in [daN/cm²]

σ_{fs} tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo superiore in [daN/cm²]

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} | σ _c | τ _c | σ _{fi} | σ _{fs} |
|-----|------|---------|-----------------|-----------------|----------------|----------------|-----------------|-----------------|
| 1 | 0,00 | 100, 40 | 10,05 | 10,05 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 2 | 1,00 | 100, 40 | 10,05 | 10,05 | 4,02 | 0,62 | 206,34 | -38,74 |

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} | σ _c | τ _c | σ _{fi} | σ _{fs} |
|-----|------|---------|-----------------|-----------------|----------------|----------------|-----------------|-----------------|
| 1 | 0,00 | 100, 40 | 10,05 | 18,10 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |

2 1,00 100,40 10,05 10,05 0,68 -0,01 34,88 -6,55

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=820,0 [daNm] T=3073,6 [daN]
 Momento ultimo sezione $M_u = 11345,08$ [daNm]
 Coeff.sicurezza sezione = 13,83

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]
 ϵ_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 | ϵ_m | S_m | w |
|----|------|----------|----------|----------|-------|--------------|-------|-------|
| 1 | 0,00 | 14,07 | 10,05 | -4429 | 0 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 2 | 0,11 | 14,07 | 10,05 | -4429 | -3 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 3 | 0,22 | 14,07 | 10,05 | -4429 | -12 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 4 | 0,33 | 14,07 | 10,05 | -4429 | -27 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 5 | 0,44 | 14,07 | 10,05 | -4429 | -49 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 6 | 0,55 | 14,07 | 10,05 | -4429 | -79 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 7 | 0,66 | 14,07 | 10,05 | -4429 | -117 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 8 | 0,77 | 14,07 | 10,05 | -4429 | -163 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 9 | 0,88 | 14,07 | 10,05 | -4429 | -219 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 10 | 0,99 | 14,07 | 10,05 | -4429 | -285 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 11 | 1,10 | 14,07 | 10,05 | -4429 | -361 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 12 | 1,21 | 14,07 | 10,05 | -4429 | -447 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 13 | 1,32 | 14,07 | 10,05 | -4429 | -545 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 14 | 1,43 | 14,07 | 10,05 | -4429 | -655 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 15 | 1,54 | 28,15 | 20,11 | -5022 | -777 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 16 | 1,65 | 14,07 | 10,05 | -4429 | -913 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 17 | 1,76 | 14,07 | 10,05 | -4429 | -1061 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 18 | 1,87 | 14,07 | 10,05 | -4429 | -1224 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 19 | 1,98 | 14,07 | 10,05 | -4429 | -1402 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 20 | 2,09 | 14,07 | 10,05 | -4429 | -1594 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 21 | 2,20 | 14,07 | 10,05 | -4429 | -1802 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |

Verifica fessurazione fondazione

| N° | Y | A_{fs} | A_{fi} | M_{pf} | M | ϵ_m | S_m | w |
|----|-------|----------|----------|----------|-----|--------------|-------|-------|
| 1 | -1,40 | 10,05 | 10,05 | -4282 | 0 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 2 | -1,30 | 10,05 | 10,05 | 4282 | 2 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 3 | -1,20 | 10,05 | 10,05 | 4282 | 12 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 4 | -1,10 | 10,05 | 10,05 | 4282 | 31 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 5 | -1,00 | 10,05 | 10,05 | 4282 | 63 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 6 | -0,90 | 10,05 | 10,05 | 4282 | 112 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 7 | -0,80 | 10,05 | 10,05 | 4282 | 180 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 8 | -0,70 | 10,05 | 10,05 | 4282 | 271 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 9 | -0,60 | 10,05 | 10,05 | 4282 | 387 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 10 | -0,50 | 10,05 | 10,05 | 4282 | 532 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 11 | -0,40 | 10,05 | 10,05 | 4282 | 709 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 12 | 0,00 | 10,05 | 10,05 | 4282 | 120 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 13 | 0,10 | 10,05 | 10,05 | 4282 | 118 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 14 | 0,20 | 10,05 | 10,05 | 4282 | 108 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 15 | 0,30 | 10,05 | 10,05 | 4282 | 92 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|------------|-------------|----|------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | | | | | |
| RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE | | <i>Codice documento</i> ST0052_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 | | | | | | |

| | | | | | | | | |
|----|------|-------|-------|-------|----|--------|------|-------|
| 16 | 0,40 | 10,05 | 10,05 | 4282 | 73 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 17 | 0,50 | 10,05 | 10,05 | 4282 | 55 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 18 | 0,60 | 10,05 | 10,05 | 4282 | 40 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 19 | 0,70 | 18,10 | 10,05 | 4340 | 27 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 20 | 0,80 | 10,05 | 10,05 | 4282 | 14 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 21 | 0,90 | 18,10 | 10,05 | 4340 | 4 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 22 | 1,00 | 18,10 | 10,05 | -4576 | 0 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |

COMBINAZIONE n° 34

| | | | | | |
|--|----------|-------|-----------|-----|--|
| Valore della spinta statica | 3356,52 | [daN] | | | |
| Componente orizzontale della spinta statica | 3073,65 | [daN] | | | |
| Componente verticale della spinta statica | 1348,68 | [daN] | | | |
| Punto d'applicazione della spinta | X = 1,00 | [m] | Y = -1,76 | [m] | |
| Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie | | | 23,69 | [°] | |
| Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche | 58,94 | [°] | | | |
| | | | | | |
| Incremento sismico della spinta | 168,28 | [daN] | | | |
| Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta | X = 1,00 | [m] | Y = -1,50 | [m] | |
| Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche | 58,13 | [°] | | | |
| | | | | | |
| Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte | 5960,00 | [daN] | | | |
| Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte | X = 0,50 | [m] | Y = -1,10 | [m] | |
| Inerzia del muro | 88,75 | [daN] | | | |
| Inerzia verticale del muro | 44,37 | [daN] | | | |
| Inerzia del terrapieno fondazione di monte | 105,79 | [daN] | | | |
| Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte | 52,89 | [daN] | | | |

Risultanti

| | | | | | |
|---|-----------|--------|--|--|--|
| Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale | 3422,28 | [daN] | | | |
| Risultante dei carichi applicati in dir. verticale | 12473,56 | [daN] | | | |
| Resistenza passiva dente di fondazione | -5790,39 | [daN] | | | |
| Sforzo normale sul piano di posa della fondazione | 12473,56 | [daN] | | | |
| Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione | 3422,28 | [daN] | | | |
| Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione | -0,27 | [m] | | | |
| Lunghezza fondazione reagente | 2,40 | [m] | | | |
| Risultante in fondazione | 12934,52 | [daN] | | | |
| Inclinazione della risultante (rispetto alla normale) | 15,34 | [°] | | | |
| Momento rispetto al baricentro della fondazione | -3331,04 | [daNm] | | | |
| Carico ultimo della fondazione | 408874,70 | [daN] | | | |

Tensioni sul terreno

| | | | | | |
|--|--------|------------------------|--|--|--|
| Lunghezza fondazione reagente | 2,40 | [m] | | | |
| Tensione terreno allo spigolo di valle | 0,1727 | [daN/cm ²] | | | |
| Tensione terreno allo spigolo di monte | 0,8667 | [daN/cm ²] | | | |

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 2.14
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo 32.78

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 |
|------------|----------|----------|----------|----------|

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|------------|-------------|----|------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | | | | | |
| RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE | | <i>Codice documento</i> ST0052_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 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 2 | 1,10 | 1100,00 | 398,23 | 805,93 |
| 3 | 2,20 | 2200,00 | 1952,27 | 2100,31 |

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 | 1,00 | 845,66 | 2173,25 |

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 | 1,00 | 51,65 | -138,61 |

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 [cmq]

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

σ_c tensione nel calcestruzzo espressa in [daN/cm²]

τ_c tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [daN/cm²]

σ_{fs} tensione nell'armatura disposta sul lembo di monte in [daN/cm²]

σ_{fi} tensione nell'armatura disposta sul lembo di valle in [daN/cm²]

| Nr. | Y | B, H | A _{fs} | A _{fi} | σ _c | τ _c | σ _{fs} | σ _{fi} |
|-----|------|---------|-----------------|-----------------|----------------|----------------|-----------------|-----------------|
| 1 | 0,00 | 100, 40 | 14,07 | 10,05 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 2 | 1,10 | 100, 40 | 14,07 | 10,05 | 2,14 | 0,26 | 50,04 | -25,45 |
| 3 | 2,20 | 100, 40 | 14,07 | 10,05 | 10,19 | 0,67 | 339,91 | -112,92 |

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_{fi} area di armatura in corrispondenza del lembo inferiore in [cmq]

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

σ_c tensione nel calcestruzzo espressa in [daN/cm²]

τ_c tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [daN/cm²]

σ_{fi} tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo inferiore in [daN/cm²]

σ_{fs} tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo superiore in [daN/cm²]

Fondazione di valle

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

| | | | | |
|---|---|---|--|------------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | | |
| | | RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE | <i>Codice documento</i> ST0052_F0.doc | <i>Rev</i> F0 |

| Nr. | X | B, H | A _{fi} | A _{fs} | σ _c | τ _c | σ _{fi} | σ _{fs} |
|-----|------|---------|-----------------|-----------------|----------------|----------------|-----------------|-----------------|
| 1 | 0,00 | 100, 40 | 10,05 | 10,05 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 2 | 1,00 | 100, 40 | 10,05 | 10,05 | 4,80 | 0,69 | 246,18 | -46,22 |

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} | σ _c | τ _c | σ _{fi} | σ _{fs} |
|-----|------|---------|-----------------|-----------------|----------------|----------------|-----------------|-----------------|
| 1 | 0,00 | 100, 40 | 10,05 | 18,10 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 2 | 1,00 | 100, 40 | 10,05 | 10,05 | 0,29 | -0,04 | 15,04 | -2,82 |

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=913,1 [daNm] T=3422,3 [daNm]

Momento ultimo sezione M_u = 11345,08 [daNm]

Coeff.sicurezza sezione = 12,43

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_{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]

ε_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 | ε _m | s _m | w |
|----|------|-----------------|-----------------|-----------------|-------|----------------|----------------|-------|
| 1 | 0,00 | 14,07 | 10,05 | -4429 | 0 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 2 | 0,11 | 14,07 | 10,05 | -4429 | -3 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 3 | 0,22 | 14,07 | 10,05 | -4429 | -13 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 4 | 0,33 | 14,07 | 10,05 | -4429 | -30 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 5 | 0,44 | 14,07 | 10,05 | -4429 | -55 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 6 | 0,55 | 14,07 | 10,05 | -4429 | -88 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 7 | 0,66 | 14,07 | 10,05 | -4429 | -130 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 8 | 0,77 | 14,07 | 10,05 | -4429 | -182 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 9 | 0,88 | 14,07 | 10,05 | -4429 | -243 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 10 | 0,99 | 14,07 | 10,05 | -4429 | -315 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 11 | 1,10 | 14,07 | 10,05 | -4429 | -398 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 12 | 1,21 | 14,07 | 10,05 | -4429 | -493 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 13 | 1,32 | 14,07 | 10,05 | -4429 | -599 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 14 | 1,43 | 14,07 | 10,05 | -4429 | -719 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 15 | 1,54 | 28,15 | 20,11 | -5022 | -851 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 16 | 1,65 | 14,07 | 10,05 | -4429 | -997 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 17 | 1,76 | 14,07 | 10,05 | -4429 | -1158 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 18 | 1,87 | 14,07 | 10,05 | -4429 | -1333 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 19 | 1,98 | 14,07 | 10,05 | -4429 | -1523 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 20 | 2,09 | 14,07 | 10,05 | -4429 | -1730 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 21 | 2,20 | 14,07 | 10,05 | -4429 | -1952 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |

Verifica fessurazione fondazione

| N° | Y | A _{fs} | A _{fi} | M _{pf} | M | ε _m | s _m | w |
|----|-------|-----------------|-----------------|-----------------|----|----------------|----------------|-------|
| 1 | -1,40 | 10,05 | 10,05 | -4282 | 0 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 2 | -1,30 | 10,05 | 10,05 | 4282 | 4 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 3 | -1,20 | 10,05 | 10,05 | 4282 | 18 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 4 | -1,10 | 10,05 | 10,05 | 4282 | 46 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 5 | -1,00 | 10,05 | 10,05 | 4282 | 89 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|------------|-------------|----|------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | | | | | |
| RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE | | <i>Codice documento</i> ST0052_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 | -0,90 | 10,05 | 10,05 | 4282 | 151 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 7 | -0,80 | 10,05 | 10,05 | 4282 | 235 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 8 | -0,70 | 10,05 | 10,05 | 4282 | 344 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 9 | -0,60 | 10,05 | 10,05 | 4282 | 480 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 10 | -0,50 | 10,05 | 10,05 | 4282 | 646 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 11 | -0,40 | 10,05 | 10,05 | 4282 | 846 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 12 | 0,00 | 10,05 | 10,05 | 4282 | 52 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 13 | 0,10 | 10,05 | 10,05 | 4282 | 60 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 14 | 0,20 | 10,05 | 10,05 | 4282 | 60 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 15 | 0,30 | 10,05 | 10,05 | 4282 | 53 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 16 | 0,40 | 10,05 | 10,05 | 4282 | 43 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 17 | 0,50 | 10,05 | 10,05 | 4282 | 33 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 18 | 0,60 | 10,05 | 10,05 | 4282 | 26 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 19 | 0,70 | 18,10 | 10,05 | 4340 | 19 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 20 | 0,80 | 10,05 | 10,05 | 4282 | 10 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 21 | 0,90 | 18,10 | 10,05 | 4340 | 3 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 22 | 1,00 | 18,10 | 10,05 | -4576 | 0 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |

COMBINAZIONE n° 35

| | | | | |
|--|----------|-------|-----------|-----|
| Valore della spinta statica | 3356,52 | [daN] | | |
| Componente orizzontale della spinta statica | 3073,65 | [daN] | | |
| Componente verticale della spinta statica | 1348,68 | [daN] | | |
| Punto d'applicazione della spinta | X = 1,00 | [m] | Y = -1,76 | [m] |
| Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie | 23,69 | [°] | | |
| Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche | 58,94 | [°] | | |
| Incremento sismico della spinta | 108,76 | [daN] | | |
| Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta | X = 1,00 | [m] | Y = -1,50 | [m] |
| Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche | 58,13 | [°] | | |
| Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte | 5960,00 | [daN] | | |
| Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte | X = 0,50 | [m] | Y = -1,10 | [m] |
| Inerzia del muro | 88,75 | [daN] | | |
| Inerzia verticale del muro | -44,37 | [daN] | | |
| Inerzia del terrapieno fondazione di monte | 105,79 | [daN] | | |
| Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte | -52,89 | [daN] | | |

Risultanti

| | | | | |
|---|-----------|--------|--|--|
| Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale | 3367,77 | [daN] | | |
| Risultante dei carichi applicati in dir. verticale | 12255,11 | [daN] | | |
| Resistenza passiva dente di fondazione | -5694,59 | [daN] | | |
| Sforzo normale sul piano di posa della fondazione | 12255,11 | [daN] | | |
| Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione | 3367,77 | [daN] | | |
| Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione | -0,27 | [m] | | |
| Lunghezza fondazione reagente | 2,40 | [m] | | |
| Risultante in fondazione | 12709,43 | [daN] | | |
| Inclinazione della risultante (rispetto alla normale) | 15,37 | [°] | | |
| Momento rispetto al baricentro della fondazione | -3281,29 | [daNm] | | |
| Carico ultimo della fondazione | 408567,46 | [daN] | | |

Tensioni sul terreno

| | | | | |
|--|--------|------------------------|--|--|
| Lunghezza fondazione reagente | 2,40 | [m] | | |
| Tensione terreno allo spigolo di valle | 0,1688 | [daN/cm ²] | | |
| Tensione terreno allo spigolo di monte | 0,8524 | [daN/cm ²] | | |

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 2.14
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo 33.34

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|------------|-------------|----|------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | | | | | |
| RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE | | <i>Codice documento</i> ST0052_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 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 2 | 1,10 | 1100,00 | 388,66 | 788,51 |
| 3 | 2,20 | 2200,00 | 1913,96 | 2065,48 |

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 | 1,00 | 818,86 | 2112,45 |

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 | 1,00 | -12,57 | -259,86 |

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 [cmq]
A_{fi} area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [cmq]
σ_c tensione nel calcestruzzo espressa in [daN/cmq]
τ_c tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [daN/cmq]
σ_{fs} tensione nell'armatura disposta sul lembo di monte in [daN/cmq]
σ_{fi} tensione nell'armatura disposta sul lembo di valle in [daN/cmq]

| Nr. | Y | B, H | A _{fs} | A _{fi} | σ _c | τ _c | σ _{fs} | σ _{fi} |
|-----|------|---------|-----------------|-----------------|----------------|----------------|-----------------|-----------------|
| 1 | 0,00 | 100, 40 | 14,07 | 10,05 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 2 | 1,10 | 100, 40 | 14,07 | 10,05 | 2,09 | 0,25 | 48,10 | -24,92 |
| 3 | 2,20 | 100, 40 | 14,07 | 10,05 | 10,00 | 0,66 | 331,90 | -110,90 |

Armature e tensioni nei materiali della fondazione

Combinazione n° 35

Simbologia adottata

B base della sezione espressa in [cm]

| | | | | |
|---|---|---|------------------|---------------------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | | |
| RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE | | <i>Codice documento</i> ST0052_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]
 σ_c tensione nel calcestruzzo espressa in [daN/cm²]
 τ_c tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [daN/cm²]
 σ_{fi} tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo inferiore in [daN/cm²]
 σ_{fs} tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo superiore in [daN/cm²]

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} | σ_c | τ_c | σ_{fi} | σ_{fs} |
|-----|------|---------|----------|----------|------------|----------|---------------|---------------|
| 1 | 0,00 | 100, 40 | 10,05 | 10,05 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 2 | 1,00 | 100, 40 | 10,05 | 10,05 | 4,65 | 0,67 | 238,38 | -44,75 |

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} | σ_c | τ_c | σ_{fi} | σ_{fs} |
|-----|------|---------|----------|----------|------------|----------|---------------|---------------|
| 1 | 0,00 | 100, 40 | 10,05 | 18,10 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 2 | 1,00 | 100, 40 | 10,05 | 10,05 | 0,07 | -0,08 | -0,69 | 3,66 |

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=898,5 [daNm] T=3367,8 [daN]
Momento ultimo sezione $M_u = 11345,08$ [daNm]
Coeff. sicurezza sezione = 12,63

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_{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]
 ϵ_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 | ϵ_m | s_m | w |
|----|------|----------|----------|----------|-------|--------------|-------|-------|
| 1 | 0,00 | 14,07 | 10,05 | -4429 | 0 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 2 | 0,11 | 14,07 | 10,05 | -4429 | -3 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 3 | 0,22 | 14,07 | 10,05 | -4429 | -13 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 4 | 0,33 | 14,07 | 10,05 | -4429 | -29 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 5 | 0,44 | 14,07 | 10,05 | -4429 | -53 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 6 | 0,55 | 14,07 | 10,05 | -4429 | -86 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 7 | 0,66 | 14,07 | 10,05 | -4429 | -127 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 8 | 0,77 | 14,07 | 10,05 | -4429 | -177 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 9 | 0,88 | 14,07 | 10,05 | -4429 | -237 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 10 | 0,99 | 14,07 | 10,05 | -4429 | -308 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 11 | 1,10 | 14,07 | 10,05 | -4429 | -389 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 12 | 1,21 | 14,07 | 10,05 | -4429 | -481 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 13 | 1,32 | 14,07 | 10,05 | -4429 | -586 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 14 | 1,43 | 14,07 | 10,05 | -4429 | -702 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 15 | 1,54 | 28,15 | 20,11 | -5022 | -832 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 16 | 1,65 | 14,07 | 10,05 | -4429 | -976 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 17 | 1,76 | 14,07 | 10,05 | -4429 | -1133 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 18 | 1,87 | 14,07 | 10,05 | -4429 | -1305 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 19 | 1,98 | 14,07 | 10,05 | -4429 | -1492 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |

| | | | | |
|---|---|---|--|------------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | | |
| | | RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE | <i>Codice documento</i> ST0052_F0.doc | <i>Rev</i> F0 |

| | | | | | | | | |
|----|------|-------|-------|-------|-------|--------|------|-------|
| 20 | 2,09 | 14,07 | 10,05 | -4429 | -1695 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 21 | 2,20 | 14,07 | 10,05 | -4429 | -1914 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |

Verifica fessurazione fondazione

| N° | Y | A _{fs} | A _{fi} | M _{pr} | M | ε _m | S _m | w |
|----|-------|-----------------|-----------------|-----------------|-----|----------------|----------------|-------|
| 1 | -1,40 | 10,05 | 10,05 | -4282 | 0 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 2 | -1,30 | 10,05 | 10,05 | 4282 | 4 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 3 | -1,20 | 10,05 | 10,05 | 4282 | 18 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 4 | -1,10 | 10,05 | 10,05 | 4282 | 44 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 5 | -1,00 | 10,05 | 10,05 | 4282 | 85 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 6 | -0,90 | 10,05 | 10,05 | 4282 | 145 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 7 | -0,80 | 10,05 | 10,05 | 4282 | 226 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 8 | -0,70 | 10,05 | 10,05 | 4282 | 331 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 9 | -0,60 | 10,05 | 10,05 | 4282 | 463 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 10 | -0,50 | 10,05 | 10,05 | 4282 | 625 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 11 | -0,40 | 10,05 | 10,05 | 4282 | 819 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 12 | 0,00 | 10,05 | 10,05 | -4282 | -13 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 13 | 0,10 | 10,05 | 10,05 | 4282 | 7 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 14 | 0,20 | 10,05 | 10,05 | 4282 | 18 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 15 | 0,30 | 10,05 | 10,05 | 4282 | 20 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 16 | 0,40 | 10,05 | 10,05 | 4282 | 19 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 17 | 0,50 | 10,05 | 10,05 | 4282 | 16 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 18 | 0,60 | 10,05 | 10,05 | 4282 | 15 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 19 | 0,70 | 18,10 | 10,05 | 4340 | 13 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 20 | 0,80 | 10,05 | 10,05 | 4282 | 7 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 21 | 0,90 | 18,10 | 10,05 | 4340 | 2 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 22 | 1,00 | 18,10 | 10,05 | -4576 | 0 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |

COMBINAZIONE n° 36

| | | | | |
|--|----------|-------|-----------|-----|
| Valore della spinta statica | 3356,52 | [daN] | | |
| Componente orizzontale della spinta statica | 3073,65 | [daN] | | |
| Componente verticale della spinta statica | 1348,68 | [daN] | | |
| Punto d'applicazione della spinta | X = 1,00 | [m] | Y = -1,76 | [m] |
| Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie | 23,69 | [°] | | |
| Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche | 58,94 | [°] | | |
| Incremento sismico della spinta | 168,28 | [daN] | | |
| Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta | X = 1,00 | [m] | Y = -1,50 | [m] |
| Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche | 58,13 | [°] | | |
| Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte | 5960,00 | [daN] | | |
| Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte | X = 0,50 | [m] | Y = -1,10 | [m] |
| Inerzia del muro | 88,75 | [daN] | | |
| Inerzia verticale del muro | 44,37 | [daN] | | |
| Inerzia del terrapieno fondazione di monte | 105,79 | [daN] | | |
| Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte | 52,89 | [daN] | | |

Risultanti

| | | |
|---|-----------|--------|
| Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale | 3422,28 | [daN] |
| Risultante dei carichi applicati in dir. verticale | 12473,56 | [daN] |
| Resistenza passiva dente di fondazione | -5790,39 | [daN] |
| Sforzo normale sul piano di posa della fondazione | 12473,56 | [daN] |
| Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione | 3422,28 | [daN] |
| Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione | -0,27 | [m] |
| Lunghezza fondazione reagente | 2,40 | [m] |
| Risultante in fondazione | 12934,52 | [daN] |
| Inclinazione della risultante (rispetto alla normale) | 15,34 | [°] |
| Momento rispetto al baricentro della fondazione | -3331,04 | [daNm] |
| Carico ultimo della fondazione | 408874,70 | [daN] |

Tensioni sul terreno

| | | |
|--|--------|------------------------|
| Lunghezza fondazione reagente | 2,40 | [m] |
| Tensione terreno allo spigolo di valle | 0,1727 | [daN/cm ²] |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|------------|-------------|----|------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | | | | | |
| RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE | | <i>Codice documento</i> ST0052_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 | | | | | | |

Tensione terreno allo spigolo di monte 0,8667 [daN/cm²]

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 2.14

Coefficiente di sicurezza a carico ultimo 32.78

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 | 1,10 | 1100,00 | 398,23 | 805,93 |
| 3 | 2,20 | 2200,00 | 1952,27 | 2100,31 |

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 | 1,00 | 845,66 | 2173,25 |

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 | 1,00 | 51,65 | -138,61 |

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 [cm²]

A_{fi} area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [cm²]

σ_c tensione nel calcestruzzo espressa in [daN/cm²]

τ_c tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [daN/cm²]

σ_{fs} tensione nell'armatura disposta sul lembo di monte in [daN/cm²]

σ_{fi} tensione nell'armatura disposta sul lembo di valle in [daN/cm²]

| Nr. | Y | B, H | A_{fs} | A_{fi} | σ_c | τ_c | σ_{fs} | σ_{fi} |
|-----|---|------|----------|----------|------------|----------|---------------|---------------|
|-----|---|------|----------|----------|------------|----------|---------------|---------------|

| | | | | |
|---|---|---|--|------------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | | |
| | | RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE | <i>Codice documento</i> ST0052_F0.doc | <i>Rev</i> F0 |

| | | | | | | | | |
|---|------|---------|-------|-------|-------|------|--------|---------|
| 1 | 0,00 | 100, 40 | 14,07 | 10,05 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 2 | 1,10 | 100, 40 | 14,07 | 10,05 | 2,14 | 0,26 | 50,04 | -25,45 |
| 3 | 2,20 | 100, 40 | 14,07 | 10,05 | 10,19 | 0,67 | 339,91 | -112,92 |

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 _{fi} | area di armatura in corrispondenza del lembo inferiore in [cmq] |
| A _{fs} | area di armatura in corrispondenza del lembo superiore in [cmq] |
| σ _c | tensione nel calcestruzzo espressa in [daN/cmq] |
| τ _c | tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [daN/cmq] |
| σ _{fi} | tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo inferiore in [daN/cmq] |
| σ _{fs} | 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 _{fi} | A _{fs} | σ _c | τ _c | σ _{fi} | σ _{fs} |
|-----|------|---------|-----------------|-----------------|----------------|----------------|-----------------|-----------------|
| 1 | 0,00 | 100, 40 | 10,05 | 10,05 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 2 | 1,00 | 100, 40 | 10,05 | 10,05 | 4,80 | 0,69 | 246,18 | -46,22 |

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} | σ _c | τ _c | σ _{fi} | σ _{fs} |
|-----|------|---------|-----------------|-----------------|----------------|----------------|-----------------|-----------------|
| 1 | 0,00 | 100, 40 | 10,05 | 18,10 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 2 | 1,00 | 100, 40 | 10,05 | 10,05 | 0,29 | -0,04 | 15,04 | -2,82 |

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=913,1 [daNm] T=3422,3 [daN]
Momento ultimo sezione M_u = 11345,08 [daNm]
Coeff.sicurezza sezione = 12,43

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] |
| ε _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 | ε _m | S _m | w |
|----|------|-----------------|-----------------|-----------------|------|----------------|----------------|-------|
| 1 | 0,00 | 14,07 | 10,05 | -4429 | 0 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 2 | 0,11 | 14,07 | 10,05 | -4429 | -3 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 3 | 0,22 | 14,07 | 10,05 | -4429 | -13 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 4 | 0,33 | 14,07 | 10,05 | -4429 | -30 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 5 | 0,44 | 14,07 | 10,05 | -4429 | -55 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 6 | 0,55 | 14,07 | 10,05 | -4429 | -88 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 7 | 0,66 | 14,07 | 10,05 | -4429 | -130 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 8 | 0,77 | 14,07 | 10,05 | -4429 | -182 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 9 | 0,88 | 14,07 | 10,05 | -4429 | -243 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |

| | | | | | | | | |
|----|------|-------|-------|-------|-------|--------|------|-------|
| 10 | 0,99 | 14,07 | 10,05 | -4429 | -315 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 11 | 1,10 | 14,07 | 10,05 | -4429 | -398 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 12 | 1,21 | 14,07 | 10,05 | -4429 | -493 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 13 | 1,32 | 14,07 | 10,05 | -4429 | -599 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 14 | 1,43 | 14,07 | 10,05 | -4429 | -719 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 15 | 1,54 | 28,15 | 20,11 | -5022 | -851 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 16 | 1,65 | 14,07 | 10,05 | -4429 | -997 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 17 | 1,76 | 14,07 | 10,05 | -4429 | -1158 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 18 | 1,87 | 14,07 | 10,05 | -4429 | -1333 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 19 | 1,98 | 14,07 | 10,05 | -4429 | -1523 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 20 | 2,09 | 14,07 | 10,05 | -4429 | -1730 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 21 | 2,20 | 14,07 | 10,05 | -4429 | -1952 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |

Verifica fessurazione fondazione

| N° | Y | A _{fs} | A _{fi} | M _{pf} | M | ε _m | S _m | w |
|----|-------|-----------------|-----------------|-----------------|-----|----------------|----------------|-------|
| 1 | -1,40 | 10,05 | 10,05 | -4282 | 0 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 2 | -1,30 | 10,05 | 10,05 | 4282 | 4 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 3 | -1,20 | 10,05 | 10,05 | 4282 | 18 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 4 | -1,10 | 10,05 | 10,05 | 4282 | 46 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 5 | -1,00 | 10,05 | 10,05 | 4282 | 89 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 6 | -0,90 | 10,05 | 10,05 | 4282 | 151 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 7 | -0,80 | 10,05 | 10,05 | 4282 | 235 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 8 | -0,70 | 10,05 | 10,05 | 4282 | 344 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 9 | -0,60 | 10,05 | 10,05 | 4282 | 480 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 10 | -0,50 | 10,05 | 10,05 | 4282 | 646 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 11 | -0,40 | 10,05 | 10,05 | 4282 | 846 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 12 | 0,00 | 10,05 | 10,05 | 4282 | 52 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 13 | 0,10 | 10,05 | 10,05 | 4282 | 60 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 14 | 0,20 | 10,05 | 10,05 | 4282 | 60 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 15 | 0,30 | 10,05 | 10,05 | 4282 | 53 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 16 | 0,40 | 10,05 | 10,05 | 4282 | 43 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 17 | 0,50 | 10,05 | 10,05 | 4282 | 33 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 18 | 0,60 | 10,05 | 10,05 | 4282 | 26 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 19 | 0,70 | 18,10 | 10,05 | 4340 | 19 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 20 | 0,80 | 10,05 | 10,05 | 4282 | 10 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 21 | 0,90 | 18,10 | 10,05 | 4340 | 3 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 22 | 1,00 | 18,10 | 10,05 | -4576 | 0 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |

COMBINAZIONE n° 37

| | | | |
|--|---------------|---------------|--|
| Valore della spinta statica | 3356,52 [daN] | | |
| Componente orizzontale della spinta statica | 3073,65 [daN] | | |
| Componente verticale della spinta statica | 1348,68 [daN] | | |
| Punto d'applicazione della spinta | X = 1,00 [m] | Y = -1,76 [m] | |
| Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie | 23,69 [°] | | |
| Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche | 58,94 [°] | | |
| Incremento sismico della spinta | 108,76 [daN] | | |
| Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta | X = 1,00 [m] | Y = -1,50 [m] | |
| Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche | 58,13 [°] | | |
| Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte | 5960,00 [daN] | | |
| Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte | X = 0,50 [m] | Y = -1,10 [m] | |
| Inerzia del muro | 88,75 [daN] | | |
| Inerzia verticale del muro | -44,37 [daN] | | |
| Inerzia del terrapieno fondazione di monte | 105,79 [daN] | | |
| Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte | -52,89 [daN] | | |

Risultanti

| | |
|---|----------------|
| Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale | 3367,77 [daN] |
| Risultante dei carichi applicati in dir. verticale | 12255,11 [daN] |
| Resistenza passiva dente di fondazione | -5694,59 [daN] |
| Sforzo normale sul piano di posa della fondazione | 12255,11 [daN] |
| Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione | 3367,77 [daN] |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|------------|-------------|----|------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | | | | | |
| RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE | | <i>Codice documento</i> ST0052_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 -0,27 [m]
Lunghezza fondazione reagente 2,40 [m]
Risultante in fondazione 12709,43 [daN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale) 15,37 [°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione -3281,29 [daNm]
Carico ultimo della fondazione 408567,46 [daN]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente 2,40 [m]
Tensione terreno allo spigolo di valle 0,1688 [daN/cm²]
Tensione terreno allo spigolo di monte 0,8524 [daN/cm²]

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 2.14

Coefficiente di sicurezza a carico ultimo 33.34

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 | 1,10 | 1100,00 | 388,66 | 788,51 |
| 3 | 2,20 | 2200,00 | 1913,96 | 2065,48 |

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 | 1,00 | 818,86 | 2112,45 |

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 | 1,00 | -12,57 | -259,86 |

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

| | | | | |
|---|---|---|------------------|---------------------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | | |
| RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE | | <i>Codice documento</i> ST0052_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_{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]
 σ_c tensione nel calcestruzzo espressa in [daN/cm²]
 τ_c tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [daN/cm²]
 σ_{fs} tensione nell'armatura disposta sul lembo di monte in [daN/cm²]
 σ_{fi} tensione nell'armatura disposta sul lembo di valle in [daN/cm²]

| Nr. | Y | B, H | A_{fs} | A_{fi} | σ_c | τ_c | σ_{fs} | σ_{fi} |
|-----|------|---------|----------|----------|------------|----------|---------------|---------------|
| 1 | 0,00 | 100, 40 | 14,07 | 10,05 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 2 | 1,10 | 100, 40 | 14,07 | 10,05 | 2,09 | 0,25 | 48,10 | -24,92 |
| 3 | 2,20 | 100, 40 | 14,07 | 10,05 | 10,00 | 0,66 | 331,90 | -110,90 |

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_{fi} area di armatura in corrispondenza del lembo inferiore in [cmq]
 A_{fs} area di armatura in corrispondenza del lembo superiore in [cmq]
 σ_c tensione nel calcestruzzo espressa in [daN/cm²]
 τ_c tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [daN/cm²]
 σ_{fi} tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo inferiore in [daN/cm²]
 σ_{fs} tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo superiore in [daN/cm²]

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} | σ_c | τ_c | σ_{fi} | σ_{fs} |
|-----|------|---------|----------|----------|------------|----------|---------------|---------------|
| 1 | 0,00 | 100, 40 | 10,05 | 10,05 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 2 | 1,00 | 100, 40 | 10,05 | 10,05 | 4,65 | 0,67 | 238,38 | -44,75 |

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} | σ_c | τ_c | σ_{fi} | σ_{fs} |
|-----|------|---------|----------|----------|------------|----------|---------------|---------------|
| 1 | 0,00 | 100, 40 | 10,05 | 18,10 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 2 | 1,00 | 100, 40 | 10,05 | 10,05 | 0,07 | -0,08 | -0,69 | 3,66 |

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=898,5 [daNm] T=3367,8 [daN]
Momento ultimo sezione M_u = 11345,08 [daNm]
Coeff.sicurezza sezione = 12,63

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_{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]
 ϵ_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 | ε _m | S _m | w |
|----|------|-----------------|-----------------|-----------------|-------|----------------|----------------|-------|
| 1 | 0,00 | 14,07 | 10,05 | -4429 | 0 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 2 | 0,11 | 14,07 | 10,05 | -4429 | -3 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 3 | 0,22 | 14,07 | 10,05 | -4429 | -13 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 4 | 0,33 | 14,07 | 10,05 | -4429 | -29 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 5 | 0,44 | 14,07 | 10,05 | -4429 | -53 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 6 | 0,55 | 14,07 | 10,05 | -4429 | -86 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 7 | 0,66 | 14,07 | 10,05 | -4429 | -127 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 8 | 0,77 | 14,07 | 10,05 | -4429 | -177 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 9 | 0,88 | 14,07 | 10,05 | -4429 | -237 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 10 | 0,99 | 14,07 | 10,05 | -4429 | -308 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 11 | 1,10 | 14,07 | 10,05 | -4429 | -389 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 12 | 1,21 | 14,07 | 10,05 | -4429 | -481 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 13 | 1,32 | 14,07 | 10,05 | -4429 | -586 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 14 | 1,43 | 14,07 | 10,05 | -4429 | -702 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 15 | 1,54 | 28,15 | 20,11 | -5022 | -832 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 16 | 1,65 | 14,07 | 10,05 | -4429 | -976 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 17 | 1,76 | 14,07 | 10,05 | -4429 | -1133 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 18 | 1,87 | 14,07 | 10,05 | -4429 | -1305 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 19 | 1,98 | 14,07 | 10,05 | -4429 | -1492 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 20 | 2,09 | 14,07 | 10,05 | -4429 | -1695 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 21 | 2,20 | 14,07 | 10,05 | -4429 | -1914 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |

Verifica fessurazione fondazione

| N° | Y | A _{fs} | A _{fi} | M _{pf} | M | ε _m | S _m | w |
|----|-------|-----------------|-----------------|-----------------|-----|----------------|----------------|-------|
| 1 | -1,40 | 10,05 | 10,05 | -4282 | 0 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 2 | -1,30 | 10,05 | 10,05 | 4282 | 4 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 3 | -1,20 | 10,05 | 10,05 | 4282 | 18 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 4 | -1,10 | 10,05 | 10,05 | 4282 | 44 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 5 | -1,00 | 10,05 | 10,05 | 4282 | 85 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 6 | -0,90 | 10,05 | 10,05 | 4282 | 145 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 7 | -0,80 | 10,05 | 10,05 | 4282 | 226 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 8 | -0,70 | 10,05 | 10,05 | 4282 | 331 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 9 | -0,60 | 10,05 | 10,05 | 4282 | 463 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 10 | -0,50 | 10,05 | 10,05 | 4282 | 625 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 11 | -0,40 | 10,05 | 10,05 | 4282 | 819 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 12 | 0,00 | 10,05 | 10,05 | -4282 | -13 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 13 | 0,10 | 10,05 | 10,05 | 4282 | 7 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 14 | 0,20 | 10,05 | 10,05 | 4282 | 18 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 15 | 0,30 | 10,05 | 10,05 | 4282 | 20 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 16 | 0,40 | 10,05 | 10,05 | 4282 | 19 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 17 | 0,50 | 10,05 | 10,05 | 4282 | 16 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 18 | 0,60 | 10,05 | 10,05 | 4282 | 15 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 19 | 0,70 | 18,10 | 10,05 | 4340 | 13 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 20 | 0,80 | 10,05 | 10,05 | 4282 | 7 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 21 | 0,90 | 18,10 | 10,05 | 4340 | 2 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 22 | 1,00 | 18,10 | 10,05 | -4576 | 0 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |

COMBINAZIONE n° 38

| | | | |
|--|---------------|---------------|--|
| Valore della spinta statica | 3356,52 [daN] | | |
| Componente orizzontale della spinta statica | 3073,65 [daN] | | |
| Componente verticale della spinta statica | 1348,68 [daN] | | |
| Punto d'applicazione della spinta | X = 1,00 [m] | Y = -1,76 [m] | |
| Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie | | 23,69 [°] | |
| Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche | 58,94 [°] | | |
| Incremento sismico della spinta | 168,28 [daN] | | |
| Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta | X = 1,00 [m] | Y = -1,50 [m] | |
| Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche | 58,13 [°] | | |
| Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte | 5960,00 [daN] | | |
| Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte | X = 0,50 [m] | Y = -1,10 [m] | |

| | | | | | | | |
|---|---|---|--|------------|-------------|----|------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | | | | | |
| RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE | | <i>Codice documento</i> ST0052_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 | | | | | | |

Inerzia del muro 88,75 [daN]
Inerzia verticale del muro 44,37 [daN]
Inerzia del terrapieno fondazione di monte 105,79 [daN]
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte 52,89 [daN]

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale 3422,28 [daN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale 12473,56 [daN]
Resistenza passiva dente di fondazione -5790,39 [daN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione 12473,56 [daN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione 3422,28 [daN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione -0,27 [m]
Lunghezza fondazione reagente 2,40 [m]
Risultante in fondazione 12934,52 [daN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale) 15,34 [°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione -3331,04 [daNm]
Carico ultimo della fondazione 408874,70 [daN]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente 2,40 [m]
Tensione terreno allo spigolo di valle 0,1727 [daN/cm²]
Tensione terreno allo spigolo di monte 0,8667 [daN/cm²]

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 2.14
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo 32.78

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 | 1,10 | 1100,00 | 398,23 | 805,93 |
| 3 | 2,20 | 2200,00 | 1952,27 | 2100,31 |

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 | 1,00 | 845,66 | 2173,25 |

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

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|------------|-------------|----|------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | | | | | |
| RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE | | <i>Codice documento</i> ST0052_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 | | | | | | |

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 | 1,00 | 51,65 | -138,61 |

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 _{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] |
| σ _c | tensione nel calcestruzzo espressa in [daN/cm ²] |
| τ _c | tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [daN/cm ²] |
| σ _{fs} | tensione nell'armatura disposta sul lembo di monte in [daN/cm ²] |
| σ _{fi} | tensione nell'armatura disposta sul lembo di valle in [daN/cm ²] |

| Nr. | Y | B, H | A _{fs} | A _{fi} | σ _c | τ _c | σ _{fs} | σ _{fi} |
|-----|------|---------|-----------------|-----------------|----------------|----------------|-----------------|-----------------|
| 1 | 0,00 | 100, 40 | 14,07 | 10,05 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 2 | 1,10 | 100, 40 | 14,07 | 10,05 | 2,14 | 0,26 | 50,04 | -25,45 |
| 3 | 2,20 | 100, 40 | 14,07 | 10,05 | 10,19 | 0,67 | 339,91 | -112,92 |

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 _{fi} | area di armatura in corrispondenza del lembo inferiore in [cmq] |
| A _{fs} | area di armatura in corrispondenza del lembo superiore in [cmq] |
| σ _c | tensione nel calcestruzzo espressa in [daN/cm ²] |
| τ _c | tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [daN/cm ²] |
| σ _{fi} | tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo inferiore in [daN/cm ²] |
| σ _{fs} | tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo superiore in [daN/cm ²] |

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} | σ _c | τ _c | σ _{fi} | σ _{fs} |
|-----|------|---------|-----------------|-----------------|----------------|----------------|-----------------|-----------------|
| 1 | 0,00 | 100, 40 | 10,05 | 10,05 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 2 | 1,00 | 100, 40 | 10,05 | 10,05 | 4,80 | 0,69 | 246,18 | -46,22 |

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} | σ _c | τ _c | σ _{fi} | σ _{fs} |
|-----|------|---------|-----------------|-----------------|----------------|----------------|-----------------|-----------------|
| 1 | 0,00 | 100, 40 | 10,05 | 18,10 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 2 | 1,00 | 100, 40 | 10,05 | 10,05 | 0,29 | -0,04 | 15,04 | -2,82 |

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=913,1 [daNm] T=3422,3 [daN]

Momento ultimo sezione M_u = 11345,08 [daNm]

Coeff.sicurezza sezione = 12,43

Verifiche a fessurazione

| | | | | |
|---|---|---|------------------|---------------------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | | |
| RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE | | <i>Codice documento</i> ST0052_F0.doc | <i>Rev</i> F0 | <i>Data</i> 20-06-2011 |

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]
 ϵ_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 | ϵ_m | s_m | w |
|----|------|----------|----------|----------|-------|--------------|-------|-------|
| 1 | 0,00 | 14,07 | 10,05 | -4429 | 0 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 2 | 0,11 | 14,07 | 10,05 | -4429 | -3 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 3 | 0,22 | 14,07 | 10,05 | -4429 | -13 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 4 | 0,33 | 14,07 | 10,05 | -4429 | -30 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 5 | 0,44 | 14,07 | 10,05 | -4429 | -55 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 6 | 0,55 | 14,07 | 10,05 | -4429 | -88 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 7 | 0,66 | 14,07 | 10,05 | -4429 | -130 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 8 | 0,77 | 14,07 | 10,05 | -4429 | -182 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 9 | 0,88 | 14,07 | 10,05 | -4429 | -243 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 10 | 0,99 | 14,07 | 10,05 | -4429 | -315 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 11 | 1,10 | 14,07 | 10,05 | -4429 | -398 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 12 | 1,21 | 14,07 | 10,05 | -4429 | -493 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 13 | 1,32 | 14,07 | 10,05 | -4429 | -599 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 14 | 1,43 | 14,07 | 10,05 | -4429 | -719 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 15 | 1,54 | 28,15 | 20,11 | -5022 | -851 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 16 | 1,65 | 14,07 | 10,05 | -4429 | -997 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 17 | 1,76 | 14,07 | 10,05 | -4429 | -1158 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 18 | 1,87 | 14,07 | 10,05 | -4429 | -1333 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 19 | 1,98 | 14,07 | 10,05 | -4429 | -1523 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 20 | 2,09 | 14,07 | 10,05 | -4429 | -1730 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 21 | 2,20 | 14,07 | 10,05 | -4429 | -1952 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |

Verifica fessurazione fondazione

| N° | Y | A_{fs} | A_{fi} | M_{pf} | M | ϵ_m | s_m | w |
|----|-------|----------|----------|----------|-----|--------------|-------|-------|
| 1 | -1,40 | 10,05 | 10,05 | -4282 | 0 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 2 | -1,30 | 10,05 | 10,05 | 4282 | 4 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 3 | -1,20 | 10,05 | 10,05 | 4282 | 18 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 4 | -1,10 | 10,05 | 10,05 | 4282 | 46 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 5 | -1,00 | 10,05 | 10,05 | 4282 | 89 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 6 | -0,90 | 10,05 | 10,05 | 4282 | 151 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 7 | -0,80 | 10,05 | 10,05 | 4282 | 235 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 8 | -0,70 | 10,05 | 10,05 | 4282 | 344 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 9 | -0,60 | 10,05 | 10,05 | 4282 | 480 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 10 | -0,50 | 10,05 | 10,05 | 4282 | 646 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 11 | -0,40 | 10,05 | 10,05 | 4282 | 846 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 12 | 0,00 | 10,05 | 10,05 | 4282 | 52 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 13 | 0,10 | 10,05 | 10,05 | 4282 | 60 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 14 | 0,20 | 10,05 | 10,05 | 4282 | 60 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 15 | 0,30 | 10,05 | 10,05 | 4282 | 53 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 16 | 0,40 | 10,05 | 10,05 | 4282 | 43 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 17 | 0,50 | 10,05 | 10,05 | 4282 | 33 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 18 | 0,60 | 10,05 | 10,05 | 4282 | 26 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 19 | 0,70 | 18,10 | 10,05 | 4340 | 19 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 20 | 0,80 | 10,05 | 10,05 | 4282 | 10 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 21 | 0,90 | 18,10 | 10,05 | 4340 | 3 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 22 | 1,00 | 18,10 | 10,05 | -4576 | 0 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |

COMBINAZIONE n° 39

Valore della spinta statica 3356,52 [daN]

Componente orizzontale della spinta statica 3073,65 [daN]

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|------------|-------------|----|------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | | | | | |
| RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE | | <i>Codice documento</i> ST0052_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 | 1348,68 | [daN] | | |
| Punto d'applicazione della spinta | X = 1,00 | [m] | Y = -1,76 | [m] |
| Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie | 23,69 | [°] | | |
| Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche | 58,94 | [°] | | |
| Incremento sismico della spinta | 108,76 | [daN] | | |
| Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta | X = 1,00 | [m] | Y = -1,50 | [m] |
| Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche | 58,13 | [°] | | |
| Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte | 5960,00 | [daN] | | |
| Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte | X = 0,50 | [m] | Y = -1,10 | [m] |
| Inerzia del muro | 88,75 | [daN] | | |
| Inerzia verticale del muro | -44,37 | [daN] | | |
| Inerzia del terrapieno fondazione di monte | 105,79 | [daN] | | |
| Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte | -52,89 | [daN] | | |

Risultanti

| | | |
|---|-----------|--------|
| Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale | 3367,77 | [daN] |
| Risultante dei carichi applicati in dir. verticale | 12255,11 | [daN] |
| Resistenza passiva dente di fondazione | -5694,59 | [daN] |
| Sforzo normale sul piano di posa della fondazione | 12255,11 | [daN] |
| Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione | 3367,77 | [daN] |
| Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione | -0,27 | [m] |
| Lunghezza fondazione reagente | 2,40 | [m] |
| Risultante in fondazione | 12709,43 | [daN] |
| Inclinazione della risultante (rispetto alla normale) | 15,37 | [°] |
| Momento rispetto al baricentro della fondazione | -3281,29 | [daNm] |
| Carico ultimo della fondazione | 408567,46 | [daN] |

Tensioni sul terreno

| | | |
|--|--------|------------------------|
| Lunghezza fondazione reagente | 2,40 | [m] |
| Tensione terreno allo spigolo di valle | 0,1688 | [daN/cm ²] |
| Tensione terreno allo spigolo di monte | 0,8524 | [daN/cm ²] |

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 2.14
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo 33.34

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 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 2 | 1,10 | 1100,00 | 388,66 | 788,51 |
| 3 | 2,20 | 2200,00 | 1913,96 | 2065,48 |

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

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|------------|-------------|----|------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | | | | | |
| RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE | | <i>Codice documento</i> ST0052_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 | 1,00 | 818,86 | 2112,45 |

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 | 1,00 | -12,57 | -259,86 |

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]

σ_c tensione nel calcestruzzo espressa in [daN/cmq]

τ_c tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [daN/cmq]

σ_{fs} tensione nell'armatura disposta sul lembo di monte in [daN/cmq]

σ_{fi} tensione nell'armatura disposta sul lembo di valle in [daN/cmq]

| Nr. | Y | B, H | A _{fs} | A _{fi} | σ _c | τ _c | σ _{fs} | σ _{fi} |
|-----|------|---------|-----------------|-----------------|----------------|----------------|-----------------|-----------------|
| 1 | 0,00 | 100, 40 | 14,07 | 10,05 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 2 | 1,10 | 100, 40 | 14,07 | 10,05 | 2,09 | 0,25 | 48,10 | -24,92 |
| 3 | 2,20 | 100, 40 | 14,07 | 10,05 | 10,00 | 0,66 | 331,90 | -110,90 |

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]

σ_c tensione nel calcestruzzo espressa in [daN/cmq]

τ_c tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [daN/cmq]

σ_{fi} tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo inferiore in [daN/cmq]

σ_{fs} 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 _{fi} | A _{fs} | σ _c | τ _c | σ _{fi} | σ _{fs} |
|-----|------|---------|-----------------|-----------------|----------------|----------------|-----------------|-----------------|
| 1 | 0,00 | 100, 40 | 10,05 | 10,05 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 2 | 1,00 | 100, 40 | 10,05 | 10,05 | 4,65 | 0,67 | 238,38 | -44,75 |

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} | σ _c | τ _c | σ _{fi} | σ _{fs} |
|-----|------|---------|-----------------|-----------------|----------------|----------------|-----------------|-----------------|
| 1 | 0,00 | 100, 40 | 10,05 | 18,10 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 2 | 1,00 | 100, 40 | 10,05 | 10,05 | 0,07 | -0,08 | -0,69 | 3,66 |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|------------|-------------|----|------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | | | | | |
| RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE | | <i>Codice documento</i> ST0052_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 | | | | | | |

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 $M=898,5$ [daNm] $T=3367,8$ [daN]
Momento ultimo sezione $M_u = 11345,08$ [daNm]
Coeff.sicurezza sezione = 12,63

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_{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]
 ϵ_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 | ϵ_m | s_m | w |
|----|------|----------|----------|----------|-------|--------------|-------|-------|
| 1 | 0,00 | 14,07 | 10,05 | -4429 | 0 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 2 | 0,11 | 14,07 | 10,05 | -4429 | -3 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 3 | 0,22 | 14,07 | 10,05 | -4429 | -13 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 4 | 0,33 | 14,07 | 10,05 | -4429 | -29 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 5 | 0,44 | 14,07 | 10,05 | -4429 | -53 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 6 | 0,55 | 14,07 | 10,05 | -4429 | -86 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 7 | 0,66 | 14,07 | 10,05 | -4429 | -127 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 8 | 0,77 | 14,07 | 10,05 | -4429 | -177 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 9 | 0,88 | 14,07 | 10,05 | -4429 | -237 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 10 | 0,99 | 14,07 | 10,05 | -4429 | -308 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 11 | 1,10 | 14,07 | 10,05 | -4429 | -389 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 12 | 1,21 | 14,07 | 10,05 | -4429 | -481 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 13 | 1,32 | 14,07 | 10,05 | -4429 | -586 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 14 | 1,43 | 14,07 | 10,05 | -4429 | -702 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 15 | 1,54 | 28,15 | 20,11 | -5022 | -832 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 16 | 1,65 | 14,07 | 10,05 | -4429 | -976 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 17 | 1,76 | 14,07 | 10,05 | -4429 | -1133 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 18 | 1,87 | 14,07 | 10,05 | -4429 | -1305 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 19 | 1,98 | 14,07 | 10,05 | -4429 | -1492 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 20 | 2,09 | 14,07 | 10,05 | -4429 | -1695 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 21 | 2,20 | 14,07 | 10,05 | -4429 | -1914 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |

Verifica fessurazione fondazione

| N° | Y | A_{fs} | A_{fi} | M_{pf} | M | ϵ_m | s_m | w |
|----|-------|----------|----------|----------|-----|--------------|-------|-------|
| 1 | -1,40 | 10,05 | 10,05 | -4282 | 0 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 2 | -1,30 | 10,05 | 10,05 | 4282 | 4 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 3 | -1,20 | 10,05 | 10,05 | 4282 | 18 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 4 | -1,10 | 10,05 | 10,05 | 4282 | 44 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 5 | -1,00 | 10,05 | 10,05 | 4282 | 85 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 6 | -0,90 | 10,05 | 10,05 | 4282 | 145 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 7 | -0,80 | 10,05 | 10,05 | 4282 | 226 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 8 | -0,70 | 10,05 | 10,05 | 4282 | 331 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 9 | -0,60 | 10,05 | 10,05 | 4282 | 463 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 10 | -0,50 | 10,05 | 10,05 | 4282 | 625 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 11 | -0,40 | 10,05 | 10,05 | 4282 | 819 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 12 | 0,00 | 10,05 | 10,05 | -4282 | -13 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 13 | 0,10 | 10,05 | 10,05 | 4282 | 7 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 14 | 0,20 | 10,05 | 10,05 | 4282 | 18 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 15 | 0,30 | 10,05 | 10,05 | 4282 | 20 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 16 | 0,40 | 10,05 | 10,05 | 4282 | 19 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 17 | 0,50 | 10,05 | 10,05 | 4282 | 16 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|------------|-------------|----|------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | | | | | |
| RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE | | <i>Codice documento</i> ST0052_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 | | | | | | |

| | | | | | | | | |
|----|------|-------|-------|-------|----|--------|------|-------|
| 18 | 0,60 | 10,05 | 10,05 | 4282 | 15 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 19 | 0,70 | 18,10 | 10,05 | 4340 | 13 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 20 | 0,80 | 10,05 | 10,05 | 4282 | 7 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 21 | 0,90 | 18,10 | 10,05 | 4340 | 2 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 22 | 1,00 | 18,10 | 10,05 | -4576 | 0 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |

Elenco ferri

Simbologia adottata

| | |
|---------------------|---|
| <i>Destinazione</i> | 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_g | Peso gruppo espresso in [daN] |

| Destinazione | ϕ | n | L | P | P_g |
|---------------------|--------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-------------------------|
| Fondazione | 16,00 | 5 | 365,20 | 5,76 | 28,82 |
| Fondazione | 16,00 | 5 | 365,20 | 5,76 | 28,82 |
| Fondazione | 16,00 | 4 | 202,00 | 3,19 | 12,75 |
| Paramento | 16,00 | 5 | 195,00 | 3,08 | 15,39 |
| Paramento | 16,00 | 5 | 282,00 | 4,45 | 22,25 |
| Paramento | 16,00 | 7 | 194,00 | 3,06 | 21,43 |
| Paramento | 16,00 | 7 | 282,00 | 4,45 | 31,16 |
| Fondazione | 8,00 | 6 | 50,13 | 0,20 | 1,19 |
| Paramento | 8,00 | 6 | 50,13 | 0,20 | 1,19 |

| | | | | | | | |
|---|---|---|--|------------|-------------|----|------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | | | | | |
| RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE | | <i>Codice documento</i> ST0052_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 | | | | | | |

5.1.1.3 MURO TIPO C

Geometria muro e fondazione

Descrizione **Muro a mensola in c.a.**

| | |
|--|----------|
| Altezza del paramento | 3,15 [m] |
| Spessore in sommità | 0,50 [m] |
| Spessore all'attacco con la fondazione | 0,50 [m] |
| Inclinazione paramento esterno | 0,00 [°] |
| Inclinazione paramento interno | 0,00 [°] |
| Lunghezza del muro | 1,00 [m] |

Fondazione

| | |
|---|----------|
| Lunghezza mensola fondazione di valle | 0,60 [m] |
| Lunghezza mensola fondazione di monte | 1,90 [m] |
| Lunghezza totale fondazione | 3,00 [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 | 0,30 [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 ²] |
| Modulo elastico E | 320665,55 [daN/cm ²] |

Acciaio

| | |
|---------------------------------------|-------------------------------|
| Tipo | B450C |
| Tensione di snervamento σ_{fa} | 4588,0 [daN/cm ²] |

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

| | |
|-------------|--|
| Nr. | Indice del terreno |
| Descrizione | Descrizione terreno |
| γ | Peso di volume del terreno espresso in [daN/mc] |
| γ_s | Peso di volume saturo del terreno espresso in [daN/mc] |
| ϕ | Angolo d'attrito interno espresso in [°] |
| δ | Angolo d'attrito terra-muro espresso in [°] |
| c | Coesione espressa in [daN/cm ²] |
| c_a | Adesione terra-muro espressa in [daN/cm ²] |

| | | | | |
|---|---|---|------------------|---------------------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | | |
| RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE | | <i>Codice documento</i> ST0052_F0.doc | <i>Rev</i> F0 | <i>Data</i> 20-06-2011 |

| Descrizione | γ | γ_s | ϕ | δ | c | c_a |
|----------------|----------|------------|--------|----------|-------|-------|
| 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 ² /cm |
| Ks | Coefficiente di spinta |
| Terreno | Terreno dello strato |

| Nr. | H | a | Kw | Ks | Terreno |
|-----|------|------|------|------|-----------|
| 1 | 3,70 | 0,00 | 2,22 | 0,00 | Terreno 1 |
| 2 | 3,00 | 0,00 | 6,18 | 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_x | Componente orizzontale del carico concentrato espressa in [daN] |
| F_y | Componente verticale del carico concentrato espressa in [daN] |
| M | Momento espresso in [daNm] |
| X_i | Ascissa del punto iniziale del carico ripartito espressa in [m] |
| X_f | Ascissa del punto finale del carico ripartito espressa in [m] |
| Q_i | Intensità del carico per $x=X_i$ espressa in [daN/m] |
| Q_f | Intensità del carico per $x=X_f$ espressa in [daN/m] |
| D / C | Tipo carico : D=distribuito C=concentrato |

Condizione n° 1 (Sovraccarico)

| | | | | | |
|---|---------|------------|------------|--------------|--------------|
| D | Profilo | $X_i=0,00$ | $X_f=8,00$ | $Q_i=500,00$ | $Q_f=500,00$ |
|---|---------|------------|------------|--------------|--------------|

Descrizione combinazioni di carico

Simbologia adottata

F/S Effetto dell'azione (FAV: Favorevole, SFAV: Sfavorevole)

γ Coefficiente di partecipazione della condizione

Ψ Coefficiente di combinazione della condizione

Combinazione n° 1 - Caso A1-M1 (STR)

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

Combinazione n° 2 - Caso A1-M1 (STR)

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

Combinazione n° 3 - Caso A1-M1 (STR)

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

Combinazione n° 4 - Caso A1-M1 (STR)

| S/F | γ | Ψ | $\gamma^* \Psi$ | | |
|-------------------------|----------|--------|-----------------|------|------|
| 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 | γ | Ψ | $\gamma^* \Psi$ | | |
|-------------------------|----------|--------|-----------------|------|------|
| 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 | γ | Ψ | $\gamma^* \Psi$ | | |
|-------------------------|----------|--------|-----------------|------|------|
| 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 | γ | Ψ | $\gamma^* \Psi$ | | |
|-------------------------|----------|--------|-----------------|------|------|
| 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 | γ | Ψ | $\gamma^* \Psi$ | | |
|-------------------------|----------|--------|-----------------|------|------|
| 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 | γ | Ψ | $\gamma^* \Psi$ | | |
|-------------------------|----------|--------|-----------------|------|------|
| 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 | γ | Ψ | $\gamma^* \Psi$ | | |
|-------------------------|----------|--------|-----------------|------|------|
| 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 | γ | Ψ | $\gamma^* \Psi$ | | |
|-------------------------|----------|--------|-----------------|------|------|
| 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 | γ | Ψ | $\gamma^* \Psi$ | | |
|-------------------------|----------|--------|-----------------|------|------|
| 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 | γ | Ψ | $\gamma^* \Psi$ | | |
|-------------------------|----------|--------|-----------------|------|------|
| 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 | γ | Ψ | $\gamma^* \Psi$ | | |
|-------------------------|----------|--------|-----------------|------|------|
| 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 | γ | Ψ | $\gamma^* \Psi$ | | |
|-------------------------|----------|--------|-----------------|------|------|
| 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 | γ | Ψ | $\gamma^* \Psi$ | | |
|-------------------------|----------|--------|-----------------|------|------|
| 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 | γ | Ψ | $\gamma^* \Psi$ | | |
|-------------------------|----------|--------|-----------------|------|------|
| 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 | γ | Ψ | $\gamma^* \Psi$ | | |
|-------------------------|----------|--------|-----------------|------|------|
| 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 | γ | Ψ | $\gamma^* \Psi$ | | |
|-------------------------|----------|--------|-----------------|------|------|
| 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 | γ | Ψ | $\gamma^* \Psi$ | | |
|-------------------------|----------|--------|-----------------|------|------|
| 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 | γ | Ψ | $\gamma^* \Psi$ | | |
|-------------------------|----------|--------|-----------------|------|------|
| 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 | γ | Ψ | $\gamma^* \Psi$ | | |
|-------------------------|----------|--------|-----------------|------|------|
| 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° 23 - Caso A1-M1 (STR) - Sisma Vert. positivo

| S/F | γ | Ψ | $\gamma^* \Psi$ | | |
|-------------------------|----------|--------|-----------------|------|------|
| 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 | 0,75 | 0,75 | |

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

| S/F | γ | Ψ | $\gamma^* \Psi$ | | |
|-------------------|----------|--------|-----------------|------|--|
| Peso proprio muro | SFAV | 1,00 | 1,00 | 1,00 | |

| | | | | |
|---|---|---|------------------|---------------------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | | |
| RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE | | <i>Codice documento</i> ST0052_F0.doc | <i>Rev</i> F0 | <i>Data</i> 20-06-2011 |

| | | | | |
|-------------------------|------|------|------|------|
| Peso proprio terrapieno | SFAV | 1,00 | 1,00 | 1,00 |
| Spinta terreno | SFAV | 1,00 | 1,00 | 1,00 |
| Sovraccarico | SFAV | 1,00 | 0,75 | 0,75 |

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

| S/F | γ | Ψ | $\gamma * \Psi$ | |
|-------------------------|----------|--------|-----------------|------|
| 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 | 0,75 | 0,75 |

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

| S/F | γ | Ψ | $\gamma * \Psi$ | |
|-------------------------|----------|--------|-----------------|------|
| 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 | 0,75 | 0,75 |

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

| S/F | γ | Ψ | $\gamma * \Psi$ | |
|-------------------------|----------|--------|-----------------|------|
| 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 | 0,75 | 0,75 |

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

| S/F | γ | Ψ | $\gamma * \Psi$ | |
|-------------------------|----------|--------|-----------------|------|
| 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 | 0,75 | 0,75 |

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

| S/F | γ | Ψ | $\gamma * \Psi$ | |
|-------------------------|----------|--------|-----------------|------|
| 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 | 0,75 | 0,75 |

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

| S/F | γ | Ψ | $\gamma * \Psi$ | |
|-------------------------|----------|--------|-----------------|------|
| 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 | 0,75 | 0,75 |

Combinazione n° 31 - Quasi Permanente (SLE)

| S/F | γ | Ψ | $\gamma * \Psi$ | |
|-------------------------|----------|--------|-----------------|------|
| 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 | 0,75 | 0,75 |

Combinazione n° 32 - Frequente (SLE)

| S/F | γ | Ψ | $\gamma * \Psi$ | |
|-------------------------|----------|--------|-----------------|------|
| 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 | 0,75 | 0,75 |

Combinazione n° 33 - Rara (SLE)

| S/F | γ | Ψ | $\gamma * \Psi$ | |
|-------------------------|----------|--------|-----------------|------|
| 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 |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|------------|-------------|----|------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | | | | | |
| RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE | | <i>Codice documento</i> ST0052_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 | | | | | | |

Sovraccarico SFAV 1.00 1.00 1.00

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

| S/F | γ | Ψ | $\gamma^* \Psi$ | |
|-------------------------|----------|--------|-----------------|------|
| 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 | 0,75 | 0,75 |

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

| S/F | γ | Ψ | $\gamma^* \Psi$ | |
|-------------------------|----------|--------|-----------------|------|
| 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 | 0,75 | 0,75 |

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

| S/F | γ | Ψ | $\gamma^* \Psi$ | |
|-------------------------|----------|--------|-----------------|------|
| 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 | 0,75 | 0,75 |

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

| S/F | γ | Ψ | $\gamma^* \Psi$ | |
|-------------------------|----------|--------|-----------------|------|
| 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 | 0,75 | 0,75 |

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

| S/F | γ | Ψ | $\gamma^* \Psi$ | |
|-------------------------|----------|--------|-----------------|------|
| 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 | γ | Ψ | $\gamma^* \Psi$ | |
|-------------------------|----------|--------|-----------------|------|
| 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 $w_1 = 0.10$

| | | | | | | | |
|---|---|---|--|------------|-------------|----|------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | | | | | |
| RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE | | <i>Codice documento</i> ST0052_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 | | | | | | |

$$w_2 = 0.10$$

$$w_3 = 0.10$$

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_γ per effetti cinematici (combinazioni sismiche SLU): 1,00

Coefficiente correttivo su N_γ 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_{QLIM} | 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] | -- | -- | 2,65 | -- | 37,16 | -- | | |
| 2 | A1-M1 - [1] | -- | -- | 3,34 | -- | 28,78 | -- | | |
| 3 | A1-M1 - [1] | -- | -- | 3,03 | -- | 30,94 | -- | | |
| 4 | A1-M1 - [1] | -- | -- | 2,96 | -- | 34,01 | -- | | |
| 5 | A2-M2 - [1] | -- | -- | 2,12 | -- | 14,15 | -- | | |
| 6 | EQU - [1]-- | -- | -- | 7,14 | -- | -- | -- | | |
| 7 | STAB - [1] | -- | -- | -- | -- | -- | 1,89 | | |
| 8 | A1-M1 - [2] | -- | -- | 2,73 | -- | 31,78 | -- | | |
| 9 | A1-M1 - [2] | -- | -- | 2,47 | -- | 34,51 | -- | | |
| 10 | A1-M1 - [2] | -- | -- | 3,06 | -- | 27,17 | -- | | |
| 11 | A1-M1 - [2] | -- | -- | 2,79 | -- | 29,09 | -- | | |
| 12 | A2-M2 - [2] | -- | -- | 1,92 | -- | 13,34 | -- | | |
| 13 | EQU - [2]-- | -- | -- | 6,05 | -- | -- | -- | | |
| 14 | STAB - [2] | -- | -- | -- | -- | -- | 1,76 | | |
| 15 | A1-M1 - [3] | Orizzontale + Verticale positivo | -- | 2,00 | -- | 37,04 | -- | | |
| 16 | A1-M1 - [3] | Orizzontale + Verticale negativo | -- | 1,94 | -- | 40,26 | -- | | |
| 17 | A2-M2 - [3] | Orizzontale + Verticale positivo | -- | 1,36 | -- | 13,07 | -- | | |
| 18 | A2-M2 - [3] | Orizzontale + Verticale negativo | -- | 1,32 | -- | 14,22 | -- | | |
| 19 | EQU - [3] | Orizzontale + Verticale positivo | -- | -- | -- | 4,37 | -- | | |
| 20 | EQU - [3] | Orizzontale + Verticale negativo | -- | -- | -- | 3,82 | -- | | |
| 21 | STAB - [3] | Orizzontale + Verticale positivo | -- | -- | -- | -- | -- | 1,61 | |
| 22 | STAB - [3] | Orizzontale + Verticale negativo | -- | -- | -- | -- | -- | 1,59 | |
| 23 | A1-M1 - [4] | Orizzontale + Verticale positivo | -- | 1,93 | -- | 35,40 | -- | | |
| 24 | A1-M1 - [4] | Orizzontale + Verticale negativo | -- | 1,86 | -- | 38,46 | -- | | |
| 25 | A2-M2 - [4] | Orizzontale + Verticale positivo | -- | 1,31 | -- | 12,43 | -- | | |
| 26 | A2-M2 - [4] | Orizzontale + Verticale negativo | -- | 1,27 | -- | 13,52 | -- | | |
| 27 | EQU - [4] | Orizzontale + Verticale negativo | -- | -- | -- | 3,63 | -- | | |
| 28 | EQU - [4] | Orizzontale + Verticale positivo | -- | -- | -- | 4,11 | -- | | |
| 29 | STAB - [4] | Orizzontale + Verticale positivo | -- | -- | -- | -- | -- | 1,56 | |
| 30 | STAB - [4] | Orizzontale + Verticale negativo | -- | -- | -- | -- | -- | 1,54 | |
| 31 | SLEQ - [1] | -- | -- | 3,18 | -- | 36,03 | -- | | |
| 32 | SLEF - [1] | -- | -- | 3,18 | -- | 36,03 | -- | | |
| 33 | SLER - [1] | -- | -- | 3,12 | -- | 35,59 | -- | | |
| 34 | SLEQ - [1] | Orizzontale + Verticale positivo | -- | 2,81 | -- | 36,54 | -- | | |
| 35 | SLEQ - [1] | Orizzontale + Verticale negativo | -- | 2,80 | -- | 37,16 | -- | | |
| 36 | SLEF - [1] | Orizzontale + Verticale positivo | -- | 2,81 | -- | 36,54 | -- | | |
| 37 | SLEF - [1] | Orizzontale + Verticale negativo | -- | 2,80 | -- | 37,16 | -- | | |

|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | | | | | |
|---|---|---|--|------------|-------------|----|------------|
| RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE | | <i>Codice documento</i> ST0052_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 | | | | | | |

| | | | | | | |
|----|------------|----------------------------------|------|----|-------|----|
| 38 | SLER - [1] | Orizzontale + Verticale positivo | 2,76 | -- | 36,10 | -- |
| 39 | SLER - [1] | Orizzontale + Verticale negativo | 2,76 | -- | 36,71 | -- |

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/s²]
Coefficiente di amplificazione per tipo di sottosuolo (S) 1.16
Coefficiente di amplificazione topografica (St) 1.00
Coefficiente riduzione (β_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/s²]
Coefficiente di amplificazione per tipo di sottosuolo (S) 1.20
Coefficiente di amplificazione topografica (St) 1.00
Coefficiente riduzione (β_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 8737,50 [daN]
Baricentro del muro X=0,15 Y=-2,62

Superficie di spinta

Punto inferiore superficie di spinta X = 1,90 Y = -4,15
Punto superiore superficie di spinta X = 1,90 Y = 0,00
Altezza della superficie di spinta 4,15 [m]
Inclinazione superficie di spinta(rispetto alla verticale) 0,00 [°]

COMBINAZIONE n° 1

Peso muro favorevole e Peso terrapieno favorevole

Valore della spinta statica 4805,65 [daN]
Componente orizzontale della spinta statica 4402,16 [daN]
Componente verticale della spinta statica 1927,50 [daN]
Punto d'applicazione della spinta X = 1,90 [m] Y = -2,74 [m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie 23,65 [°]
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche 58,94 [°]

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|------------|-------------|----|------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | | | | | |
| RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE | | <i>Codice documento</i> ST0052_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 10773,00 [daN]
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte X = 0,95 [m] Y = -1,57 [m]

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale 4402,16 [daN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale 21438,00 [daN]
Resistenza passiva dente di fondazione-10421,29 [daN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione 21438,00 [daN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione 4402,16 [daN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione-0,10 [m]
Lunghezza fondazione reagente 3,00 [m]
Risultante in fondazione 21885,31 [daN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale) 11,60 [°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione -2194,26 [daNm]
Carico ultimo della fondazione 796631,00 [daN]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente 3,00 [m]
Tensione terreno allo spigolo di valle 0,5683 [daN/cm²]
Tensione terreno allo spigolo di monte 0,8609 [daN/cm²]

Fattori per il calcolo della capacità portante

Coeff. capacità portante N_c = 77.50 N_q = 61.55 N_γ = 80.93

Fattori forma s_c = 1,00 s_q = 1,00 s_γ = 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'_γ = 80.93

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a scorrimento 2.65
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo 37.16

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 | 1,57 | 1968,75 | 341,96 | 651,34 |
| 3 | 3,15 | 3937,50 | 2735,55 | 2603,29 |

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 | 0,60 | 788,08 | 2685,44 |

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

| | | | | |
|---|---|---|--|------------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | | |
| | | RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE | <i>Codice documento</i> ST0052_F0.doc | <i>Rev</i> F0 |

| Nr. | X | M | T |
|-----|------|----------|----------|
| 1 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 2 | 1,90 | -2113,04 | -2558,39 |

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_{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 | 0,00 | 100, 50 | 25,45 | 12,72 | 0 | 0 | 1000,00 | 22780 | -- | -- |
| 2 | 1,57 | 100, 50 | 25,45 | 12,72 | 391963 | -68081 | 199,09 | 23058 | -- | -- |
| 3 | 3,15 | 100, 50 | 25,45 | 12,72 | 87708 | -60935 | 22,28 | 23335 | -- | -- |

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_{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 | 25,45 | 12,72 | 0 | 0 | 1000,00 | 20612 | -- | -- |
| 2 | 0,60 | 100, 60 | 25,45 | 12,72 | 0 | 54798 | 69,53 | 24966 | -- | -- |

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 | 25,45 | 35,63 | 0 | 0 | 1000,00 | 20612 | -- | -- |
| 2 | 1,90 | 100, 60 | 25,45 | 25,45 | 0 | -55057 | 26,06 | 20612 | -- | -- |

Verifica sperone di fondazione

Base sezione B= 100 cm Altezza sezione H=30 [cm]
A_{fi}=10,18 [cmq] A_{fs}=10,18 [cmq]
Sollecitazioni M=1174,5 [daNm] T=4402,2 [daN]
Momento ultimo sezione M_u = 10274,64 [daNm]
Coeff.sicurezza sezione = 8,75

COMBINAZIONE n° 2

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|------------|-------------|----|------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | | | | | |
| RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE | | <i>Codice documento</i> ST0052_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 muro favorevole e Peso terrapieno sfavorevole

| | | | |
|--|----------|-------|---------------|
| Valore della spinta statica | 4805,65 | [daN] | |
| Componente orizzontale della spinta statica | 4402,16 | [daN] | |
| Componente verticale della spinta statica | 1927,50 | [daN] | |
| Punto d'applicazione della spinta | X = 1,90 | [m] | Y = -2,74 [m] |
| Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie | 23,65 | [°] | |
| Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche | 58,94 | [°] | |
| Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte | 14004,90 | [daN] | |
| Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte | X = 0,95 | [m] | Y = -1,57 [m] |

Risultanti

| | | |
|---|-----------|--------|
| Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale | 4402,16 | [daN] |
| Risultante dei carichi applicati in dir. verticale | 27291,15 | [daN] |
| Resistenza passiva dente di fondazione | -13079,10 | [daN] |
| Sforzo normale sul piano di posa della fondazione | 27291,15 | [daN] |
| Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione | 4402,16 | [daN] |
| Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione | -0,12 | [m] |
| Lunghezza fondazione reagente | 3,00 | [m] |
| Risultante in fondazione | 27643,91 | [daN] |
| Inclinazione della risultante (rispetto alla normale) | 9,16 | [°] |
| Momento rispetto al baricentro della fondazione | -3325,49 | [daNm] |
| Carico ultimo della fondazione | 785517,15 | [daN] |

Tensioni sul terreno

| | | |
|--|--------|------------------------|
| Lunghezza fondazione reagente | 3,00 | [m] |
| Tensione terreno allo spigolo di valle | 0,6880 | [daN/cm ²] |
| Tensione terreno allo spigolo di monte | 1,1314 | [daN/cm ²] |

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 3.34

Coefficiente di sicurezza a carico ultimo 28.78

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 | 1,57 | 2559,38 | 341,96 | 651,34 |
| 3 | 3,15 | 5118,75 | 2735,55 | 2603,29 |

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 | 0,60 | 940,62 | 3224,07 |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|------------|-------------|----|------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | | | | | |
| RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE | | <i>Codice documento</i> ST0052_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 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 | 1,90 | 1225,35 | 729,00 |

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 |
| 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, 50 | 25,45 | 12,72 | 0 | 0 | 1000,00 | 22780 | -- | -- |
| 2 | 1,57 | 100, 50 | 25,45 | 12,72 | 455161 | -60814 | 177,84 | 23141 | -- | -- |
| 3 | 3,15 | 100, 50 | 25,45 | 12,72 | 123533 | -66018 | 24,13 | 23502 | -- | -- |

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 _{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 | 25,45 | 12,72 | 0 | 0 | 1000,00 | 20612 | -- | -- |
| 2 | 0,60 | 100, 60 | 25,45 | 12,72 | 0 | 54798 | 58,26 | 24966 | -- | -- |

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 | 25,45 | 35,63 | 0 | 0 | 1000,00 | 20612 | -- | -- |
| 2 | 1,90 | 100, 60 | 25,45 | 25,45 | 0 | 55057 | 44,93 | 24966 | -- | -- |

| | | | | |
|---|---|---|------------------|---------------------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | | |
| RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE | | <i>Codice documento</i> ST0052_F0.doc | <i>Rev</i> F0 | <i>Data</i> 20-06-2011 |

Verifica sperone di fondazione

Base sezione B= 100 cm Altezza sezione H=30 [cm]
 $A_{fi}=10,18$ [cmq] $A_{fs}=10,18$ [cmq]
Sollecitazioni M=1174,5 [daNm] T=4402,2 [daN]
Momento ultimo sezione $M_u = 10274,64$ [daNm]
Coeff.sicurezza sezione = 8,75

COMBINAZIONE n° 3

Peso muro favorevole e Peso terrapieno sfavorevole

Valore della spinta statica 4805,65 [daN]
Componente orizzontale della spinta statica 4402,16 [daN]
Componente verticale della spinta statica 1927,50 [daN]
Punto d'applicazione della spinta X = 1,90 [m] Y = -2,74 [m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie 23,65 [°]
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche 58,94 [°]

Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte 14004,90 [daN]
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte X = 0,95 [m] Y = -1,57 [m]

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale 4402,16 [daN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale 24669,90 [daN]
Resistenza passiva dente di fondazione -11783,95 [daN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione 24669,90 [daN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione 4402,16 [daN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione -0,16 [m]
Lunghezza fondazione reagente 3,00 [m]
Risultante in fondazione 25059,59 [daN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale) 10,12 [°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione -3971,81 [daNm]
Carico ultimo della fondazione 763204,92 [daN]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente 3,00 [m]
Tensione terreno allo spigolo di valle 0,5575 [daN/cm²]
Tensione terreno allo spigolo di monte 1,0871 [daN/cm²]

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 3.03
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo 30.94

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 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 2 | 1,57 | 1968,75 | 341,96 | 651,34 |
| 3 | 3,15 | 3937,50 | 2735,55 | 2603,29 |

Sollecitazioni fondazione di valle

| | | | | |
|---|---|---|------------------|---------------------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | | |
| RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE | | <i>Codice documento</i> ST0052_F0.doc | <i>Rev</i> F0 | <i>Data</i> 20-06-2011 |

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 | 0,60 | 797,13 | 2763,00 |

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 | 1,90 | 1067,34 | 314,05 |

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_{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 | 0,00 | 100, 50 | 25,45 | 12,72 | 0 | 0 | 1000,00 | 22780 | -- | -- |
| 2 | 1,57 | 100, 50 | 25,45 | 12,72 | 391963 | -68081 | 199,09 | 23058 | -- | -- |
| 3 | 3,15 | 100, 50 | 25,45 | 12,72 | 87708 | -60935 | 22,28 | 23335 | -- | -- |

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} |
|-----|---|------|-----------------|-----------------|----------------|----------------|----|-----------------|------------------|------------------|
|-----|---|------|-----------------|-----------------|----------------|----------------|----|-----------------|------------------|------------------|

| | | | | | |
|---|---|---|--|------------------|---------------------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | | | |
| | | RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE | <i>Codice documento</i> ST0052_F0.doc | <i>Rev</i> F0 | <i>Data</i> 20-06-2011 |

| | | | | | | | | | | |
|---|------|---------|-------|-------|---|-------|---------|-------|----|----|
| 1 | 0,00 | 100, 60 | 25,45 | 12,72 | 0 | 0 | 1000,00 | 20612 | -- | -- |
| 2 | 0,60 | 100, 60 | 25,45 | 12,72 | 0 | 54798 | 68,74 | 24966 | -- | -- |

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 | 25,45 | 35,63 | 0 | 0 | 1000,00 | 20612 | -- | -- |
| 2 | 1,90 | 100, 60 | 25,45 | 25,45 | 0 | 55057 | 51,58 | 24966 | -- | -- |

Verifica sperone di fondazione

Base sezione B= 100 cm Altezza sezione H=30 [cm]

A_{fi}=10,18 [cmq] A_{fs}=10,18 [cmq]

Sollecitazioni M=1174,5 [daNm] T=4402,2 [daN]

Momento ultimo sezione M_u = 10274,64 [daNm]

Coeff.sicurezza sezione = 8,75

COMBINAZIONE n° 4

Peso muro sfavorevole e Peso terrapieno favorevole

Valore della spinta statica 4805,65 [daN]

Componente orizzontale della spinta statica 4402,16 [daN]

Componente verticale della spinta statica 1927,50 [daN]

Punto d'applicazione della spinta X = 1,90 [m] Y = -2,74 [m]

Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie 23,65 [°]

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

Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte 10773,00 [daN]

Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte X = 0,95 [m] Y = -1,57 [m]

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale 4402,16 [daN]

Risultante dei carichi applicati in dir. verticale 24059,25 [daN]

Resistenza passiva dente di fondazione -11716,43 [daN]

Sforzo normale sul piano di posa della fondazione 24059,25 [daN]

Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione 4402,16 [daN]

Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione -0,06 [m]

Lunghezza fondazione reagente 3,00 [m]

Risultante in fondazione 24458,67 [daN]

Inclinazione della risultante (rispetto alla normale) 10,37 [°]

Momento rispetto al baricentro della fondazione -1547,95 [daNm]

Carico ultimo della fondazione 818298,68 [daN]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente 3,00 [m]

Tensione terreno allo spigolo di valle 0,6988 [daN/cm²]

Tensione terreno allo spigolo di monte 0,9052 [daN/cm²]

Fattori per il calcolo della capacità portante

Coeff. capacità portante N_c = 77.50 N_q = 61.55 N_γ = 80.93

Fattori forma s_c = 1,00 s_q = 1,00 s_γ = 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'_γ = 80.93

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a scorrimento 2.96

Coefficiente di sicurezza a carico ultimo 34.01

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

| | | | | |
|---|---|---|------------------|---------------------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | | |
| RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE | | <i>Codice documento</i> ST0052_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 | 1,57 | 2559,38 | 341,96 | 651,34 |
| 3 | 3,15 | 5118,75 | 2735,55 | 2603,29 |

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 | 0,60 | 931,57 | 3146,51 |

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 | 1,90 | -1955,03 | -2143,44 |

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

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

V_{Rs} 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 _{Rs} |
|-----|------|---------|-----------------|-----------------|----------------|----------------|---------|-----------------|------------------|-----------------|
| 1 | 0,00 | 100, 50 | 25,45 | 12,72 | 0 | 0 | 1000,00 | 22780 | -- | -- |
| 2 | 1,57 | 100, 50 | 25,45 | 12,72 | 455161 | -60814 | 177,84 | 23141 | -- | -- |
| 3 | 3,15 | 100, 50 | 25,45 | 12,72 | 123533 | -66018 | 24,13 | 23502 | -- | -- |

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_{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

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|------------|-------------|----|------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | | | | | |
| RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE | | <i>Codice documento</i> ST0052_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 | | | | | | |

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 | 25,45 | 12,72 | 0 | 0 | 1000,00 | 20612 | -- | -- |
| 2 | 0,60 | 100, 60 | 25,45 | 12,72 | 0 | 54798 | 58,82 | 24966 | -- | -- |

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 | 25,45 | 35,63 | 0 | 0 | 1000,00 | 20612 | -- | -- |
| 2 | 1,90 | 100, 60 | 25,45 | 25,45 | 0 | -55057 | 28,16 | 20612 | -- | -- |

Verifica sperone di fondazione

Base sezione B= 100 cm Altezza sezione H=30 [cm]
A_{fi}=10,18 [cmq] A_{fs}=10,18 [cmq]
Sollecitazioni M=1174,5 [daNm] T=4402,2 [daN]
Momento ultimo sezione M_u = 10274,64 [daNm]
Coeff.sicurezza sezione = 8,75

COMBINAZIONE n° 5

Valore della spinta statica 4644,41 [daN]
Componente orizzontale della spinta statica 4383,18 [daN]
Componente verticale della spinta statica 1535,68 [daN]
Punto d'applicazione della spinta X = 1,90 [m] Y = -2,74 [m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie 19,31 [°]
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche 55,62 [°]
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte 10773,00 [daN]
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte X = 0,95 [m] Y = -1,57 [m]

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale 4383,18 [daN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale 21046,18 [daN]
Resistenza passiva dente di fondazione -8328,31 [daN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione 21046,18 [daN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione 4383,18 [daN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione -0,08 [m]
Lunghezza fondazione reagente 3,00 [m]
Risultante in fondazione 21497,77 [daN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale) 11,76 [°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione -1642,21 [daNm]
Carico ultimo della fondazione 297717,68 [daN]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente 3,00 [m]
Tensione terreno allo spigolo di valle 0,5921 [daN/cm²]
Tensione terreno allo spigolo di monte 0,8110 [daN/cm²]

Fattori per il calcolo della capacità portante

Coeff. capacità portante N_c = 77.50 N_q = 61.55 N_γ = 80.93

Fattori forma s_c = 1,00 s_q = 1,00 s_γ = 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'_γ = 80.93

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a scorrimento 2.12

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|------------|-------------|----|------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | | | | | |
| RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE | | <i>Codice documento</i> ST0052_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 14.15

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 | 1,57 | 1968,75 | 339,41 | 646,50 |
| 3 | 3,15 | 3937,50 | 2715,21 | 2583,93 |

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 | 0,60 | 821,98 | 2783,73 |

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 | 1,90 | 337,70 | 168,96 |

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_{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 | 0,00 | 100, 50 | 25,45 | 12,72 | 0 | 0 | 1000,00 | 22780 | -- | -- |
| 2 | 1,57 | 100, 50 | 25,45 | 12,72 | 393742 | -67881 | 200,00 | 23058 | -- | -- |
| 3 | 3,15 | 100, 50 | 25,45 | 12,72 | 88604 | -61099 | 22,50 | 23335 | -- | -- |

Armature e tensioni nei materiali della fondazione

Combinazione n° 5

| | | | | |
|---|---|---|------------------|---------------------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | | |
| RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE | | <i>Codice documento</i> ST0052_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 _{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 | 25,45 | 12,72 | 0 | 0 | 1000,00 | 20612 | -- | -- |
| 2 | 0,60 | 100, 60 | 25,45 | 12,72 | 0 | 54798 | 66,67 | 24966 | -- | -- |

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 | 25,45 | 35,63 | 0 | 0 | 1000,00 | 20612 | -- | -- |
| 2 | 1,90 | 100, 60 | 25,45 | 25,45 | 0 | 55057 | 163,04 | 24966 | -- | -- |

Verifica sperone di fondazione

Base sezione B= 100 cm Altezza sezione H=30 [cm]
A_{fi}=10,18 [cmq] A_{fs}=10,18 [cmq]
Sollecitazioni M=1169,4 [daNm] T=4383,2 [daN]
Momento ultimo sezione M_u = 10274,64 [daNm]
Coeff.sicurezza sezione = 8,79

COMBINAZIONE n° 6

Valore della spinta statica 5108,85 [daN]
Componente orizzontale della spinta statica 4821,49 [daN]
Componente verticale della spinta statica 1689,25 [daN]
Punto d'applicazione della spinta X = 1,90 [m] Y = -2,74 [m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie 19,31 [°]
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche 55,62 [°]
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte 9695,70 [daN]
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte X = 0,95 [m] Y = -1,57 [m]

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale 4821,49 [daN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale 19248,70 [daN]
Resistenza passiva dente di fondazione -7643,41 [daN]
Momento ribaltante rispetto allo spigolo a valle 4875,30 [daNm]
Momento stabilizzante rispetto allo spigolo a valle 34800,63 [daNm]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione 19248,70 [daN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione 4821,49 [daN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione -0,05 [m]
Lunghezza fondazione reagente 3,00 [m]
Risultante in fondazione 19843,37 [daN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale) 14,06 [°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione -1052,27 [daNm]

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a ribaltamento 7.14

| | | | |
|---|---|---|---------------------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | |
| RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE | <i>Codice documento</i> ST0052_F0.doc | <i>Rev</i> F0 | <i>Data</i> 20-06-2011 |

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/cm²]

b larghezza della striscia espressa in [m]

u pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [daN/cm²]

Metodo di Fellenius

Numero di cerchi analizzati 36

Numero di strisce 25

Cerchio critico

Coordinate del centro X[m]= -1,08 Y[m]= 0,36

Raggio del cerchio R[m]= 5,40

Ascissa a valle del cerchio Xi[m]= -5,20

Ascissa a monte del cerchio Xs[m]= 4,32

Larghezza della striscia dx[m]= 0,38

Coefficiente di sicurezza C= 1.89

Le strisce sono numerate da monte verso valle

Caratteristiche delle strisce

| Striscia | W | $\alpha(^{\circ})$ | $W\sin\alpha$ | $b/\cos\alpha$ | ϕ | c | u |
|----------|---------|--------------------|---------------|----------------|--------|-------|-------|
| 1 | 567.74 | 77.07 | 553.35 | 1.70 | 29.26 | 0.000 | 0.000 |
| 2 | 1397.49 | 63.55 | 1251.21 | 0.85 | 29.26 | 0.000 | 0.000 |
| 3 | 1848.84 | 55.46 | 1522.89 | 0.67 | 29.26 | 0.000 | 0.000 |
| 4 | 2187.23 | 48.83 | 1646.49 | 0.58 | 29.26 | 0.000 | 0.000 |
| 5 | 2457.86 | 43.01 | 1676.43 | 0.52 | 29.76 | 0.000 | 0.000 |
| 6 | 2680.15 | 37.70 | 1638.83 | 0.48 | 32.01 | 0.000 | 0.000 |
| 7 | 3038.36 | 32.75 | 1643.52 | 0.45 | 32.01 | 0.000 | 0.000 |
| 8 | 3192.39 | 28.06 | 1501.73 | 0.43 | 32.01 | 0.000 | 0.000 |
| 9 | 3304.20 | 23.57 | 1321.40 | 0.42 | 32.01 | 0.000 | 0.000 |
| 10 | 3406.55 | 19.23 | 1122.23 | 0.40 | 32.01 | 0.000 | 0.000 |
| 11 | 3486.98 | 15.01 | 902.99 | 0.39 | 32.01 | 0.000 | 0.000 |
| 12 | 4100.11 | 10.86 | 772.85 | 0.39 | 32.01 | 0.000 | 0.000 |
| 13 | 3391.56 | 6.78 | 400.31 | 0.38 | 32.01 | 0.000 | 0.000 |
| 14 | 1451.38 | 2.73 | 69.04 | 0.38 | 32.01 | 0.000 | 0.000 |
| 15 | 1331.74 | -1.31 | -30.48 | 0.38 | 32.01 | 0.000 | 0.000 |
| 16 | 1279.57 | -5.36 | -119.44 | 0.38 | 32.01 | 0.000 | 0.000 |
| 17 | 1245.70 | -9.43 | -204.06 | 0.39 | 32.01 | 0.000 | 0.000 |
| 18 | 1192.65 | -13.55 | -279.41 | 0.39 | 32.01 | 0.000 | 0.000 |
| 19 | 1119.54 | -17.74 | -341.17 | 0.40 | 32.01 | 0.000 | 0.000 |
| 20 | 1025.07 | -22.04 | -384.63 | 0.41 | 32.01 | 0.000 | 0.000 |
| 21 | 907.41 | -26.47 | -404.44 | 0.43 | 32.01 | 0.000 | 0.000 |
| 22 | 763.95 | -31.08 | -394.36 | 0.44 | 32.01 | 0.000 | 0.000 |
| 23 | 590.94 | -35.93 | -346.74 | 0.47 | 32.01 | 0.000 | 0.000 |
| 24 | 382.81 | -41.10 | -251.63 | 0.50 | 32.01 | 0.000 | 0.000 |
| 25 | 130.71 | -46.72 | -95.16 | 0.56 | 29.26 | 0.000 | 0.000 |

$\Sigma W_i = 46480,93$ [daN]

$\Sigma W_i \sin\alpha_i = 13171,76$ [daN]

$\Sigma W_i \cos\alpha_i \tan\phi_i = 24889,06$ [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 5556,74 [daN]

Componente orizzontale della spinta statica 5090,98 [daN]

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|------------|-------------|----|------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | | | | | |
| RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE | | <i>Codice documento</i> ST0052_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 2226,95 [daN]
Punto d'applicazione della spinta X = 1,90 [m] Y = -2,64 [m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie 23,63 [°]
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche 58,94 [°]

Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte 12198,00 [daN]
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte X = 0,95 [m] Y = -1,57 [m]

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale 5090,98 [daN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale 25783,70 [daN]
Resistenza passiva dente di fondazione -12524,15 [daN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione 25783,70 [daN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione 5090,98 [daN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione -0,06 [m]
Lunghezza fondazione reagente 3,00 [m]
Risultante in fondazione 26281,50 [daN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale) 11,17 [°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione -1609,88 [daNm]
Carico ultimo della fondazione 819382,33 [daN]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente 3,00 [m]
Tensione terreno allo spigolo di valle 0,7521 [daN/cm²]
Tensione terreno allo spigolo di monte 0,9668 [daN/cm²]

Fattori per il calcolo della capacità portante

Coeff. capacità portante N_c = 77.50 N_q = 61.55 N_γ = 80.93

Fattori forma s_c = 1,00 s_q = 1,00 s_γ = 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'_γ = 80.93

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a scorrimento 2.73
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo 31.78

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 | 1,57 | 2559,38 | 550,47 | 916,27 |
| 3 | 3,15 | 5118,75 | 3570,09 | 3133,31 |

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 | 0,60 | 1028,59 | 3471,58 |

Sollecitazioni fondazione di monte

| | | | | |
|---|---|---|------------------|---------------------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | | |
| RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE | | <i>Codice documento</i> ST0052_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 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 | 1,90 | -2228,18 | -2447,53 |

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 | H | A _{fs} | A _{fi} | N _u | M _u | CS | VRcd | VRsd | VRd |
|-------------------------------------|--|--|--|---|-----------------------------------|--------------------------------|---|---|---|
| base della sezione espressa in [cm] | altezza della sezione espressa in [cm] | area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [cmq] | area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [cmq] | sforzo normale ultimo espresso in [daN] | momento ultimo espresso in [daNm] | coefficiente sicurezza sezione | Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [daN] | Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [daN] | 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, 50 | 25,45 | 12,72 | 0 | 0 | 1000,00 | 22780 | -- | -- |
| 2 | 1,57 | 100, 50 | 25,45 | 12,72 | 341445 | -73438 | 133,41 | 23141 | -- | -- |
| 3 | 3,15 | 100, 50 | 25,45 | 12,72 | 87245 | -60850 | 17,04 | 23502 | -- | -- |

Armature e tensioni nei materiali della fondazione

Combinazione n° 8

Simbologia adottata

| B | H | A _{fs} | A _{fi} | N _u | M _u | CS | VRcd | VRsd | VRd |
|-------------------------------------|--|---|---|---|-----------------------------------|--------------------------------|---|---|---|
| base della sezione espressa in [cm] | altezza della sezione espressa in [cm] | area di armatura in corrispondenza del lembo inferiore in [cmq] | area di armatura in corrispondenza del lembo superiore in [cmq] | sforzo normale ultimo espresso in [daN] | momento ultimo espresso in [daNm] | coefficiente sicurezza sezione | Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [daN] | Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [daN] | 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 | 25,45 | 12,72 | 0 | 0 | 1000,00 | 20612 | -- | -- |
| 2 | 0,60 | 100, 60 | 25,45 | 12,72 | 0 | 54798 | 53,27 | 24966 | -- | -- |

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 | 25,45 | 35,63 | 0 | 0 | 1000,00 | 20612 | -- | -- |
| 2 | 1,90 | 100, 60 | 25,45 | 25,45 | 0 | -55057 | 24,71 | 20612 | -- | -- |

Verifica sperone di fondazione

Base sezione B= 100 cm Altezza sezione H=30 [cm]

A_{fi}=10,18 [cmq] A_{fs}=10,18 [cmq]

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|------------|-------------|----|------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | | | | | |
| RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE | | <i>Codice documento</i> ST0052_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 $M=1358,3$ [daNm] $T=5091,0$ [daN]
Momento ultimo sezione $M_u = 10274,64$ [daNm]
Coeff. sicurezza sezione = 7,56

COMBINAZIONE n° 9

Peso muro favorevole e Peso terrapieno favorevole

Valore della spinta statica 5556,74 [daN]
Componente orizzontale della spinta statica 5090,98 [daN]
Componente verticale della spinta statica 2226,95 [daN]
Punto d'applicazione della spinta $X = 1,90$ [m] $Y = -2,64$ [m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie 23,63 [°]
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche 58,94 [°]

Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte 12198,00 [daN]
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte $X = 0,95$ [m] $Y = -1,57$ [m]

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale 5090,98 [daN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale 23162,45 [daN]
Resistenza passiva dente di fondazione -11229,01 [daN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione 23162,45 [daN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione 5090,98 [daN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione -0,10 [m]
Lunghezza fondazione reagente 3,00 [m]
Risultante in fondazione 23715,33 [daN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale) 12,40 [°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione -2256,19 [daNm]
Carico ultimo della fondazione 799450,44 [daN]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente 3,00 [m]
Tensione terreno allo spigolo di valle 0,6217 [daN/cm²]
Tensione terreno allo spigolo di monte 0,9225 [daN/cm²]

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 2.47
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo 34.51

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 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 2 | 1,57 | 1968,75 | 550,47 | 916,27 |
| 3 | 3,15 | 3937,50 | 3570,09 | 3133,31 |

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

| | | | | |
|---|---|---|------------------|---------------------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | | |
| RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE | | <i>Codice documento</i> ST0052_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 | 0,60 | 885,10 | 3010,51 |

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 | 1,90 | -2386,20 | -2862,48 |

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 [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 | 0,00 | 100, 50 | 25,45 | 12,72 | 0 | 0 | 1000,00 | 22780 | -- | -- |
| 2 | 1,57 | 100, 50 | 25,45 | 12,72 | 274869 | -76854 | 139,62 | 23058 | -- | -- |
| 3 | 3,15 | 100, 50 | 25,45 | 12,72 | 61989 | -56205 | 15,74 | 23335 | -- | -- |

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_{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 | 25,45 | 12,72 | 0 | 0 | 1000,00 | 20612 | -- | -- |
| 2 | 0,60 | 100, 60 | 25,45 | 12,72 | 0 | 54798 | 61,91 | 24966 | -- | -- |

Fondazione di monte

| | | | | |
|---|---|---|------------------|---------------------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | | |
| RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE | | <i>Codice documento</i> ST0052_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 _{fs} | A _{fi} | N _u | M _u | CS | V _{Rd} | V _{Rcd} | V _{Rsd} |
|-----|------|---------|-----------------|-----------------|----------------|----------------|---------|-----------------|------------------|------------------|
| 1 | 0,00 | 100, 60 | 25,45 | 35,63 | 0 | 0 | 1000,00 | 20612 | -- | -- |
| 2 | 1,90 | 100, 60 | 25,45 | 25,45 | 0 | -55057 | 23,07 | 20612 | -- | -- |

Verifica sperone di fondazione

Base sezione B= 100 cm Altezza sezione H=30 [cm]

A_{fi}=10,18 [cmq] A_{fs}=10,18 [cmq]

Sollecitazioni M=1358,3 [daNm] T=5091,0 [daN]

Momento ultimo sezione M_u = 10274,64 [daNm]

Coeff. sicurezza sezione = 7,56

COMBINAZIONE n° 10

Peso muro favorevole e Peso terrapieno sfavorevole

Valore della spinta statica 5556,74 [daN]

Componente orizzontale della spinta statica 5090,98 [daN]

Componente verticale della spinta statica 2226,95 [daN]

Punto d'applicazione della spinta X = 1,90 [m] Y = -2,64 [m]

Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie 23,63 [°]

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

Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte 15429,90 [daN]

Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte X = 0,95 [m] Y = -1,57 [m]

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale 5090,98 [daN]

Risultante dei carichi applicati in dir. verticale 29015,60 [daN]

Resistenza passiva dente di fondazione -13886,82 [daN]

Sforzo normale sul piano di posa della fondazione 29015,60 [daN]

Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione 5090,98 [daN]

Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione -0,12 [m]

Lunghezza fondazione reagente 3,00 [m]

Risultante in fondazione 29458,83 [daN]

Inclinazione della risultante (rispetto alla normale) 9,95 [°]

Momento rispetto al baricentro della fondazione -3387,42 [daNm]

Carico ultimo della fondazione 788428,35 [daN]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente 3,00 [m]

Tensione terreno allo spigolo di valle 0,7414 [daN/cm²]

Tensione terreno allo spigolo di monte 1,1930 [daN/cm²]

Fattori per il calcolo della capacità portante

Coeff. capacità portante N_c = 77.50 N_q = 61.55 N_γ = 80.93

Fattori forma s_c = 1,00 s_q = 1,00 s_γ = 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'_γ = 80.93

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a scorrimento 3.06

Coefficiente di sicurezza a carico ultimo 27.17

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 | 1,57 | 2559,38 | 550,47 | 916,27 |

| | | | | |
|---|---|---|------------------|---------------------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | | |
| RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE | | <i>Codice documento</i> ST0052_F0.doc | <i>Rev</i> F0 | <i>Data</i> 20-06-2011 |

3 3,15 5118,75 3570,09 3133,31

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 | 0,60 | 1037,64 | 3549,14 |

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 | 1,90 | 952,20 | 424,91 |

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 | 0,00 | 100, 50 | 25,45 | 12,72 | 0 | 0 | 1000,00 | 22780 | -- | -- |
| 2 | 1,57 | 100, 50 | 25,45 | 12,72 | 341445 | -73438 | 133,41 | 23141 | -- | -- |
| 3 | 3,15 | 100, 50 | 25,45 | 12,72 | 87245 | -60850 | 17,04 | 23502 | -- | -- |

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

| | | | | |
|---|---|---|------------------|---------------------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | | |
| RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE | | <i>Codice documento</i> ST0052_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 _{fs} | A _{fi} | N _u | M _u | CS | V _{Rd} | V _{Rcd} | V _{Rsd} |
|-----|------|---------|-----------------|-----------------|----------------|----------------|---------|-----------------|------------------|------------------|
| 1 | 0,00 | 100, 60 | 25,45 | 12,72 | 0 | 0 | 1000,00 | 20612 | -- | -- |
| 2 | 0,60 | 100, 60 | 25,45 | 12,72 | 0 | 54798 | 52,81 | 24966 | -- | -- |

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 | 25,45 | 35,63 | 0 | 0 | 1000,00 | 20612 | -- | -- |
| 2 | 1,90 | 100, 60 | 25,45 | 25,45 | 0 | 55057 | 57,82 | 24966 | -- | -- |

Verifica sperone di fondazione

Base sezione B= 100 cm Altezza sezione H=30 [cm]
A_{fi}=10,18 [cmq] A_{fs}=10,18 [cmq]
Sollecitazioni M=1358,3 [daNm] T=5091,0 [daN]
Momento ultimo sezione M_u = 10274,64 [daNm]
Coeff.sicurezza sezione = 7,56

COMBINAZIONE n° 11

Peso muro favorevole e Peso terrapieno sfavorevole

Valore della spinta statica 5556,74 [daN]
Componente orizzontale della spinta statica 5090,98 [daN]
Componente verticale della spinta statica 2226,95 [daN]
Punto d'applicazione della spinta X = 1,90 [m] Y = -2,64 [m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie 23,63 [°]
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche 58,94 [°]
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte 15429,90 [daN]
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte X = 0,95 [m] Y = -1,57 [m]

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale 5090,98 [daN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale 26394,35 [daN]
Resistenza passiva dente di fondazione -12591,68 [daN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione 26394,35 [daN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione 5090,98 [daN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione -0,15 [m]
Lunghezza fondazione reagente 3,00 [m]
Risultante in fondazione 26880,84 [daN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale) 10,92 [°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione -4033,73 [daNm]
Carico ultimo della fondazione 767862,99 [daN]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente 3,00 [m]
Tensione terreno allo spigolo di valle 0,6109 [daN/cm²]
Tensione terreno allo spigolo di monte 1,1487 [daN/cm²]

Fattori per il calcolo della capacità portante

Coeff. capacità portante N_c = 77.50 N_q = 61.55 N_γ = 80.93

Fattori forma s_c = 1,00 s_q = 1,00 s_γ = 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'_γ = 80.93

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a scorrimento 2.79
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo 29.09

Sollecitazioni paramento

| | | | | |
|---|---|---|------------------|---------------------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | | |
| RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE | | <i>Codice documento</i> ST0052_F0.doc | <i>Rev</i> F0 | <i>Data</i> 20-06-2011 |

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 | 1,57 | 1968,75 | 550,47 | 916,27 |
| 3 | 3,15 | 3937,50 | 3570,09 | 3133,31 |

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 | 0,60 | 894,15 | 3088,07 |

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 | 1,90 | 794,18 | 9,96 |

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 [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_{Rs} 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 _{Rs} |
|-----|------|---------|-----------------|-----------------|----------------|----------------|---------|-----------------|------------------|-----------------|
| 1 | 0,00 | 100, 50 | 25,45 | 12,72 | 0 | 0 | 1000,00 | 22780 | -- | -- |
| 2 | 1,57 | 100, 50 | 25,45 | 12,72 | 274869 | -76854 | 139,62 | 23058 | -- | -- |
| 3 | 3,15 | 100, 50 | 25,45 | 12,72 | 61989 | -56205 | 15,74 | 23335 | -- | -- |

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]

| | | | | |
|---|---|---|------------------|---------------------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | | |
| RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE | | <i>Codice documento</i> ST0052_F0.doc | <i>Rev</i> F0 | <i>Data</i> 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]
 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 | 25,45 | 12,72 | 0 | 0 | 1000,00 | 20612 | -- | -- |
| 2 | 0,60 | 100, 60 | 25,45 | 12,72 | 0 | 54798 | 61,29 | 24966 | -- | -- |

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 | 25,45 | 35,63 | 0 | 0 | 1000,00 | 20612 | -- | -- |
| 2 | 1,90 | 100, 60 | 25,45 | 25,45 | 0 | 55057 | 69,33 | 24966 | -- | -- |

Verifica sperone di fondazione

Base sezione B= 100 cm Altezza sezione H=30 [cm]
 $A_{fi}=10,18$ [cmq] $A_{fs}=10,18$ [cmq]
Sollecitazioni $M=1358,3$ [daNm] $T=5091,0$ [daN]
Momento ultimo sezione $M_u = 10274,64$ [daNm]
Coeff. sicurezza sezione = 7,56

COMBINAZIONE n° 12

Valore della spinta statica 5461,31 [daN]
Componente orizzontale della spinta statica 5154,74 [daN]
Componente verticale della spinta statica 1804,05 [daN]
Punto d'applicazione della spinta X = 1,90 [m] Y = -2,64 [m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie 19,29 [°]
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche 55,62 [°]
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte 12008,00 [daN]
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte X = 0,95 [m] Y = -1,57 [m]

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale 5154,74 [daN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale 22549,55 [daN]
Resistenza passiva dente di fondazione -8918,61 [daN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione 22549,55 [daN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione 5154,74 [daN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione -0,06 [m]
Lunghezza fondazione reagente 3,00 [m]
Risultante in fondazione 23131,22 [daN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale) 12,88 [°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione -1414,73 [daNm]
Carico ultimo della fondazione 300919,00 [daN]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente 3,00 [m]
Tensione terreno allo spigolo di valle 0,6573 [daN/cm²]
Tensione terreno allo spigolo di monte 0,8460 [daN/cm²]

Fattori per il calcolo della capacità portante

Coeff. capacità portante $N_c = 77.50$ $N_q = 61.55$ $N_\gamma = 80.93$
Fattori forma $s_c = 1,00$ $s_q = 1,00$ $s_\gamma = 1,00$

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|------------|-------------|----|------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | | | | | |
| RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE | | <i>Codice documento</i> ST0052_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 | | | | | | |

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

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

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a scorrimento 1.92

Coefficiente di sicurezza a carico ultimo 13.34

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 | 1,57 | 1968,75 | 572,59 | 942,77 |
| 3 | 3,15 | 3937,50 | 3648,46 | 3176,65 |

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 | 0,60 | 935,84 | 3157,20 |

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 | 1,90 | -89,19 | -219,56 |

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_{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 | 0,00 | 100, 50 | 25,45 | 12,72 | 0 | 0 | 1000,00 | 22780 | -- | -- |
| 2 | 1,57 | 100, 50 | 25,45 | 12,72 | 263332 | -76587 | 133,76 | 23058 | -- | -- |
| 3 | 3,15 | 100, 50 | 25,45 | 12,72 | 60328 | -55899 | 15,32 | 23335 | -- | -- |

| | | | | |
|---|---|---|------------------|---------------------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | | |
| RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE | | <i>Codice documento</i> ST0052_F0.doc | <i>Rev</i> F0 | <i>Data</i> 20-06-2011 |

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 _{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 | sfuerzo 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 | 25,45 | 12,72 | 0 | 0 | 1000,00 | 20612 | -- | -- |
| 2 | 0,60 | 100, 60 | 25,45 | 12,72 | 0 | 54798 | 58,55 | 24966 | -- | -- |

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 | 25,45 | 35,63 | 0 | 0 | 1000,00 | 20612 | -- | -- |
| 2 | 1,90 | 100, 60 | 25,45 | 25,45 | 0 | -55057 | 617,33 | 20612 | -- | -- |

Verifica sperone di fondazione

Base sezione B= 100 cm Altezza sezione H=30 [cm]

A_{fi}=10,18 [cmq] A_{fs}=10,18 [cmq]

Sollecitazioni M=1375,3 [daNm] T=5154,7 [daN]

Momento ultimo sezione M_u = 10274,64 [daNm]

Coeff.sicurezza sezione = 7,47

COMBINAZIONE n° 13

Valore della spinta statica 6051,43 [daN]

Componente orizzontale della spinta statica 5711,76 [daN]

Componente verticale della spinta statica 1998,90 [daN]

Punto d'applicazione della spinta X = 1,90 [m] Y = -2,63 [m]

Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie 19,29 [°]

Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche 55,62 [°]

Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte 11120,70 [daN]

Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte X = 0,95 [m] Y = -1,57 [m]

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale 5711,76 [daN]

Risultante dei carichi applicati in dir. verticale 20983,35 [daN]

Resistenza passiva dente di fondazione -8324,53 [daN]

Momento ribaltante rispetto allo spigolo a valle 6386,01 [daNm]

Momento stabilizzante rispetto allo spigolo a valle 38650,84 [daNm]

Sfuerzo normale sul piano di posa della fondazione 20983,35 [daN]

Sfuerzo tangenziale sul piano di posa della fondazione 5711,76 [daN]

Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione -0,04 [m]

Lunghezza fondazione reagente 3,00 [m]

Risultante in fondazione 21746,85 [daN]

Inclinazione della risultante (rispetto alla normale) 15,23 [°]

Momento rispetto al baricentro della fondazione -789,79 [daNm]

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|------------|-------------|----|------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | | | | | |
| RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE | | <i>Codice documento</i> ST0052_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 6.05

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]

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]= -1,08 Y[m]= 0,36

Raggio del cerchio R[m]= 5,40

Ascissa a valle del cerchio Xi[m]= -5,20

Ascissa a monte del cerchio Xs[m]= 4,32

Larghezza della striscia dx[m]= 0,38

Coefficiente di sicurezza C= 1.76

Le strisce sono numerate da monte verso valle

Caratteristiche delle strisce

| Striscia | W | $\alpha(^{\circ})$ | $W\sin\alpha$ | $b/\cos\alpha$ | ϕ | c | u |
|----------|---------|--------------------|---------------|----------------|--------|-------|-------|
| 1 | 815.10 | 77.07 | 794.44 | 1.70 | 29.26 | 0.000 | 0.000 |
| 2 | 1644.85 | 63.55 | 1472.68 | 0.85 | 29.26 | 0.000 | 0.000 |
| 3 | 2096.20 | 55.46 | 1726.64 | 0.67 | 29.26 | 0.000 | 0.000 |
| 4 | 2434.60 | 48.83 | 1832.70 | 0.58 | 29.26 | 0.000 | 0.000 |
| 5 | 2705.22 | 43.01 | 1845.15 | 0.52 | 29.76 | 0.000 | 0.000 |
| 6 | 2927.52 | 37.70 | 1790.09 | 0.48 | 32.01 | 0.000 | 0.000 |
| 7 | 3285.72 | 32.75 | 1777.33 | 0.45 | 32.01 | 0.000 | 0.000 |
| 8 | 3439.75 | 28.06 | 1618.09 | 0.43 | 32.01 | 0.000 | 0.000 |
| 9 | 3551.57 | 23.57 | 1420.32 | 0.42 | 32.01 | 0.000 | 0.000 |
| 10 | 3653.92 | 19.23 | 1203.72 | 0.40 | 32.01 | 0.000 | 0.000 |
| 11 | 3734.34 | 15.01 | 967.05 | 0.39 | 32.01 | 0.000 | 0.000 |
| 12 | 4184.41 | 10.86 | 788.74 | 0.39 | 32.01 | 0.000 | 0.000 |
| 13 | 3391.56 | 6.78 | 400.31 | 0.38 | 32.01 | 0.000 | 0.000 |
| 14 | 1451.38 | 2.73 | 69.04 | 0.38 | 32.01 | 0.000 | 0.000 |
| 15 | 1331.74 | -1.31 | -30.48 | 0.38 | 32.01 | 0.000 | 0.000 |
| 16 | 1279.57 | -5.36 | -119.44 | 0.38 | 32.01 | 0.000 | 0.000 |
| 17 | 1245.70 | -9.43 | -204.06 | 0.39 | 32.01 | 0.000 | 0.000 |
| 18 | 1192.65 | -13.55 | -279.41 | 0.39 | 32.01 | 0.000 | 0.000 |
| 19 | 1119.54 | -17.74 | -341.17 | 0.40 | 32.01 | 0.000 | 0.000 |
| 20 | 1025.07 | -22.04 | -384.63 | 0.41 | 32.01 | 0.000 | 0.000 |
| 21 | 907.41 | -26.47 | -404.44 | 0.43 | 32.01 | 0.000 | 0.000 |
| 22 | 763.95 | -31.08 | -394.36 | 0.44 | 32.01 | 0.000 | 0.000 |
| 23 | 590.94 | -35.93 | -346.74 | 0.47 | 32.01 | 0.000 | 0.000 |
| 24 | 382.81 | -41.10 | -251.63 | 0.50 | 32.01 | 0.000 | 0.000 |
| 25 | 130.71 | -46.72 | -95.16 | 0.56 | 29.26 | 0.000 | 0.000 |

$\Sigma W_i = 49286,22$ [daN]

$\Sigma W_i \sin\alpha_i = 14854,79$ [daN]

$\Sigma W_i \cos\alpha_i \tan\phi_i = 26132,58$ [daN]

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

COMBINAZIONE n° 15

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|------------|-------------|----|------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | | | | | |
| RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE | | <i>Codice documento</i> ST0052_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 | 3696,65 | [daN] | | |
| Componente orizzontale della spinta statica | 3386,28 | [daN] | | |
| Componente verticale della spinta statica | 1482,69 | [daN] | | |
| Punto d'applicazione della spinta | X = 1,90 | [m] | Y = -2,74 | [m] |
| Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie | | | 23,65 | [°] |
| Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche | 58,94 | | | [°] |
| Incremento sismico della spinta | 996,34 | [daN] | | |
| Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta | | | X = 1,90 | [m] |
| Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche | 54,76 | | | [°] |
| Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte | 10773,00 | [daN] | | |
| Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte | | | X = 0,95 | [m] |
| Inerzia del muro | 782,31 | [daN] | | |
| Inerzia verticale del muro | 391,16 | [daN] | | |
| Inerzia del terrapieno fondazione di monte | 964,56 | [daN] | | |
| Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte | 482,28 | [daN] | | |

Risultanti

| | | | | |
|---|-----------|--------|--|--|
| Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale | 6045,83 | [daN] | | |
| Risultante dei carichi applicati in dir. verticale | 22266,25 | [daN] | | |
| Resistenza passiva dente di fondazione | -11119,36 | [daN] | | |
| Sforzo normale sul piano di posa della fondazione | 22266,25 | [daN] | | |
| Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione | 6045,83 | [daN] | | |
| Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione | 0,05 | [m] | | |
| Lunghezza fondazione reagente | 3,00 | [m] | | |
| Risultante in fondazione | 23072,45 | [daN] | | |
| Inclinazione della risultante (rispetto alla normale) | 15,19 | [°] | | |
| Momento rispetto al baricentro della fondazione | 1185,07 | [daNm] | | |
| Carico ultimo della fondazione | 824634,67 | [daN] | | |

Tensioni sul terreno

| | | |
|--|--------|------------------------|
| Lunghezza fondazione reagente | 3,00 | [m] |
| Tensione terreno allo spigolo di valle | 0,8212 | [daN/cm ²] |
| Tensione terreno allo spigolo di monte | 0,6632 | [daN/cm ²] |

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 2.00

Coefficiente di sicurezza a carico ultimo 37.04

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 | 1,57 | 1968,75 | 612,39 | 944,65 |
| 3 | 3,15 | 3937,50 | 3501,66 | 2889,76 |

Sollecitazioni fondazione di valle

Combinazione n° 15

| | | | | |
|---|---|---|------------------|---------------------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | | |
| RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE | | <i>Codice documento</i> ST0052_F0.doc | <i>Rev</i> F0 | <i>Data</i> 20-06-2011 |

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 | 0,60 | 1189,22 | 3932,47 |

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 | 1,90 | -893,92 | -371,44 |

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_{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 | 0,00 | 100, 50 | 25,45 | 12,72 | 0 | 0 | 1000,00 | 22780 | -- | -- |
| 2 | 1,57 | 100, 50 | 25,45 | 12,72 | 244843 | -76159 | 124,36 | 23058 | -- | -- |
| 3 | 3,15 | 100, 50 | 25,45 | 12,72 | 63516 | -56486 | 16,13 | 23335 | -- | -- |

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_{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 | 25,45 | 12,72 | 0 | 0 | 1000,00 | 20612 | -- | -- |
| 2 | 0,60 | 100, 60 | 25,45 | 12,72 | 0 | 54798 | 46,08 | 24966 | -- | -- |

| | | | | |
|---|---|---|------------------|---------------------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | | |
| RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE | | <i>Codice documento</i> ST0052_F0.doc | <i>Rev</i> F0 | <i>Data</i> 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. | Y | B, H | A _{fs} | A _{fi} | N _u | M _u | CS | V _{Rd} | V _{Rcd} | V _{Rsd} |
|-----|------|---------|-----------------|-----------------|----------------|----------------|---------|-----------------|------------------|------------------|
| 1 | 0,00 | 100, 60 | 25,45 | 35,63 | 0 | 0 | 1000,00 | 20612 | -- | -- |
| 2 | 1,90 | 100, 60 | 25,45 | 25,45 | 0 | -55057 | 61,59 | 20612 | -- | -- |

Verifica sperone di fondazione

Base sezione B= 100 cm Altezza sezione H=30 [cm]
A_{fi}=10,18 [cmq] A_{fs}=10,18 [cmq]
Sollecitazioni M=1613,0 [daNm] T=6045,8 [daN]
Momento ultimo sezione M_u = 10274,64 [daNm]
Coeff.sicurezza sezione = 6,37

COMBINAZIONE n° 16

Valore della spinta statica 3696,65 [daN]
Componente orizzontale della spinta statica 3386,28 [daN]
Componente verticale della spinta statica 1482,69 [daN]
Punto d'applicazione della spinta X = 1,90 [m] Y = -2,74 [m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie 23,65 [°]
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche 58,94 [°]
Incremento sismico della spinta 673,28 [daN]
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta X = 1,90 [m] Y = -2,07 [m]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche 54,32 [°]
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte 10773,00 [daN]
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte X = 0,95 [m] Y = -1,57 [m]
Inerzia del muro 782,31 [daN]
Inerzia verticale del muro -391,16 [daN]
Inerzia del terrapieno fondazione di monte 964,56 [daN]
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte -482,28 [daN]

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale 5749,90 [daN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale 20389,80 [daN]
Resistenza passiva dente di fondazione -10237,54 [daN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione 20389,80 [daN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione 5749,90 [daN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione 0,06 [m]
Lunghezza fondazione reagente 3,00 [m]
Risultante in fondazione 21185,03 [daN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale) 15,75 [°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione 1220,57 [daNm]
Carico ultimo della fondazione 820850,61 [daN]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente 3,00 [m]
Tensione terreno allo spigolo di valle 0,7610 [daN/cm²]
Tensione terreno allo spigolo di monte 0,5983 [daN/cm²]

Fattori per il calcolo della capacità portante

Coef. capacità portante N_c = 77.50 N_q = 61.55 N_γ = 80.93

Fattori forma s_c = 1,00 s_q = 1,00 s_γ = 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'_γ = 80.93

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a scorrimento 1.94
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo 40.26

Sollecitazioni paramento

| | | | | |
|---|---|---|------------------|---------------------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | | |
| RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE | | <i>Codice documento</i> ST0052_F0.doc | <i>Rev</i> F0 | <i>Data</i> 20-06-2011 |

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 | 1,57 | 1968,75 | 543,46 | 857,12 |
| 3 | 3,15 | 3937,50 | 3225,94 | 2714,70 |

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 | 0,60 | 1080,33 | 3568,54 |

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 | 1,90 | -2047,60 | -1576,34 |

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_{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_{Rs} 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 _{Rs} |
|-----|------|---------|-----------------|-----------------|----------------|----------------|---------|-----------------|------------------|-----------------|
| 1 | 0,00 | 100, 50 | 25,45 | 12,72 | 0 | 0 | 1000,00 | 22780 | -- | -- |
| 2 | 1,57 | 100, 50 | 25,45 | 12,72 | 278737 | -76943 | 141,58 | 23058 | -- | -- |
| 3 | 3,15 | 100, 50 | 25,45 | 12,72 | 70516 | -57773 | 17,91 | 23335 | -- | -- |

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]

| | | | | |
|---|---|---|------------------|---------------------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | | |
| RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE | | <i>Codice documento</i> ST0052_F0.doc | <i>Rev</i> F0 | <i>Data</i> 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]
 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 | 25,45 | 12,72 | 0 | 0 | 1000,00 | 20612 | -- | -- |
| 2 | 0,60 | 100, 60 | 25,45 | 12,72 | 0 | 54798 | 50,72 | 24966 | -- | -- |

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 | 25,45 | 35,63 | 0 | 0 | 1000,00 | 20612 | -- | -- |
| 2 | 1,90 | 100, 60 | 25,45 | 25,45 | 0 | -55057 | 26,89 | 20612 | -- | -- |

Verifica sperone di fondazione

Base sezione B= 100 cm Altezza sezione H=30 [cm]
 $A_{fi}=10,18$ [cmq] $A_{fs}=10,18$ [cmq]
Sollecitazioni $M=1534,1$ [daNm] $T=5749,9$ [daN]
Momento ultimo sezione $M_u = 10274,64$ [daNm]
Coeff. sicurezza sezione = 6,70

COMBINAZIONE n° 17

Valore della spinta statica 4644,41 [daN]
Componente orizzontale della spinta statica 4383,18 [daN]
Componente verticale della spinta statica 1535,68 [daN]
Punto d'applicazione della spinta X = 1,90 [m] Y = -2,74 [m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie 19,31 [°]
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche 55,62 [°]

Incremento sismico della spinta 1143,38 [daN]
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta X = 1,90 [m] Y = -2,07 [m]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche 51,00 [°]

Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte 10773,00 [daN]
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte X = 0,95 [m] Y = -1,57 [m]
Inerzia del muro 782,31 [daN]
Inerzia verticale del muro 391,16 [daN]
Inerzia del terrapieno fondazione di monte 964,56 [daN]
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte 482,28 [daN]

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale 7209,12 [daN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale 22297,68 [daN]
Resistenza passiva dente di fondazione -9098,24 [daN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione 22297,68 [daN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione 7209,12 [daN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione 0,11 [m]
Lunghezza fondazione reagente 3,00 [m]
Risultante in fondazione 23434,12 [daN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale) 17,92 [°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione 2411,50 [daNm]
Carico ultimo della fondazione 291411,12 [daN]

| | | | | |
|---|---|---|------------------|---------------------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | | |
| RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE | | <i>Codice documento</i> ST0052_F0.doc | <i>Rev</i> F0 | <i>Data</i> 20-06-2011 |

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente 3,00 [m]
Tensione terreno allo spigolo di valle 0,9040 [daN/cm²]
Tensione terreno allo spigolo di monte 0,5825 [daN/cm²]

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 1.36
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo 13.07

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 | 1,57 | 1968,75 | 726,85 | 1138,48 |
| 3 | 3,15 | 3937,50 | 4264,96 | 3567,90 |

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 | 0,60 | 1318,66 | 4331,22 |

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 | 1,90 | -1727,70 | -921,14 |

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 [cm²]

A_{fi} area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [cm²]

N_u sforzo normale ultimo espresso in [daN]

M_u momento ultimo espresso in [daNm]

CS coefficiente sicurezza sezione

| | | | | |
|---|---|---|------------------|---------------------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | | |
| RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE | | <i>Codice documento</i> ST0052_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]

| Nr. | Y | B, H | A _{fs} | A _{fi} | N _u | M _u | CS | V _{Rd} | V _{Rcd} | V _{Rsd} |
|-----|------|---------|-----------------|-----------------|----------------|----------------|---------|-----------------|------------------|------------------|
| 1 | 0,00 | 100, 50 | 25,45 | 12,72 | 0 | 0 | 1000,00 | 22780 | -- | -- |
| 2 | 1,57 | 100, 50 | 25,45 | 12,72 | 199380 | -73610 | 101,27 | 23058 | -- | -- |
| 3 | 3,15 | 100, 50 | 25,45 | 12,72 | 49824 | -53967 | 12,65 | 23335 | -- | -- |

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_{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 | 25,45 | 12,72 | 0 | 0 | 1000,00 | 20612 | -- | -- |
| 2 | 0,60 | 100, 60 | 25,45 | 12,72 | 0 | 54798 | 41,56 | 24966 | -- | -- |

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 | 25,45 | 35,63 | 0 | 0 | 1000,00 | 20612 | -- | -- |
| 2 | 1,90 | 100, 60 | 25,45 | 25,45 | 0 | -55057 | 31,87 | 20612 | -- | -- |

Verifica sperone di fondazione

Base sezione B= 100 cm Altezza sezione H=30 [cm]
A_{fi}=10,18 [cmq] A_{fs}=10,18 [cmq]
Sollecitazioni M=1923,4 [daNm] T=7209,1 [daN]
Momento ultimo sezione M_u = 10274,64 [daNm]
Coeff.sicurezza sezione = 5,34

COMBINAZIONE n° 18

Valore della spinta statica 4644,41 [daN]
Componente orizzontale della spinta statica 4383,18 [daN]
Componente verticale della spinta statica 1535,68 [daN]
Punto d'applicazione della spinta X = 1,90 [m] Y = -2,74 [m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie 19,31 [°]
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche 55,62 [°]
Incremento sismico della spinta 736,79 [daN]
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta X = 1,90 [m] Y = -2,07 [m]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche 50,56 [°]
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte 10773,00 [daN]
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte X = 0,95 [m] Y = -1,57 [m]
Inerzia del muro 782,31 [daN]
Inerzia verticale del muro -391,16 [daN]

| | | | | | | | |
|---|---|---|--|------------|-------------|----|------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | | | | | |
| RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE | | <i>Codice documento</i> ST0052_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 | | | | | | |

Inerzia del terrapieno fondazione di monte 964,56 [daN]
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte -482,28 [daN]

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale 6825,39 [daN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale 20416,37 [daN]
Resistenza passiva dente di fondazione -8372,54 [daN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione 20416,37 [daN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione 6825,39 [daN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione 0,11 [m]
Lunghezza fondazione reagente 3,00 [m]
Risultante in fondazione 21527,06 [daN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale) 18,49 [°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione 2307,34 [daNm]
Carico ultimo della fondazione 290392,76 [daN]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente 3,00 [m]
Tensione terreno allo spigolo di valle 0,8344 [daN/cm²]
Tensione terreno allo spigolo di monte 0,5267 [daN/cm²]

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 14.22

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 | 1,57 | 1968,75 | 637,77 | 1025,37 |
| 3 | 3,15 | 3937,50 | 3908,65 | 3341,67 |

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 | 0,60 | 1194,95 | 3921,62 |

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

| | | | | |
|---|---|---|------------------|---------------------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | | |
| RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE | | <i>Codice documento</i> ST0052_F0.doc | <i>Rev</i> F0 | <i>Data</i> 20-06-2011 |

| Nr. | X | M | T |
|-----|------|----------|----------|
| 1 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 2 | 1,90 | -2787,20 | -2064,27 |

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 _{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 |
| VR _{cd} | Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [daN] |
| VR _{sd} | Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [daN] |
| VR _d | 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, 50 | 25,45 | 12,72 | 0 | 0 | 1000,00 | 22780 | -- | -- |
| 2 | 1,57 | 100, 50 | 25,45 | 12,72 | 233274 | -75569 | 118,49 | 23058 | -- | -- |
| 3 | 3,15 | 100, 50 | 25,45 | 12,72 | 55399 | -54993 | 14,07 | 23335 | -- | -- |

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 _{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 |
| VR _{cd} | Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [daN] |
| VR _{sd} | Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [daN] |
| VR _d | Resistenza al taglio, espresso in [daN] |

Fondazione di valle

(L'ascissa X, espressa in [m], è positiva verso monte con origine X 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 | 25,45 | 12,72 | 0 | 0 | 1000,00 | 20612 | -- | -- |
| 2 | 0,60 | 100, 60 | 25,45 | 12,72 | 0 | 54798 | 45,86 | 24966 | -- | -- |

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 | 25,45 | 35,63 | 0 | 0 | 1000,00 | 20612 | -- | -- |
| 2 | 1,90 | 100, 60 | 25,45 | 25,45 | 0 | -55057 | 19,75 | 20612 | -- | -- |

Verifica sperone di fondazione

Base sezione B= 100 cm Altezza sezione H=30 [cm]
A_{fi}=10,18 [cmq] A_{fs}=10,18 [cmq]
Sollecitazioni M=1821,0 [daNm] T=6825,4 [daN]
Momento ultimo sezione M_u = 10274,64 [daNm]
Coeff.sicurezza sezione = 5,64

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|------------|-------------|----|------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | | | | | |
| RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE | | <i>Codice documento</i> ST0052_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° 19

| | | | |
|--|----------------|---------------|--|
| Valore della spinta statica | 4644,41 [daN] | | |
| Componente orizzontale della spinta statica | 4383,18 [daN] | | |
| Componente verticale della spinta statica | 1535,68 [daN] | | |
| Punto d'applicazione della spinta | X = 1,90 [m] | Y = -2,74 [m] | |
| Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie | 19,31 [°] | | |
| Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche | 55,62 [°] | | |
| Incremento sismico della spinta | 1143,38 [daN] | | |
| Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta | X = 1,90 [m] | Y = -2,07 [m] | |
| Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche | 51,00 [°] | | |
| Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte | 10773,00 [daN] | | |
| Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte | X = 0,95 [m] | Y = -1,57 [m] | |
| Inerzia del muro | 782,31 [daN] | | |
| Inerzia verticale del muro | 391,16 [daN] | | |
| Inerzia del terrapieno fondazione di monte | 964,56 [daN] | | |
| Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte | 482,28 [daN] | | |

Risultanti

| | |
|---|-----------------|
| Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale | 7209,12 [daN] |
| Risultante dei carichi applicati in dir. verticale | 22297,68 [daN] |
| Resistenza passiva dente di fondazione | -9098,24 [daN] |
| Momento ribaltante rispetto allo spigolo a valle | 9221,71 [daNm] |
| Momento stabilizzante rispetto allo spigolo a valle | 40256,73 [daNm] |
| Sforzo normale sul piano di posa della fondazione | 22297,68 [daN] |
| Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione | 7209,12 [daN] |
| Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione | 0,11 [m] |
| Lunghezza fondazione reagente | 3,00 [m] |
| Risultante in fondazione | 23434,12 [daN] |
| Inclinazione della risultante (rispetto alla normale) | 17,92 [°] |
| Momento rispetto al baricentro della fondazione | 2411,50 [daNm] |

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a ribaltamento 4.37

COMBINAZIONE n° 20

| | | | |
|--|----------------|---------------|--|
| Valore della spinta statica | 4644,41 [daN] | | |
| Componente orizzontale della spinta statica | 4383,18 [daN] | | |
| Componente verticale della spinta statica | 1535,68 [daN] | | |
| Punto d'applicazione della spinta | X = 1,90 [m] | Y = -2,74 [m] | |
| Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie | 19,31 [°] | | |
| Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche | 55,62 [°] | | |
| Incremento sismico della spinta | 736,79 [daN] | | |
| Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta | X = 1,90 [m] | Y = -2,07 [m] | |
| Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche | 50,56 [°] | | |
| Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte | 10773,00 [daN] | | |
| Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte | X = 0,95 [m] | Y = -1,57 [m] | |
| Inerzia del muro | 782,31 [daN] | | |
| Inerzia verticale del muro | -391,16 [daN] | | |
| Inerzia del terrapieno fondazione di monte | 964,56 [daN] | | |
| Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte | -482,28 [daN] | | |

Risultanti

| | |
|---|-----------------|
| Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale | 6825,39 [daN] |
| Risultante dei carichi applicati in dir. verticale | 20416,37 [daN] |
| Resistenza passiva dente di fondazione | -8372,54 [daN] |
| Momento ribaltante rispetto allo spigolo a valle | 10057,23 [daNm] |
| Momento stabilizzante rispetto allo spigolo a valle | 38374,44 [daNm] |
| Sforzo normale sul piano di posa della fondazione | 20416,37 [daN] |
| Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione | 6825,39 [daN] |

| | | | |
|---|---|---|---------------------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | |
| RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE | <i>Codice documento</i> ST0052_F0.doc | <i>Rev</i> F0 | <i>Data</i> 20-06-2011 |

Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione 0,11 [m]
Lunghezza fondazione reagente 3,00 [m]
Risultante in fondazione 21527,06 [daN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale) 18,49 [°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione 2307,34 [daNm]

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a ribaltamento 3.82

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]

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/cm²]

b larghezza della striscia espressa in [m]

u pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [daN/cm²]

Metodo di Fellenius

Numero di cerchi analizzati 36

Numero di strisce 25

Cerchio critico

Coordinate del centro X[m]= -1,08 Y[m]= 1,08

Raggio del cerchio R[m]= 6,02

Ascissa a valle del cerchio Xi[m]= -5,37

Ascissa a monte del cerchio Xs[m]= 4,85

Larghezza della striscia dx[m]= 0,41

Coefficiente di sicurezza C= 1.61

Le strisce sono numerate da monte verso valle

Caratteristiche delle strisce

| Striscia | W | $\alpha(^{\circ})$ | $W\sin\alpha$ | $b/\cos\alpha$ | ϕ | c | u |
|----------|---------|--------------------|---------------|----------------|--------|-------|-------|
| 1 | 485.73 | 72.79 | 463.99 | 1.38 | 29.26 | 0.000 | 0.000 |
| 2 | 1258.12 | 62.31 | 1114.08 | 0.88 | 29.26 | 0.000 | 0.000 |
| 3 | 1757.59 | 54.75 | 1435.29 | 0.71 | 29.26 | 0.000 | 0.000 |
| 4 | 2140.04 | 48.44 | 1601.29 | 0.62 | 29.26 | 0.000 | 0.000 |
| 5 | 2449.21 | 42.85 | 1665.62 | 0.56 | 29.26 | 0.000 | 0.000 |
| 6 | 2705.11 | 37.73 | 1655.43 | 0.52 | 30.42 | 0.000 | 0.000 |
| 7 | 2918.98 | 32.95 | 1587.66 | 0.49 | 32.01 | 0.000 | 0.000 |
| 8 | 3316.90 | 28.42 | 1578.46 | 0.46 | 32.01 | 0.000 | 0.000 |
| 9 | 3418.13 | 24.07 | 1394.17 | 0.45 | 32.01 | 0.000 | 0.000 |
| 10 | 3539.68 | 19.87 | 1203.07 | 0.43 | 32.01 | 0.000 | 0.000 |
| 11 | 3636.53 | 15.78 | 988.75 | 0.42 | 32.01 | 0.000 | 0.000 |
| 12 | 3835.49 | 11.77 | 782.10 | 0.42 | 32.01 | 0.000 | 0.000 |
| 13 | 4663.74 | 7.81 | 633.95 | 0.41 | 32.01 | 0.000 | 0.000 |
| 14 | 1746.54 | 3.90 | 118.69 | 0.41 | 32.01 | 0.000 | 0.000 |
| 15 | 1408.59 | -0.00 | -0.03 | 0.41 | 32.01 | 0.000 | 0.000 |
| 16 | 1303.57 | -3.90 | -88.63 | 0.41 | 32.01 | 0.000 | 0.000 |
| 17 | 1272.67 | -7.81 | -173.04 | 0.41 | 32.01 | 0.000 | 0.000 |
| 18 | 1220.70 | -11.77 | -248.96 | 0.42 | 32.01 | 0.000 | 0.000 |
| 19 | 1146.86 | -15.78 | -311.87 | 0.42 | 32.01 | 0.000 | 0.000 |
| 20 | 1049.99 | -19.87 | -356.91 | 0.43 | 32.01 | 0.000 | 0.000 |
| 21 | 928.43 | -24.07 | -378.72 | 0.45 | 32.01 | 0.000 | 0.000 |
| 22 | 779.84 | -28.42 | -371.14 | 0.46 | 32.01 | 0.000 | 0.000 |
| 23 | 600.95 | -32.95 | -326.88 | 0.49 | 32.01 | 0.000 | 0.000 |
| 24 | 387.05 | -37.73 | -236.88 | 0.52 | 29.26 | 0.000 | 0.000 |
| 25 | 131.13 | -42.85 | -89.18 | 0.56 | 29.26 | 0.000 | 0.000 |

$\Sigma W = 48101,57$ [daN]

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|------------|-------------|----|------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | | | | | |
| RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE | | <i>Codice documento</i> ST0052_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 | | | | | | |

$\Sigma W_i \sin \alpha_i = 13640,30$ [daN]
 $\Sigma W_i \cos \alpha_i \tan \phi_i = 25964,96$ [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]

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]= -1,08 Y[m]= 1,08

Raggio del cerchio R[m]= 6,02

Ascissa a valle del cerchio Xi[m]= -5,37

Ascissa a monte del cerchio Xs[m]= 4,85

Larghezza della striscia dx[m]= 0,41

Coefficiente di sicurezza C= 1.59

Le strisce sono numerate da monte verso valle

Caratteristiche delle strisce

| Striscia | W | α (°) | $W \sin \alpha$ | $b / \cos \alpha$ | ϕ | c | u |
|----------|---------|--------------|-----------------|-------------------|--------|-------|-------|
| 1 | 485.73 | 72.79 | 463.99 | 1.38 | 29.26 | 0.000 | 0.000 |
| 2 | 1258.12 | 62.31 | 1114.08 | 0.88 | 29.26 | 0.000 | 0.000 |
| 3 | 1757.59 | 54.75 | 1435.29 | 0.71 | 29.26 | 0.000 | 0.000 |
| 4 | 2140.04 | 48.44 | 1601.29 | 0.62 | 29.26 | 0.000 | 0.000 |
| 5 | 2449.21 | 42.85 | 1665.62 | 0.56 | 29.26 | 0.000 | 0.000 |
| 6 | 2705.11 | 37.73 | 1655.43 | 0.52 | 30.42 | 0.000 | 0.000 |
| 7 | 2918.98 | 32.95 | 1587.66 | 0.49 | 32.01 | 0.000 | 0.000 |
| 8 | 3316.90 | 28.42 | 1578.46 | 0.46 | 32.01 | 0.000 | 0.000 |
| 9 | 3418.13 | 24.07 | 1394.17 | 0.45 | 32.01 | 0.000 | 0.000 |
| 10 | 3539.68 | 19.87 | 1203.07 | 0.43 | 32.01 | 0.000 | 0.000 |
| 11 | 3636.53 | 15.78 | 988.75 | 0.42 | 32.01 | 0.000 | 0.000 |
| 12 | 3835.49 | 11.77 | 782.10 | 0.42 | 32.01 | 0.000 | 0.000 |
| 13 | 4663.74 | 7.81 | 633.95 | 0.41 | 32.01 | 0.000 | 0.000 |
| 14 | 1746.54 | 3.90 | 118.69 | 0.41 | 32.01 | 0.000 | 0.000 |
| 15 | 1408.59 | -0.00 | -0.03 | 0.41 | 32.01 | 0.000 | 0.000 |
| 16 | 1303.57 | -3.90 | -88.63 | 0.41 | 32.01 | 0.000 | 0.000 |
| 17 | 1272.67 | -7.81 | -173.04 | 0.41 | 32.01 | 0.000 | 0.000 |
| 18 | 1220.70 | -11.77 | -248.96 | 0.42 | 32.01 | 0.000 | 0.000 |
| 19 | 1146.86 | -15.78 | -311.87 | 0.42 | 32.01 | 0.000 | 0.000 |
| 20 | 1049.99 | -19.87 | -356.91 | 0.43 | 32.01 | 0.000 | 0.000 |
| 21 | 928.43 | -24.07 | -378.72 | 0.45 | 32.01 | 0.000 | 0.000 |
| 22 | 779.84 | -28.42 | -371.14 | 0.46 | 32.01 | 0.000 | 0.000 |
| 23 | 600.95 | -32.95 | -326.88 | 0.49 | 32.01 | 0.000 | 0.000 |
| 24 | 387.05 | -37.73 | -236.88 | 0.52 | 29.26 | 0.000 | 0.000 |
| 25 | 131.13 | -42.85 | -89.18 | 0.56 | 29.26 | 0.000 | 0.000 |

$\Sigma W_i = 48101,57$ [daN]
 $\Sigma W_i \sin \alpha_i = 13640,30$ [daN]
 $\Sigma W_i \cos \alpha_i \tan \phi_i = 25964,96$ [daN]
 $\Sigma c_i b_i / \cos \alpha_i = 0,00$ [daN]

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|------------|-------------|----|------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | | | | | |
| RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE | | <i>Codice documento</i> ST0052_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° 23

Peso muro favorevole e Peso terrapieno favorevole

| | | | |
|--|----------------|---------------|--|
| Valore della spinta statica | 4072,20 [daN] | | |
| Componente orizzontale della spinta statica | 3730,69 [daN] | | |
| Componente verticale della spinta statica | 1632,42 [daN] | | |
| Punto d'applicazione della spinta | X = 1,90 [m] | Y = -2,67 [m] | |
| Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie | 23,63 [°] | | |
| Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche | 58,94 [°] | | |
| | | | |
| Incremento sismico della spinta | 1097,10 [daN] | | |
| Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta | X = 1,90 [m] | Y = -2,07 [m] | |
| Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche | 54,76 [°] | | |
| | | | |
| Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte | 11485,50 [daN] | | |
| Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte | X = 0,95 [m] | Y = -1,57 [m] | |
| Inerzia del muro | 782,31 [daN] | | |
| Inerzia verticale del muro | 391,16 [daN] | | |
| Inerzia del terrapieno fondazione di monte | 1028,35 [daN] | | |
| Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte | 514,18 [daN] | | |

Risultanti

| | | |
|---|-----------------|--|
| Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale | 6546,44 [daN] | |
| Risultante dei carichi applicati in dir. verticale | 23200,54 [daN] | |
| Resistenza passiva dente di fondazione | -11576,86 [daN] | |
| Sforzo normale sul piano di posa della fondazione | 23200,54 [daN] | |
| Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione | 6546,44 [daN] | |
| Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione | 0,06 [m] | |
| Lunghezza fondazione reagente | 3,00 [m] | |
| Risultante in fondazione | 24106,45 [daN] | |
| Inclinazione della risultante (rispetto alla normale) | 15,76 [°] | |
| Momento rispetto al baricentro della fondazione | 1370,09 [daNm] | |
| Carico ultimo della fondazione | 821310,82 [daN] | |

Tensioni sul terreno

| | |
|--|-------------------------------|
| Lunghezza fondazione reagente | 3,00 [m] |
| Tensione terreno allo spigolo di valle | 0,8647 [daN/cm ²] |
| Tensione terreno allo spigolo di monte | 0,6820 [daN/cm ²] |

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 35.40

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 | 1,57 | 1968,75 | 744,51 | 1112,49 |
| 3 | 3,15 | 3937,50 | 4030,37 | 3225,53 |

Sollecitazioni fondazione di valle

| | | | |
|---|---|---|---------------------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | |
| RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE | <i>Codice documento</i> ST0052_F0.doc | <i>Rev</i> F0 | <i>Data</i> 20-06-2011 |

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 | 0,60 | 1264,52 | 4178,54 |

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 | 1,90 | -1137,30 | -578,15 |

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_{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 | 0,00 | 100, 50 | 25,45 | 12,72 | 0 | 0 | 1000,00 | 22780 | -- | -- |
| 2 | 1,57 | 100, 50 | 25,45 | 12,72 | 193764 | -73274 | 98,42 | 23058 | -- | -- |
| 3 | 3,15 | 100, 50 | 25,45 | 12,72 | 53359 | -54618 | 13,55 | 23335 | -- | -- |

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_{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 | 25,45 | 12,72 | 0 | 0 | 1000,00 | 20612 | -- | -- |

| | | | | |
|---|---|---|------------------|---------------------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | | |
| RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE | | <i>Codice documento</i> ST0052_F0.doc | <i>Rev</i> F0 | <i>Data</i> 20-06-2011 |

2 0,60 100,60 25,45 12,72 0 54798 43,34 24966 -- --

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 | 25,45 | 35,63 | 0 | 0 | 1000,00 | 20612 | -- | -- |
| 2 | 1,90 | 100,60 | 25,45 | 25,45 | 0 | -55057 | 48,41 | 20612 | -- | -- |

Verifica sperone di fondazione

Base sezione B= 100 cm Altezza sezione H=30 [cm]

A_{fi}=10,18 [cmq] A_{fs}=10,18 [cmq]

Sollecitazioni M=1746,6 [daNm] T=6546,4 [daN]

Momento ultimo sezione M_u = 10274,64 [daNm]

Coeff. sicurezza sezione = 5,88

COMBINAZIONE n° 24

Valore della spinta statica 4072,20 [daN]

Componente orizzontale della spinta statica 3730,69 [daN]

Componente verticale della spinta statica 1632,42 [daN]

Punto d'applicazione della spinta X = 1,90 [m] Y = -2,67 [m]

Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie 23,63 [°]

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

Incremento sismico della spinta 741,22 [daN]

Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta X = 1,90 [m] Y = -2,07 [m]

Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche 54,32 [°]

Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte 11485,50 [daN]

Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte X = 0,95 [m] Y = -1,57 [m]

Inerzia del muro 782,31 [daN]

Inerzia verticale del muro -391,16 [daN]

Inerzia del terrapieno fondazione di monte 1028,35 [daN]

Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte -514,18 [daN]

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale 6220,41 [daN]

Risultante dei carichi applicati in dir. verticale 21247,21 [daN]

Resistenza passiva dente di fondazione -10659,16 [daN]

Sforzo normale sul piano di posa della fondazione 21247,21 [daN]

Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione 6220,41 [daN]

Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione 0,07 [m]

Lunghezza fondazione reagente 3,00 [m]

Risultante in fondazione 22139,05 [daN]

Inclinazione della risultante (rispetto alla normale) 16,32 [°]

Momento rispetto al baricentro della fondazione 1409,80 [daNm]

Carico ultimo della fondazione 817151,08 [daN]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente 3,00 [m]

Tensione terreno allo spigolo di valle 0,8022 [daN/cm²]

Tensione terreno allo spigolo di monte 0,6143 [daN/cm²]

Fattori per il calcolo della capacità portante

Coeff. capacità portante N_c = 77.50 N_q = 61.55 N_γ = 80.93

Fattori forma s_c = 1,00 s_q = 1,00 s_γ = 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'_γ = 80.93

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a scorrimento 1.86

Coefficiente di sicurezza a carico ultimo 38.46

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|------------|-------------|----|------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | | | | | |
| RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE | | <i>Codice documento</i> ST0052_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° 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 | 1,57 | 1968,75 | 666,46 | 1013,38 |
| 3 | 3,15 | 3937,50 | 3718,17 | 3027,31 |

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 | 0,60 | 1151,45 | 3800,58 |

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 | 1,90 | -2340,16 | -1833,71 |

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_{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 | 0,00 | 100, 50 | 25,45 | 12,72 | 0 | 0 | 1000,00 | 22780 | -- | -- |
| 2 | 1,57 | 100, 50 | 25,45 | 12,72 | 221167 | -74869 | 112,34 | 23058 | -- | -- |
| 3 | 3,15 | 100, 50 | 25,45 | 12,72 | 58923 | -55641 | 14,96 | 23335 | -- | -- |

Armature e tensioni nei materiali della fondazione

Combinazione n° 24

Simbologia adottata

| | | | | |
|---|---|---|------------------|---------------------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | | |
| RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE | | <i>Codice documento</i> ST0052_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 | 25,45 | 12,72 | 0 | 0 | 1000,00 | 20612 | -- | -- |
| 2 | 0,60 | 100, 60 | 25,45 | 12,72 | 0 | 54798 | 47,59 | 24966 | -- | -- |

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 | 25,45 | 35,63 | 0 | 0 | 1000,00 | 20612 | -- | -- |
| 2 | 1,90 | 100, 60 | 25,45 | 25,45 | 0 | -55057 | 23,53 | 20612 | -- | -- |

Verifica sperone di fondazione

Base sezione B= 100 cm Altezza sezione H=30 [cm]
 $A_{fi}=10,18$ [cmq] $A_{fs}=10,18$ [cmq]
Sollecitazioni $M=1659,6$ [daNm] $T=6220,4$ [daN]
Momento ultimo sezione $M_u = 10274,64$ [daNm]
Coeff. sicurezza sezione = 6,19

COMBINAZIONE n° 25

Valore della spinta statica 5115,70 [daN]
Componente orizzontale della spinta statica 4828,31 [daN]
Componente verticale della spinta statica 1690,51 [daN]
Punto d'applicazione della spinta X = 1,90 [m] Y = -2,68 [m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie 19,30 [°]
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche 55,62 [°]

Incremento sismico della spinta 1259,00 [daN]
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta X = 1,90 [m] Y = -2,07 [m]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche 51,00 [°]

Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte 11485,50 [daN]
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte X = 0,95 [m] Y = -1,57 [m]
Inerzia del muro 782,31 [daN]
Inerzia verticale del muro 391,16 [daN]
Inerzia del terrapieno fondazione di monte 1028,35 [daN]
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte 514,18 [daN]

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale 7827,24 [daN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale 23234,89 [daN]
Resistenza passiva dente di fondazione -9483,31 [daN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione 23234,89 [daN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione 7827,24 [daN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione 0,12 [m]
Lunghezza fondazione reagente 3,00 [m]
Risultante in fondazione 24517,86 [daN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale) 18,62 [°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione 2790,09 [daNm]

| | | | | | | | |
|---|---|---|--|------------|-------------|----|------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | | | | | |
| RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE | | <i>Codice documento</i> ST0052_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 | | | | | | |

Carico ultimo della fondazione 288913,06 [daN]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente 3,00 [m]
Tensione terreno allo spigolo di valle 0,9605 [daN/cm²]
Tensione terreno allo spigolo di monte 0,5885 [daN/cm²]

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 1.31
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo 12.43

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 | 1,57 | 1968,75 | 894,28 | 1351,19 |
| 3 | 3,15 | 3937,50 | 4934,99 | 3993,41 |

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 | 0,60 | 1414,26 | 4639,80 |

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 | 1,90 | -2103,90 | -1215,91 |

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 [cm²]

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|------------|-------------|----|------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | | | | | |
| RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE | | <i>Codice documento</i> ST0052_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]
 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, 50 | 25,45 | 12,72 | 0 | 0 | 1000,00 | 22780 | -- | -- |
| 2 | 1,57 | 100, 50 | 25,45 | 12,72 | 153021 | -69508 | 77,72 | 23058 | -- | -- |
| 3 | 3,15 | 100, 50 | 25,45 | 12,72 | 41896 | -52509 | 10,64 | 23335 | -- | -- |

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_{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 | 25,45 | 12,72 | 0 | 0 | 1000,00 | 20612 | -- | -- |
| 2 | 0,60 | 100, 60 | 25,45 | 12,72 | 0 | 54798 | 38,75 | 24966 | -- | -- |

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 | 25,45 | 35,63 | 0 | 0 | 1000,00 | 20612 | -- | -- |
| 2 | 1,90 | 100, 60 | 25,45 | 25,45 | 0 | -55057 | 26,17 | 20612 | -- | -- |

Verifica sperone di fondazione

Base sezione B= 100 cm Altezza sezione H=30 [cm]
 $A_{fi}=10,18$ [cmq] $A_{fs}=10,18$ [cmq]
Sollecitazioni $M=2088,3$ [daNm] $T=7827,2$ [daN]
Momento ultimo sezione $M_u = 10274,64$ [daNm]
Coeff.sicurezza sezione = 4,92

COMBINAZIONE n° 26

Valore della spinta statica 5115,70 [daN]
Componente orizzontale della spinta statica 4828,31 [daN]
Componente verticale della spinta statica 1690,51 [daN]
Punto d'applicazione della spinta X = 1,90 [m] Y = -2,68 [m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie 19,30 [°]
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche 55,62 [°]

Incremento sismico della spinta 811,14 [daN]
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta X = 1,90 [m] Y = -2,07 [m]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche 50,56 [°]

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|------------|-------------|----|------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | | | | | |
| RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE | | <i>Codice documento</i> ST0052_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 11485,50 [daN]
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte X = 0,95 [m] Y = -1,57 [m]
Inerzia del muro 782,31 [daN]
Inerzia verticale del muro -391,16 [daN]
Inerzia del terrapieno fondazione di monte 1028,35 [daN]
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte -514,18 [daN]

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale 7404,55 [daN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale 21276,22 [daN]
Resistenza passiva dente di fondazione -8727,36 [daN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione 21276,22 [daN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione 7404,55 [daN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione 0,13 [m]
Lunghezza fondazione reagente 3,00 [m]
Risultante in fondazione 22527,87 [daN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale) 19,19 [°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione 2676,00 [daNm]
Carico ultimo della fondazione 287721,28 [daN]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente 3,00 [m]
Tensione terreno allo spigolo di valle 0,8876 [daN/cm²]
Tensione terreno allo spigolo di monte 0,5308 [daN/cm²]

Fattori per il calcolo della capacità portante

Coeff. capacità portante N_c = 77.50 N_q = 61.55 N_γ = 80.93

Fattori forma s_c = 1,00 s_q = 1,00 s_γ = 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'_γ = 80.93

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a scorrimento 1.27
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo 13.52

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 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 2 | 1,57 | 1968,75 | 793,41 | 1223,10 |
| 3 | 3,15 | 3937,50 | 4531,52 | 3737,24 |

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 | 0,60 | 1284,88 | 4211,56 |

Sollecitazioni fondazione di monte

Combinazione n° 26

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|------------|-------------|----|------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | | | | | |
| RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE | | <i>Codice documento</i> ST0052_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 | 1,90 | -3203,04 | -2403,41 |

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_{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 | 0,00 | 100, 50 | 25,45 | 12,72 | 0 | 0 | 1000,00 | 22780 | -- | -- |
| 2 | 1,57 | 100, 50 | 25,45 | 12,72 | 178266 | -71842 | 90,55 | 23058 | -- | -- |
| 3 | 3,15 | 100, 50 | 25,45 | 12,72 | 46336 | -53326 | 11,77 | 23335 | -- | -- |

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_{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 | 25,45 | 12,72 | 0 | 0 | 1000,00 | 20612 | -- | -- |
| 2 | 0,60 | 100, 60 | 25,45 | 12,72 | 0 | 54798 | 42,65 | 24966 | -- | -- |

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 | 25,45 | 35,63 | 0 | 0 | 1000,00 | 20612 | -- | -- |
| 2 | 1,90 | 100, 60 | 25,45 | 25,45 | 0 | -55057 | 17,19 | 20612 | -- | -- |

Verifica sperone di fondazione

Base sezione B= 100 cm Altezza sezione H=30 [cm]

A_{fi}=10,18 [cmq] A_{fs}=10,18 [cmq]

Sollecitazioni M=1975,5 [daNm] T=7404,5 [daN]

| | | | | | | | |
|---|---|---|--|------------|-------------|----|------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | | | | | |
| RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE | | <i>Codice documento</i> ST0052_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 $M_u = 10274,64$ [daNm]
Coeff. sicurezza sezione = 5,20

COMBINAZIONE n° 27

| | | | | |
|--|----------|-------|-----------|-----|
| Valore della spinta statica | 5115,70 | [daN] | | |
| Componente orizzontale della spinta statica | 4828,31 | [daN] | | |
| Componente verticale della spinta statica | 1690,51 | [daN] | | |
| Punto d'applicazione della spinta | X = 1,90 | [m] | Y = -2,68 | [m] |
| Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie | 19,30 | [°] | | |
| Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche | 55,62 | [°] | | |
| | | | | |
| Incremento sismico della spinta | 811,14 | [daN] | | |
| Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta | X = 1,90 | [m] | Y = -2,07 | [m] |
| Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche | 50,56 | [°] | | |
| | | | | |
| Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte | 11485,50 | [daN] | | |
| Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte | X = 0,95 | [m] | Y = -1,57 | [m] |
| Inerzia del muro | 782,31 | [daN] | | |
| Inerzia verticale del muro | -391,16 | [daN] | | |
| Inerzia del terrapieno fondazione di monte | 1028,35 | [daN] | | |
| Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte | -514,18 | [daN] | | |

Risultanti

| | | |
|---|----------|--------|
| Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale | 7404,55 | [daN] |
| Risultante dei carichi applicati in dir. verticale | 21276,22 | [daN] |
| Resistenza passiva dente di fondazione | -8727,36 | [daN] |
| Momento ribaltante rispetto allo spigolo a valle | 11134,48 | [daNm] |
| Momento stabilizzante rispetto allo spigolo a valle | 40372,82 | [daNm] |
| Sforzo normale sul piano di posa della fondazione | 21276,22 | [daN] |
| Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione | 7404,55 | [daN] |
| Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione | 0,13 | [m] |
| Lunghezza fondazione reagente | 3,00 | [m] |
| Risultante in fondazione | 22527,87 | [daN] |
| Inclinazione della risultante (rispetto alla normale) | 19,19 | [°] |
| Momento rispetto al baricentro della fondazione | 2676,00 | [daNm] |

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a ribaltamento 3.63

COMBINAZIONE n° 28

| | | | | |
|--|----------|-------|-----------|-----|
| Valore della spinta statica | 5115,70 | [daN] | | |
| Componente orizzontale della spinta statica | 4828,31 | [daN] | | |
| Componente verticale della spinta statica | 1690,51 | [daN] | | |
| Punto d'applicazione della spinta | X = 1,90 | [m] | Y = -2,68 | [m] |
| Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie | 19,30 | [°] | | |
| Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche | 55,62 | [°] | | |
| | | | | |
| Incremento sismico della spinta | 1259,00 | [daN] | | |
| Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta | X = 1,90 | [m] | Y = -2,07 | [m] |
| Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche | 51,00 | [°] | | |
| | | | | |
| Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte | 11485,50 | [daN] | | |
| Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte | X = 0,95 | [m] | Y = -1,57 | [m] |
| Inerzia del muro | 782,31 | [daN] | | |
| Inerzia verticale del muro | 391,16 | [daN] | | |
| Inerzia del terrapieno fondazione di monte | 1028,35 | [daN] | | |
| Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte | 514,18 | [daN] | | |

Risultanti

| | | |
|--|----------|--------|
| Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale | 7827,24 | [daN] |
| Risultante dei carichi applicati in dir. verticale | 23234,89 | [daN] |
| Resistenza passiva dente di fondazione | -9483,31 | [daN] |
| Momento ribaltante rispetto allo spigolo a valle | 10298,92 | [daNm] |

| | | | | |
|---|---|---|------------------|---------------------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | | |
| RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE | | <i>Codice documento</i> ST0052_F0.doc | <i>Rev</i> F0 | <i>Data</i> 20-06-2011 |

Momento stabilizzante rispetto allo spigolo a valle 42361,16 [daNm]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione 23234,89 [daN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione 7827,24 [daN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione 0,12 [m]
Lunghezza fondazione reagente 3,00 [m]
Risultante in fondazione 24517,86 [daN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale) 18,62 [°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione 2790,09 [daNm]

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a ribaltamento 4.11

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]
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]= -1,08 Y[m]= 1,08

Raggio del cerchio R[m]= 6,02

Ascissa a valle del cerchio Xi[m]= -5,37

Ascissa a monte del cerchio Xs[m]= 4,85

Larghezza della striscia dx[m]= 0,41

Coefficiente di sicurezza C= 1.56

Le strisce sono numerate da monte verso valle

Caratteristiche delle strisce

| Striscia | W | α(°) | Wsinα | b/cosα | φ | c | u |
|----------|---------|--------|---------|--------|-------|-------|-------|
| 1 | 639.03 | 72.79 | 610.43 | 1.38 | 29.26 | 0.000 | 0.000 |
| 2 | 1411.42 | 62.31 | 1249.83 | 0.88 | 29.26 | 0.000 | 0.000 |
| 3 | 1910.89 | 54.75 | 1560.47 | 0.71 | 29.26 | 0.000 | 0.000 |
| 4 | 2293.35 | 48.44 | 1716.00 | 0.62 | 29.26 | 0.000 | 0.000 |
| 5 | 2602.51 | 42.85 | 1769.88 | 0.56 | 29.26 | 0.000 | 0.000 |
| 6 | 2858.41 | 37.73 | 1749.24 | 0.52 | 30.42 | 0.000 | 0.000 |
| 7 | 3072.28 | 32.95 | 1671.05 | 0.49 | 32.01 | 0.000 | 0.000 |
| 8 | 3470.20 | 28.42 | 1651.41 | 0.46 | 32.01 | 0.000 | 0.000 |
| 9 | 3571.43 | 24.07 | 1456.70 | 0.45 | 32.01 | 0.000 | 0.000 |
| 10 | 3692.98 | 19.87 | 1255.17 | 0.43 | 32.01 | 0.000 | 0.000 |
| 11 | 3789.84 | 15.78 | 1030.43 | 0.42 | 32.01 | 0.000 | 0.000 |
| 12 | 3967.51 | 11.77 | 809.02 | 0.42 | 32.01 | 0.000 | 0.000 |
| 13 | 4663.74 | 7.81 | 633.95 | 0.41 | 32.01 | 0.000 | 0.000 |
| 14 | 1746.54 | 3.90 | 118.69 | 0.41 | 32.01 | 0.000 | 0.000 |
| 15 | 1408.59 | -0.00 | -0.03 | 0.41 | 32.01 | 0.000 | 0.000 |
| 16 | 1303.57 | -3.90 | -88.63 | 0.41 | 32.01 | 0.000 | 0.000 |
| 17 | 1272.67 | -7.81 | -173.04 | 0.41 | 32.01 | 0.000 | 0.000 |
| 18 | 1220.70 | -11.77 | -248.96 | 0.42 | 32.01 | 0.000 | 0.000 |
| 19 | 1146.86 | -15.78 | -311.87 | 0.42 | 32.01 | 0.000 | 0.000 |
| 20 | 1049.99 | -19.87 | -356.91 | 0.43 | 32.01 | 0.000 | 0.000 |
| 21 | 928.43 | -24.07 | -378.72 | 0.45 | 32.01 | 0.000 | 0.000 |
| 22 | 779.84 | -28.42 | -371.14 | 0.46 | 32.01 | 0.000 | 0.000 |
| 23 | 600.95 | -32.95 | -326.88 | 0.49 | 32.01 | 0.000 | 0.000 |
| 24 | 387.05 | -37.73 | -236.88 | 0.52 | 29.26 | 0.000 | 0.000 |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|------------|-------------|----|------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | | | | | |
| RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE | | <i>Codice documento</i> ST0052_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 | | | | | | |

25 131.13 -42.85 -89.18 0.56 29.26 0.000 0.000

$\Sigma W_i = 49919,92$ [daN]
 $\Sigma W_i \sin \alpha_i = 14700,03$ [daN]
 $\Sigma W_i \cos \alpha_i \tan \phi_i = 26786,23$ [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]
- 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/cm²]
- b larghezza della striscia espressa in [m]
- u pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [daN/cm²]

Metodo di Fellenius

Numero di cerchi analizzati 36

Numero di strisce 25

Cerchio critico

Coordinate del centro X[m]= -1,08 Y[m]= 1,08

Raggio del cerchio R[m]= 6,02

Ascissa a valle del cerchio Xi[m]= -5,37

Ascissa a monte del cerchio Xs[m]= 4,85

Larghezza della striscia dx[m]= 0,41

Coefficiente di sicurezza C= 1.54

Le strisce sono numerate da monte verso valle

Caratteristiche delle strisce

| Striscia | W | α (°) | $W \sin \alpha$ | $b / \cos \alpha$ | ϕ | c | u |
|----------|---------|--------------|-----------------|-------------------|--------|-------|-------|
| 1 | 639.03 | 72.79 | 610.43 | 1.38 | 29.26 | 0.000 | 0.000 |
| 2 | 1411.42 | 62.31 | 1249.83 | 0.88 | 29.26 | 0.000 | 0.000 |
| 3 | 1910.89 | 54.75 | 1560.47 | 0.71 | 29.26 | 0.000 | 0.000 |
| 4 | 2293.35 | 48.44 | 1716.00 | 0.62 | 29.26 | 0.000 | 0.000 |
| 5 | 2602.51 | 42.85 | 1769.88 | 0.56 | 29.26 | 0.000 | 0.000 |
| 6 | 2858.41 | 37.73 | 1749.24 | 0.52 | 30.42 | 0.000 | 0.000 |
| 7 | 3072.28 | 32.95 | 1671.05 | 0.49 | 32.01 | 0.000 | 0.000 |
| 8 | 3470.20 | 28.42 | 1651.41 | 0.46 | 32.01 | 0.000 | 0.000 |
| 9 | 3571.43 | 24.07 | 1456.70 | 0.45 | 32.01 | 0.000 | 0.000 |
| 10 | 3692.98 | 19.87 | 1255.17 | 0.43 | 32.01 | 0.000 | 0.000 |
| 11 | 3789.84 | 15.78 | 1030.43 | 0.42 | 32.01 | 0.000 | 0.000 |
| 12 | 3967.51 | 11.77 | 809.02 | 0.42 | 32.01 | 0.000 | 0.000 |
| 13 | 4663.74 | 7.81 | 633.95 | 0.41 | 32.01 | 0.000 | 0.000 |
| 14 | 1746.54 | 3.90 | 118.69 | 0.41 | 32.01 | 0.000 | 0.000 |
| 15 | 1408.59 | -0.00 | -0.03 | 0.41 | 32.01 | 0.000 | 0.000 |
| 16 | 1303.57 | -3.90 | -88.63 | 0.41 | 32.01 | 0.000 | 0.000 |
| 17 | 1272.67 | -7.81 | -173.04 | 0.41 | 32.01 | 0.000 | 0.000 |
| 18 | 1220.70 | -11.77 | -248.96 | 0.42 | 32.01 | 0.000 | 0.000 |
| 19 | 1146.86 | -15.78 | -311.87 | 0.42 | 32.01 | 0.000 | 0.000 |
| 20 | 1049.99 | -19.87 | -356.91 | 0.43 | 32.01 | 0.000 | 0.000 |
| 21 | 928.43 | -24.07 | -378.72 | 0.45 | 32.01 | 0.000 | 0.000 |
| 22 | 779.84 | -28.42 | -371.14 | 0.46 | 32.01 | 0.000 | 0.000 |
| 23 | 600.95 | -32.95 | -326.88 | 0.49 | 32.01 | 0.000 | 0.000 |
| 24 | 387.05 | -37.73 | -236.88 | 0.52 | 29.26 | 0.000 | 0.000 |
| 25 | 131.13 | -42.85 | -89.18 | 0.56 | 29.26 | 0.000 | 0.000 |

$\Sigma W_i = 49919,92$ [daN]
 $\Sigma W_i \sin \alpha_i = 14700,03$ [daN]
 $\Sigma W_i \cos \alpha_i \tan \phi_i = 26786,23$ [daN]

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|------------|-------------|----|------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | | | | | |
| RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE | | <i>Codice documento</i> ST0052_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 | | | | | | |

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

COMBINAZIONE n° 31

Valore della spinta statica 4072,20 [daN]
Componente orizzontale della spinta statica 3730,69 [daN]
Componente verticale della spinta statica 1632,42 [daN]
Punto d'applicazione della spinta X = 1,90 [m] Y = -2,67 [m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie 23,63 [°]
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche 58,94 [°]

Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte 11485,50 [daN]
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte X = 0,95 [m] Y = -1,57 [m]

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale 3730,69 [daN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale 21855,42 [daN]
Resistenza passiva dente di fondazione -10582,26 [daN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione 21855,42 [daN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione 3730,69 [daN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione -0,12 [m]
Lunghezza fondazione reagente 3,00 [m]
Risultante in fondazione 22171,54 [daN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale) 9,69 [°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione -2589,04 [daNm]
Carico ultimo della fondazione 787449,63 [daN]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente 3,00 [m]
Tensione terreno allo spigolo di valle 0,5559 [daN/cm²]
Tensione terreno allo spigolo di monte 0,9011 [daN/cm²]

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 3.18
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo 36.03

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 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 2 | 1,57 | 1968,75 | 367,30 | 633,50 |
| 3 | 3,15 | 3937,50 | 2521,54 | 2267,54 |

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 |
|-----|---|---|---|
|-----|---|---|---|

| | | | |
|---|---|---|--|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | |
| | | RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE | <i>Codice documento</i> ST0052_F0.doc |

| | | | |
|---|------|--------|---------|
| 1 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 2 | 0,60 | 772,07 | 2642,59 |

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 | 1,90 | 806,00 | 408,73 |

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_{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]

σ_c tensione nel calcestruzzo espressa in [daN/cm²]

τ_c tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [daN/cm²]

σ_{fs} tensione nell'armatura disposta sul lembo di monte in [daN/cm²]

σ_{fi} tensione nell'armatura disposta sul lembo di valle in [daN/cm²]

| Nr. | Y | B, H | A _{fs} | A _{fi} | σ _c | τ _c | σ _{fs} | σ _{fi} |
|-----|------|---------|-----------------|-----------------|----------------|----------------|-----------------|-----------------|
| 1 | 0,00 | 100, 50 | 25,45 | 12,72 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 2 | 1,57 | 100, 50 | 25,45 | 12,72 | 1,20 | 0,16 | 7,93 | -16,38 |
| 3 | 3,15 | 100, 50 | 25,45 | 12,72 | 7,47 | 0,57 | 168,30 | -94,21 |

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_{fi} area di armatura in corrispondenza del lembo inferiore in [cmq]

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

σ_c tensione nel calcestruzzo espressa in [daN/cm²]

τ_c tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [daN/cm²]

σ_{fi} tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo inferiore in [daN/cm²]

σ_{fs} tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo superiore in [daN/cm²]

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} | σ _c | τ _c | σ _{fi} | σ _{fs} |
|-----|------|---------|-----------------|-----------------|----------------|----------------|-----------------|-----------------|
| 1 | 0,00 | 100, 60 | 25,45 | 12,72 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 2 | 0,60 | 100, 60 | 25,45 | 12,72 | 1,54 | 0,55 | 58,35 | -18,82 |

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} | σ _c | τ _c | σ _{fi} | σ _{fs} |
|-----|------|---------|-----------------|-----------------|----------------|----------------|-----------------|-----------------|
| 1 | 0,00 | 100, 60 | 25,45 | 35,63 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 2 | 1,90 | 100, 60 | 25,45 | 25,45 | 1,45 | 0,08 | 60,27 | -17,38 |

Verifica sperone di fondazione

Base sezione B= 100 cm Altezza sezione H=30 [cm]
 $A_{fi}=10,18$ [cmq] $A_{fs}=10,18$ [cmq]
 Sollecitazioni $M=995,3$ [daNm] $T=3730,7$ [daN]
 Momento ultimo sezione $M_u = 10274,64$ [daNm]
 Coeff.sicurezza sezione = 10,32

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_{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]
 ϵ_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 | ϵ_m | s_m | w |
|----|------|----------|----------|----------|-------|--------------|-------|-------|
| 1 | 0,00 | 25,45 | 12,72 | -7358 | 0 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 2 | 0,16 | 25,45 | 12,72 | -7358 | -1 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 3 | 0,32 | 25,45 | 12,72 | -7358 | -6 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 4 | 0,47 | 25,45 | 12,72 | -7358 | -16 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 5 | 0,63 | 25,45 | 12,72 | -7358 | -33 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 6 | 0,79 | 25,45 | 12,72 | -7358 | -59 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 7 | 0,95 | 25,45 | 12,72 | -7358 | -94 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 8 | 1,10 | 25,45 | 12,72 | -7358 | -141 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 9 | 1,26 | 25,45 | 12,72 | -7358 | -201 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 10 | 1,42 | 25,45 | 12,72 | -7358 | -276 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 11 | 1,57 | 25,45 | 12,72 | -7358 | -367 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 12 | 1,73 | 25,45 | 12,72 | -7358 | -476 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 13 | 1,89 | 25,45 | 12,72 | -7358 | -605 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 14 | 2,05 | 25,45 | 12,72 | -7358 | -754 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 15 | 2,21 | 25,45 | 12,72 | -7358 | -926 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 16 | 2,36 | 25,45 | 12,72 | -7358 | -1122 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 17 | 2,52 | 25,45 | 12,72 | -7358 | -1344 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 18 | 2,68 | 25,45 | 12,72 | -7358 | -1594 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 19 | 2,83 | 25,45 | 12,72 | -7358 | -1872 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 20 | 2,99 | 25,45 | 12,72 | -7358 | -2181 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 21 | 3,15 | 25,45 | 12,72 | -7358 | -2522 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |

Verifica fessurazione fondazione

| N° | Y | A_{fs} | A_{fi} | M_{pf} | M | ϵ_m | s_m | w |
|----|-------|----------|----------|----------|-----|--------------|-------|-------|
| 1 | -1,10 | 12,72 | 25,45 | -9736 | 0 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 2 | -1,04 | 12,72 | 25,45 | 10332 | 7 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 3 | -0,98 | 12,72 | 25,45 | 10332 | 30 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 4 | -0,92 | 12,72 | 25,45 | 10332 | 67 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 5 | -0,86 | 12,72 | 25,45 | 10332 | 120 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 6 | -0,80 | 12,72 | 25,45 | 10332 | 188 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 7 | -0,74 | 12,72 | 25,45 | 10332 | 272 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 8 | -0,68 | 12,72 | 25,45 | 10332 | 372 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 9 | -0,62 | 12,72 | 25,45 | 10332 | 489 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 10 | -0,56 | 12,72 | 25,45 | 10332 | 622 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 11 | -0,50 | 12,72 | 25,45 | 10332 | 772 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 12 | 0,00 | 25,45 | 25,45 | 10506 | 806 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 13 | 0,19 | 25,45 | 25,45 | 10506 | 717 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 14 | 0,38 | 25,45 | 25,45 | 10506 | 609 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 15 | 0,57 | 25,45 | 25,45 | 10506 | 492 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 16 | 0,76 | 25,45 | 25,45 | 10506 | 372 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 17 | 0,95 | 25,45 | 25,45 | 10506 | 257 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 18 | 1,14 | 25,45 | 25,45 | 10506 | 156 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 19 | 1,33 | 25,45 | 25,45 | 10506 | 77 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |

| | | | | | | | |
|---|---|---|--|------------|-------------|----|------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | | | | | |
| RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE | | <i>Codice documento</i> ST0052_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 | | | | | | |

| | | | | | | | | |
|----|------|-------|-------|--------|----|--------|------|-------|
| 20 | 1,52 | 25,45 | 25,45 | 10506 | 26 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 21 | 1,71 | 35,63 | 25,45 | 10638 | 7 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 22 | 1,90 | 35,63 | 25,45 | -11120 | 0 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |

COMBINAZIONE n° 32

| | | |
|--|-----------|-------|
| Valore della spinta statica | 4072,20 | [daN] |
| Componente orizzontale della spinta statica | 3730,69 | [daN] |
| Componente verticale della spinta statica | 1632,42 | [daN] |
| Punto d'applicazione della spinta | X = 1,90 | [m] |
| | Y = -2,67 | [m] |
| Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie | 23,63 | [°] |
| Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche | 58,94 | [°] |
| Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte | 11485,50 | [daN] |
| Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte | X = 0,95 | [m] |
| | Y = -1,57 | [m] |

Risultanti

| | | |
|---|-----------|--------|
| Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale | 3730,69 | [daN] |
| Risultante dei carichi applicati in dir. verticale | 21855,42 | [daN] |
| Resistenza passiva dente di fondazione | -10582,26 | [daN] |
| Sforzo normale sul piano di posa della fondazione | 21855,42 | [daN] |
| Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione | 3730,69 | [daN] |
| Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione | -0,12 | [m] |
| Lunghezza fondazione reagente | 3,00 | [m] |
| Risultante in fondazione | 22171,54 | [daN] |
| Inclinazione della risultante (rispetto alla normale) | 9,69 | [°] |
| Momento rispetto al baricentro della fondazione | -2589,04 | [daNm] |
| Carico ultimo della fondazione | 787449,63 | [daN] |

Tensioni sul terreno

| | | |
|--|--------|------------------------|
| Lunghezza fondazione reagente | 3,00 | [m] |
| Tensione terreno allo spigolo di valle | 0,5559 | [daN/cm ²] |
| Tensione terreno allo spigolo di monte | 0,9011 | [daN/cm ²] |

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 3.18
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo 36.03

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 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 2 | 1,57 | 1968,75 | 367,30 | 633,50 |
| 3 | 3,15 | 3937,50 | 2521,54 | 2267,54 |

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

| | | | | |
|---|---|---|------------------|---------------------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | | |
| RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE | | <i>Codice documento</i> ST0052_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 | 0,60 | 772,07 | 2642,59 |

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 | 1,90 | 806,00 | 408,73 |

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_{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]

σ_c tensione nel calcestruzzo espressa in [daN/cm²]

τ_c tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [daN/cm²]

σ_{fs} tensione nell'armatura disposta sul lembo di monte in [daN/cm²]

σ_{fi} tensione nell'armatura disposta sul lembo di valle in [daN/cm²]

| Nr. | Y | B, H | A _{fs} | A _{fi} | σ _c | τ _c | σ _{fs} | σ _{fi} |
|-----|------|---------|-----------------|-----------------|----------------|----------------|-----------------|-----------------|
| 1 | 0,00 | 100, 50 | 25,45 | 12,72 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 2 | 1,57 | 100, 50 | 25,45 | 12,72 | 1,20 | 0,16 | 7,93 | -16,38 |
| 3 | 3,15 | 100, 50 | 25,45 | 12,72 | 7,47 | 0,57 | 168,30 | -94,21 |

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_{fi} area di armatura in corrispondenza del lembo inferiore in [cmq]

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

σ_c tensione nel calcestruzzo espressa in [daN/cm²]

τ_c tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [daN/cm²]

σ_{fi} tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo inferiore in [daN/cm²]

σ_{fs} tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo superiore in [daN/cm²]

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} | σ _c | τ _c | σ _{fi} | σ _{fs} |
|-----|------|---------|-----------------|-----------------|----------------|----------------|-----------------|-----------------|
| 1 | 0,00 | 100, 60 | 25,45 | 12,72 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 2 | 0,60 | 100, 60 | 25,45 | 12,72 | 1,54 | 0,55 | 58,35 | -18,82 |

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} | σ _c | τ _c | σ _{fi} | σ _{fs} |
|-----|------|---------|-----------------|-----------------|----------------|----------------|-----------------|-----------------|
| 1 | 0,00 | 100, 60 | 25,45 | 35,63 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |

2 1,90 100,60 25,45 25,45 1,45 0,08 60,27 -17,38

Verifica sperone di fondazione

Base sezione B= 100 cm Altezza sezione H=30 [cm]
 $A_{fs}=10,18$ [cmq] $A_{fi}=10,18$ [cmq]
 Sollecitazioni M=995,3 [daNm] T=3730,7 [daN]
 Momento ultimo sezione $M_u = 10274,64$ [daNm]
 Coeff.sicurezza sezione = 10,32

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]
 ϵ_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 | ϵ_m | s_m | w |
|----|------|----------|----------|----------|-------|--------------|-------|-------|
| 1 | 0,00 | 25,45 | 12,72 | -7358 | 0 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 2 | 0,16 | 25,45 | 12,72 | -7358 | -1 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 3 | 0,32 | 25,45 | 12,72 | -7358 | -6 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 4 | 0,47 | 25,45 | 12,72 | -7358 | -16 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 5 | 0,63 | 25,45 | 12,72 | -7358 | -33 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 6 | 0,79 | 25,45 | 12,72 | -7358 | -59 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 7 | 0,95 | 25,45 | 12,72 | -7358 | -94 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 8 | 1,10 | 25,45 | 12,72 | -7358 | -141 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 9 | 1,26 | 25,45 | 12,72 | -7358 | -201 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 10 | 1,42 | 25,45 | 12,72 | -7358 | -276 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 11 | 1,57 | 25,45 | 12,72 | -7358 | -367 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 12 | 1,73 | 25,45 | 12,72 | -7358 | -476 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 13 | 1,89 | 25,45 | 12,72 | -7358 | -605 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 14 | 2,05 | 25,45 | 12,72 | -7358 | -754 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 15 | 2,21 | 25,45 | 12,72 | -7358 | -926 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 16 | 2,36 | 25,45 | 12,72 | -7358 | -1122 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 17 | 2,52 | 25,45 | 12,72 | -7358 | -1344 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 18 | 2,68 | 25,45 | 12,72 | -7358 | -1594 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 19 | 2,83 | 25,45 | 12,72 | -7358 | -1872 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 20 | 2,99 | 25,45 | 12,72 | -7358 | -2181 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 21 | 3,15 | 25,45 | 12,72 | -7358 | -2522 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |

Verifica fessurazione fondazione

| N° | Y | A_{fs} | A_{fi} | M_{pf} | M | ϵ_m | s_m | w |
|----|-------|----------|----------|----------|-----|--------------|-------|-------|
| 1 | -1,10 | 12,72 | 25,45 | -9736 | 0 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 2 | -1,04 | 12,72 | 25,45 | 10332 | 7 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 3 | -0,98 | 12,72 | 25,45 | 10332 | 30 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 4 | -0,92 | 12,72 | 25,45 | 10332 | 67 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 5 | -0,86 | 12,72 | 25,45 | 10332 | 120 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 6 | -0,80 | 12,72 | 25,45 | 10332 | 188 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 7 | -0,74 | 12,72 | 25,45 | 10332 | 272 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 8 | -0,68 | 12,72 | 25,45 | 10332 | 372 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 9 | -0,62 | 12,72 | 25,45 | 10332 | 489 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 10 | -0,56 | 12,72 | 25,45 | 10332 | 622 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 11 | -0,50 | 12,72 | 25,45 | 10332 | 772 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 12 | 0,00 | 25,45 | 25,45 | 10506 | 806 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 13 | 0,19 | 25,45 | 25,45 | 10506 | 717 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 14 | 0,38 | 25,45 | 25,45 | 10506 | 609 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 15 | 0,57 | 25,45 | 25,45 | 10506 | 492 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 16 | 0,76 | 25,45 | 25,45 | 10506 | 372 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |

| | | | | | | | |
|---|---|---|--|------------|-------------|----|------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | | | | | |
| RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE | | <i>Codice documento</i> ST0052_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 | | | | | | |

| | | | | | | | | |
|----|------|-------|-------|--------|-----|--------|------|-------|
| 17 | 0,95 | 25,45 | 25,45 | 10506 | 257 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 18 | 1,14 | 25,45 | 25,45 | 10506 | 156 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 19 | 1,33 | 25,45 | 25,45 | 10506 | 77 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 20 | 1,52 | 25,45 | 25,45 | 10506 | 26 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 21 | 1,71 | 35,63 | 25,45 | 10638 | 7 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 22 | 1,90 | 35,63 | 25,45 | -11120 | 0 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |

COMBINAZIONE n° 33

| | | | | | | | | |
|--|----------|-------|-----------|-----|--|--|--|--|
| Valore della spinta statica | 4197,38 | [daN] | | | | | | |
| Componente orizzontale della spinta statica | 3845,49 | [daN] | | | | | | |
| Componente verticale della spinta statica | 1682,32 | [daN] | | | | | | |
| Punto d'applicazione della spinta | X = 1,90 | [m] | Y = -2,65 | [m] | | | | |
| Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie | 23,63 | [°] | | | | | | |
| Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche | 58,94 | [°] | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte | 11723,00 | [daN] | | | | | | |
| Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte | X = 0,95 | [m] | Y = -1,57 | [m] | | | | |

Risultanti

| | | | | | | | | |
|---|-----------|--------|--|--|--|--|--|--|
| Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale | 3845,49 | [daN] | | | | | | |
| Risultante dei carichi applicati in dir. verticale | 22142,82 | [daN] | | | | | | |
| Resistenza passiva dente di fondazione | -10716,88 | [daN] | | | | | | |
| Sforzo normale sul piano di posa della fondazione | 22142,82 | [daN] | | | | | | |
| Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione | 3845,49 | [daN] | | | | | | |
| Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione | -0,12 | [m] | | | | | | |
| Lunghezza fondazione reagente | 3,00 | [m] | | | | | | |
| Risultante in fondazione | 22474,26 | [daN] | | | | | | |
| Inclinazione della risultante (rispetto alla normale) | 9,85 | [°] | | | | | | |
| Momento rispetto al baricentro della fondazione | -2599,36 | [daNm] | | | | | | |
| Carico ultimo della fondazione | 788060,34 | [daN] | | | | | | |

Tensioni sul terreno

| | | | | | | | | |
|--|--------|------------------------|--|--|--|--|--|--|
| Lunghezza fondazione reagente | 3,00 | [m] | | | | | | |
| Tensione terreno allo spigolo di valle | 0,5648 | [daN/cm ²] | | | | | | |
| Tensione terreno allo spigolo di monte | 0,9114 | [daN/cm ²] | | | | | | |

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 3.12
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo 35.59

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 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 2 | 1,57 | 1968,75 | 402,05 | 677,65 |
| 3 | 3,15 | 3937,50 | 2660,63 | 2355,88 |

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

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|------------|-------------|----|------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | | | | | |
| RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE | | <i>Codice documento</i> ST0052_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 | | | | | | |

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 | 0,60 | 788,24 | 2696,77 |

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 | 1,90 | 760,48 | 358,05 |

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_{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]

σ_c tensione nel calcestruzzo espressa in [daN/cm²]

τ_c tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [daN/cm²]

σ_{fs} tensione nell'armatura disposta sul lembo di monte in [daN/cm²]

σ_{fi} tensione nell'armatura disposta sul lembo di valle in [daN/cm²]

| Nr. | Y | B, H | A _{fs} | A _{fi} | σ _c | τ _c | σ _{fs} | σ _{fi} |
|-----|------|---------|-----------------|-----------------|----------------|----------------|-----------------|-----------------|
| 1 | 0,00 | 100, 50 | 25,45 | 12,72 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 2 | 1,57 | 100, 50 | 25,45 | 12,72 | 1,30 | 0,17 | 10,25 | -17,62 |
| 3 | 3,15 | 100, 50 | 25,45 | 12,72 | 7,86 | 0,59 | 180,95 | -98,81 |

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_{fi} area di armatura in corrispondenza del lembo inferiore in [cmq]

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

σ_c tensione nel calcestruzzo espressa in [daN/cm²]

τ_c tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [daN/cm²]

σ_{fi} tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo inferiore in [daN/cm²]

σ_{fs} tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo superiore in [daN/cm²]

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} | σ _c | τ _c | σ _{fi} | σ _{fs} |
|-----|------|---------|-----------------|-----------------|----------------|----------------|-----------------|-----------------|
| 1 | 0,00 | 100, 60 | 25,45 | 12,72 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 2 | 0,60 | 100, 60 | 25,45 | 12,72 | 1,57 | 0,56 | 59,57 | -19,21 |

Fondazione di monte

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

| | | | | |
|---|---|---|--|------------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | | |
| | | RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE | <i>Codice documento</i> ST0052_F0.doc | <i>Rev</i> F0 |

| Nr. | X | B, H | A _{fi} | A _{fs} | σ _c | τ _c | σ _{fi} | σ _{fs} |
|-----|------|---------|-----------------|-----------------|----------------|----------------|-----------------|-----------------|
| 1 | 0,00 | 100, 60 | 25,45 | 35,63 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 2 | 1,90 | 100, 60 | 25,45 | 25,45 | 1,36 | 0,07 | 56,86 | -16,40 |

Verifica sperone di fondazione

Base sezione B= 100 cm Altezza sezione H=30 [cm]

A_{fi}=10,18 [cmq] A_{fs}=10,18 [cmq]

Sollecitazioni M=1026,0 [daNm] T=3845,5 [daN]

Momento ultimo sezione M_u = 10274,64 [daNm]

Coeff.sicurezza sezione = 10,01

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]

ε_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 | ε _m | s _m | w |
|----|------|-----------------|-----------------|-----------------|-------|----------------|----------------|-------|
| 1 | 0,00 | 25,45 | 12,72 | -7358 | 0 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 2 | 0,16 | 25,45 | 12,72 | -7358 | -2 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 3 | 0,32 | 25,45 | 12,72 | -7358 | -8 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 4 | 0,47 | 25,45 | 12,72 | -7358 | -20 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 5 | 0,63 | 25,45 | 12,72 | -7358 | -39 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 6 | 0,79 | 25,45 | 12,72 | -7358 | -68 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 7 | 0,95 | 25,45 | 12,72 | -7358 | -107 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 8 | 1,10 | 25,45 | 12,72 | -7358 | -158 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 9 | 1,26 | 25,45 | 12,72 | -7358 | -224 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 10 | 1,42 | 25,45 | 12,72 | -7358 | -304 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 11 | 1,57 | 25,45 | 12,72 | -7358 | -402 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 12 | 1,73 | 25,45 | 12,72 | -7358 | -518 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 13 | 1,89 | 25,45 | 12,72 | -7358 | -655 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 14 | 2,05 | 25,45 | 12,72 | -7358 | -813 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 15 | 2,21 | 25,45 | 12,72 | -7358 | -994 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 16 | 2,36 | 25,45 | 12,72 | -7358 | -1201 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 17 | 2,52 | 25,45 | 12,72 | -7358 | -1433 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 18 | 2,68 | 25,45 | 12,72 | -7358 | -1694 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 19 | 2,83 | 25,45 | 12,72 | -7358 | -1985 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 20 | 2,99 | 25,45 | 12,72 | -7358 | -2306 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 21 | 3,15 | 25,45 | 12,72 | -7358 | -2661 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |

Verifica fessurazione fondazione

| N° | Y | A _{fs} | A _{fi} | M _{pf} | M | ε _m | s _m | w |
|----|-------|-----------------|-----------------|-----------------|-----|----------------|----------------|-------|
| 1 | -1,10 | 12,72 | 25,45 | -9736 | 0 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 2 | -1,04 | 12,72 | 25,45 | 10332 | 8 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 3 | -0,98 | 12,72 | 25,45 | 10332 | 30 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 4 | -0,92 | 12,72 | 25,45 | 10332 | 68 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 5 | -0,86 | 12,72 | 25,45 | 10332 | 122 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 6 | -0,80 | 12,72 | 25,45 | 10332 | 192 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 7 | -0,74 | 12,72 | 25,45 | 10332 | 278 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 8 | -0,68 | 12,72 | 25,45 | 10332 | 380 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 9 | -0,62 | 12,72 | 25,45 | 10332 | 499 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 10 | -0,56 | 12,72 | 25,45 | 10332 | 635 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 11 | -0,50 | 12,72 | 25,45 | 10332 | 788 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 12 | 0,00 | 25,45 | 25,45 | 10506 | 760 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 13 | 0,19 | 25,45 | 25,45 | 10506 | 680 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 14 | 0,38 | 25,45 | 25,45 | 10506 | 581 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |

| | | | | |
|---|---|---|------------------|---------------------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | | |
| RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE | | <i>Codice documento</i> ST0052_F0.doc | <i>Rev</i> F0 | <i>Data</i> 20-06-2011 |

| | | | | | | | | |
|----|------|-------|-------|--------|-----|--------|------|-------|
| 15 | 0,57 | 25,45 | 25,45 | 10506 | 470 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 16 | 0,76 | 25,45 | 25,45 | 10506 | 356 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 17 | 0,95 | 25,45 | 25,45 | 10506 | 246 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 18 | 1,14 | 25,45 | 25,45 | 10506 | 149 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 19 | 1,33 | 25,45 | 25,45 | 10506 | 73 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 20 | 1,52 | 25,45 | 25,45 | 10506 | 25 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 21 | 1,71 | 35,63 | 25,45 | 10638 | 7 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 22 | 1,90 | 35,63 | 25,45 | -11120 | 0 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |

COMBINAZIONE n° 34

| | | | | | | | | |
|--|----------|-------|--|--|--|-----------|-----|--|
| Valore della spinta statica | 4072,20 | [daN] | | | | | | |
| Componente orizzontale della spinta statica | 3730,69 | [daN] | | | | | | |
| Componente verticale della spinta statica | 1632,42 | [daN] | | | | | | |
| Punto d'applicazione della spinta | X = 1,90 | [m] | | | | Y = -2,67 | [m] | |
| Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie | 23,63 | [°] | | | | | | |
| Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche | 58,94 | [°] | | | | | | |
| Incremento sismico della spinta | 203,92 | [daN] | | | | | | |
| Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta | X = 1,90 | [m] | | | | Y = -2,07 | [m] | |
| Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche | 58,13 | [°] | | | | | | |
| Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte | 11485,50 | [daN] | | | | | | |
| Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte | X = 0,95 | [m] | | | | Y = -1,57 | [m] | |
| Inerzia del muro | 155,09 | [daN] | | | | | | |
| Inerzia verticale del muro | 77,54 | [daN] | | | | | | |
| Inerzia del terrapieno fondazione di monte | 203,86 | [daN] | | | | | | |
| Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte | 101,93 | [daN] | | | | | | |

Risultanti

| | | | | | | | | |
|---|-----------|--------|--|--|--|--|--|--|
| Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale | 4276,45 | [daN] | | | | | | |
| Risultante dei carichi applicati in dir. verticale | 22116,64 | [daN] | | | | | | |
| Resistenza passiva dente di fondazione | -10775,71 | [daN] | | | | | | |
| Sforzo normale sul piano di posa della fondazione | 22116,64 | [daN] | | | | | | |
| Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione | 4276,45 | [daN] | | | | | | |
| Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione | -0,08 | [m] | | | | | | |
| Lunghezza fondazione reagente | 3,00 | [m] | | | | | | |
| Risultante in fondazione | 22526,29 | [daN] | | | | | | |
| Inclinazione della risultante (rispetto alla normale) | 10,94 | [°] | | | | | | |
| Momento rispetto al baricentro della fondazione | -1816,87 | [daNm] | | | | | | |
| Carico ultimo della fondazione | 808147,01 | [daN] | | | | | | |

Tensioni sul terreno

| | | | | | | | | |
|--|--------|------------------------|--|--|--|--|--|--|
| Lunghezza fondazione reagente | 3,00 | [m] | | | | | | |
| Tensione terreno allo spigolo di valle | 0,6161 | [daN/cm ²] | | | | | | |
| Tensione terreno allo spigolo di monte | 0,8583 | [daN/cm ²] | | | | | | |

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 2.81

Coefficiente di sicurezza a carico ultimo 36.54

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

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|------------|-------------|----|------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | | | | | |
| RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE | | <i>Codice documento</i> ST0052_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 | 1,57 | 1968,75 | 439,13 | 724,71 |
| 3 | 3,15 | 3937,50 | 2808,87 | 2449,97 |

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 | 0,60 | 868,04 | 2941,93 |

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 | 1,90 | 426,31 | 215,54 |

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 [cmq]

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

σ_c tensione nel calcestruzzo espressa in [daN/cm²]

τ_c tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [daN/cm²]

σ_{fs} tensione nell'armatura disposta sul lembo di monte in [daN/cm²]

σ_{fi} tensione nell'armatura disposta sul lembo di valle in [daN/cm²]

| Nr. | Y | B, H | A _{fs} | A _{fi} | σ _c | τ _c | σ _{fs} | σ _{fi} |
|-----|------|---------|-----------------|-----------------|----------------|----------------|-----------------|-----------------|
| 1 | 0,00 | 100, 50 | 25,45 | 12,72 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 2 | 1,57 | 100, 50 | 25,45 | 12,72 | 1,41 | 0,18 | 12,89 | -18,96 |
| 3 | 3,15 | 100, 50 | 25,45 | 12,72 | 8,27 | 0,61 | 194,46 | -103,69 |

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_{fi} area di armatura in corrispondenza del lembo inferiore in [cmq]

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

σ_c tensione nel calcestruzzo espressa in [daN/cm²]

τ_c tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [daN/cm²]

σ_{fi} tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo inferiore in [daN/cm²]

σ_{fs} tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo superiore in [daN/cm²]

Fondazione di valle

| | | | | |
|---|---|---|--|------------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | | |
| | | RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE | <i>Codice documento</i> ST0052_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 _{fi} | A _{fs} | σ _c | τ _c | σ _{fi} | σ _{fs} |
|-----|------|---------|-----------------|-----------------|----------------|----------------|-----------------|-----------------|
| 1 | 0,00 | 100, 60 | 25,45 | 12,72 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 2 | 0,60 | 100, 60 | 25,45 | 12,72 | 1,73 | 0,61 | 65,61 | -21,16 |

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 _{fi} | A _{fs} | σ _c | τ _c | σ _{fi} | σ _{fs} |
|-----|------|---------|-----------------|-----------------|----------------|----------------|-----------------|-----------------|
| 1 | 0,00 | 100, 60 | 25,45 | 35,63 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 2 | 1,90 | 100, 60 | 25,45 | 25,45 | 0,77 | 0,04 | 31,88 | -9,19 |

Verifica sperone di fondazione

Base sezione B= 100 cm Altezza sezione H=30 [cm]
A_{fi}=10,18 [cmq] A_{fs}=10,18 [cmq]
Sollecitazioni M=1141,0 [daNm] T=4276,5 [daN]
Momento ultimo sezione M_u = 10274,64 [daNm]
Coeff.sicurezza sezione = 9,01

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_{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]
ε_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 | ε _m | s _m | w |
|----|------|-----------------|-----------------|-----------------|-------|----------------|----------------|-------|
| 1 | 0,00 | 25,45 | 12,72 | -7358 | 0 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 2 | 0,16 | 25,45 | 12,72 | -7358 | -2 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 3 | 0,32 | 25,45 | 12,72 | -7358 | -9 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 4 | 0,47 | 25,45 | 12,72 | -7358 | -23 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 5 | 0,63 | 25,45 | 12,72 | -7358 | -45 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 6 | 0,79 | 25,45 | 12,72 | -7358 | -77 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 7 | 0,95 | 25,45 | 12,72 | -7358 | -120 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 8 | 1,10 | 25,45 | 12,72 | -7358 | -176 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 9 | 1,26 | 25,45 | 12,72 | -7358 | -247 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 10 | 1,42 | 25,45 | 12,72 | -7358 | -334 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 11 | 1,57 | 25,45 | 12,72 | -7358 | -439 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 12 | 1,73 | 25,45 | 12,72 | -7358 | -563 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 13 | 1,89 | 25,45 | 12,72 | -7358 | -708 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 14 | 2,05 | 25,45 | 12,72 | -7358 | -876 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 15 | 2,21 | 25,45 | 12,72 | -7358 | -1067 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 16 | 2,36 | 25,45 | 12,72 | -7358 | -1284 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 17 | 2,52 | 25,45 | 12,72 | -7358 | -1528 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 18 | 2,68 | 25,45 | 12,72 | -7358 | -1801 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 19 | 2,83 | 25,45 | 12,72 | -7358 | -2105 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 20 | 2,99 | 25,45 | 12,72 | -7358 | -2440 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 21 | 3,15 | 25,45 | 12,72 | -7358 | -2809 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |

Verifica fessurazione fondazione

| N° | Y | A _{fs} | A _{fi} | M _{pf} | M | ε _m | s _m | w |
|----|-------|-----------------|-----------------|-----------------|----|----------------|----------------|-------|
| 1 | -1,10 | 12,72 | 25,45 | -9736 | 0 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 2 | -1,04 | 12,72 | 25,45 | 10332 | 8 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 3 | -0,98 | 12,72 | 25,45 | 10332 | 34 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 4 | -0,92 | 12,72 | 25,45 | 10332 | 76 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|------------|-------------|----|------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | | | | | |
| RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE | | <i>Codice documento</i> ST0052_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 | -0,86 | 12,72 | 25,45 | 10332 | 136 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 6 | -0,80 | 12,72 | 25,45 | 10332 | 213 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 7 | -0,74 | 12,72 | 25,45 | 10332 | 308 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 8 | -0,68 | 12,72 | 25,45 | 10332 | 421 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 9 | -0,62 | 12,72 | 25,45 | 10332 | 552 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 10 | -0,56 | 12,72 | 25,45 | 10332 | 701 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 11 | -0,50 | 12,72 | 25,45 | 10332 | 868 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 12 | 0,00 | 25,45 | 25,45 | 10506 | 426 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 13 | 0,19 | 25,45 | 25,45 | 10506 | 377 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 14 | 0,38 | 25,45 | 25,45 | 10506 | 316 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 15 | 0,57 | 25,45 | 25,45 | 10506 | 248 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 16 | 0,76 | 25,45 | 25,45 | 10506 | 178 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 17 | 0,95 | 25,45 | 25,45 | 10506 | 113 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 18 | 1,14 | 25,45 | 25,45 | 10506 | 58 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 19 | 1,33 | 25,45 | 25,45 | 10506 | 18 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 20 | 1,52 | 25,45 | 25,45 | -10506 | -1 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 21 | 1,71 | 35,63 | 25,45 | -11120 | 0 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 22 | 1,90 | 35,63 | 25,45 | -11120 | 0 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |

COMBINAZIONE n° 35

| | | | |
|--|----------------|---------------|--|
| Valore della spinta statica | 4072,20 [daN] | | |
| Componente orizzontale della spinta statica | 3730,69 [daN] | | |
| Componente verticale della spinta statica | 1632,42 [daN] | | |
| Punto d'applicazione della spinta | X = 1,90 [m] | Y = -2,67 [m] | |
| Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie | 23,63 [°] | | |
| Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche | 58,94 [°] | | |
| Incremento sismico della spinta | 131,70 [daN] | | |
| Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta | X = 1,90 [m] | Y = -2,07 [m] | |
| Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche | 58,13 [°] | | |
| Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte | 11485,50 [daN] | | |
| Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte | X = 0,95 [m] | Y = -1,57 [m] | |
| Inerzia del muro | 155,09 [daN] | | |
| Inerzia verticale del muro | -77,54 [daN] | | |
| Inerzia del terrapieno fondazione di monte | 203,86 [daN] | | |
| Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte | -101,93 [daN] | | |

Risultanti

| | |
|---|-----------------|
| Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale | 4210,29 [daN] |
| Risultante dei carichi applicati in dir. verticale | 21728,74 [daN] |
| Resistenza passiva dente di fondazione | -10593,32 [daN] |
| Sforzo normale sul piano di posa della fondazione | 21728,74 [daN] |
| Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione | 4210,29 [daN] |
| Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione | -0,08 [m] |
| Lunghezza fondazione reagente | 3,00 [m] |
| Risultante in fondazione | 22132,89 [daN] |
| Inclinazione della risultante (rispetto alla normale) | 10,97 [°] |
| Momento rispetto al baricentro della fondazione | -1810,56 [daNm] |
| Carico ultimo della fondazione | 807476,67 [daN] |

Tensioni sul terreno

| | |
|--|-------------------------------|
| Lunghezza fondazione reagente | 3,00 [m] |
| Tensione terreno allo spigolo di valle | 0,6036 [daN/cm ²] |
| Tensione terreno allo spigolo di monte | 0,8450 [daN/cm ²] |

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 2.80

| | | | | | | | |
|---|---|---|--|------------|-------------|----|------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | | | | | |
| RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE | | <i>Codice documento</i> ST0052_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 | | | | | | |

Coefficiente di sicurezza a carico ultimo 37.16

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 | 1,57 | 1968,75 | 423,30 | 704,60 |
| 3 | 3,15 | 3937,50 | 2745,53 | 2409,76 |

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 | 0,60 | 845,43 | 2866,37 |

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 | 1,90 | 188,54 | -33,06 |

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 [cmq]

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

σ_c tensione nel calcestruzzo espressa in [daN/cm²]

τ_c tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [daN/cm²]

σ_{fs} tensione nell'armatura disposta sul lembo di monte in [daN/cm²]

σ_{fi} tensione nell'armatura disposta sul lembo di valle in [daN/cm²]

| Nr. | Y | B, H | A _{fs} | A _{fi} | σ _c | τ _c | σ _{fs} | σ _{fi} |
|-----|------|---------|-----------------|-----------------|----------------|----------------|-----------------|-----------------|
| 1 | 0,00 | 100, 50 | 25,45 | 12,72 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 2 | 1,57 | 100, 50 | 25,45 | 12,72 | 1,36 | 0,18 | 11,74 | -18,39 |
| 3 | 3,15 | 100, 50 | 25,45 | 12,72 | 8,09 | 0,60 | 188,68 | -101,61 |

Armature e tensioni nei materiali della fondazione

Combinazione n° 35

Simbologia adottata

B base della sezione espressa in [cm]

| | | | | |
|---|---|---|--|------------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | | |
| | | RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE | <i>Codice documento</i> ST0052_F0.doc | <i>Rev</i> F0 |

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]
 σ_c tensione nel calcestruzzo espressa in [daN/cm²]
 τ_c tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [daN/cm²]
 σ_{fi} tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo inferiore in [daN/cm²]
 σ_{fs} tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo superiore in [daN/cm²]

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} | σ_c | τ_c | σ_{fi} | σ_{fs} |
|-----|------|---------|----------|----------|------------|----------|---------------|---------------|
| 1 | 0,00 | 100, 60 | 25,45 | 12,72 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 2 | 0,60 | 100, 60 | 25,45 | 12,72 | 1,69 | 0,59 | 63,90 | -20,61 |

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} | σ_c | τ_c | σ_{fi} | σ_{fs} |
|-----|------|---------|----------|----------|------------|----------|---------------|---------------|
| 1 | 0,00 | 100, 60 | 25,45 | 35,63 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 2 | 1,90 | 100, 60 | 25,45 | 25,45 | 0,34 | -0,01 | 14,10 | -4,07 |

Verifica sperone di fondazione

Base sezione B= 100 cm Altezza sezione H=30 [cm]

A_{fi} =10,18 [cmq] A_{fs} =10,18 [cmq]

Sollecitazioni M=1123,3 [daNm] T=4210,3 [daN]

Momento ultimo sezione M_u = 10274,64 [daNm]

Coeff.sicurezza sezione = 9,15

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]

ϵ_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 | ϵ_m | s_m | w |
|----|------|----------|----------|----------|-------|--------------|-------|-------|
| 1 | 0,00 | 25,45 | 12,72 | -7358 | 0 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 2 | 0,16 | 25,45 | 12,72 | -7358 | -2 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 3 | 0,32 | 25,45 | 12,72 | -7358 | -8 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 4 | 0,47 | 25,45 | 12,72 | -7358 | -22 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 5 | 0,63 | 25,45 | 12,72 | -7358 | -42 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 6 | 0,79 | 25,45 | 12,72 | -7358 | -73 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 7 | 0,95 | 25,45 | 12,72 | -7358 | -114 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 8 | 1,10 | 25,45 | 12,72 | -7358 | -169 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 9 | 1,26 | 25,45 | 12,72 | -7358 | -237 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 10 | 1,42 | 25,45 | 12,72 | -7358 | -322 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 11 | 1,57 | 25,45 | 12,72 | -7358 | -423 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 12 | 1,73 | 25,45 | 12,72 | -7358 | -544 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 13 | 1,89 | 25,45 | 12,72 | -7358 | -685 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 14 | 2,05 | 25,45 | 12,72 | -7358 | -849 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 15 | 2,21 | 25,45 | 12,72 | -7358 | -1036 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 16 | 2,36 | 25,45 | 12,72 | -7358 | -1248 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 17 | 2,52 | 25,45 | 12,72 | -7358 | -1488 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 18 | 2,68 | 25,45 | 12,72 | -7358 | -1756 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 19 | 2,83 | 25,45 | 12,72 | -7358 | -2053 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |

| | | | | |
|---|---|---|--|------------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | | |
| | | RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE | <i>Codice documento</i> ST0052_F0.doc | <i>Rev</i> F0 |

| | | | | | | | | |
|----|------|-------|-------|-------|-------|--------|------|-------|
| 20 | 2,99 | 25,45 | 12,72 | -7358 | -2383 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 21 | 3,15 | 25,45 | 12,72 | -7358 | -2746 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |

Verifica fessurazione fondazione

| N° | Y | A _{fs} | A _{fi} | M _{pr} | M | ε _m | S _m | w |
|----|-------|-----------------|-----------------|-----------------|-----|----------------|----------------|-------|
| 1 | -1,10 | 12,72 | 25,45 | -9736 | 0 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 2 | -1,04 | 12,72 | 25,45 | 10332 | 8 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 3 | -0,98 | 12,72 | 25,45 | 10332 | 33 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 4 | -0,92 | 12,72 | 25,45 | 10332 | 74 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 5 | -0,86 | 12,72 | 25,45 | 10332 | 132 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 6 | -0,80 | 12,72 | 25,45 | 10332 | 208 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 7 | -0,74 | 12,72 | 25,45 | 10332 | 300 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 8 | -0,68 | 12,72 | 25,45 | 10332 | 410 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 9 | -0,62 | 12,72 | 25,45 | 10332 | 537 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 10 | -0,56 | 12,72 | 25,45 | 10332 | 682 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 11 | -0,50 | 12,72 | 25,45 | 10332 | 845 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 12 | 0,00 | 25,45 | 25,45 | 10506 | 189 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 13 | 0,19 | 25,45 | 25,45 | 10506 | 184 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 14 | 0,38 | 25,45 | 25,45 | 10506 | 163 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 15 | 0,57 | 25,45 | 25,45 | 10506 | 131 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 16 | 0,76 | 25,45 | 25,45 | 10506 | 92 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 17 | 0,95 | 25,45 | 25,45 | 10506 | 53 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 18 | 1,14 | 25,45 | 25,45 | 10506 | 19 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 19 | 1,33 | 25,45 | 25,45 | -10506 | -4 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 20 | 1,52 | 25,45 | 25,45 | -10506 | -11 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 21 | 1,71 | 35,63 | 25,45 | -11120 | -3 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 22 | 1,90 | 35,63 | 25,45 | -11120 | 0 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |

COMBINAZIONE n° 36

| | | | | |
|--|----------|-------|-----------|-----|
| Valore della spinta statica | 4072,20 | [daN] | | |
| Componente orizzontale della spinta statica | 3730,69 | [daN] | | |
| Componente verticale della spinta statica | 1632,42 | [daN] | | |
| Punto d'applicazione della spinta | X = 1,90 | [m] | Y = -2,67 | [m] |
| Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie | 23,63 | [°] | | |
| Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche | 58,94 | [°] | | |
| Incremento sismico della spinta | 203,92 | [daN] | | |
| Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta | X = 1,90 | [m] | Y = -2,07 | [m] |
| Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche | 58,13 | [°] | | |
| Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte | 11485,50 | [daN] | | |
| Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte | X = 0,95 | [m] | Y = -1,57 | [m] |
| Inerzia del muro | 155,09 | [daN] | | |
| Inerzia verticale del muro | 77,54 | [daN] | | |
| Inerzia del terrapieno fondazione di monte | 203,86 | [daN] | | |
| Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte | 101,93 | [daN] | | |

Risultanti

| | | |
|---|-----------|--------|
| Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale | 4276,45 | [daN] |
| Risultante dei carichi applicati in dir. verticale | 22116,64 | [daN] |
| Resistenza passiva dente di fondazione | -10775,71 | [daN] |
| Sforzo normale sul piano di posa della fondazione | 22116,64 | [daN] |
| Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione | 4276,45 | [daN] |
| Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione | -0,08 | [m] |
| Lunghezza fondazione reagente | 3,00 | [m] |
| Risultante in fondazione | 22526,29 | [daN] |
| Inclinazione della risultante (rispetto alla normale) | 10,94 | [°] |
| Momento rispetto al baricentro della fondazione | -1816,87 | [daNm] |
| Carico ultimo della fondazione | 808147,01 | [daN] |

Tensioni sul terreno

| | | |
|--|--------|------------------------|
| Lunghezza fondazione reagente | 3,00 | [m] |
| Tensione terreno allo spigolo di valle | 0,6161 | [daN/cm ²] |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|------------|-------------|----|------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | | | | | |
| RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE | | <i>Codice documento</i> ST0052_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 | | | | | | |

Tensione terreno allo spigolo di monte 0,8583 [daN/cm²]

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 2.81

Coefficiente di sicurezza a carico ultimo 36.54

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 | 1,57 | 1968,75 | 439,13 | 724,71 |
| 3 | 3,15 | 3937,50 | 2808,87 | 2449,97 |

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 | 0,60 | 868,04 | 2941,93 |

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 | 1,90 | 426,31 | 215,54 |

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 [cm²]

A_{fi} area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [cm²]

σ_c tensione nel calcestruzzo espressa in [daN/cm²]

τ_c tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [daN/cm²]

σ_{fs} tensione nell'armatura disposta sul lembo di monte in [daN/cm²]

σ_{fi} tensione nell'armatura disposta sul lembo di valle in [daN/cm²]

| | | | | |
|---|---|---|--|------------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | | |
| | | RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE | <i>Codice documento</i> ST0052_F0.doc | <i>Rev</i> F0 |

| Nr. | Y | B, H | A _{fs} | A _{fi} | σ _c | τ _c | σ _{fs} | σ _{fi} |
|-----|------|---------|-----------------|-----------------|----------------|----------------|-----------------|-----------------|
| 1 | 0,00 | 100, 50 | 25,45 | 12,72 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 2 | 1,57 | 100, 50 | 25,45 | 12,72 | 1,41 | 0,18 | 12,89 | -18,96 |
| 3 | 3,15 | 100, 50 | 25,45 | 12,72 | 8,27 | 0,61 | 194,46 | -103,69 |

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 _{fi} | area di armatura in corrispondenza del lembo inferiore in [cmq] |
| A _{fs} | area di armatura in corrispondenza del lembo superiore in [cmq] |
| σ _c | tensione nel calcestruzzo espressa in [daN/cm ²] |
| τ _c | tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [daN/cm ²] |
| σ _{fi} | tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo inferiore in [daN/cm ²] |
| σ _{fs} | tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo superiore in [daN/cm ²] |

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} | σ _c | τ _c | σ _{fi} | σ _{fs} |
|-----|------|---------|-----------------|-----------------|----------------|----------------|-----------------|-----------------|
| 1 | 0,00 | 100, 60 | 25,45 | 12,72 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 2 | 0,60 | 100, 60 | 25,45 | 12,72 | 1,73 | 0,61 | 65,61 | -21,16 |

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 _{fi} | A _{fs} | σ _c | τ _c | σ _{fi} | σ _{fs} |
|-----|------|---------|-----------------|-----------------|----------------|----------------|-----------------|-----------------|
| 1 | 0,00 | 100, 60 | 25,45 | 35,63 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 2 | 1,90 | 100, 60 | 25,45 | 25,45 | 0,77 | 0,04 | 31,88 | -9,19 |

Verifica sperone di fondazione

Base sezione B= 100 cm Altezza sezione H=30 [cm]

A_{fi}=10,18 [cmq] A_{fs}=10,18 [cmq]

Sollecitazioni M=1141,0 [daNm] T=4276,5 [daN]

Momento ultimo sezione M_u = 10274,64 [daNm]

Coeff.sicurezza sezione = 9,01

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]

ε_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 | ε _m | S _m | w |
|----|------|-----------------|-----------------|-----------------|------|----------------|----------------|-------|
| 1 | 0,00 | 25,45 | 12,72 | -7358 | 0 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 2 | 0,16 | 25,45 | 12,72 | -7358 | -2 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 3 | 0,32 | 25,45 | 12,72 | -7358 | -9 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 4 | 0,47 | 25,45 | 12,72 | -7358 | -23 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 5 | 0,63 | 25,45 | 12,72 | -7358 | -45 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 6 | 0,79 | 25,45 | 12,72 | -7358 | -77 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 7 | 0,95 | 25,45 | 12,72 | -7358 | -120 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |

| | | | | |
|---|---|---|------------------|---------------------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | | |
| RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE | | <i>Codice documento</i> ST0052_F0.doc | <i>Rev</i> F0 | <i>Data</i> 20-06-2011 |

| | | | | | | | | |
|----|------|-------|-------|-------|-------|--------|------|-------|
| 8 | 1,10 | 25,45 | 12,72 | -7358 | -176 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 9 | 1,26 | 25,45 | 12,72 | -7358 | -247 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 10 | 1,42 | 25,45 | 12,72 | -7358 | -334 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 11 | 1,57 | 25,45 | 12,72 | -7358 | -439 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 12 | 1,73 | 25,45 | 12,72 | -7358 | -563 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 13 | 1,89 | 25,45 | 12,72 | -7358 | -708 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 14 | 2,05 | 25,45 | 12,72 | -7358 | -876 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 15 | 2,21 | 25,45 | 12,72 | -7358 | -1067 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 16 | 2,36 | 25,45 | 12,72 | -7358 | -1284 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 17 | 2,52 | 25,45 | 12,72 | -7358 | -1528 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 18 | 2,68 | 25,45 | 12,72 | -7358 | -1801 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 19 | 2,83 | 25,45 | 12,72 | -7358 | -2105 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 20 | 2,99 | 25,45 | 12,72 | -7358 | -2440 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 21 | 3,15 | 25,45 | 12,72 | -7358 | -2809 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |

Verifica fessurazione fondazione

| N° | Y | A _{fs} | A _{fi} | M _{pf} | M | ε _m | S _m | w |
|----|-------|-----------------|-----------------|-----------------|-----|----------------|----------------|-------|
| 1 | -1,10 | 12,72 | 25,45 | -9736 | 0 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 2 | -1,04 | 12,72 | 25,45 | 10332 | 8 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 3 | -0,98 | 12,72 | 25,45 | 10332 | 34 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 4 | -0,92 | 12,72 | 25,45 | 10332 | 76 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 5 | -0,86 | 12,72 | 25,45 | 10332 | 136 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 6 | -0,80 | 12,72 | 25,45 | 10332 | 213 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 7 | -0,74 | 12,72 | 25,45 | 10332 | 308 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 8 | -0,68 | 12,72 | 25,45 | 10332 | 421 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 9 | -0,62 | 12,72 | 25,45 | 10332 | 552 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 10 | -0,56 | 12,72 | 25,45 | 10332 | 701 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 11 | -0,50 | 12,72 | 25,45 | 10332 | 868 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 12 | 0,00 | 25,45 | 25,45 | 10506 | 426 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 13 | 0,19 | 25,45 | 25,45 | 10506 | 377 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 14 | 0,38 | 25,45 | 25,45 | 10506 | 316 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 15 | 0,57 | 25,45 | 25,45 | 10506 | 248 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 16 | 0,76 | 25,45 | 25,45 | 10506 | 178 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 17 | 0,95 | 25,45 | 25,45 | 10506 | 113 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 18 | 1,14 | 25,45 | 25,45 | 10506 | 58 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 19 | 1,33 | 25,45 | 25,45 | 10506 | 18 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 20 | 1,52 | 25,45 | 25,45 | -10506 | -1 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 21 | 1,71 | 35,63 | 25,45 | -11120 | 0 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 22 | 1,90 | 35,63 | 25,45 | -11120 | 0 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |

COMBINAZIONE n° 37

| | | | |
|--|----------------|---------------|--|
| Valore della spinta statica | 4072,20 [daN] | | |
| Componente orizzontale della spinta statica | 3730,69 [daN] | | |
| Componente verticale della spinta statica | 1632,42 [daN] | | |
| Punto d'applicazione della spinta | X = 1,90 [m] | Y = -2,67 [m] | |
| Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie | 23,63 [°] | | |
| Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche | 58,94 [°] | | |
| Incremento sismico della spinta | 131,70 [daN] | | |
| Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta | X = 1,90 [m] | Y = -2,07 [m] | |
| Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche | 58,13 [°] | | |
| Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte | 11485,50 [daN] | | |
| Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte | X = 0,95 [m] | Y = -1,57 [m] | |
| Inerzia del muro | 155,09 [daN] | | |
| Inerzia verticale del muro | -77,54 [daN] | | |
| Inerzia del terrapieno fondazione di monte | 203,86 [daN] | | |
| Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte | -101,93 [daN] | | |

Risultanti

| | |
|--|-----------------|
| Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale | 4210,29 [daN] |
| Risultante dei carichi applicati in dir. verticale | 21728,74 [daN] |
| Resistenza passiva dente di fondazione | -10593,32 [daN] |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|------------|-------------|----|------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | | | | | |
| RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE | | <i>Codice documento</i> ST0052_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 21728,74 [daN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione 4210,29 [daN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione -0,08 [m]
Lunghezza fondazione reagente 3,00 [m]
Risultante in fondazione 22132,89 [daN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale) 10,97 [°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione -1810,56 [daNm]
Carico ultimo della fondazione 807476,67 [daN]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente 3,00 [m]
Tensione terreno allo spigolo di valle 0,6036 [daN/cm²]
Tensione terreno allo spigolo di monte 0,8450 [daN/cm²]

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 2.80
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo 37.16

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 | 1,57 | 1968,75 | 423,30 | 704,60 |
| 3 | 3,15 | 3937,50 | 2745,53 | 2409,76 |

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 | 0,60 | 845,43 | 2866,37 |

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 | 1,90 | 188,54 | -33,06 |

Armature e tensioni nei materiali del muro

| | | | | |
|---|---|---|------------------|---------------------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | | |
| RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE | | <i>Codice documento</i> ST0052_F0.doc | <i>Rev</i> F0 | <i>Data</i> 20-06-2011 |

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 _{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] |
| σ _c | tensione nel calcestruzzo espressa in [daN/cm ²] |
| τ _c | tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [daN/cm ²] |
| σ _{fs} | tensione nell'armatura disposta sul lembo di monte in [daN/cm ²] |
| σ _{fi} | tensione nell'armatura disposta sul lembo di valle in [daN/cm ²] |

| Nr. | Y | B, H | A _{fs} | A _{fi} | σ _c | τ _c | σ _{fs} | σ _{fi} |
|-----|------|---------|-----------------|-----------------|----------------|----------------|-----------------|-----------------|
| 1 | 0,00 | 100, 50 | 25,45 | 12,72 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 2 | 1,57 | 100, 50 | 25,45 | 12,72 | 1,36 | 0,18 | 11,74 | -18,39 |
| 3 | 3,15 | 100, 50 | 25,45 | 12,72 | 8,09 | 0,60 | 188,68 | -101,61 |

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 _{fi} | area di armatura in corrispondenza del lembo inferiore in [cmq] |
| A _{fs} | area di armatura in corrispondenza del lembo superiore in [cmq] |
| σ _c | tensione nel calcestruzzo espressa in [daN/cm ²] |
| τ _c | tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [daN/cm ²] |
| σ _{fi} | tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo inferiore in [daN/cm ²] |
| σ _{fs} | tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo superiore in [daN/cm ²] |

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} | σ _c | τ _c | σ _{fi} | σ _{fs} |
|-----|------|---------|-----------------|-----------------|----------------|----------------|-----------------|-----------------|
| 1 | 0,00 | 100, 60 | 25,45 | 12,72 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 2 | 0,60 | 100, 60 | 25,45 | 12,72 | 1,69 | 0,59 | 63,90 | -20,61 |

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} | σ _c | τ _c | σ _{fi} | σ _{fs} |
|-----|------|---------|-----------------|-----------------|----------------|----------------|-----------------|-----------------|
| 1 | 0,00 | 100, 60 | 25,45 | 35,63 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 2 | 1,90 | 100, 60 | 25,45 | 25,45 | 0,34 | -0,01 | 14,10 | -4,07 |

Verifica sperone di fondazione

Base sezione B= 100 cm Altezza sezione H=30 [cm]
A_{fi}=10,18 [cmq] A_{fs}=10,18 [cmq]
Sollecitazioni M=1123,3 [daNm] T=4210,3 [daN]
Momento ultimo sezione M_u = 10274,64 [daNm]
Coeff.sicurezza sezione = 9,15

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 _{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] |
| ε _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 | ε _m | S _m | w |
|----|------|-----------------|-----------------|-----------------|-------|----------------|----------------|-------|
| 1 | 0,00 | 25,45 | 12,72 | -7358 | 0 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 2 | 0,16 | 25,45 | 12,72 | -7358 | -2 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 3 | 0,32 | 25,45 | 12,72 | -7358 | -8 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 4 | 0,47 | 25,45 | 12,72 | -7358 | -22 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 5 | 0,63 | 25,45 | 12,72 | -7358 | -42 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 6 | 0,79 | 25,45 | 12,72 | -7358 | -73 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 7 | 0,95 | 25,45 | 12,72 | -7358 | -114 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 8 | 1,10 | 25,45 | 12,72 | -7358 | -169 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 9 | 1,26 | 25,45 | 12,72 | -7358 | -237 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 10 | 1,42 | 25,45 | 12,72 | -7358 | -322 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 11 | 1,57 | 25,45 | 12,72 | -7358 | -423 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 12 | 1,73 | 25,45 | 12,72 | -7358 | -544 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 13 | 1,89 | 25,45 | 12,72 | -7358 | -685 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 14 | 2,05 | 25,45 | 12,72 | -7358 | -849 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 15 | 2,21 | 25,45 | 12,72 | -7358 | -1036 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 16 | 2,36 | 25,45 | 12,72 | -7358 | -1248 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 17 | 2,52 | 25,45 | 12,72 | -7358 | -1488 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 18 | 2,68 | 25,45 | 12,72 | -7358 | -1756 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 19 | 2,83 | 25,45 | 12,72 | -7358 | -2053 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 20 | 2,99 | 25,45 | 12,72 | -7358 | -2383 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 21 | 3,15 | 25,45 | 12,72 | -7358 | -2746 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |

Verifica fessurazione fondazione

| N° | Y | A _{fs} | A _{fi} | M _{pf} | M | ε _m | S _m | w |
|----|-------|-----------------|-----------------|-----------------|-----|----------------|----------------|-------|
| 1 | -1,10 | 12,72 | 25,45 | -9736 | 0 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 2 | -1,04 | 12,72 | 25,45 | 10332 | 8 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 3 | -0,98 | 12,72 | 25,45 | 10332 | 33 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 4 | -0,92 | 12,72 | 25,45 | 10332 | 74 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 5 | -0,86 | 12,72 | 25,45 | 10332 | 132 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 6 | -0,80 | 12,72 | 25,45 | 10332 | 208 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 7 | -0,74 | 12,72 | 25,45 | 10332 | 300 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 8 | -0,68 | 12,72 | 25,45 | 10332 | 410 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 9 | -0,62 | 12,72 | 25,45 | 10332 | 537 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 10 | -0,56 | 12,72 | 25,45 | 10332 | 682 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 11 | -0,50 | 12,72 | 25,45 | 10332 | 845 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 12 | 0,00 | 25,45 | 25,45 | 10506 | 189 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 13 | 0,19 | 25,45 | 25,45 | 10506 | 184 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 14 | 0,38 | 25,45 | 25,45 | 10506 | 163 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 15 | 0,57 | 25,45 | 25,45 | 10506 | 131 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 16 | 0,76 | 25,45 | 25,45 | 10506 | 92 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 17 | 0,95 | 25,45 | 25,45 | 10506 | 53 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 18 | 1,14 | 25,45 | 25,45 | 10506 | 19 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 19 | 1,33 | 25,45 | 25,45 | -10506 | -4 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 20 | 1,52 | 25,45 | 25,45 | -10506 | -11 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 21 | 1,71 | 35,63 | 25,45 | -11120 | -3 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 22 | 1,90 | 35,63 | 25,45 | -11120 | 0 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |

COMBINAZIONE n° 38

| | | | |
|--|----------------|---------------|--|
| Valore della spinta statica | 4197,38 [daN] | | |
| Componente orizzontale della spinta statica | 3845,49 [daN] | | |
| Componente verticale della spinta statica | 1682,32 [daN] | | |
| Punto d'applicazione della spinta | X = 1,90 [m] | Y = -2,65 [m] | |
| Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie | | 23,63 [°] | |
| Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche | 58,94 [°] | | |
| Incremento sismico della spinta | 210,17 [daN] | | |
| Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta | X = 1,90 [m] | Y = -2,07 [m] | |
| Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche | 58,13 [°] | | |
| Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte | 11723,00 [daN] | | |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|------------|-------------|----|------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | | | | | |
| RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE | | <i>Codice documento</i> ST0052_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 = 0,95 [m] Y = -1,57 [m]
Inerzia del muro 155,09 [daN]
Inerzia verticale del muro 77,54 [daN]
Inerzia del terrapieno fondazione di monte 208,08 [daN]
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte 104,04 [daN]

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale 4401,20 [daN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale 22408,64 [daN]
Resistenza passiva dente di fondazione -10913,76 [daN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione 22408,64 [daN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione 4401,20 [daN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione -0,08 [m]
Lunghezza fondazione reagente 3,00 [m]
Risultante in fondazione 22836,76 [daN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale) 11,11 [°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione -1813,31 [daNm]
Carico ultimo della fondazione 808847,72 [daN]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente 3,00 [m]
Tensione terreno allo spigolo di valle 0,6261 [daN/cm²]
Tensione terreno allo spigolo di monte 0,8678 [daN/cm²]

Fattori per il calcolo della capacità portante

Coeff. capacità portante N_c = 77.50 N_q = 61.55 N_γ = 80.93

Fattori forma s_c = 1,00 s_q = 1,00 s_γ = 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'_γ = 80.93

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a scorrimento 2.76
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo 36.10

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 | 1,57 | 1968,75 | 475,61 | 771,06 |
| 3 | 3,15 | 3937,50 | 2954,87 | 2542,70 |

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 | 0,60 | 885,93 | 3001,47 |

Sollecitazioni fondazione di monte

ombinazione n° 38

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

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|------------|-------------|----|------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | | | | | |
| RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE | | <i>Codice documento</i> ST0052_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 | | | | | | |

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 | 1,90 | 373,90 | 161,32 |

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 _{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] |
| σ _c | tensione nel calcestruzzo espressa in [daN/cm ²] |
| τ _c | tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [daN/cm ²] |
| σ _{fs} | tensione nell'armatura disposta sul lembo di monte in [daN/cm ²] |
| σ _{fi} | tensione nell'armatura disposta sul lembo di valle in [daN/cm ²] |

| Nr. | Y | B, H | A _{fs} | A _{fi} | σ _c | τ _c | σ _{fs} | σ _{fi} |
|-----|------|---------|-----------------|-----------------|----------------|----------------|-----------------|-----------------|
| 1 | 0,00 | 100, 50 | 25,45 | 12,72 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 2 | 1,57 | 100, 50 | 25,45 | 12,72 | 1,51 | 0,19 | 15,62 | -20,27 |
| 3 | 3,15 | 100, 50 | 25,45 | 12,72 | 8,67 | 0,64 | 207,78 | -108,50 |

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 _{fi} | area di armatura in corrispondenza del lembo inferiore in [cmq] |
| A _{fs} | area di armatura in corrispondenza del lembo superiore in [cmq] |
| σ _c | tensione nel calcestruzzo espressa in [daN/cm ²] |
| τ _c | tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [daN/cm ²] |
| σ _{fi} | tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo inferiore in [daN/cm ²] |
| σ _{fs} | tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo superiore in [daN/cm ²] |

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} | σ _c | τ _c | σ _{fi} | σ _{fs} |
|-----|------|---------|-----------------|-----------------|----------------|----------------|-----------------|-----------------|
| 1 | 0,00 | 100, 60 | 25,45 | 12,72 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 2 | 0,60 | 100, 60 | 25,45 | 12,72 | 1,77 | 0,62 | 66,96 | -21,60 |

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} | σ _c | τ _c | σ _{fi} | σ _{fs} |
|-----|------|---------|-----------------|-----------------|----------------|----------------|-----------------|-----------------|
| 1 | 0,00 | 100, 60 | 25,45 | 35,63 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 2 | 1,90 | 100, 60 | 25,45 | 25,45 | 0,67 | 0,03 | 27,96 | -8,06 |

Verifica sperone di fondazione

Base sezione B= 100 cm Altezza sezione H=30 [cm]

A_{fi}=10,18 [cmq] A_{fs}=10,18 [cmq]

Sollecitazioni M=1174,2 [daNm] T=4401,2 [daN]

Momento ultimo sezione M_u = 10274,64 [daNm]

Coeff.sicurezza sezione = 8,75

Verifiche a fessurazione

| | | | | |
|---|---|---|------------------|---------------------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | | |
| RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE | | <i>Codice documento</i> ST0052_F0.doc | <i>Rev</i> F0 | <i>Data</i> 20-06-2011 |

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]

 ϵ_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 | ϵ_m | s_m | w |
|----|------|----------|----------|----------|-------|--------------|-------|-------|
| 1 | 0,00 | 25,45 | 12,72 | -7358 | 0 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 2 | 0,16 | 25,45 | 12,72 | -7358 | -2 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 3 | 0,32 | 25,45 | 12,72 | -7358 | -11 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 4 | 0,47 | 25,45 | 12,72 | -7358 | -26 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 5 | 0,63 | 25,45 | 12,72 | -7358 | -51 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 6 | 0,79 | 25,45 | 12,72 | -7358 | -86 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 7 | 0,95 | 25,45 | 12,72 | -7358 | -133 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 8 | 1,10 | 25,45 | 12,72 | -7358 | -194 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 9 | 1,26 | 25,45 | 12,72 | -7358 | -271 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 10 | 1,42 | 25,45 | 12,72 | -7358 | -364 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 11 | 1,57 | 25,45 | 12,72 | -7358 | -476 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 12 | 1,73 | 25,45 | 12,72 | -7358 | -607 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 13 | 1,89 | 25,45 | 12,72 | -7358 | -761 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 14 | 2,05 | 25,45 | 12,72 | -7358 | -937 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 15 | 2,21 | 25,45 | 12,72 | -7358 | -1139 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 16 | 2,36 | 25,45 | 12,72 | -7358 | -1366 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 17 | 2,52 | 25,45 | 12,72 | -7358 | -1622 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 18 | 2,68 | 25,45 | 12,72 | -7358 | -1907 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 19 | 2,83 | 25,45 | 12,72 | -7358 | -2223 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 20 | 2,99 | 25,45 | 12,72 | -7358 | -2572 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 21 | 3,15 | 25,45 | 12,72 | -7358 | -2955 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |

Verifica fessurazione fondazione

| N° | Y | A_{fs} | A_{fi} | M_{pf} | M | ϵ_m | s_m | w |
|----|-------|----------|----------|----------|-----|--------------|-------|-------|
| 1 | -1,10 | 12,72 | 25,45 | -9736 | 0 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 2 | -1,04 | 12,72 | 25,45 | 10332 | 9 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 3 | -0,98 | 12,72 | 25,45 | 10332 | 35 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 4 | -0,92 | 12,72 | 25,45 | 10332 | 78 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 5 | -0,86 | 12,72 | 25,45 | 10332 | 139 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 6 | -0,80 | 12,72 | 25,45 | 10332 | 218 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 7 | -0,74 | 12,72 | 25,45 | 10332 | 315 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 8 | -0,68 | 12,72 | 25,45 | 10332 | 430 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 9 | -0,62 | 12,72 | 25,45 | 10332 | 563 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 10 | -0,56 | 12,72 | 25,45 | 10332 | 715 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 11 | -0,50 | 12,72 | 25,45 | 10332 | 886 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 12 | 0,00 | 25,45 | 25,45 | 10506 | 374 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 13 | 0,19 | 25,45 | 25,45 | 10506 | 335 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 14 | 0,38 | 25,45 | 25,45 | 10506 | 282 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 15 | 0,57 | 25,45 | 25,45 | 10506 | 222 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 16 | 0,76 | 25,45 | 25,45 | 10506 | 159 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 17 | 0,95 | 25,45 | 25,45 | 10506 | 100 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 18 | 1,14 | 25,45 | 25,45 | 10506 | 49 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 19 | 1,33 | 25,45 | 25,45 | 10506 | 13 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 20 | 1,52 | 25,45 | 25,45 | -10506 | -4 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 21 | 1,71 | 35,63 | 25,45 | -11120 | -1 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 22 | 1,90 | 35,63 | 25,45 | -11120 | 0 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |

COMBINAZIONE n° 39

Valore della spinta statica 4197,38 [daN]

Componente orizzontale della spinta statica 3845,49 [daN]

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|------------|-------------|----|------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | | | | | |
| RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE | | <i>Codice documento</i> ST0052_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 | 1682,32 | [daN] | | |
| Punto d'applicazione della spinta | X = 1,90 | [m] | Y = -2,65 | [m] |
| Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie | 23,63 | [°] | | |
| Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche | 58,94 | [°] | | |
| Incremento sismico della spinta | 135,73 | [daN] | | |
| Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta | X = 1,90 | [m] | Y = -2,07 | [m] |
| Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche | 58,13 | [°] | | |
| Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte | 11723,00 | [daN] | | |
| Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte | X = 0,95 | [m] | Y = -1,57 | [m] |
| Inerzia del muro | 155,09 | [daN] | | |
| Inerzia verticale del muro | -77,54 | [daN] | | |
| Inerzia del terrapieno fondazione di monte | 208,08 | [daN] | | |
| Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte | -104,04 | [daN] | | |

Risultanti

| | | | | |
|---|-----------|--------|--|--|
| Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale | 4333,00 | [daN] | | |
| Risultante dei carichi applicati in dir. verticale | 22015,64 | [daN] | | |
| Resistenza passiva dente di fondazione | -10728,99 | [daN] | | |
| Sforzo normale sul piano di posa della fondazione | 22015,64 | [daN] | | |
| Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione | 4333,00 | [daN] | | |
| Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione | -0,08 | [m] | | |
| Lunghezza fondazione reagente | 3,00 | [m] | | |
| Risultante in fondazione | 22437,99 | [daN] | | |
| Inclinazione della risultante (rispetto alla normale) | 11,13 | [°] | | |
| Momento rispetto al baricentro della fondazione | -1806,77 | [daNm] | | |
| Carico ultimo della fondazione | 808193,74 | [daN] | | |

Tensioni sul terreno

| | | |
|--|--------|------------------------|
| Lunghezza fondazione reagente | 3,00 | [m] |
| Tensione terreno allo spigolo di valle | 0,6134 | [daN/cm ²] |
| Tensione terreno allo spigolo di monte | 0,8543 | [daN/cm ²] |

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 36.71

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 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 2 | 1,57 | 1968,75 | 459,16 | 750,17 |
| 3 | 3,15 | 3937,50 | 2889,06 | 2500,91 |

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

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|------------|-------------|----|------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | | | | | |
| RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE | | <i>Codice documento</i> ST0052_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 | 0,60 | 863,03 | 2924,96 |

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 | 1,90 | 132,90 | -90,62 |

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]

σ_c tensione nel calcestruzzo espressa in [daN/cm²]

τ_c tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [daN/cm²]

σ_{fs} tensione nell'armatura disposta sul lembo di monte in [daN/cm²]

σ_{fi} tensione nell'armatura disposta sul lembo di valle in [daN/cm²]

| Nr. | Y | B, H | A _{fs} | A _{fi} | σ _c | τ _c | σ _{fs} | σ _{fi} |
|-----|------|---------|-----------------|-----------------|----------------|----------------|-----------------|-----------------|
| 1 | 0,00 | 100, 50 | 25,45 | 12,72 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 2 | 1,57 | 100, 50 | 25,45 | 12,72 | 1,47 | 0,19 | 14,38 | -19,68 |
| 3 | 3,15 | 100, 50 | 25,45 | 12,72 | 8,49 | 0,63 | 201,77 | -106,33 |

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]

σ_c tensione nel calcestruzzo espressa in [daN/cm²]

τ_c tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [daN/cm²]

σ_{fi} tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo inferiore in [daN/cm²]

σ_{fs} tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo superiore in [daN/cm²]

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} | σ _c | τ _c | σ _{fi} | σ _{fs} |
|-----|------|---------|-----------------|-----------------|----------------|----------------|-----------------|-----------------|
| 1 | 0,00 | 100, 60 | 25,45 | 12,72 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 2 | 0,60 | 100, 60 | 25,45 | 12,72 | 1,72 | 0,60 | 65,23 | -21,04 |

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} | σ _c | τ _c | σ _{fi} | σ _{fs} |
|-----|------|---------|-----------------|-----------------|----------------|----------------|-----------------|-----------------|
| 1 | 0,00 | 100, 60 | 25,45 | 35,63 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |

2 1,90 100,60 25,45 25,45 0,24 -0,02 9,94 -2,87

Verifica sperone di fondazione

Base sezione B= 100 cm Altezza sezione H=30 [cm]
 $A_{fi}=10,18$ [cmq] $A_{fs}=10,18$ [cmq]
 Sollecitazioni M=1156,0 [daNm] T=4333,0 [daN]
 Momento ultimo sezione $M_u = 10274,64$ [daNm]
 Coeff.sicurezza sezione = 8,89

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]
 ϵ_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 | ϵ_m | s_m | w |
|----|------|----------|----------|----------|-------|--------------|-------|-------|
| 1 | 0,00 | 25,45 | 12,72 | -7358 | 0 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 2 | 0,16 | 25,45 | 12,72 | -7358 | -2 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 3 | 0,32 | 25,45 | 12,72 | -7358 | -10 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 4 | 0,47 | 25,45 | 12,72 | -7358 | -25 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 5 | 0,63 | 25,45 | 12,72 | -7358 | -48 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 6 | 0,79 | 25,45 | 12,72 | -7358 | -82 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 7 | 0,95 | 25,45 | 12,72 | -7358 | -127 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 8 | 1,10 | 25,45 | 12,72 | -7358 | -186 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 9 | 1,26 | 25,45 | 12,72 | -7358 | -260 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 10 | 1,42 | 25,45 | 12,72 | -7358 | -351 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 11 | 1,57 | 25,45 | 12,72 | -7358 | -459 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 12 | 1,73 | 25,45 | 12,72 | -7358 | -587 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 13 | 1,89 | 25,45 | 12,72 | -7358 | -737 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 14 | 2,05 | 25,45 | 12,72 | -7358 | -909 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 15 | 2,21 | 25,45 | 12,72 | -7358 | -1106 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 16 | 2,36 | 25,45 | 12,72 | -7358 | -1329 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 17 | 2,52 | 25,45 | 12,72 | -7358 | -1580 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 18 | 2,68 | 25,45 | 12,72 | -7358 | -1859 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 19 | 2,83 | 25,45 | 12,72 | -7358 | -2170 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 20 | 2,99 | 25,45 | 12,72 | -7358 | -2512 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 21 | 3,15 | 25,45 | 12,72 | -7358 | -2889 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |

Verifica fessurazione fondazione

| N° | Y | A_{fs} | A_{fi} | M_{pf} | M | ϵ_m | s_m | w |
|----|-------|----------|----------|----------|-----|--------------|-------|-------|
| 1 | -1,10 | 12,72 | 25,45 | -9736 | 0 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 2 | -1,04 | 12,72 | 25,45 | 10332 | 8 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 3 | -0,98 | 12,72 | 25,45 | 10332 | 34 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 4 | -0,92 | 12,72 | 25,45 | 10332 | 76 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 5 | -0,86 | 12,72 | 25,45 | 10332 | 135 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 6 | -0,80 | 12,72 | 25,45 | 10332 | 212 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 7 | -0,74 | 12,72 | 25,45 | 10332 | 307 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 8 | -0,68 | 12,72 | 25,45 | 10332 | 419 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 9 | -0,62 | 12,72 | 25,45 | 10332 | 549 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 10 | -0,56 | 12,72 | 25,45 | 10332 | 697 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 11 | -0,50 | 12,72 | 25,45 | 10332 | 863 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 12 | 0,00 | 25,45 | 25,45 | 10506 | 133 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 13 | 0,19 | 25,45 | 25,45 | 10506 | 139 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 14 | 0,38 | 25,45 | 25,45 | 10506 | 128 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 15 | 0,57 | 25,45 | 25,45 | 10506 | 103 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 16 | 0,76 | 25,45 | 25,45 | 10506 | 72 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|------------|-------------|----|------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | | | | | |
| RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE | | <i>Codice documento</i> ST0052_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 | | | | | | |

| | | | | | | | | |
|----|------|-------|-------|--------|-----|--------|------|-------|
| 17 | 0,95 | 25,45 | 25,45 | 10506 | 39 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 18 | 1,14 | 25,45 | 25,45 | 10506 | 10 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 19 | 1,33 | 25,45 | 25,45 | -10506 | -9 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 20 | 1,52 | 25,45 | 25,45 | -10506 | -13 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 21 | 1,71 | 35,63 | 25,45 | -11120 | -3 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |
| 22 | 1,90 | 35,63 | 25,45 | -11120 | 0 | 0,0000 | 0,00 | 0,000 |

Elenco ferri

Simbologia adottata

| | |
|---------------------|---|
| <i>Destinazione</i> | 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_g | Peso gruppo espresso in [daN] |

| Destinazione | ϕ | n | L | P | P_g |
|---------------------|--------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-------------------------|
| Fondazione | 18,00 | 5 | 441,60 | 8,82 | 44,11 |
| Fondazione | 18,00 | 5 | 334,60 | 6,68 | 33,42 |
| Fondazione | 18,00 | 10 | 441,60 | 8,82 | 88,21 |
| Fondazione | 18,00 | 4 | 232,00 | 4,63 | 18,54 |
| Paramento | 18,00 | 5 | 219,00 | 4,37 | 21,87 |
| Paramento | 18,00 | 5 | 385,00 | 7,69 | 38,45 |
| Paramento | 18,00 | 10 | 218,00 | 4,35 | 43,55 |
| Paramento | 18,00 | 10 | 385,00 | 7,69 | 76,91 |
| Fondazione | 8,00 | 6 | 70,08 | 0,28 | 1,66 |
| Paramento | 8,00 | 6 | 60,10 | 0,24 | 1,42 |

| | | | |
|---|---|---|---------------------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | |
| RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE | <i>Codice documento</i> ST0052_F0.doc | <i>Rev</i> F0 | <i>Data</i> 20-06-2011 |

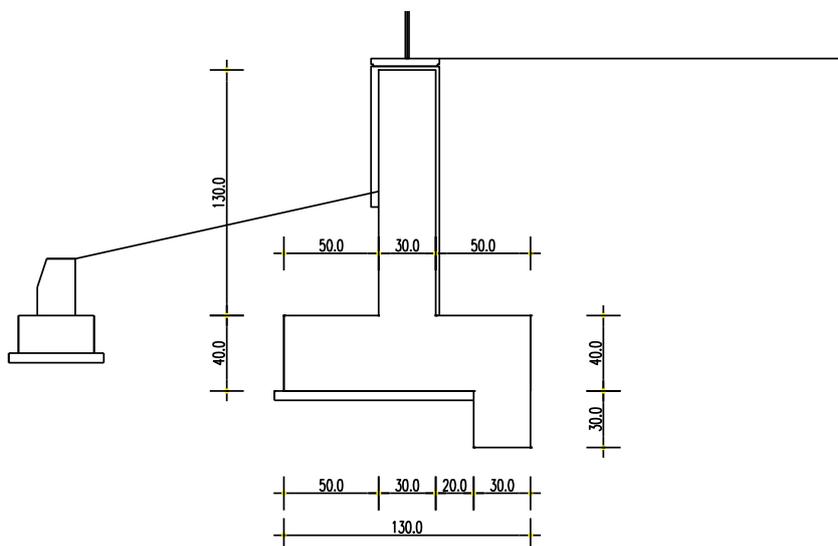
5.1.2 VALUTAZIONE DEI RISULTATI

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 A, estendibile per le altre tipologie di muri.



|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | | | | | |
|---|---|---|--|------------|-------------|----|------------|
| RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE | | <i>Codice documento</i> ST0052_F0.doc | <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: left; padding: 2px;"><i>Rev</i></th> <th style="text-align: left; padding: 2px;"><i>Data</i></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: left; padding: 2px;">F0</td> <td style="text-align: left; padding: 2px;">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 | $\gamma_t = 18,00 \text{ kN/m}^3$ |
| Sovraccarico mezzi | $q = 20,00 \text{ kN/m}^2$ |
| 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 | $p_1 = k_a \cdot \sigma_v = 0,271 \cdot 18,00 \cdot 2,00 = 9,76 \text{ kN/m}^2$ |
| Pressione per sovraccarico | $p_{sov} = k_a \cdot q = 0,271 \cdot 20,00 = 5,42 \text{ kN/m}^2$ |
| Incremento sismico della spinta | $S_{sism} = (k_2 - k_a) \cdot \gamma \cdot \frac{H^2}{2} \cdot (1 + k_v) = 3,20 \text{ kN/m}$ |
| Forza inerziale paramento | $F_{i-par} = k_h \cdot w_{par} = 0,87 \text{ kN/m}$ |
| Forza inerziale fondazione | $F_{i-fon} = k_h \cdot w_{fon} = 1,35 \text{ kN/m}$ |
| Forza inerziale terreno | $F_{i-ter} = k_h \cdot w_{ter} = 1,05 \text{ kN/m}$ |

Spinta statica:

$$S = p_1 \cdot \frac{H}{2} + p_{sov} \cdot H = 9,76 \cdot 1,00 + 5,42 \cdot 2,00 = 20,60 \text{ kN/m}$$

Schematicamente il momento ribaltante può essere così valutato:

$$M_{rib} = 9,76 \cdot \frac{1,70}{3} + 10,84 \cdot \frac{1,70}{2} + 3,20 \cdot \frac{1,70}{2} + 0,87 \cdot 1,05 + 1,35 \cdot 0,20 + 1,05 \cdot 1,05 = 18,46 \text{ kNm/m}$$

$$M_{stab} = 0,30 \cdot 1,30 \cdot 0,65 \cdot 25,00 + 0,40 \cdot 1,30 \cdot 0,65 \cdot 25,00 + 0,50 \cdot 18,00 \cdot 1,30 \cdot 1,05 + 20 \cdot 1,05 = 50,07 \text{ kNm/m}$$

Il fattore di sicurezza risulta quindi:

$$\eta = \frac{M_{stab}}{M_{rib}} = 2,71$$

Confrontando i valori ottenuti con quelli corrispondenti alla combinazione 27 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.